

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
технический университет»



М.В. Молод В.И. Максименков

## ОСНОВЫ КАЧЕСТВА

Утверждено учебно-методическим советом  
университета в качестве учебного пособия

Воронеж 2017

УДК 658.562:006:629.73(075.8)

ББК 65я7

Молод М.В. Основы качества: учеб. пособие / М.В. Молод, В.И. Максименков. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. – 158 с.

В учебном пособии рассмотрены ключевые понятия в области качества, техники, технических систем, современного производства, изложены основы материаловедения, метрологии, стандартизации и сертификации, рассмотрены семь простых инструментов контроля качества, а также основные положения концепции всеобщего управления качеством.

Издание соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 27.03.02 «Управление качеством» (направленность «Управление качеством в производственно-тех-нологических системах»), дисциплине «Основы качества».

Табл. 5. Ил. 56. Библиогр.: 14 назв.

Рецензенты: ПАО «Корпорация Иркут в г. Воронеже»  
(зам. директора, канд. техн. наук,  
В.А. Шалиткин);  
канд. техн. наук, доц. Н.В. Лосев

© Молод М.В., Максименков В.И., 2017

© ФГБОУ ВО «Воронежский

## **ВВ            ИЕ**

В последние годы проблема качества продукции стала приоритетной для отечественного производителя. Во многом это обусловлено необходимостью повышения конкурентоспособности товаров в связи с выходом российских предприятий на международные рынки и открытием российского рынка для зарубежных товаропроизводителей.

Другим важным аспектом, заставившим производителей серьезно решать проблему качества продукции, стала необходимость экономии затрат в современных рыночных условиях. Широкие возможности в этой сфере открывает применение LІN-технологий или просто «Бережливого производства» с его знаменитыми системами и инструментами: «5С», «Визуальное управление», «Стандартизированная работа», «Канбан», «Быстрая переналадка», «Система подачи предложений сотрудниками», «Кружки качества» и др.

В связи с этим в настоящее время менеджмент качества является очень актуальным направлением менеджмента организаций независимо от их отраслевой принадлежности.

Но для успешного применения на практике всех выдающихся мировых достижений и огромного опыта, накопленного ведущими зарубежными и российскими специалистами, нужны квалифицированные кадры, обладающие глубокими теоретическими знаниями и имеющие необходимые практические навыки для достижения целей организации в области качества.

Кроме того, по мнению одного из основоположников менеджмента качества, доктора Уильяма Эдварда Деминга, специалисты по управлению качеством не должны ограничивать себя узко профессиональной областью. Они должны обладать широким кругозором, высокой общей культурой и благожелательным отношением к людям.

Поэтому подготовка специалистов по управлению качеством должна включать изучение широкого спектра естественных, технических, экономических, гуманитарных и общекультурных дисциплин.

В начале учебного пособия рассмотрены эволюция понятия «качество», вопросы соотношения ценности и стоимости, приведены определения основных понятий в области качества, представлена классификация потребностей по А. Маслоу, определены важнейшие этапы развития методов обеспечения качества.

В следующей главе рассмотрены понятие и история развития техники, виды и классификация технических средств, понятие, структура и признаки технической системы.

Изложены основы авиационной техники.

Рассмотрены объекты современного производства, типы производств, основные производственные процессы, структура промышленного предприятия, особенности авиационного производства.

Приведены основные понятия в области метрологии, стандартизации и оценки соответствия.

Далее представлены процессы жизненного цикла продукции, цели создания и определяющие принципы систем менеджмента качества (СМК) в соответствии с международными стандартами ISO. Изложена основная сущность концепции всеобщего управления качеством (TQM).

Рассмотрены основные вопросы экономики качества и управления затратами на качество.

Учебное пособие соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 27.03.02 «Управление качеством» (направленность «Управление качеством в производственно-технологических системах»), содержанию дисциплины «Основы качества».

# **1. ПОНЯТИЕ «КАЧЕСТВО». РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА**

## **1.1. Эволюция понятия «качество»**

Период конца XX и начала XXI в. в. был характерен прорывами в науке, революционными изменениями в технике, глобальными преобразованиями в экономике и повышенным интересом к качеству продукции. Сегодня покупатели думают, что они знают, что такое качество, и при необходимости, конечно же, узнают о его наличии. Важно, что покупатели ожидают, и более того – требуют, чтобы качество было неотъемлемым атрибутом каждой приобретаемой вещи или услуги.

Понятие "качество" было впервые проанализировано древнегреческим философом Платоном в V в. до н.э. Аристотель (IV в. до н.э.) объяснял качество, как "различие между предметами" с дифференциацией по признаку "хороший - плохой".

В Древнем Китае иероглиф, обозначающий качество, состоял из двух элементов: «равновесие» и «деньги». Следовательно, древние китайцы считали понятие «качество» аналогичным понятию «дорогой».

Немецкий философ Гегель (XIX в.) рассматривал качество как логическую категорию, видя в ней начальную ступень познания вещей и становления мира. Он писал, что "качество есть в первую очередь тождественная с бытием определенность, так что нечто перестает быть тем, что оно есть, когда оно теряет свое качество".

Для ответа на вопрос "Что такое качество?" обратимся к мнению крупнейших специалистов, внесших в XX веке огромный вклад в развитие менеджмента качества: Уильяма

Эдварда Деминга, Джозефа М. Джурана, Филиппа Кросби, Арманда В. Фейгенбаума, Каору Исикавы, Уолтера Шухарта.

У. Шухарт (20-е годы XX в.) считал, что существуют два аспекта качества. Один аспект связан с представлением о качестве вещей как объективной реальности, которая не зависит от существования человека. Другой аспект - с тем, что мы думаем, чувствуем и ощущаем в отношении этой объективной реальности.

А. Фейгенбаум (40-50-е годы XX в.) высказал следующее мнение: "Качество определяет потребитель, а не инженеры, служба маркетинга или высшее руководство. Оно основывается на фактической оценке потребителем продукции или услуги по отношению к его требованиям, заявленным или незаявленным, осознанным или ощущаемым, технически обоснованным или чисто субъективным - и в условиях конкурентного рынка всегда представляет собой движущуюся мишень. Качество продукции и услуги можно определить так: это общая совокупность характеристик продукции и услуги, относящихся к маркетингу, разработке, производству и техническому обслуживанию, посредством которых продукция и услуга при своем использовании удовлетворит ожидания потребителя".

Ведущий японский специалист по управлению качеством К. Исикава (50-е годы XX в.) говорил: "Мы занимаемся управлением качеством, чтобы производить продукцию с таким качеством, которое может удовлетворить требования потребителей. Простое соответствие национальным стандартам или техническим требованиям сегодня не может устраивать. В узком смысле качество означает качество продукции. В широком смысле - качество работы, качество услуги, качество информации, качество процесса, качество подразделения, качество сотрудников, включая рабочих, инженеров, менеджеров и исполнительную дирекцию, качество системы, качество компании, качество целей и т.д."

Дж. Джуран (50-60 годы XX в.) считал, что доминируют два значения понятия "качество":

1) Качество заключается в тех свойствах продукции, которые удовлетворяют потребителей.

2) Качество заключается в отсутствии несоответствий".

В эти же годы Э. Деминг высказал мнение, что "трудность в определении качества заключается в переводе свойств, необходимых потребителю, в измеряемые характеристики, чтобы продукция могла быть спроектирована, произведена и предоставлена потребителю за такую цену, которую он готов заплатить".

Такой подход к определению качества продукции нашел продолжение в трудах голландских ученых Дж. Ван Этингера и Дж. Ситинга (60-е годы XX в.). По мнению Этингера и Ситинга, качество может быть выражено цифровыми значениями, если потребитель в состоянии группировать свойства в порядке их важности. Они считали, что качество – величина измеримая и, следовательно, несоответствие продукта предъявляемым к нему требованиям может быть выражено через какую-либо постоянную меру, которой обычно являются деньги.

Изучением способов измерения показателей качества занимается специальная область метрологии - **квалиметрия**. Квалиметрия позволяет давать количественные оценки качественным характеристикам товара, исходя из того, что качество зависит от большого числа свойств рассматриваемого продукта. Однако, для того чтобы судить о качестве продукта, недостаточно данных только о его свойствах. Нужно учитывать и те условия, в которых продукт будет использоваться.

Генити Тагути, в 70-е годы XX в., высказал мысль о том, что качество товара измеряется совокупными затратами (потерями) общества, связанными с производством и использованием этого товара. Таким образом, чем меньше потери, тем выше качество.

Ф. Кросби (70-80-е годы XX в.) считал ложным представлением то, что качество понимают как «...что-то выдающееся, или что-то весомое». По его мнению, слово "качество" пока-

зывает относительную значимость вещей. «Все это - причина для определения качества как «соответствия требованиям», если мы хотим управлять им...» - говорил Ф. Кросби.

Эволюция понятия "качество" прослеживается и в определениях этого понятия, содержащихся в стандартах. Так в ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения» приводилось следующее определение:

«Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с ее назначением».

Международный стандарт ISO 8402:1986 «Качество. Словарь» устанавливал такую трактовку понятия:

«Качество - совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности».

В проекте Закона СССР «О качестве продукции и защите прав потребителей» в феврале 1989 г. содержалось такое определение:

«Качество продукции - совокупность свойств, отражающих уровень новизны, надежность и долговечность, экономичность, эргономические, эстетические, экологические и другие потребительские свойства продукции, придающая ей способность удовлетворять обуславливаемые или предполагаемые потребности в системе производственных отношений».

В 1994г. стандарт ISO 8402:1986 был заменен стандартом ISO 8402:1994 «Управление качеством и обеспечение качества. Словарь», в котором определение звучало так:

«Качество - совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности».

В стандарте ISO 9000:2000 содержалось следующее определение: «Качество - степень, до которой совокупность собственных характеристик удовлетворяет требованиям».



Стандарт ISO 9000:2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» приводит следующее определение понятия качества:

«Качество – степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям».

Таким образом, мы видим, что за время создания и развития науки о качестве у разных ученых и исследователей сложилось свое мнение о том, что такое качество. Ни одно из приведенных определений не противоречит другому. Наоборот, они дополняют друг друга, помогая взглянуть на качество с разных сторон и постепенно выделяя основную сущность данного понятия.

## 1.2. Качество и потребности человека

Основное свойство, с которым связано качество продукции - ее способность быть полезной и удовлетворять определенные потребности потребителя. Потребителем изделия может быть как отдельный человек, так и коллективы людей - предприятия, организации или общество в целом (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Изделие как средство удовлетворения потребностей

Поэтому современное представление о качестве изделий основано на принципе наиболее полного выполнения требований и пожеланий потребителя, и этот принцип должен быть заложен в основу проекта любого изделия.

В любом случае потребности связаны со свойствами человеческой личности. Поскольку психология человека крайне сложна, то достаточно полной теории потребностей человека еще не построено. Тем не менее, сейчас существует ряд теорий, описывающих виды и взаимоотношения потребностей, на основании которых разработчики изделий могут действовать достаточно уверенно и добиваться хороших практических результатов.

Одной из наиболее распространенных теорий является иерархия потребностей английского ученого Авраама Маслоу, выдвинутая им ещё в 50-е годы прошлого века (рис. 1.2.).



## Рис. 1.2. Иерархия потребностей А. Маслоу

Согласно этой теории существует 5 групп или уровней потребностей.

Низший уровень - **основные или физиологические потребности**, такие, как потребности в пище, одежде, жилище и т.д., которые определяются биологической природой человека.

Более высокий уровень - **потребности в безопасности и защите** от “ударов судьбы”, таких, как несчастные случаи, болезни, инвалидность, нищета и др., которые могут нарушить возможность удовлетворения потребностей предыдущего уровня - физиологических потребностей.

Еще более высокий уровень - **социальные потребности**, то есть потребности в принадлежности к социальной группе, в общении и поддержке, взаимоотношениях с другими людьми.

По А. Маслоу, потребности каждого уровня связаны с возможностью удовлетворения потребностей предыдущего уровня. Так социальные потребности вызваны стремлением более полно удовлетворить потребности в защищенности.

Следующий уровень - **потребности в признании**, или потребности “Эго”. Это - потребности в престиже, уважении окружающих, коллег по работе, славе и т.д.

Наивысший уровень потребностей - потребности в самосовершенствовании, или **потребности в самовыражении (познавательные, эстетические)**.

Можно считать, что все эти виды потребностей существуют не только для отдельного человека, но и для коллективов людей, в том числе предприятий и общества в целом.

За время существования теории был сделан ряд уточнений, важнейшими из которых являются следующие:

- по Маслоу, переход к потребности более высокого уровня происходит, если потребность предыдущего уровня удовлетворена на 100%; современные психологи считают, что этот процент меньше - порядка 70%;

- иерархия потребностей конкретного человека во многом определяется уровнем развития его психики, она меняется от человека к человеку и различна у одного человека в различные периоды его жизни.

Следует отметить, что с повышением уровня развития психики человека, потребности более высокого уровня становятся более важными по сравнению с потребностями более низкого уровня.

### **1.3. Качество, ценность и стоимость изделия**

Для того чтобы удовлетворять потребности человека, изделие должно обладать определенными свойствами. А **качество изделия** определяет то, в какой мере свойства изделия способны удовлетворить потребности человека.

В настоящее время мерой качества изделий служит **степень удовлетворенности потребителя изделием**, которая определяется соотношением ценности (Ц) - и стоимости (С) изделия:

$\text{Качество} = \text{Степень удовлетворенности потребителя} = \\ = \text{Ценность} / \text{Стоимость изделия}$
--

Это соотношение для производителя и потребителя изделий неодинаково и представлено на рис. 1.3.

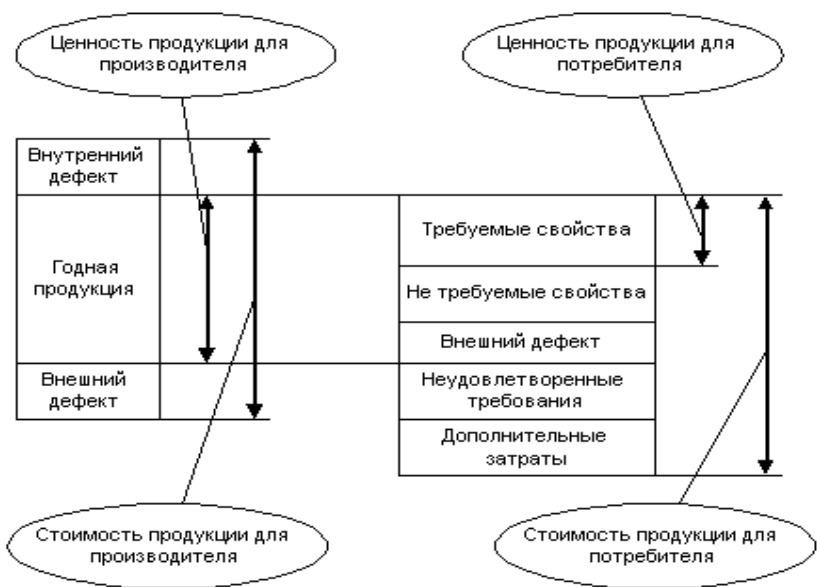


Рис. 1.3. Качество продукции с точки зрения производителя и потребителя

Для производителя имеет ценность вся продукция, не содержащая дефектов, которые препятствовали бы её продаже.

Для потребителя же ценность имеют только те свойства продукции, которые соответствуют его ожиданиям.

**Ценность (потребительная стоимость)** – это полезность продукции, ее способность удовлетворять какую-либо потребность человека.

<p><b>Ценность (потребительная стоимость) =</b>  <b>= Необходимость приобретения продукции +</b>  <b>+Совокупность предлагаемых параметров качества</b></p>
---

**Ожидаемая стоимость для потребителя** – это стоимость ценного, бездефектного (правильно сделанного с точки зрения потребителя) товара. Люди будут пользоваться

продукцией производителя в том случае, если они удовлетворены ее ценностью  $\Pi$  и стоимостью  $C$ .

Компании, которые не удовлетворяют потребностей потребителей либо по  $\Pi$ , либо по  $C$ , вскоре обнаруживают, что клиенты ушли от них, и они потеряли свою область рынка из-за более профессиональных конкурентов, которые лучше поняли потребности клиентов.

**Чем выше уровень удовлетворенности потребителя, тем выше возможности для развития бизнеса.**

Исходя из этого подхода, следует рассмотреть три ситуации соотношения ценности и стоимости.

1)  $\Pi=C$ . Это нейтральная ситуация. Она возникает в том случае, когда ожидания потребителя подтвердились, а производитель окупил свои затраты и получил запланированную прибыль, как он предполагал, в соответствии с реализованными параметрами качества. Эта ситуация имеет место только тогда, когда значения  $\Pi$  и  $C$ , установленные производителем, совпадут с ожидаемыми значениями  $\Pi$  и  $C$  потребителя.

2)  $\Pi > C$ . Потребитель удовлетворен. В то же время производитель заинтересован в получении большей прибыли за счет увеличения стоимости продаж своей продукции и для него более предпочтительным было бы соотношение  $\Pi < C$ . При такой ситуации соотношение  $\Pi$  и  $C$ , для потребителя имеет хороший показатель, а вот соотношение  $\Pi$  и  $C$ , для производителя является неудовлетворительным.

3)  $\Pi < C$ . Потребитель не удовлетворен, и в большинстве случаев покупка товара может не состояться. Производитель начнет терять потребителей. Вот почему бизнес с таким соотношением  $\Pi$  и  $C$  всегда считается плохим бизнесом.

Конкуренция с другими производителями призвана уравнивать интересы потребителя и производителя и приближать соотношение ценности и стоимости к нейтральной ситуации, когда  $\Pi = C$ .

## **1.4. Основные пути конкурентной борьбы производителей**

Можно выделить три основных пути конкурентной борьбы производителей.

### **1. Конкуренция за счет снижения цен при общем низком качестве продукции.**

Этот период наблюдался после Второй мировой войны. Рынок потреблял все, что производилось. Массовость такой ситуации характерна также для государств с распределительной системой производства и потребления.

Конкурентная борьба, если она имеет место, ведется в основном за снижение цен при общем сравнительно низком качестве продукции. Влияние ценности и стоимости на удовлетворенность потребителя в данной ситуации характеризуется одновременным уменьшением ценности и стоимости. Иными словами, потребитель соглашается приобретать продукцию невысокого качества благодаря тому, что стоимость ее невелика. В условиях такой конкурентной борьбы производитель, выпускающий на рынок продукцию низкого качества при ее сравнительно высокой стоимости, обречен на провал.

### **2. Конкуренция за счет повышения ценности (качества) продукта при соответствующей его стоимости.**

По мере насыщения рынка и повышения жизненного уровня потребитель становится более разборчивым и готов заплатить большую стоимость за более ценную продукцию.

Производитель повышает ценность продукции за счет:

- применения новейших технологий и более качественного сырья;
- сужения специализации производства с одновременным расширением ассортимента специализированной продукции;
- повышения качества продукции.

Если фирма традиционно имеет свою устойчивую нишу на рынке, она увеличивает ценность своей продукции с увеличением ее стоимости. При этом введение новых технологий и совершенствование старых, хотя и требуют дополнительных инвестиций, но стимулируются повышением требований потребителя, который готов платить больше за более высокое качество продукта.

Подобный путь конкурентной борьбы был характерен для мировой экономики 60-х годов XX в. Такое положение с удовлетворением требований потребителя характерно в основном для нейтральной ситуации, когда ценность равна стоимости, и поэтому одновременное повышение и ценности, и стоимости не может обеспечить стабильную и долговременную прибыль предприятию.

### **3. Конкуренция за потребителя в условиях насыщенного рынка.**

Этот путь конкурентной борьбы в мировой экономике характерен для периода, начиная с 70-х годов XX в. и по настоящее время. Борьба за потребителя в этот период идет не только за счет повышения ценности продукта, но и за счет одновременного снижения его стоимости. Пионером этого пути выступила Япония, многие фирмы которой еще с 60-х годов основой своей политики сделали «высокое качество по низким ценам».

В условиях такой конкурентной борьбы огромную роль играет имидж (И) компании. Имидж компании, с точки зрения потребителя, может быть:

- *объективным*, когда высокое качество продукта компании в течение длительного времени подтверждается всеми потребителями и является общепризнанным;
- *субъективным*, основанным на собственном опыте конкретного потребителя, его привычках, личном убеждении по поводу уровня качества предлагаемого продукта.

С учетом влияния имиджа определение удовлетворенности потребителя будет выглядеть следующим образом:



**Качество = Степень удовлетворенности потребителя =  
= Имидж компании x Ценность / Стоимость**

### **1.5. Качество и заинтересованные стороны**

Точка зрения, согласно которой качество определяется потребителем, является сейчас доминирующей. Но развитие общества продолжается. В экономически развитых странах дополнительно к требованиям потребителя при проектировании товаров и услуг, а также при организации деятельности фирмы стараются учитывать интересы всех, кто так или иначе заинтересован в деятельности компании, кто имеет от этого определенные выгоды.

Иначе говоря, система управления бизнесом, ориентированная только на потребителя, не является устойчивой в долгосрочном плане. Если бизнес создается на долгие годы, следует обращать самое пристальное внимание на все заинтересованные стороны.

Существует множество классификаций заинтересованных сторон. Согласно стандарту ISO 9004:2009 (ГОСТ Р ИСО 9004-2010 «Менеджмент для достижения устойчивого успеха. Подход на основе менеджмента качества», вступил в действие с 01.06.2011г.) необходимо учитывать интересы пяти заинтересованных сторон: потребителей, акционеров (владельцев) фирмы, работников фирмы, поставщиков и партнеров, а также государства и общества.

Классификация заинтересованных в деятельности компании сторон в соответствии с международными стандартами приведена в таблице.

Классификация заинтересованных сторон согласно  
международному стандарту ISO 9004

Номер п/п	Заинтересованная сторона	Потребности и ожидания
--------------	-----------------------------	---------------------------

1	Потребители	Качество, цена и своевременность поставки продукции.
2	Владельцы/акционеры	Устойчивая рентабельность, прозрачность.
3	Работники фирмы	Хорошие условия труда. Гарантия занятости. Денежные вознаграждения и нематериальные поощрения.
4	Поставщики и партнеры	Взаимные выгоды и прееменственность.
5	Общество	Защита окружающей среды. Этичное поведение. Выполнение законодательных и нормативных требований.

**1. Потребитель.** Это главная заинтересованная сторона, ради которой существует бизнес. Нет потребителя – нет бизнеса, ибо, когда нет того, кто хочет продукцию купить, нет никакого смысла ее производить. Потребителю необходимо, чтобы продукция была качественная, дешевая, простая в обслуживании.

**2. Акционеры, владельцы бизнеса.** Их интересует, чтобы бизнес процветал и приносил прибыль, так как их интерес в бизнесе измеряется размером полученной прибыли.

Поэтому при планировании любых стратегий, любых инноваций необходимо учитывать влияние таких решений на акционеров и владельцев бизнеса.

**3. Работники фирмы.** Работники, в число которых входят и менеджеры, также заинтересованы в процветании фирмы, так как фирма – это и источник их дохода и реализации определенных профессиональных и личных

амбиций, стремлений. Если интересы работников не будут учитываться, бизнес не может быть устойчивым.

**4. Поставщики.** В современной системе качества поставщик – это партнер. Он так же, как и другие стороны, заинтересован в успехе, так как фирма – источник его благосостояния, его потребитель и клиент.

**5. Общество, государство.** Никакая фирма не существует в изоляции. Деятельность фирмы, так или иначе, влияет на жизнь определенных групп граждан и даже общества в целом.

В России люди еще не так активно защищают свои права, как на Западе. Но и у нас нередки случаи закрытия производств, прекращения строек только из-за того, что не были учтены интересы определенных групп людей – жителей окружающих домов, находящихся рядом населенных пунктов и др. Движение в защиту прав граждан набирает обороты, поэтому любая фирма обязана учитывать интересы общества и государства.

Потребности и ожидания заинтересованных сторон отличаются друг от друга и могут противоречить потребностям и ожиданиям других заинтересованных сторон и, кроме того, могут очень быстро меняться. Средства, с помощью которых выражаются и удовлетворяются такие потребности и ожидания, могут принимать самые разные формы, включая сотрудничество, взаимодействие, переговоры, аутсорсинг или прекращение какой-либо деятельности.

## **1.6. Стадии развития философии качества**

В предпринимательской деятельности всегда присутствуют внутренние и внешние цели.

**Внутренние цели** предприниматель ставит перед собой, начиная или развивая дело. Они, как правило, личные - увеличение собственного дохода, удовлетворение каких - то личных амбиций, реализация склонностей и интересов и т.д.

**Внешние цели предпринимательства** - это те цели, на которые рассчитывает общество, разрешая предпринимателю его деятельность. Для общества недостаточно, чтобы предприниматель только отчислял ему определенную долю прибыли в виде налогов, для него необходимо, чтобы деятельность предпринимателя помогала решать те задачи, которое общество ставит перед собой.

В широком смысле, эти задачи связаны с повышением качества жизни в обществе, исходя из того, что само общество под таким качеством понимает. Деятельность предпринимателя всегда социальна, и в развитом обществе сам предприниматель это прекрасно осознает. Он строит свою деятельность на основе *философии предпринимательства* - концепции, описывающей наиболее общие принципы, подходы к производству изделий и оказанию услуг, управлению такой деятельностью, взаимоотношениям между предпринимателем, сотрудниками предприятия, обществом, государством и природной средой. Философия предпринимательства основывается на культурных и национальных традициях, уровне развития технической цивилизации. Важнейшей составной частью философии предпринимательства является **философия качества**, которая также имеет социальную направленность.

В соответствии с существующей философией предпринимательства, вся полнота ответственности за качество изделий и услуг лежит на производителе.

Производитель в разные исторические промежутки по-разному реагировал на эту ответственность, воплощая различные аспекты философии качества.

В истории философии качества существуют 4 перекрывающиеся и продолжающиеся фазы. Они развивались в полном соответствии с законами диалектики под давлением противоречия между внутренними и внешними целями производителя: обеспечением качества выпускаемой продукции и соответственно укреплением положения производителя на рынке (внешняя цель) и повышением эффективности произ-

водства, то есть увеличением прибыли компании (внутренняя цель).

Это противоречие на каждой стадии развития производства, рынка и общества имело свою специфику и по-разному разрешалось. Эволюция методов обеспечения качества приведена на рис. 1.4.

**Фаза отбраковки** началась вместе с ремеслом. Отбраковка вошла в практику отдельных мастеров, которые проверяли свою собственную работу и контролировали работу подмастерьев, а также покупателей, которые тщательно перебирали изделия, чтобы сделать покупку.

Не следует забывать цеховые организации средневековых городов, которые, если выразаться современным языком, сертифицировали мастеров, то есть присуждали звание мастера после серьезных испытаний качества изделия. Каждое изделие было индивидуальным.

В 70х гг. XIX века в оружейном производстве (заводы Сэмюэля Кольта) родилась идея стандартного качества - изделия стали собирать не из подогнанных друг к другу деталей, а из случайно выбранных из партии, то есть взаимозаменяемых деталей. Перед сборкой эти детали проверялись с помощью калибров, и негодные отбраковывались. Контроль и отбраковку осуществляли специально обученные контролеры.

Выдающийся вклад в развитие этой фазы внесли американские автомобилестроители - Генри Мартин Леланд (основатель фирмы "Кадиллак") и Генри Форд (рис. 1.5).

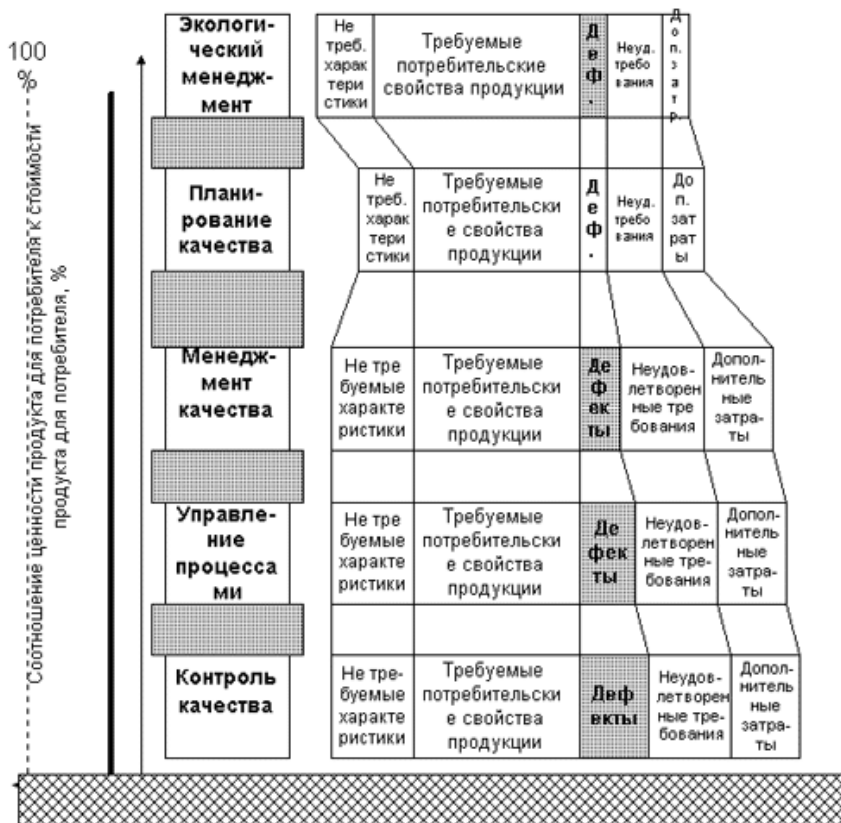


Рис. 1.4. Эволюция методов обеспечения качества

Леланд впервые применил в автомобильном производстве работу по калибрам и придумал пару "проходной" и "непроходной" калибр.

Форд применил сборочный конвейер и ввел вместо входного контроля комплектующих на сборке выходной контроль на тех производствах, где эти комплектующие изготавливались. Таким образом, на сборку стали поступать только годные, качественные изделия. Он также создал отдельную службу технического контроля, независимую от производства.

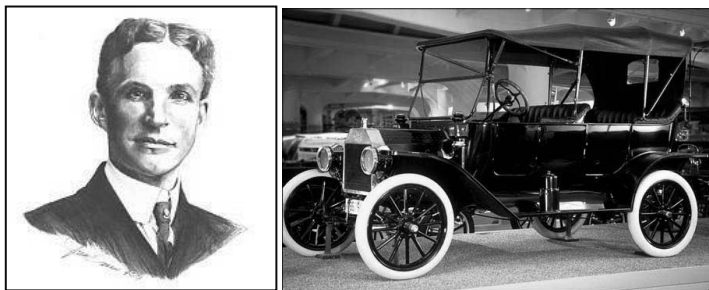


Рис. 1.5. Генри Форд и его автомобиль Форд-Т

Научным обобщением опыта, накопленного на этой стадии, стали работы американского ученого, инженера и менеджера Фредерика У. Тейлора. Именно им была предложена концепция научного менеджмента, включившая системный подход, кадровый менеджмент, идею разделения ответственности между работниками и управленцами в обеспечении качественной и эффективной работы организации, идею научного нормирования труда. Ф. Тейлор разработал основные идеи *иерархической структуры управления* организацией, которые окончательно сформулировали А. Файоль и М. Вебер.

Можно сказать, что благодаря деятельности Ф.У. Тейлора и Г. Форда была создана концепция организации машинного производства: *производственная система Форда – Тейлора*. Эта система в основных чертах просуществовала до недавнего времени, являясь моделью организации производства большинства современных предприятий. Только в 70-е годы ей на смену стала приходиться другая концепция: *производственная система Тойота*.

Основу концепции обеспечения качества этой фазы можно сформулировать так:

**«Потребитель должен получать только годные изделия, т.е. изделия, соответствующие стандартам. Основные усилия должны быть направлены на то, чтобы не годные изделия (брак) были бы отсечены от потребителя».**

Последовательное воплощение в жизнь этой концепции уже в 20-е годы привело к тому, что численность контролеров в высокотехнологичных отраслях (авиационная, военная промышленность) стала составлять до 30 - 40% от численности производственных рабочих, иногда и более. В рамках этой концепции повышение качества всегда сопровождается ростом затрат на его обеспечение, т.е. цели повышения эффективности производства и повышения качества изделий являются противоречивыми и не могут быть достигнуты одновременно.

**Фаза управления процессами** началась в 20-е гг. XX века как попытка если не разрешить, то ослабить противоречие в форме, свойственной предыдущей фазе.

Точкой отсчета считаются работы, выполненные в Отделе технического контроля фирмы Вестерн Электрик, США. В мае 1924 г. сотрудник отдела доктор Уолтер Эндрю Шухарт (рис. 1.6) передал своему начальнику короткую записку, которая содержала метод построения диаграмм, известных ныне по всему миру как контрольные карты У. Шухарта.





Рис. 1.6. Уолтер Э. Шухарт

Статистические методы, предложенные У. Э. Шухартом, дали в руки управленцев инструмент, который позволил сосредоточить усилия не на том, как обнаружить и изъять негодные изделия до их отгрузки покупателю, а на том, как увеличить выход годных изделий в техпроцессе.

Ядро концепции обеспечения качества на этой фазе заключалось в следующем:

**«Сохраняется главная цель - потребитель должен получать только годные изделия, т.е. изделия, соответствующие стандартам. Отбраковка сохраняется как один из важных методов обеспечения качества. Но основные усилия следует сосредоточить на управлении производственными процессами, обеспечивая увеличение процента выхода годных изделий».**

**Фаза менеджмента качества.** Начало фазы менеджмента качества принято отсчитывать с 1950 г. Поворотным событием стало выступление с лекциями перед ведущими промышленниками Японии американца доктора Эдварда Деминга (рис. 1.7).



Рис. 1.7. У. Эдвард Деминг

**Уильям Эдвард Деминг (Deming, W. Edwards)** - являясь одним из ведущих специалистов по статистическим методам обеспечения качества, в 1950 г. получил приглашение от Японского Союза ученых и инженеров (JUSE) принять участие в программе восстановления японской промышленности. Доктор У. Э. Деминг встретился с сотнями ведущих менеджеров японских фирм, прочитав им 12 лекций.

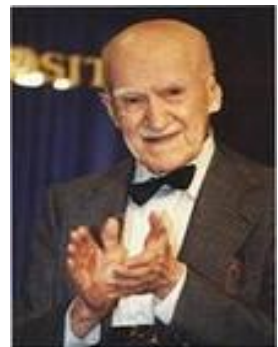
Именно в Японии он и предложил программу менеджмента качества из 14 пунктов, разработал принцип постоянного улучшения качества, которые произвели революцию в японской промышленности.

У. Э. Демингом, а также Джозефом М. Джураном (рис. 1.8), также приглашенным в порядке правительственной технической помощи в Японию, была разработана программа, основная идея которой заключалась в следующем:

**«Основа качества продукции - качество труда и качественный менеджмент на всех уровнях, то есть такая организация работы коллективов людей, когда каждый работник получает удовольствие от своей работы».**

Программа базировалась уже не только на совершенствовании производственных процессов, а на совершенствовании системы в целом, на непосредственном участии высшего руководства компаний в проблемах качества, обучении всех сотрудников компаний сверху донизу основным методам обеспечения качества, упора на мотивацию сотрудников на высококачественный труд. Место концепции недопущения брака к потребителю заняла **концепция «0 дефектов».**

**Джозеф Мозес Джуран (Juran, Joseph M.)** – разработал принцип "триад качества"; являлся одним из ведущих бизнес – консультантов в области



качества. Активно вел научную деятельность до конца 90-х г.г. Скончался в 103 года в 2008г.

Рис.1.8. Дж. Джуран

Именно благодаря последовательному осуществлению идей У. Э. Деминга, Дж. М. Джурана и К. Исикавы Япония, страна, более чем бедная природными ресурсами и разоренная войной, стала одной из богатейших стран мира.

В честь Э. Деминга JUSE в 1951 г. учредил очень престижную ежегодную премию его имени - приз для японской фирмы, внесший наибольший вклад в развитие идей менеджмента качества, аналогичный приз для иностранной фирмы и индивидуальный приз.

С 1980 г. американская ассоциация статистики также присуждает премию имени Э. Деминга. Он был одним из наиболее известных в мире консультантов в области менеджмента качества, автор более 200 книг в этой области, почетный доктор десятков американских университетов. Умер в декабре 1993 г. в возрасте 93 лет.

Основной вклад в развитие этой фазы, как и последующей, внесли также Ф. Кросби и А. Фейгенбаум.

**Филипп Кросби (Crosby, Philip)** в 1961 году разработал концепцию "ноль дефектов". В 1965 году стал директором по качеству в корпорации ИТТ, а в 1968 году вице-президентом ИТТ, ответственным за менеджмент качества в пятистах компаниях, разбросанных по всему миру (рис. 1.9).



Рис. 1.9. Филипп Кросби

Здесь он разработал свои "Принципы менеджмента качества". Практически до последних дней своей жизни (умер 18.08.2001г.) Кросби продолжал писать, проводить консультации и выступать с лекциями.

**Арманд В. Фейгенбаум (Feigenbaum, Armand V.)** - разработал принципы тотального управления качеством и параллельного (одновременного) инжиниринга (рис. 1.10.). А. Фейгенбаум более 10 лет проработал в General Electric, затем основал собственную консалтинговую фирму General Systems Company, Ltd, являющуюся мировым центром консультаций по менеджменту качества.



Рис. 1.10. А. Фейгенбаум



Рис. 1.11. К. Ишикава

**Каори Ишикава, рис. 1.11 (Ishikawa, Kaori)** - придумал "круг качества", предложил диаграмму "причины - следствие" (диаграмма Ишикавы), разработал концепцию управления качеством, в которой участвует весь коллектив предприятия. С начала 50-х годов К. Ишикава принимал активнейшее участие в программе JUSE по качеству. Являлся одним из разработчиков новой концепции организации производства,

воплощенной на фирме «Тойота» (производственная система "Тойота"). Умер К. Ишикава в 1989 году.

**Фаза планирования качества** стала зарождаться в середине 60х гг. как развитие идей предыдущей фазы в направлении более полного удовлетворения запросов потребителей. Необходимость развития этой фазы связана с развитием мирового рынка товаров и услуг, резким обострением конкуренции на этом рынке и политикой государственной защиты интересов потребителей.

Все это привело к ситуации, когда выпуск на рынок продукции, имеющей «детские болезни» или удовлетворяющей запросы потребителя в меньшей степени, чем изделия конкурентов, связан с одной стороны, с развитием теории надежности изделий, и с другой стороны, с широким внедрением вычислительной техники и САПР в процесс разработки изделий.

Основой концепции новой фазы стали:

1. идея, что большая часть дефектов изделий закладывается на стадии разработки из-за недостаточного качества проектных работ;

2. перенос центра тяжести работ по созданию изделия с натуральных испытаний опытных образцов или партий на математическое моделирование свойств изделий, а также моделирование процессов производства изделий, что позволяет обнаружить и устранить конструкторские и технологические дефекты еще до начала стадии производства;

3. внедрение вместо концепции "0 дефектов" концепции "удовлетворенного потребителя";

4. необходимость предоставления высокого качества потребителю за приемлемую цену, которая постоянно снижается, из-за очень высокой конкуренции на рынках.

Основные идеи новой фазы высказаны в работах Генити Тагути, доктора Мицуно, в научных разработках компаний "Тойота" и "Мицубиси".

**Генити Тагути (G. Taguchi)** – сформулировал методы по приложению теории статистики к решению производст-

венных проблем, предложил функцию потерь качества, разработал методiku планирования промышленных экспериментов. Г. Тагути акцентировал внимание на качестве проектирования продукции.

В рамках фазы планирования качества удается практически преодолеть противоречие между качеством и эффективностью производства в его существовавших формах, и новая фаза возникает при проявлении новой формы этого противоречия. Например, требования потребителя, чтобы не только продукция, но и производственный процесс были бы экологичными, т.е. не наносили бы ущерб окружающей среде. В настоящее время эта фаза только зарождается, и ее концепция еще окончательно не сформировалась.

## **2. ОСНОВЫ ТЕХНИКИ. ПОНЯТИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

### **2.1. История развития техники**

Для грамотного инженера важно не только изучать свой объект, но знать историю техники. *История техники*, понимается не только как история отдельных технических средств, но и как история технических решений, проектов и технических теорий (как успешных, так и нереализованных, казавшихся в свое время «тупиковыми»). Понимание закономерностей развития техники может стать реальной основой для предвидения ее развития.

Независимо от того, с какого момента отсчитывать начало науки, о технике можно сказать определенно, что она возникла вместе с возникновением *Homo sapiens* и долгое время развивалась независимо от всякой науки. Это, конечно, не означает, что ранее в технике не применялись научные знания. Но, во-первых, долгое время сама наука не имела особой дисциплинарной организации, и, во-вторых, она не была ориентирована на сознательное применение создаваемых ею знаний в технической сфере.

Исторически техника прошла путь развития от примитивных орудий труда первобытного человека до сложнейших автоматических и электронных машин современного производства.

**Древний мир.** В древние времена миропонимание имело мифологическую направленность, поэтому и техника, и техническое знание были тесно связаны с магическим действием и мифологией.

**Античность.** Итак, наука и техника древнего мира были неотделимы от практики. И только в период античной цивилизации произошла революция в науке, которая выделила теоретическую форму познания и освоения мира в самостоятельную сферу человеческой деятельности.

И хотя древние греки уже проводили четкое различие теоретического знания и практического ремесла, но античная техника всегда была склонна к рутине, сноровке, навыку; технический опыт передавался от отца к сыну, от матери к дочери, от мастера к ученику.

**Средние века.** В средние века архитекторы и ремесленники полагались в основном на традиционное знание. Оно держалось в секрете и со временем изменялось очень незначительно. Вопрос соотношения между теорией и практикой решался в моральном аспекте - что являлось более предпочтительным с божественной точки зрения.

**Эпоха возрождения.** Еще в раннем Средневековье наметилась тенденция к всеохватывающему рассмотрению и изучению предмета. И лишь в эпоху Возрождения она выразилась в формировании идеала энциклопедически развитой личности ученого и инженера, равным образом хорошо *знающего* и *умеющего* - в самых различных областях науки и техники. Таким образом, в эпоху Возрождения появился новый тип *практически ориентированной теории*.

**Новое время.** В науке Нового времени можно наблюдать иную тенденцию - стремление к специализации, т.е. выделению отдельных аспектов и сторон предмета для систематического исследования экспериментальными и математи-

ческими средствами. Одновременно был выдвинут идеал новой науки, способной решать инженерные задачи теоретическими средствами, и новой техники, основанной на науке. Этот процесс был также тесно связан со становлением и развитием специального основанного на науке *инженерного образования*.

В Новое время возникает настоятельная необходимость подготовки инженеров в специальных школах. Это уже не просто передача накопленных предыдущими поколениями навыков от мастера к ученику, от отца к сыну, а налаженная и социально закрепленная система передачи технических знаний и опыта через систему профессионального образования.

## 2.2. Понятие «техника».

### Классификация технических средств

Техника в XX столетии становится предметом изучения самых различных дисциплин как технических, так естественных и общественных, как общих, так и специальных. Количество специальных технических дисциплин возрастает в наше время с поразительной быстротой.

Такое всестороннее исследование технической сферы необходимо для общества. Но и для развития самой техники очень важным является производство научно-технических знаний, их применение и получение дальнейших знаний на основе уже существующего опыта.

Так что же такое техника?

Техника – в переводе с греч. «*téchnē*» - означает искусство, мастерство, умение.

Понятие «техника» встречалось уже у Платона и Аристотеля. В самом первом приближении можно дать такое определение:

**техника** – это совокупность средств человеческой деятельности, создаваемых для осуществления процессов производства и обслуживания производственных потребностей общества.



Однако в это понятие входят не только технические устройства.

Техника понимается следующим образом:

как совокупность технических средств (устройств), от отдельных простейших орудий до сложнейших технических систем;

как совокупность различных видов технической деятельности по созданию этих устройств от научно-технического исследования и проектирования до их изготовления на производстве и эксплуатации, от разработки отдельных элементов технических систем до системного исследования и проектирования;

как совокупность технических знаний - от специализированных рецептурно-технических до теоретических научно-технических и системотехнических знаний.

Техника облегчает трудовые усилия человека и увеличивает их эффективность, позволяет преобразовывать природу в соответствии с потребностями людей.

В технике материализованы знания и опыт, накопленные человечеством в процессе развития общественного производства. По мере развития производства техника последовательно заменяет человека в выполнении технологических функций, связанных с физическим и умственным трудом.

Техническими средствами пользуются для:

- воздействия на предметы труда при создании материальных и культурных благ;
- получения, передачи и превращения энергии;
- передвижения и связи;
- осуществления исследовательской деятельности;
- сбора, хранения и переработки информации;
- бытового обслуживания;
- управления обществом;
- военных действий и осуществления обороны.

В соответствии с функциональным назначением различают технику:

- производственную;
- военную;
- бытовую;
- медицинскую;
- научно-исследовательскую;
- для образования и культуры и т.д.

Основную часть технических средств составляет именно производственная техника, к которой относятся:

- машины и механизмы;
- инструменты;
- производственные здания и сооружения;
- коммуникации
- системы управления машинами и технологическими процессами
- и т.д.;

Классифицируют производственную технику обычно по отраслевой принадлежности производства:

- промышленная техника (горнодобывающая, ядерная, нефтеперерабатывающая, для электронной, пищевой, легкой промышленности и т. д.);
- строительная;
- сельскохозяйственная;
- энергетическая;
- транспортная (автомобильная, железнодорожная, авиационная).

**Авиацио́нная те́хника (АТ)** - совокупность летательных аппаратов, их бортового оборудования и агрегатов, двигателей, авиационного вооружения и авиационных средств спасания. К авиационной технике также относится:

- **все съёмное оборудование ЛА** (контейнеры, кассеты, бункеры, баки, лебёдки и др.);
- **наземное оборудование** (средства наземного обслуживания – СНО; средства аэродромно-технического обеспечения - АТО; контрольно-проверочная аппаратура –

КПА; контрольно-измерительные приборы общего применения - КИП; инструмент и приспособления).

В понятие «авиационная техника» также могут включаться тренажеры, наземные средства: управления воздушным движением, навигации, посадки и связи.

Нормальное функционирование авиационной техники обеспечивают использование технических средств обслуживания и контроля, специальных средств, а также высокая квалификация инженерно-технических и лётных кадров.

### **2.3. Понятие технической системы**

При исследовании процессов развития в технике используется системный подход, который заключается в рассмотрении любого технического объекта как системы взаимосвязанных элементов, образующих единое целое.

Линия развития представляет собой *совокупность нескольких узловых точек* - технических систем, резко отличающихся друг от друга (если их сравнивать только между собой); между узловыми точками лежит *множество промежуточных технических решений* - технических систем с небольшими изменениями по сравнению с предшествующим шагом развития. Системы как бы "перетекают" одна в другую, медленно эволюционируя, отодвигаясь все дальше от исходной системы, преобразаясь иногда до неузнаваемости.

Мелкие изменения накапливаются и становятся причиной крупных качественных преобразований.

Чтобы познать эти закономерности, необходимо понимать, что такое техническая система, из каких элементов она состоит, как возникают и функционируют связи между частями системы и т.д.

Несмотря на огромное разнообразие, технические системы обладают рядом общих свойств, признаков и структурных особенностей, что позволяет считать их единой группой объектов. Техническая система имеет 4 фундаментальных

признака, к которым относятся *функциональность, целостность, организация и системное качество*.

**1. Функциональность:** *системы созданы для каких-то целей*, то есть выполняют полезные функции.

**Функция** - это способность ТС проявлять свое свойство (качество, полезность) при определенных условиях и преобразовывать предмет труда (изделие) в требуемую форму или величину.

Для определения функции необходимо ответить на вопрос:

- что делает эта ТС? (для существующих ТС), или
- что должна делать ТС? (для синтезируемых ТС).

Носителем функции является рабочий орган (РО) технической системы.

**РО** - единственная функционально полезная человеку часть технической системы. Все остальные части являются вспомогательными.

**2. Целостность (структура):** *системы состоят из частей, элементов*, то есть имеют структуру.

**Структура** - это совокупность элементов и связей между ними, которые определяются физическим принципом осуществления требуемой полезной функции.

Структура остается неизменной в процессе функционирования технической системы, то есть при изменении состояния, поведения, совершении любых действий.

Выделим несколько наиболее характерных для технических систем структур.

**Корпускулярная.** Состоит из одинаковых элементов, слабосвязанных между собой; исчезновение части элементов почти не отражается на функции системы. Примеры: эскадра кораблей, песчаный фильтр.

**Кирпичная.** Состоит из одинаковых жестко связанных между собой элементов. Примеры: стена, арка, мост.

**Цепная.** Состоит из однотипных шарнирно-связанных элементов. Пример: поезд.

**Сетевая.** Состоит из разнотипных элементов, связанных между собой непосредственно, или транзитом через другие, или через центральный (узловой) элемент (звездная структура). Примеры: телефонная сеть, телевидение, система теплоснабжения.

**Многосвязная.** Включает множество перекрестных связей в сетевой модели.

**Иерархическая.** Состоит из разнородных элементов, каждый из которых является составным элементом системы более высокого ранга и имеет связи по "горизонтали" (с элементами одного уровня) и по "вертикали" (с элементами разных уровней). Примеры: станок, автомобиль, завод.

Главное в структуре технической системы это: элементы, связи, неизменность во времени.

**Элемент** - относительно целая часть системы, обладающая некоторыми свойствами, не исчезающими при отделении от системы.

*Элемент и система - относительные понятия.* Любая система может стать элементом системы более высокого ранга, также как и любой элемент можно представить как систему элементов более низкого ранга.

Например, болтовое соединение (болт + гайка) - элемент двигателя, который в свою очередь является структурной единицей или элементом в системе автомобиля и т. д. Болт состоит из зон, таких как головка, цилиндр, резьба, фаска и таким образом, сам является системой элементов более низкого ранга. Материал болта (сталь) - также является системой, состоящей из элементов железа, углерода, легирующих добавок, которые в свою очередь состоят из молекулярных образований - зерен и кристаллов, еще ниже - атомы, элементарные частицы.

**3. Организация** - возникает одновременно со структурой.

Элементы системы соединены определенным образом, организованы в пространстве и времени, имеют связи друг с другом. Главное условие возникновения организации заклю-

чается в том, чтобы связи между элементами системы и/или их свойствами превышали по мощности (силе) связи с несистемными элементами.

Связи в системе могут быть:

- функционально необходимые - для выполнения полезной функции;
- вспомогательные – увеличивающие надежность,
- вредные, лишние, избыточные.

#### **4. Системное качество.**

Все элементы в системе и сама система в целом обладают рядом свойств. Особую ценность имеют системные свойства.

**Системные свойства** - совокупные (интегральные) свойства, которые не равны свойствам отдельных элементов, входящих в систему.

Системные свойства "вдруг" возникают при образовании системы. Такая неожиданная прибавка является главным смыслом при создании новой технической системы - цельной, организованной, функционирующей.

Правильнее различать два вида системных свойств:

- **системный эффект** - непропорционально большое усиление (уменьшение) свойств, имеющихся у элементов;
- **системное качество** - появление нового свойства, которого не было ни у одного из элементов до включения их в систему.

Эту особенность в развитии объективной реальности заметили еще древние мыслители. Например, Аристотель утверждал, что целое всегда больше суммы входящих в него частей. Богданов А.А. в 1912г. сформулировал этот тезис для систем: *система обнаруживает некий прирост качеств, по сравнению с исходными, дает некое **сверхкачество**.*

Чтобы точнее определить системный эффект (качество) данной технической системы можно воспользоваться простым приемом: разделить систему на составные элементы и посмотреть, какое качество (какой эффект) исчезло. Например, отдельно ни одна из частей самолета летать не может, как не может выполнить свою функцию и "усеченная" система: са-

молет без крыла, оперения или системы управления. Разделите уголь, сахар и иголку, - на каком этапе деления они перестают быть самими собой, теряют главные признаки и свойства? Иголлка перестает быть иголлкой при делении на две части, уголь и сахар - при делении до атома. Все эти объекты отличаются друг от друга лишь продолжительностью процесса деления. Это убедительный способ доказательства того, что **все объекты в мире – системы.**

Отсутствие хотя бы одного признака из четырех, рассмотренных выше, не позволяет считать объект технической системой.

### 3. ОСНОВЫ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Потребность в любом техническом устройстве (в частности, в летательном аппарате) возникает в результате развития общества и диктуется социально-экономическими условиями жизни.

Создание летательного аппарата – стало естественным этапом в развитии транспортных средств.

Человек давно мечтал о полете, однако уровень технических и экономических возможностей не позволял реализовать эту мечту. Да и объективная необходимость создания транспортного средства, способного двигаться в околоземном воздушном пространстве, - самолета – появилась сравнительно недавно.

#### 3.1. Принципы полета.

##### Классификация летательных аппаратов

В основе полета лежит преодоление гравитационной силы - силы тяжести  $\vec{G}$ , которая определяется уравнением (3.1):

$$\vec{G} = m\vec{g}, \quad (3.1)$$

где  $\vec{G}$  – сила тяжести, Н;

$m$  – масса летящего тела, кг;

$\vec{g}$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Сила, преодолевающая силу тяжести, называется *подъемной силой*  $\vec{Y}$ . В равномерном установившемся горизонтальном полете *подъемная сила*  $\vec{Y}$  уравнивает *силу тяжести*  $\vec{G}$ , т. е. выполняется условие (3.2):

$$\vec{Y} = -\vec{G}. \quad (3.2)$$

При полете в атмосфере кроме силы тяжести летательному аппарату приходится преодолевать *силу сопротивления внешней среды*  $\vec{X}$ . Силу, преодолевающую силу сопротивления внешней среды, называют *тягой*  $\vec{P}$ .

В равномерном установившемся горизонтальном полете *тяга*  $\vec{P}$  уравнивает *силу сопротивления внешней среды*  $\vec{X}$ , т. е. выполняется условие (3.3):

$$\vec{P} = -\vec{X}. \quad (3.3)$$

Тягу, как и подъемную силу можно создавать различными способами.

Принцип полета определяется тем, каким образом и за счет чего создается подъемная сила.

В настоящее время техническое значение имеют следующие четыре принципа полета: *баллистический, ракетодинамический, аэродинамический и аэродинамический*.

**Баллистический** – сила  $\vec{Y}$  определяется силой инерции тела (летящего по законам свободно брошенного тела), за счет начального запаса скорости и высоты, поэтому баллистический полет называют также пассивным, за исключением небольшого участка траектории, проходимого с работающим двигателем.



**Ракетодинамический** – сила  $\vec{Y}$  определяется реактивной силой, возникающей в результате отбрасывания части массы летящего тела, в соответствии с законом сохранения импульса системы.

**Аэростатический** - сила  $\vec{Y}$  определяется архимедовой силой, равной силе тяжести вытесненного телом воздуха.

**Аэродинамический** - сила  $\vec{Y}$  определяется силовым воздействием воздуха на движущееся тело.

Существуют летательные аппараты, реализующие несколько принципов полета.

Классификация летательных аппаратов по принципу полета приведена в таблице.

Классификация летательных аппаратов по реализуемому принципу полета

Летательные аппараты	Реализуемый принцип полета
Спутник Земли, межпланетный корабль	Баллистический
Ракета	Ракетодинамический
Аэростат, стратостат, дирижабль	Аэростатический
Самолет, планер, вертолет	Аэродинамический
Самолеты вертикального взлета и посадки (СВВП)	Аэродинамический – на крейсерских режимах полета; ракетодинамический – на режимах вертикального взлета и посадки
Самолеты короткого (СКВП) и укороченного (СУВП) взлета и посадки	На взлетно-посадочных режимах одновременно реализуют аэродинамический и ракетодинамический принципы полета

Многообразные воздушно-косми- ческие аппараты (МВКА)	Баллистический – в полете по орбите и при снижении в верхних слоях атмосферы; ракетодинамический – при маневрировании по орбите; аэродинамический – в нижних плотных слоях атмосферы
---	--

### 3.2. Виды летательных аппаратов

Кроме вышеприведенной классификации, существует классификация летательных аппаратов (ЛА) на две большие группы: ЛА легче воздуха и ЛА тяжелее воздуха.

**Аэростат.** ЛА легче воздуха. Первый полет аэростата был совершен в 1782г. в Париже. Его создателями были французы братья Этьен и Жозеф Монгольфье (рис. 3.1). Этот аэростат был заполнен воздухом, имел диаметр 3,5 м и весил более 150 кг. Продолжительность полета по разным данным составила от 10 до 25 мин. Шар поднялся на высоту порядка 300м и пролетел по воздуху около 10км (рис. 3.2).

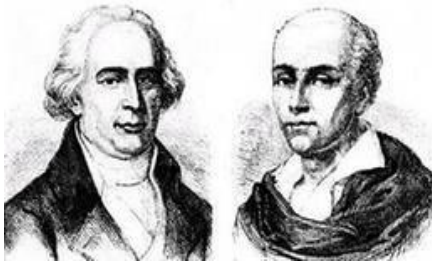


Рис. 3.1. Братья  
Э. и Ж. Монгольфье

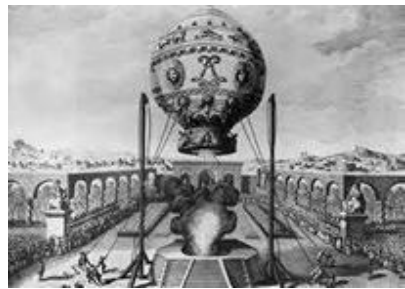


Рис. 3.2. Первый аэростат

Различают *аэростаты неуправляемые и управляемые*. Неуправляемые аэростаты, в свою очередь, делятся на *свободные* (рис. 3.3, 3.4) и *привязанные* (рис. 3.5).

Свободные аэростаты перемещаются в воздухе под действием ветра, управлять ими можно только в

вертикальном направлении, т.е. изменять высоту полета. Для подъема аэростат облегчают, выбрасывая часть балласта (песок в мешках), а для снижения - открывают клапан и выпускают немного газа, в результате подъемная сила уменьшается и аэростат опускается.



Рис. 3.3. Современные модели свободных аэростатов

Свободные аэростаты широко применяются для исследования атмосферы, метеорологических наблюдений, испытаний авиационного оборудования и спортивных целей. Примером свободных аэростатов могут служить различные зонды, шары-пилоты.



Рис. 3.4. Метеорологические зонды

Привязанные аэростаты используют для различного рода наблюдений, а также для рекламных целей и оформления различных мероприятий (рис. 3.5). Подъем и спуск привязанного аэростата осуществляется лебёдкой.



Рис. 3.5. Современные модели привязанных аэростатов, используемых для рекламных целей

**Дирижабль.** Относится к управляемым аэростатам. Дирижабль состоит из корпуса, оперения и гондолы (рис. 3.6).

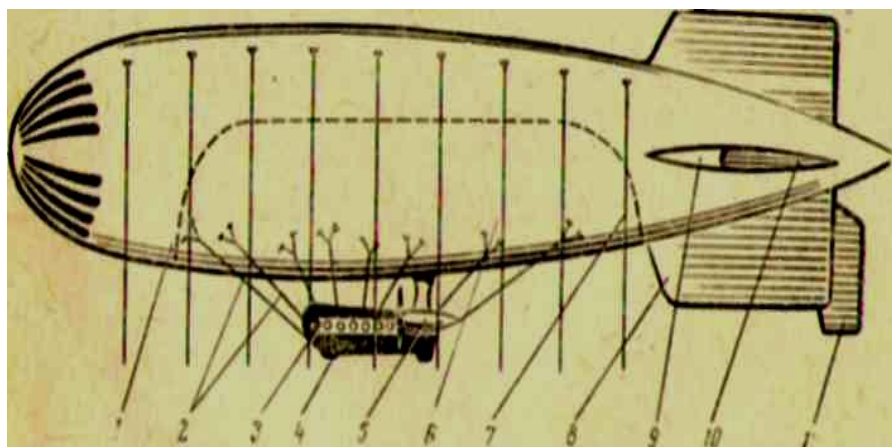


Рис. 3.6. Схема дирижабля с мягкой оболочкой:  
1- корпус-оболочка; 2- стропы подвески гондолы; 3 – гондола;  
4 – амортизатор; 5 – силовая установка; 6 – баллонет;

7 – поясная веревка; 8 – киль; 9 – стабилизатор;  
10 – руль высоты; 11 – руль направления.

Расцвет дирижаблестроения пришелся на 30-е годы прошлого столетия. Но несколько крупнейших катастроф, пожаров и взрывов произвели сильнейшее впечатление на общественное мнение. Так 6 мая 1937 г. после трехсуточного трансатлантического перелета на летном поле в Лейкхорсте по Нью-Йорком потерпел катастрофу германский дирижабль «Гинденбург». Он обладал гигантскими размерами: длиной – около 250м и объёмом 190 000м<sup>3</sup> с четырьмя дизельными двигателями мощностью по 810кВт, с 25 каютами, ресторанами, салонами и библиотекой на борту.

Около 100 пассажиров и членов экипажа погибли в результате возгорания, а затем взрыва водорода, которым была наполнена оболочка дирижабля. Практически во всем мире после этой катастрофы прекратили попытки применить дирижабли в качестве пассажирского воздушного судна. Появилось даже такое понятие как «синдром «Гинденбурга». В результате на долгие годы был забыт самый экономичный с энергетической точки зрения способ создания подъемной силы – за счет реализации аэростатического принципа.

К летательным аппаратам тяжелее воздуха относятся вертолеты, самолеты планеры, ракеты, автожиры, орнитоптеры.

**Вертолет.** Устаревшее название – *геликоптер* (от греч. *helix (helikos)* - спираль, винт и *pteron* - крыло) - летательный аппарат тяжелее воздуха, оснащенный одним или несколькими воздушными винтами (ВВ), вращающимися в горизонтальной или почти горизонтальной плоскости. При вращении ВВ **без поступательного движения** создается аэродинамическая сила, которая является подъемной силой и тягой вертолета. Несущий винт *1* вертолета (рис. 3.7, а) состоит из нескольких *лопастей*, которые представляют собой крылья, приводимые во вращение двигателем.

В результате вращения лопастей возникает аэродинамическая подъемная сила – тяга винта  $\vec{T}_a$ , которая в режиме зависания уравнивает силу тяжести  $\vec{G}$ .

На рис. 3.7, б показана схема сил, действующих на вертолет в горизонтальном полете.

Несущий винт 1 при помощи специального устройства наклоняется относительно фюзеляжа вертолета 2 вперед.

Составляющая тяги винта уравнивает силу тяжести, т.е. является подъемной силой вертолета.

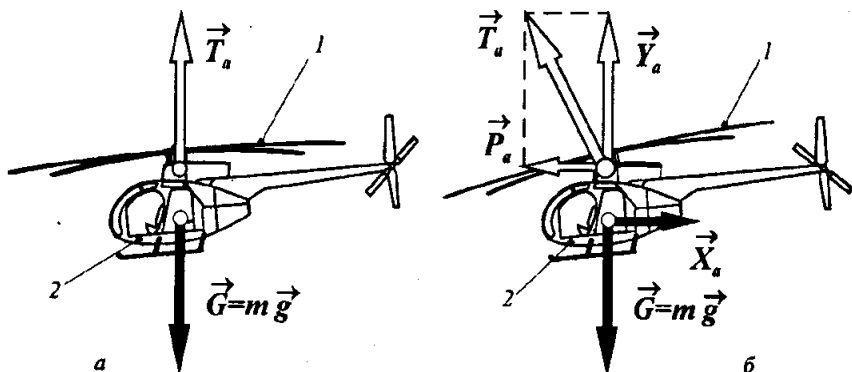


Рис. 3.7. Схема для иллюстрации принципа полета вертолета

А проекция тяги винта на горизонтальную ось обеспечивает поступательное движение вертолета, уравнивая возникающую при этом силу лобового сопротивления, т. е. является тягой вертолета в горизонтальном полете.

**Т. о. воздушный винт преобразует работу двигателя в работу, обеспечивающую движение.**

**Самолет** – летательный аппарат тяжелее воздуха для полетов в атмосфере с помощью двигателей и неподвижным относительно других частей аппарата крылом (рис.3.8).

Основными частями самолета являются: **крыло, фюзеляж, шасси, оперение и силовая установка.**

**Крыло** – создает подъемную силу при движении самолета, оно обычно неподвижно закреплено на фюзеляже.

У некоторых самолетов крыло может поворачиваться относительно поперечной оси (например, у самолетов вертикального взлета и посадки) или изменять конфигурацию (стреловидность, размах). На крыле установлены рули крена – элероны, и элементы механизации крыла для увеличения несущей способности и сопротивления крыла при посадке, взлете, маневре (щитки, закрылки, предкрылки и др.).

**Фюзеляж** - служит для размещения экипажа, пассажиров, грузов и оборудования.

**Шасси** - предназначено для передвижения самолета по аэродрому, поглощения энергии динамического удара при посадке и, как правило, снабжается тормозами.

**Оперение** – служит для обеспечения устойчивости, управляемости и балансировки самолета; у самолета есть *горизонтальное (ГО) и вертикальное (ВО) оперение*, которое состоит их подвижной и неподвижной поверхностей.

Неподвижная часть ГО называется *стабилизатором*, а ВО – *килем*. К стабилизатору шарнирно крепится *руль высоты*, а к килю – *руль направления*. Рули отклоняются с помощью ручки управления и педалей, расположенных в кабине экипажа.

**Силовая установка** – необходима для создания тяги; она состоит из авиационных двигателей (от 1 до 4), а также систем и устройств, обеспечивающих их работу (системы регулирования подачи топлива, запуска, управления и контроля работы, противопожарной защиты двигателя), в СУ также входят воздухозаборники, выхлопные устройства (сопла) и топливная система.

На самолетах гражданской авиации применяются главным образом турбореактивные (ТРД) и турбовинтовые (ТВД) двигатели.

У ТРД тяга возникает вследствие истечения с большой скоростью газов из реактивного сопла; у ТВД более 85% тяги создается воздушными винтами, а остальная часть за счет истечения газов.

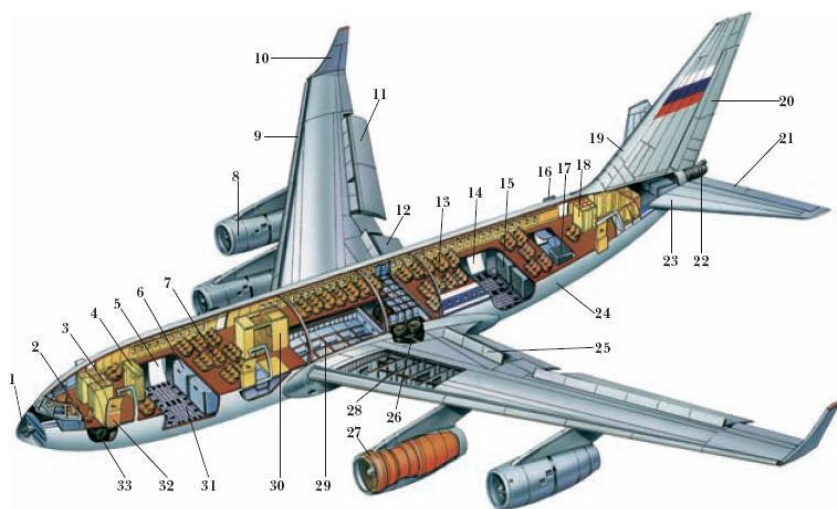


Рис. 3.8. Схема устройства самолёта Ил-96-300:

- 1 – радиолокационная станция; 2 – кабина экипажа;
- 3 – туалеты; 4, 18 – гардероб; 5, 14 – грузовой люк; 6 – багажный контейнер; 7 – первый пассажирский салон на 66 мест; 8 – гондола двигателя; 9 – предкрылок; 10 – вертикальная законцовка крыла; 11 – внешний закрылок; 12 – внутренний закрылок; 13 – второй пассажирский салон на 234 места; 15 – грузы на поддонах в сетях; 16 – аварийный выход; 17 – грузы в сетях; 19 – киль; 20 – руль направления; 21 – руль высоты; 22 – вспомогательная силовая установка; 23 – стабилизатор; 24 – фюзеляж; 25 – тормозной щиток;



26 – основная опора шасси; 27 – двигатель; 28 – топливные отсеки; 29 – центроплан крыла; 30 – буфет с лифтом на нижнюю палубу; 31 – грузовой пол со сферическими опорами; 32 – входная дверь; 33 – носовая опора шасси

К отдельной категории относятся **самолеты вертикального (укороченного) взлета и посадки**. Эти самолеты на крейсерских (горизонтальных) режимах полета летают как обычные самолеты, но способны зависать в воздухе как вертолеты, а также взлетать и садиться вертикально.

**Самолеты изменяемой геометрии** – по мере расширения требований к самолету не только по летно-техническим характеристикам (ЛТХ), но и по удобству обслуживания на земле появились новые элементы, изменяющие геометрию самолета.

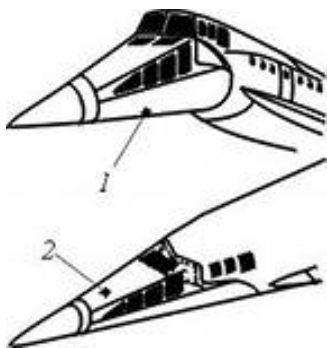


Рис. 3.9. Геометрия носовой части фюзеляжа сверхзвукового пассажирского самолета:

1 – на режимах взлета и посадки;  
2 – на режиме горизонтального крейсерского полета.

Изменяемая в полете геометрия носовой части сверхзвукового самолета (рис. 3.9) обеспечивает экипажу приемлемый обзор на взлетно-посадочных режимах и не создает дополнительного сопротивления на сверхзвуковых скоростях полета (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Сверхзвуковой пассажирский самолет Ту-144 с изменяемой геометрией носовой части фюзеляжа

Отклоняемые вверх или вбок носовые или хвостовые части транспортных самолетов увеличивают производительность погрузочно-разгрузочных работ (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Военно-транспортный самолет Ан-124-100

Тормозные щитки (воздушные тормоза), отклоняемые перпендикулярно к скорости полета, резко увеличивают сопротивление, улучшая характеристики маневренности в воздушном бою.

Концы крыла, отклоняемые вниз на сверхзвуковых скоростях, уменьшают сдвиг фокуса крыла назад и, как следствие, снижают потери аэродинамического качества на балансировку. Кроме того, работая как кили, они

обеспечивают дополнительную путевую устойчивость, которая значительно снижается на больших скоростях.

**Гидросамолет** – приспособлен для взлета с водной поверхности и посадки на нее.

По способу обеспечения базирования на воде различают гидросамолеты:

- поплавковых схем (одно-, двух-, трехпоплавковые);
- схем типа «летающие лодки» (однолодочные, двухлодочные, интегральные).

**Самолет-амфибия** (от греч. amphibios – ведущий двойной образ жизни) – приспособлены для взлета с земли и воды и посадки на них (рис. 3.12).



Рис. 3.12. Многоцелевой самолет-амфибия Бе-200

**Экраноплан** – крылатый летательный аппарат, совершающий крейсерский полет в непосредственной близости от поверхности экрана – земли или воды.

*Экранный эффект* – увеличение аэродинамической подъемной силы и уменьшение силы лобового сопротивления крыла, движущегося над экраном. Прирост подъемной силы крыла вблизи экрана вызывается повышением давления на его нижней поверхности (динамическая воздушная подушка).

**Планер** – бездвигательный летательный аппарат тяжелее воздуха, подъемную силу которого создает неподвижное относительно корпуса крыло (рис. 3.13, 3.14).

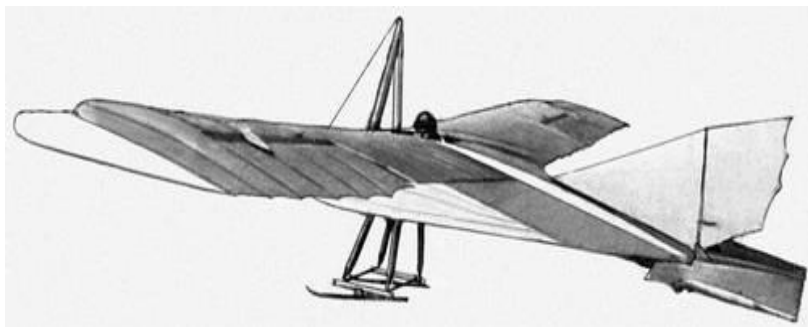


Рис. 3.13. Планёр А-5 конструкции К. Арцеулова, 1923 г.

Планер взлетает с помощью резинового амортизатора, лебедки, на барабан которой наматывается трос, прикрепленный к планеру, или с помощью самолета-буксировщика. Движение планера вперед создается под действием составляющей веса.

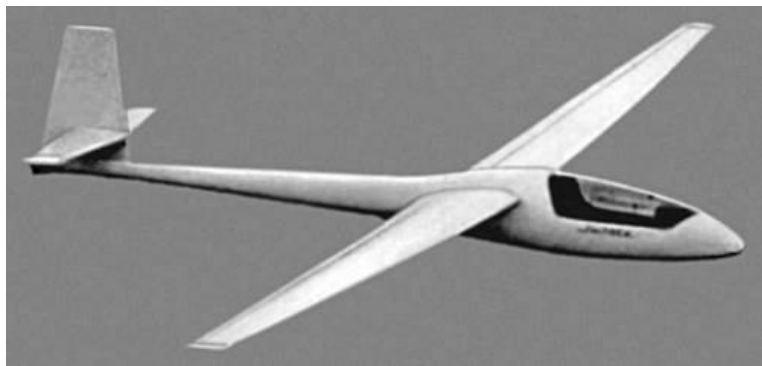


Рис. 3.14. Планёр БК-7 «Летува» конструкции Б. О. Карвялиса, 1972 г.

Полет в спокойной атмосфере происходит с постоянным снижением под некоторым углом к горизонту. При

наличии в атмосфере восходящих потоков воздуха возможен полет с набором высоты.

Планеры, как правило, бывают одно- и двухместные. При рекордных полетах планер набирал высоту до 14 км, а дальность полета составляла свыше 1000км. В настоящее время скорость планеров в среднем составляет 80-100км/ч. Планеры имеют очень большой размах крыла до 29м.

**Автожир** - летательный аппарат тяжелее воздуха, у которого основной несущей поверхностью является ротор – несущий винт, вращающийся под действием встречного потока воздуха (рис. 3.15).

**Орнитоптер** – летательный аппарат тяжелее воздуха, у которого подъемную силу и тягу создают крылья, осуществляющие движения, подобно крыльям птицы.



Рис. 3.15. Современная модель автожира

Точное воспроизведение движения птицы осуществить чрезвычайно сложно. Поэтому создать экономичный летательный аппарат до сих пор не удалось. Но определенных успехов при имитации подобных движений достигнуть все-таки можно.

### 3.3. Классификации самолетов и вертолетов

Все самолеты и вертолеты делятся на *гражданские* и *военные*. Особую группу составляют *экспериментальные* самолеты.

Гражданские самолеты в зависимости от дальности полета подразделяются на:

- *дальнемагистральные* – **6 000** км;
- *среднемагистральные* – от **2 500** до **6 000** км;
- *ближнемагистральные* – от **1 000** до **2 500** км;
- *местных воздушных линий* – до **1 000** км.

Гражданские самолеты и вертолеты подразделяют на *транспортные*, *учебно-тренировочные* и *специального назначения*.

Транспортные самолеты перевозят пассажиров, почту и грузы, поэтому разделяются на *пассажирские* и *грузовые*.

Грузовые самолеты и вертолеты от пассажирских отличаются отсутствием бытового оборудования, обеспечивающего необходимые удобства пассажирам, наличием грузовых помещений вместо пассажирского салона и больших грузовых дверей, более прочным полом, установкой на боту погрузочно-разгрузочных устройств.

Самолеты и вертолеты специального назначения - это самолеты МЧС, медицинские, для тушения пожаров и т.д.).

Учебно-тренировочные самолеты и вертолеты предназначены для обучения технике пилотирования и самолетовождению пилотов.

Все самолеты можно объединить в группы, различающиеся по следующим конструктивным признакам: числу крыльев (несущих поверхностей); взаимному расположению крыла и фюзеляжа; типу фюзеляжа; форме и расположению оперения; типу, количеству и расположению двигателей; типу и расположению шасси.

На рис. 3.16 приведена классификация самолетов по конструктивным признакам, представленная в [5].

■ По числу крыльев различают: монопланы (самолеты с одним крылом), бипланы (самолеты с двумя несущими поверхностями, расположенными одна над другой) и полудо-

ропланы (бипланы, у которых размах одного крыла значительно меньше, чем другого). На заре развития авиации встречались самолеты с тремя несущими поверхностями и даже пятипланы. Подавляющее большинство современных самолетов выполняются по схеме моноплана.

- По взаимному расположению крыла и фюзеляжа: низкоплан (самолет с низким расположением крыла относительно фюзеляжа), среднеплан (со средним расположением крыла), высокоплан (с высоким расположением крыла).

- По типу фюзеляжа различают однофюзеляжные и двухбалочные самолеты. Подавляющее большинство современных самолетов имеет фюзеляжи, которые служат не только для размещения экипажа, пассажиров, оборудования и грузов, но и для крепления крыла и оперения.

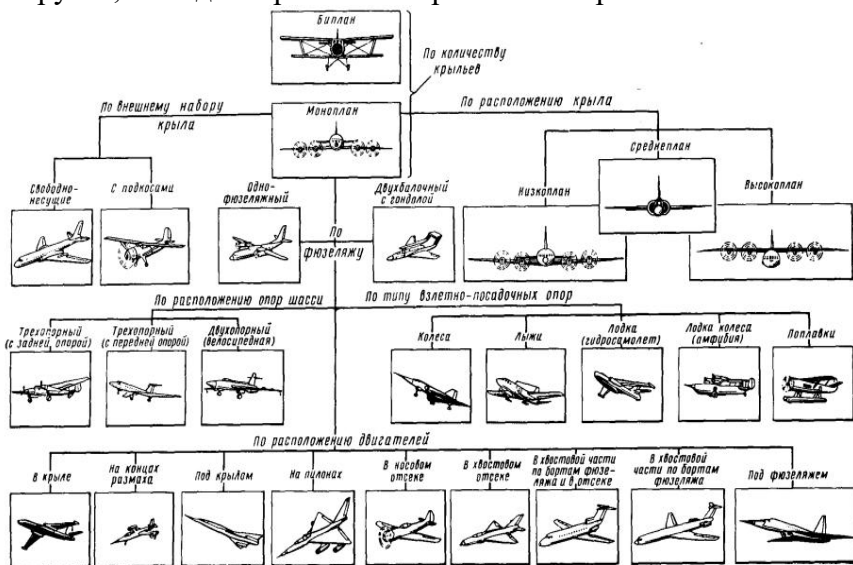


Рис. 3.16. Классификация самолетов по конструктивным признакам

Фюзеляжи, не несущие оперение называют гондолами. Оперение в этом случае поддерживается двумя балками,

поэтому и самолеты называют двухбалочными. Такая схема удобна для грузовых самолетов, так как в задней части гондолы можно сделать большие люки для погрузки крупногабаритных грузов.

У самолета могут быть два фюзеляжа, а может не быть фюзеляжа совсем. Самолет без фюзеляжа называется «летающим крылом».

▪ *По расположению оперения:*

самолеты нормальной схемы - горизонтальное и вертикальное оперение располагается позади крыла;

самолеты типа «утка» - горизонтальное оперение располагается впереди крыла;

самолеты типа «бесхвостка» и «летающее крыло» - оперение находится на крыле.

▪ *По типу шасси:* сухопутные, гидросамолеты, амфибии. Шасси сухопутных самолетов бывает колесным, лыжным или гусеничным. Колесные шасси могут быть выполнены по схеме с хвостовой, передней опорой и велосипедного типа. У каждой из этих схем есть свои преимущества и недостатки.

Гидросамолеты по способу обеспечения базирования на воде различают поплавковые (одно-, двух-, трехпоплавковые) и «летающие лодки» (однолодочные, двухлодочные, интегральные).

У лодочных фюзеляж служит для размещения экипажа, пассажиров, грузов и оборудования, а также для взлета с водной поверхности и посадки на нее.

У гидросамолетов поплавковой схемы для взлета и посадки служат специальные поплавки.

▪ *По типу двигателей:* поршневые, турбовинтовые и реактивные.

▪ *По количеству двигателей:* однодвигательные, двух-, трех-, четырех-, шести-, восьмидвигательные.

▪ *По расположению двигателей:* различают самолеты с двигателями на крыле, под крылом, под крылом на пилонах, в крыле, в фюзеляже, на фюзеляже.



На размещение двигателей на самолете влияют их тип и количество.

Поршневые и турбовинтовые двигатели чаще всего располагают на крыле, в носовой части фюзеляжа и над фюзеляжем (на гидросамолетах, где требуется удалить двигатель и винт от поверхности воды).

Реактивные двигатели могут располагаться внутри фюзеляжа, внутри крыла либо под крылом, в хорошо обтекаемых гондолах двигателей и на фюзеляже. Размещение двигателей полностью в крыле возможно только на самолетах больших размеров с достаточной толщиной крыла.

Большое количество самолетов имеет двигатели, расположенные с боков фюзеляжа в хвостовой его части. Для пассажирских самолетов важным преимуществом такого расположения двигателей является значительное снижение шума в пассажирском салоне, т. к. основной источник шума – двигатели – удалены назад по полету.

### **3.4. Характеристики, определяющие качество воздушных судов**

От качества техники, с которой ежедневно соприкасается современный человек, во многом зависит безопасность его жизни.

**Качество воздушного судна** – это, прежде всего, безопасность полета.

**Безопасность полета** – это свойство авиационной транспортной системы осуществлять воздушные перевозки без угрозы для жизни и здоровья людей.

**Авиационная транспортная система** – это ВС, экипаж, службы подготовки и обеспечения полетов, а также службы управления воздушным движением.

Безопасность полета может характеризоваться отсутствием в процессе длительной эксплуатации ВС наиболее тяжелых по последствиям особых ситуаций: аварий и катастроф.

**Авария** – авиационное происшествие, не приведшее к гибели пассажиров и членов экипажа, но после которого нарушается прочность конструкции и (или) требуется крупный ремонт.

**Катастрофа** – авиационное происшествие, которое привело к гибели хотя бы одного пассажира или члена экипажа при полном или частичном разрушении самолета.

По современным отечественным и зарубежным нормам установлены следующие количественные диапазоны для вероятностей особых ситуаций:

- аварийная ситуация  $Q = 10^{-7} \dots 10^{-9}$ ;
- катастрофическая ситуация  $Q < 10^{-9}$ .

Чрезвычайно высокие требования к безопасности полета вызывают необходимость резервировать наиболее ответственные системы два, три и даже четыре раза. Кроме того, для обеспечения высокой безопасности полета многие из агрегатов самолета необходимо многократно заменять за время его ресурса.

Качество самолета и эффективность его использования как транспортного средства помимо безопасности полета, определяется надежностью, сроком службы и его летно-техническими характеристиками (ЛТХ).

Первые три показателя оценки качества не отличают самолет от других видов транспорта, в отношении же летных характеристик имеются свои особенности.

К летным характеристикам обычно относятся скорость, дальность, высота (потолок), скороподъемность, маневренность, взлетно-посадочные характеристики (ВПХ) и грузоподъемность.

Для самолетов различного назначения эти характеристики неравнозначны по своему значению и можно для каждого из них указать основные летные характеристики, обеспечивающие наибольшую эффективность его применения, т. е. выполнение поставленных перед ним задач наилучшим образом.

Так, например, для истребителя-перехватчика, основным назначением которого является перехват и поражение в воздухе самолетов и других типов летательных аппаратов противника, особенно важными будут не только высокая скорость и большая высота, но и большая скороподъемность и маневренность.

Для пассажирского и транспортного самолетов большее значение имеют грузоподъемность, дальность полета и взлетно-посадочные характеристики, позволяющие использовать их на существующих аэродромах.

Приведем общепринятые в технической литературе определения для летных характеристик самолета.

**Максимальная скорость полета** - скорость установившегося горизонтального полета при использовании полной мощности или тяги силовой установки. Скорость является одним из основных показателей, характеризующих качество самолета.

**Дальность полета** - наибольшее расстояние, которое самолет может пролететь по прямой без пополнения запаса топлива. Дальность полета существенно зависит от высоты и скорости полета.

Если полет совершается с возвращением самолета на аэродром отправления, то под дальностью полета понимают радиус его действия, равный 0,5 дальности.

**Потолок самолета** - это предельная высота, на которую самолет может подняться и на которой он может еще совершать горизонтальный полет, но не способен набирать высоту (вертикальная скорость равна нулю). Эта высота называется **теоретическим потолком**, так как практически ее нельзя использовать.

**Практический потолок** (в отличие от теоретического) - это высота, на которой самолет еще обладает некоторой условно принятой вертикальной скоростью для набора высоты.

Для поршневых самолетов принято, что такая скорость должна быть не более 0,5 м/сек, для реактивных 5 м/сек.

Существует также понятие **динамического потолка**, под которым понимают высоту, достигаемую самолетом не только за счет полной мощности или тяги двигателей, но и за счет запаса кинетической энергии, приобретаемой самолетом при разгоне до набора высоты. Динамический потолок - высота существенно большая, чем теоретический потолок самолета.

**Скороподъемность** - время набора самолетом заданной высоты. Скороподъемность зависит от величины вертикальной скорости подъема.

**Маневренность** — способность самолета в полете выполнять тот или иной маневр (разворот на  $90^\circ$  и  $180^\circ$ , разгон до максимальной скорости, вираж, спираль, фигуры высшего пилотажа и др.).

Обычно маневр характеризуется временем его выполнения, величиной перегрузки при изменении траектории и другими показателями.

**Взлетно-посадочные характеристики** — характеристики, позволяющие определять размеры и класс аэродромов, на которых может эксплуатироваться самолет. Прежде всего, это:

**длина разбега при взлете** — расстояние от места дачи полного газа двигателей до места отрыва колес шасси от поверхности аэродрома;

**длина пробега при посадке** - расстояние от места соприкосновения колес с поверхностью аэродрома до места полной остановки самолета.

Кроме этих данных, представляют интерес величины скоростей при взлете:

**$V_{отр.}$  - скорость отрыва**, т. е. при отрыве колес от аэродрома, взлетная скорость;

**$V_I$  - скорость принятия решения** — скорость самолета, при которой в результате отказа двигателя пилот принял решение продолжить или прервать взлет;

**$V_{нос.}$  - посадочная скорость** - скорость при посадке в момент соприкосновения колес с аэродромом.

**Грузоподъемность** - вес грузов, в том числе и пассажиров, перевозимых на самолете, при выполнении того

или иного полета при заданном полетном весе и запасе топлива. Иногда вместо термина грузоподъемность пользуются термином полезная нагрузка.

Развитие авиационной науки и техники позволили неуклонно повышать скорость, высоту и дальность полета самолета на протяжении всей его истории.

Качество пассажирского самолета подразумевает также приемлемую стоимость билетов, удобство пассажира на борту воздушного судна, высокий уровень системы обслуживания и питания в полете и т. д.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что для обеспечения безопасности полета, а также для улучшения эксплуатационных характеристик ВС и расширения возможностей его использования ВС должны удовлетворять целому ряду требований.

### **3.5. Общие требования, предъявляемые к конструкции самолета**

Современные достижения авиационной науки и техники, а также большой опыт в области проектирования, производства и эксплуатации самолетов позволяют сформулировать требования, предъявляемые к конструкциям самолетов.

Рассмотрим общие, т. е. обязательные для всех самолетов и их агрегатов, требования. Эти требования необходимо выполнять независимо от назначения самолета.

**1. Аэродинамические требования.** Для любого самолета должны быть определены оптимальные формы, параметры и взаимное расположение агрегатов, обеспечивающие получение заданных летных и взлетно-посадочных характеристик.

Каждый самолет должен быть достаточно устойчив и иметь хорошую управляемость на всех режимах полета; должна быть обеспечена полная безопасность взлета и посадки.

**2. Требования прочности.** Все силовые элементы и узлы должны иметь достаточную прочность, т. е. выдерживать все виды нагрузок в соответствии с требованиями норм прочнос-

ти, которые предусматривают различные случаи нагружения агрегатов в полете, а также при взлете, посадке и движении по аэродрому.

**3. Требования жесткости.** Необходимо обеспечить сохранение заданной формы агрегатов, не допускать чрезмерных деформаций конструкции в полете (прогибов и углов крутки, которые могут привести к возникновению опасных вибраций конструкции) и остаточных деформаций.

Недостаточная жесткость конструкции может привести к ее преждевременному разрушению.

**4. Требование наименьшего веса (массы).** При выбранных параметрах агрегатов необходимо рационально определить их конструктивно-силовые схемы, причем следует стремиться к эффективному использованию усиленных элементов продольного и поперечного наборов крыла, фюзеляжа и оперения.

Малый вес (масса) конструкции агрегатов самолета является одним из основных показателей ее совершенства. Вес конструкции можно уменьшить, делая ее равнопрочной, применяя новые конструкционные материалы, уменьшая количество и размеры несилowych элементов, увеличивая количество функций, выполняемых одним силовым элементом, совмещая технологические и эксплуатационные разъемы и т. д.

**5. Требования живучести.** Под живучестью конструкции агрегатов самолета понимается способность ее выполнять свои функции (выдерживать нагрузки), не прерывая полета, при частичных разрушениях, произведенных пулями, снарядами, взрывной волной. Применение конструкций с работающей обшивкой при изгибе и кручении существенно повышает ее живучесть.

**6. Эксплуатационные требования** удовлетворяются целым комплексом качеств конструкций агрегатов и самолета в целом. К такому комплексу относятся:

а) **надежность** – это способность самолета выполнять поставленные перед ним задачи с сохранением своих летных и

эксплуатационных показателей в заданных пределах в течение заданного промежутка времени.

Надежность обеспечивается прочностью и жесткостью конструкции агрегатов, узлов и элементов самолета, безотказным функционированием его систем, механизмов и оборудования. Повышение надежности достигается такими мероприятиями, как протектирование топливных баков, защита от пожара, резервирование и дублирование ответственных систем.

б) Хороший доступ ко всем частям и деталям, подлежащим текущему и периодическому осмотру и обслуживанию; возможность ремонта конструкции; возможность хранения самолета под открытым небом и эксплуатации его в различных метеорологических условиях.

в) Соответствие компоновки самолета его назначению, возможность быстро производить его загрузку и разгрузку.

**Компоновка** - это общий вид самолета, взаимное расположение его агрегатов и различных систем.

г) Возможность замены основных агрегатов и узлов конструкции в процессе эксплуатации самолета;

д) Высокие экономические показатели эксплуатации пассажирских и транспортных самолетов, т. е. возможно меньшая себестоимость полета, возможно меньшая трудоемкость и время подготовки полета и выполнения регламентных и ремонтных работ.

**7. Требования по производственно-технологическому комплексу.** Конструкция агрегатов и узлов должна быть рассчитана на возможность применения наиболее прогрессивных и экономичных технологических процессов при данном объеме производства.

Выполнение отдельных требований может обеспечить решение нескольких задач. Например, увеличение толщины обшивки позволяет обеспечить лучшее качество поверхности и тем самым уменьшить лобовое сопротивление, упрощает технологию изготовления, повышает прочность, жесткость и живучесть конструкции.

Однако более характерна другая сторона взаимосвязи требований, а именно их противоречивость. Например, повышение прочности, жесткости и живучести конструкции сопровождается увеличением веса. Для удовлетворения требований эксплуатации агрегаты должны иметь разъемные соединения и множество люков, что существенно увеличивает вес конструкции.

В тех случаях, когда удовлетворение одному требованию существенно улучшает показатели самолета, но незначительно ухудшает его свойства, связанные с другими требованиями, предпочтение отдается первому. Так, например, на самолетах, летающих на околозвуковых скоростях, применены стреловидные крылья, и это, при некотором увеличении веса конструкции и усложнении технологии, позволило резко уменьшить сопротивление при трансзвуковых скоростях полета.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что для обеспечения безопасности полета, улучшения эксплуатационных характеристик ВС и расширения возможностей его использования ВС должны удовлетворять целому ряду требований. Требования, предъявляемые к ВС гражданской авиации, определяются Нормами летной годности гражданских самолетов (НЛГ).

## **4. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС И ТИПЫ ПРИЗВОДСТВ**

### **4.1. Объекты современного производства**

**Объекты производства** - это объекты непрерывного созидания материальной продукции методами химического и физического воздействия на сырьё или другой вид материи с конечной целью – получить запланированную продукцию.

Каждый объект производства принадлежит определенной отрасли промышленности. В экономике существует классификация объектов производства, согласно которой



выделяют четыре **объединенные производственные отрасли**:

1. производство по приобретению сырья;
2. производство материалов;
3. производство средств производства;
4. производство объектов потребления.

Объекты производства классифицируют по принадлежности к объединенным производственным отраслям:

1. минеральное и биологическое сырье;
2. материалы;
3. средства производства;
4. объекты потребления.

#### **4.1.1. Производство по приобретению сырья**

Данная отрасль имеет два объекта: минеральное и биологическое сырье.

**1. Минеральное сырье** – является объектом **добывающей промышленности и обогатительной промышленности**. Обогащительная промышленность занимается повышением концентрации полезных веществ в рудах.

Различают неорганическое и органическое минеральное сырье: железные руды, полиметаллические, вольфрамовые и урановые руды, бокситы, золото, алмазы, слюда, уголь, нефть и т. д.

**2. Биологическое сырье** – является объектом **биологической промышленности или биохозяйств**. Сюда можно отнести биологическое сырье в виде растений и животных. Производство биологического сырья осуществляется такими отраслями как сельское хозяйство, плодоовощное хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство и т. д.

#### **4.1.2. Производство материалов**

Эта объединенная производственная отрасль создает весь искусственный химический мир вокруг нас: все, чего нет в природе, но выплавлено, синтезировано, кристаллизовано искусственным путем.

Все материалы подразделяются на **неорганические и органические**.

1. **Неорганические материалы** - сталь, чугун, цветные металлы, некоторые строительные материалы (цемент, керамика, минеральная вата), стекло, фарфор. Разнообразные продукты неорганической химии (кислоты, щелочи, соли, удобрения и т. д.).

2. **Органические материалы (вещества)** – получают из трех видов сырья:

1) *из биологической массы:*

а) пищевых продуктов - из сельскохозяйственных растений, животных, рыбы и т.д. - **пищевая промышленность**;

б) получение технических органических веществ из древесины (*лесохимическая, целлюлозно-бумажная промышленность и т.д.*), из животной ткани и трав (*фармацевтическая промышленность*), из цветов, трав и водорослей (*парфюмерная промышленность*).

2) *из других органических веществ - микробиологическая промышленность, производство комбикормов, удобрений* и т.д.

3) *из минеральных полезных ископаемых (нефти, угля, природного газа, торфа и т.д.) - нефтехимическая, углехимическая промышленность, торфохимия.*

Производство материалов – это, в сущности, только процесс создания нового химического вещества в виде бесформенной массы. Процесс создания из твердого бесформенного вещества предметов необходимой конструкции происходит в недрах другой отрасли – внутри производства средств производства или внутри производства объектов потребления.

#### 4.1.3. Производство средств производства

Объектом данной объединенной отрасли являются **средства производства**. Средства производства классифицируют на три большие группы:

1. **Корпуса предприятий** – производством данного объекта занимается *капитальное строительство* (то есть – строительство зданий, сооружений и т. д., которые после оснащения станками, прессами, машинами и другим необходимым оборудованием приносят капитал, прибыль).

2. **Оборудование предприятий** – это станки, станы, сверлильные агрегаты, прессы, сварочные аппараты и другие технические средства, с помощью которых оказывают физическое воздействие на материалы (металл, стекло, бетон, пластмассы и др.) и изменяют их форму. Производством оборудования занимаются различные отрасли: *станкостроительная, машиностроительная, электротехническая, тяжелая промышленность*.

3. **Энергетические ресурсы** – *энергетическая промышленность* (теплоэнергетика, электроэнергетика, атомная энергетика).

#### 4.1.4. Производство объектов потребления

Производственным объектом данной объединенной отрасли являются **объекты потребления**.

Перечень объектов потребления очень широкий. В нем можно выделить несколько основных групп.

##### 1 группа:

- военные объекты в виде казарм, штабов, полигонов, аэродромов и т. д.;
- объекты торговли в виде магазинов, базаров и т. д.;
- гражданские объекты: больницы, поликлиники, санатории, жилые дома, стадионы, здания государственного, экономического назначения, учебные заведения;
- культурные объекты: концертные залы, театры, музеи, киностудии и т.д.;
- транспортные коммуникации в виде дорог, мостов.

Созданием всех этих объектов занимается **строительная отрасль**.

**2 группа:** военная техника. Производством военной техники занимается **оборонная промышленность**.

**3 группа:** транспортные средства для пассажирских перевозок. Их производство осуществляет **автомобильная, авиационная, железнодорожная промышленность, судостроение**.

**4 группа:** товары народного потребления – **легкая, пищевая, меховая, деревообрабатывающая, фарфорофаянсовая, стекольная промышленность и т.д.**

К объектам потребления также относятся:

медицинская техника; ювелирные изделия; полиграфические изделия; оборудование для электроснабжения; оборудование систем связи; различные инструменты и т.д.

## **4.2. Понятие производственного процесса**

Промышленное производство - это сложный процесс превращения сырья, материалов полуфабрикатов и других предметов труда в готовую продукцию, удовлетворяющую потребностям рынка.

**Производственный процесс** - это совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции.

Производственный процесс состоит из следующих процессов:

**основные (технологические)** - это процессы, в ходе которых происходят изменения геометрических форм, размеров и физико-химических свойств продукции;

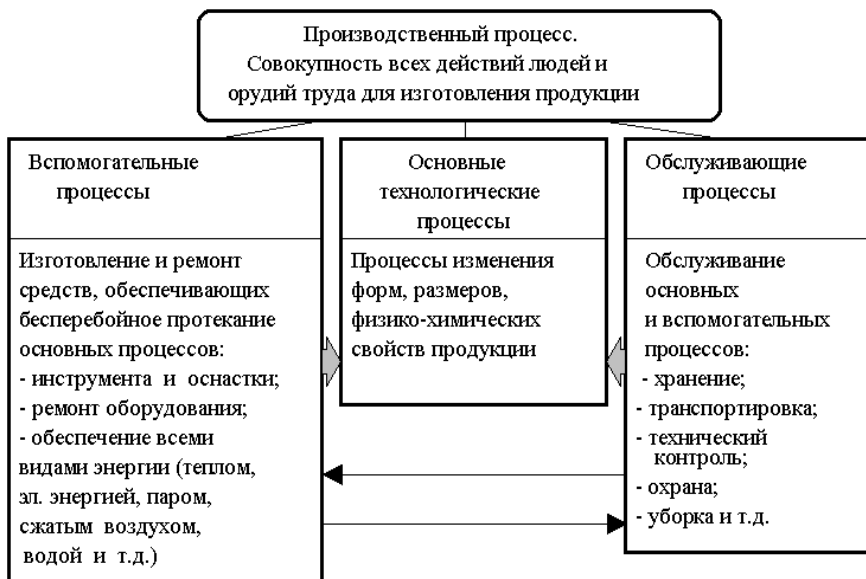


Рис. 4.1. Структура производственного процесса

**вспомогательные** - это процессы, которые обеспечивают бесперебойное протекание основных процессов (изготовление и ремонт инструментов и оснастки; ремонт оборудования; обеспечение материалами и всеми видами энергий: электроэнергией, теплом, паром, водой, сжатым воздухом и т.д.);

**обслуживающие** - это процессы, связанные с обслуживанием как основных, так и вспомогательных процессов и не создающие продукцию (хранение, транспортировка, тех. контроль и т.д.).

Структура производственного процесса показана на рис. 4.1.

### 4.3. Технологические процессы. Виды и фазы технологических процессов

Как уже говорилось ранее, основным производственным процессом является технологический процесс, который состоит из последовательно выполняемых над данным предметом труда технологических действий - *операций*.

**Операция** - часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте (станке, стенде, агрегате и т.д.), состоящая из ряда действий над каждым предметом труда или группой совместно обрабатываемых предметов.

В зависимости от применяемых средств труда различают операции:

- **ручные** - выполняются без применения машин, механизмов и механизированного инструмента;

- **машинно-ручные** - выполняются с помощью машин или ручного инструмента при непрерывном участии рабочего;

- **машинные** - выполняемые на станках, установках, агрегатах при ограниченном участии рабочего (например, установка, закрепление, пуск и остановка станка, раскрепление и снятие детали; остальное выполняет станок);

- **автоматизированные** - выполняются на автоматическом оборудовании или автоматических линиях

Операция может осуществляться за один или несколько *технологических переходов*.

**Технологический переход** – это законченная часть технологической операции, выполняемая одним и тем же средством труда при неизменном технологическом режиме.

Операции, которые не ведут к изменению геометрических форм, размеров, физико-химических свойств предметов труда, не относятся к технологическим операциям (транспортные, погрузочно-разгрузочные, контрольные, испытательные, комплекточные и др.).

В промышленности описание технологического процесса выполняется в документе, именуемом *операционная карта* технологического процесса (при подробном описании) или *маршрутная карта* (при кратком описании).

- **Маршрутная карта** - описание маршрутов движения по цеху изготавливаемой детали.

- **Операционная карта** - перечень технологических операций и применяемых инструментов.

- **Технологическая карта** - документ, в котором описан процесс обработки деталей, материалов, конструкторская документация (чертежи), технологическая оснастка.

В зависимости от применения в производственном процессе для решения одной и той же задачи различных приёмов и оборудования различают следующие *виды техпроцессов*:

- **единичный** технологический процесс (ЕТП) - разрабатывается индивидуально для конкретной детали;

- **групповой** технологический процесс (ГТП) - создается для группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками.

Технологические процессы делят на  *типовые*  и  *перспективные* .

- **Типовой техпроцесс** - предполагает разработку большинства операций на основе общепринятых технических принципов.

- **Перспективный техпроцесс** предполагает опережение (или соответствие) прогрессивному мировому уровню развития технологии производства.

Управление проектированием технологического процесса осуществляется на основе *маршрутных и операционных технологических процессов*.

- **Маршрутный технологический процесс** оформляется маршрутной картой, где устанавливается перечень и последовательность технологических операций, тип оборудования, на котором эти операции будут выполняться; применяемая оснастка; укрупненная норма времени на каждую операцию.

- **Операционный технологический процесс** оформляется операционной картой и детализирует технологию обработки и сборки до переходов и режимов обработки.

Технологические процессы, в свою очередь делятся на *фазы*. **Фаза** - комплекс работ, выполнение которых характеризует завершение определенной части технологического

процесса и связано с переходом предмета труда из одного качественного состояния в другое.

В машиностроении и приборостроении технологические процессы в основном делятся на три фазы: заготовительную; обрабатывающую и сборочную (рис. 4.2).

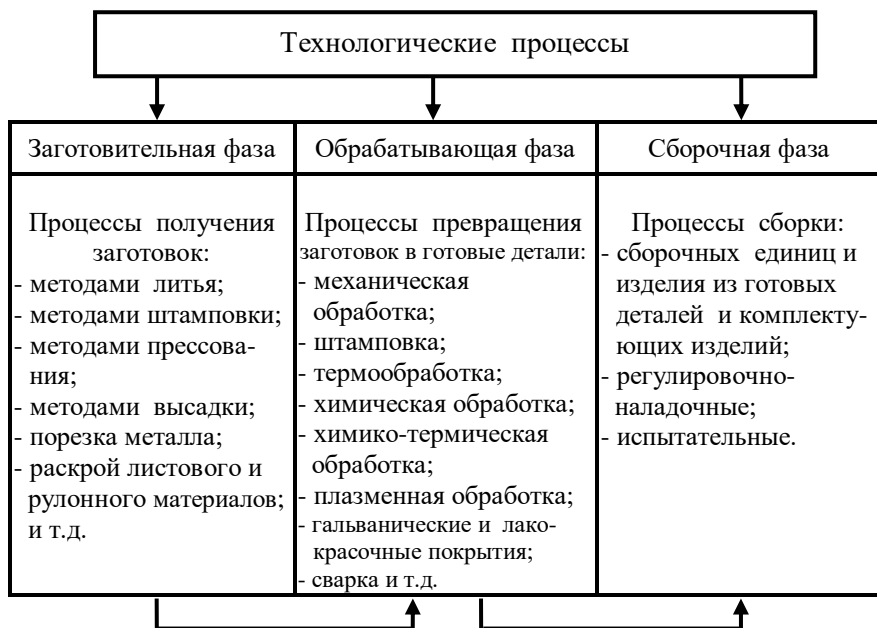


Рис. 4.2. Фазная структура технологических процессов

Структура технологического процесса и особенно его технико-экономические показатели в большой степени зависят от *объема производства и программы выпуска изделий*.

**Объем выпуска изделий** - количество изделий определенных наименований, типоразмера и исполнения, изготавливаемых или ремонтируемых объединением, предприятием или его подразделением в течение планируемого времени.

#### 4.4. Типы производств



**Тип производства** - совокупность его организационных, технических и экономических особенностей.

Тип производства определяется следующими факторами:

- номенклатурой выпускаемых изделий;
- объемом выпуска;
- степенью постоянства номенклатуры выпускаемых изделий;
- характером загрузки рабочих мест.

В зависимости от уровня концентрации и специализации различают три типа производств: *единичное, серийное и массовое.*

Сравнение типов производств по различным факторам приведено в таблице.

**Единичное производство** характеризуется широкой номенклатурой изготавливаемых изделий, малым объемом их выпуска, выполнением на каждом рабочем месте весьма разнообразных операций.

**Серийное производство** отличается относительно ограниченной номенклатурой изделий (партиями). За одним рабочим местом, как правило, закреплены несколько операций.

**Массовое производство** характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени на узкоспециализированных рабочих местах.

По типам производства классифицируются предприятия, участки и отдельные рабочие места.

Характеристики типов производств

№ п/п	Факторы	Тип производства		
		единичное	серийное	массовое
1	Номенклатура изготавливаемых изделий	Большая	Ограниченная	Малая
2	Постоянство	Отсутствует	Имеется	Имеется

	номенклатуры			
3	Объем выпуска	Малый	Средний	Большой
4	Закрепление операций за рабочими местами	Отсутствует	Частичное	Полное
5	Применяемое оборудование	Универсальное	Универсальное + специальное (частично)	В основном специальное
6	Применяемые инструмент и оснастка	Универсальные	Универсальные + специальные	В основном специальные
7	Квалификация рабочих	Высокая	Средняя	В основном низкая
8	Себестоимость продукции	Высокая	Средняя	Низкая
9	Производственная специализация цехов и участков	Технологическая	Смешанная	Предметная

Тип производства предприятия определяется типом производства ведущего цеха, а тип производства цеха – характеристикой участка, где выполняются наиболее ответственные операции и сосредоточена основная часть производственных фондов. Отнесение завода к тому или иному типу производства носит условный характер, поскольку на предприятии и даже в отдельных цехах может иметь место сочетание различных типов производства.

Тип производства оказывает решающее значение на особенности организации производства, его экономические показатели, структуру себестоимости (в единичном - высокая доля живого труда, а в массовом - затраты на ремонтно-эксплуатационные нужды и содержание оборудования), разный уровень оснащенности.

## 4.5. Структура промышленного предприятия

В зависимости от объекта производства и применяемых технологий на предприятиях создаются соответствующие подразделения, а в аппарате управления – соответствующие звенья, т.е. формируется *структура предприятия*.

**Структура предприятия** - его внутреннее строение, которое характеризуется составом подразделений, системой их взаимодействий, взаимозависимости, подчинения и управления.

Структура промышленного предприятия обусловлена особенностями его хозяйственной и производственной деятельности. Она должна обеспечивать максимально эффективную деятельность предприятия, направленную на достижение основных целей и реализацию политики предприятия. Структура предприятия делится на *общую* и *производственную*.

**Общая структура предприятия** – это комплекс производственных подразделений предприятия, функциональных отделов, структур управления, а также служб и объектов непроизводственной сферы.

Общая структура включает:

- административные подразделения и органы управления (технические, экономические, оперативно-производственные подразделения, бухгалтерию, службы безопасности, кадров, маркетинга, материально-технического обеспечения и др.);
- производственную структуру;
- подразделения по обслуживанию работников: объекты производственного питания, здравпункты и поликлиники, жилищно-коммунальное хозяйство, библиотеки, детские учреждения, профилактории, учреждения культуры.

Основу деятельности любого предприятия составляют производственные процессы, которые выполняются в соответствующих подразделениях. Именно состав этих подразделений и характеризует производственную структуру предприятия.

**Производственная структура** – это часть общей структуры предприятия, которая включает производственные подразделения, выпускающие продукцию, обслуживающие и вспомогательные службы, оказывающие помощь в выпуске продукции основным подразделениям.

Первичным звеном производственной структуры является **рабочее место** - часть производственной площади, которая оснащена необходимым оборудованием и инструментами, с помощью которых рабочий (или группа рабочих) выполняет отдельные операции по изготовлению продукции или обслуживает производственный процесс.

Рабочее место может быть *простым, многостаночным* или *коллективным* в зависимости от количества рабочих и выполняемых работ.

Совокупность рабочих мест, на которых выполняются однородные виды работ, образует *производственные участки*. На крупных предприятиях производственные участки объединяются в цехи.

**Цех** – это производственное и административное подразделение, в котором выполняется определенный комплекс работ в соответствии со специализацией производства.

По характеру осуществляемой в них деятельности цехи подразделяются на *основные, вспомогательные, обслуживающие* и *побочные*.

**Основные цехи** изготавливают продукцию, предназначенную для реализации на сторону, то есть продукцию, которая определяет профиль и специализацию предприятия.

Основные цехи, в соответствии со стадиями производства, делятся на:

- **заготовительные** (литейные, прессовые, цеха раскройки, производства пластмасс, кузнечные и др.);
- **обрабатывающие** (механические, металлообрабатывающие, термические, гальванические, химические, деревообрабатывающие и др.);
- **сборочные** (окончательной сборки, сборки узлов, механизмов, агрегатов, сборочно-монтажные, электромонтажные).

**Вспомогательные цехи** изготавливают продукцию, которая используется для обеспечения собственных потребностей внутри самого предприятия. Такие цехи изготавливают продукцию, выполняют работы и предоставляют услуги, которые обеспечивают выполнение производственных процессов в основных цехах производства.

Вспомогательные цехи также делятся на несколько групп:

- **энергетические** (теплоэнергетические подстанции, компрессорные);
- **инструментальные** (модельные, штамповочного оборудования, металлорежущего инструмента);
- **ремонтные** (ремонтно-механические, энергоремонтный цех) которые обеспечивают механизацию и автоматизацию производства.

**Побочные цехи** занимаются, как правило, утилизацией, переработкой и изготовлением продукции из отходов основного производства.

В структуре некоторых предприятий существуют **экспериментальные (исследовательские) цехи**, которые занимаются подготовкой и испытанием новых изделий, разработкой новых технологий, проведением разнообразных экспериментальных работ.

**Обслуживающие цехи (хозяйства)** - выполняют работы, которые обеспечивают необходимые условия для нормального осуществления основных и вспомогательных производственных процессов.

К обслуживающим цехам и хозяйствам принадлежат:

- **транспортные** (железнодорожные, автотранспортные, электротранспортные цеха);
- **складское хозяйство** (склады, кладовые и др.);
- **службы** (метрологическая лаборатория, архивы, лаборатория копировальной техники, компьютерно-информационный центр и др.);
- **коммунальное хозяйство** (обслуживание дорог, обеспечение теплоснабжения и водоснабжения, бытовых услуг и др.);

- *столовые, буфеты, здравпункты, библиотеки, детские сады, профилактории, спортивные комплексы* и т.д.

#### 4.6. Классификация производственных структур

Существует несколько классификаций производственных структур.

1. В зависимости от подразделения, деятельность которого положена в основу производственной структуры, различают *цеховую, бесцеховую, корпусную и комбинатную производственные структуры.*

В *цеховой производственной структуре* основным производственным подразделением является *цех*, который представляет собой самостоятельную административно-хозяйственную единицу предприятия, где выполняется определенный комплекс работ в соответствии с внутризаводской специализацией.

На небольших предприятиях с относительно простыми производственными процессами применяется *бесцеховая производственная структура*. Основой ее построения является *производственный участок*, который является самым крупным структурным подразделением такого предприятия.

**Производственный участок** – это совокупность территориально отделенных рабочих мест, на которых выполняются технологически однородные работы или изготавливается однотипная продукция.

На больших предприятиях несколько однотипных цехов могут быть объединены в *корпус*. В этом случае корпус становится основным структурным подразделением предприятия. Такая производственная структура получила название *корпусной*.

На предприятиях, где осуществляются многостадийные процессы производства, характерным признаком которых является последовательность процессов переработки сырья (металлургическая, химическая, текстильная

промышленность), используется **комбинатная производственная структура**.

2. В зависимости от технологии различают *технологическую, предметную и смешанную* структуры основного производства.

**Технологическая структура.** Цехи и участки созданы по принципу технологического единства. Т. е. каждый цех или участок специализируется на выполнении определенной части технологического процесса или отдельной стадии производственного процесса (литейные, кузнечные, термические, гальванические, механообрабатывающие, сборочные цехи машиностроительного предприятия).

Технологическая структура используется преимущественно на предприятиях единичного и мелкосерийного производства с разнообразной и изменяющейся номенклатурой продукции.

**Преимущества:** технологическая специализация производства и высокая квалификация работников.

**Недостатки:**

1) возрастает время на переналадку оборудования в связи с большой номенклатурой выпускаемой продукции;

2) оборудование невозможно расставить по ходу технологического процесса, так как при частой смене вида изготавливаемой продукции изменяется состав и последовательность операций, а это приводит к увеличению продолжительности производственного цикла;

3) отсутствует ответственность за качество изделия в целом, так как каждый участок выполняет отдельные операции.

**Предметная структура.** Основные цехи создаются с ориентацией на выпуск отдельных изделий или их частей с использованием разнообразных технологических процессов и операций (например, цехи моторов, рам, шин). Предметная структура производства распространена на предприятиях крупносерийного и массового производства с ограниченной номенклатурой и значительными объемами продукции.

### ***Преимущества:***

1) при такой структуре создаются условия для внедрения новой техники, модернизации, механизации и автоматизации производственных процессов, ввод автоматических линий, так как оборудование размещается по ходу технологического процесса;

2) возможность организовать поточный метод производства.

### ***Недостатки:***

1) усложняется процесс управления участком, так как выполняются разнообразные работы;

2) необходимость иметь в цехе все виды оборудования, хотя они не везде задействованы полностью.

Тем не менее, на практике есть очень мало предприятий, где все цеха специализированы только технологически или только предметно. Подавляющее большинство предприятий использует ***смешанную производственную структуру***, когда часть цехов специализированы технологически, а часть – предметно.

## **4.7. Особенности самолетостроительного производства**

Среди других изделий машиностроения самолет как объект проектирования и производства обладает рядом специфических особенностей:

**1. Большая номенклатура и многодетальность планера.** Современный самолет насыщен различным оборудованием, приборами и механизмами. Количество деталей в конструкции планера современного широкофюзеляжного самолета достигает миллиона единиц и более. Специальные приборы и механизмы исчисляются сотнями. Эта особенность самолета влечет за собой необходимость применения многочисленных и разнообразных технологических процессов, специальной оснастки, усложняет планирование, контроль и учет незавершенного производства.



Одним из мероприятий, которое позволяет значительно сократить количество деталей, является применение в конструкции планера монолитных (литых, штампованных и прессованных) узлов и панелей взамен сборных.

**2. Большая номенклатура используемых материалов.** В настоящее время детали пассажирского самолета изготавливаются из легких сплавов различных марок (титановых и алюминиевых) и легированных сталей, из пластмасс, резины, тканей, керамических и металлокерамических материалов.

Переход к сверхзвуковым скоростям и большим высотам полета самолета, повышение требований к весовым параметрам, надежности с учетом условий его работы при низких и высоких температурах вызывает необходимость дальнейшего расширения номенклатуры используемых в самолетостроении материалов. В последние годы все более широко в конструкции самолетов применяются полимерные композиционные материалы (ПКМ). С появлением новых материалов становится актуальным вопрос разработки новых технологических процессов для изготовления из них деталей самолетов.

**3. Сложность пространственных форм.** Значительные габаритные размеры и малая из-за ограничения массы жесткость большинства элементов конструкции планера (зализы, капоты, законцовки крыла и др.) обусловили необходимость разработки специальных процессов их изготовления, характерных только для самолетостроения (обработка на специальных и специализированных координатно-фрезерных и гибочных станках, на обтяжных прессах и т.д.).

Производство самолетов усложняется также и тем, что размеры деталей планера изменяются от нескольких миллиметров (крепежные детали) до десятков метров (стрингеры, полки лонжеронов, листы обшивки, монолитные панели, монолитные шпангоуты, рамы и т.д.). При этом большинство деталей значительных габаритных размеров облада-

ет малой жесткостью, что создает трудности получения точных размеров в процессе сборки из них узлов и агрегатов.

Именно этими особенностями обусловлено применение в самолетостроении многочисленных сборочных, монтажных и других приспособлений и специальных технологических методов обеспечения взаимозаменяемости узлов, панелей и агрегатов.

**4. Большая трудоемкость монтажно-сборочных, регулировочных и испытательных работ.** Она составляет до 50% общей трудоемкости при изготовлении современного самолета.

К особенностям сборочных процессов следует отнести также применение в планере большого числа разнообразных по конструкции неразъемных соединений с помощью клепки, сварки, пайки, склейки, запрессовки, развальцовки и т.п. Для выполнения таких соединений используют специализированное оборудование: скобы, прессы и автоматы для групповой клепки, машины для электроконтактной сварки, автоматы для дуговой электросварки в среде защитных газов и в вакууме, специальные станки и приспособления для изготовления сотовых конструкций, отсеков и панелей из пластмасс, керамики, металлокерамики, волокнистых композиционных материалов и т.д. Для герметизации отсеков в агрегатах самолета применяют специальные герметики и специальное оборудование.

Особенности монтажно-регулирующих и контрольно-испытательных процессов в самолетостроении обусловлены наличием на самолете разнообразных систем и жесткими требованиями в их надежности – безотказному функционированию. Многие из этих систем подвергаются многократным испытаниям и регулированию, как автономной, так и комплексной обработке, для чего необходимы специальные стенды и установки.

**5. Высокие требования к качеству самолета в целом и его отдельным элементам.** Качество самолета как объекта производства представляет собой комплекс его тактико-

технических характеристик и показателей, характеризующих надежность его в эксплуатации.

Чтобы удовлетворить требованиям, предъявляемым к самолету, необходимы не только рациональная его конструкция в проекте, но и возможность осуществления этой конструкции в производстве с заданной степенью точности. Например, к поверхностям самолета, обтекаемым воздушным потоком, предъявляются высокие требования не только чистоты (гладкости), но и точности. Допуски на внешние обводы в ряде случаев составляют десятые доли миллиметра, а на стыковые поверхности соответствуют 3-му, а в отдельных случаях 2-му классу точности.

Повышение требований к эксплуатационной надежности самолета привело к разработке высокоресурсных соединений, процессов, инструмента и оборудования для их выполнения.

**6. Большой объем работ по подготовке производства.** Трудоемкость изготовления самолета измеряется сотнями тысяч человеко-часов. Подготовка к запуску самолета в серийное производство является весьма сложной и трудоемкой задачей.

## 5. ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

**Материаловедение** - представляет собой научную дисциплину, в которой изучаются связи между составом, строением и свойствами металлических и неметаллических материалов, а также закономерности изменения строения и свойств в результате внешних воздействий или химических процессов, протекающих внутри тела.

Основными материалами для большинства отраслей машиностроения и приборостроения, являются конечно же металлы и их сплавы.

Металлические материалы обладают комплексом механических, технологических и физико-химических свойств: прочностью, пластичностью, обрабатываемостью резанием и

давлением, свариваемостью, электро- и теплопроводностью, коррозионной стойкостью, жаропрочностью, жаростойкостью и другими свойствами.

Свойства металла зависят не только от его химического состава, но и в значительной степени от структуры, которую можно изменять пластической деформацией, термической, химико-термической и термомеханической обработкой, скоростью охлаждения, воздействием ультразвуком, лазерным лучом и другими процессами.



Рис. 5.1. П.П. Аносов

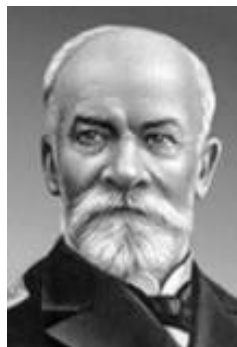


Рис. 5.2. Д.К. Чернов

Основы современного металловедения были заложены русскими учеными Павлом Петровичем Аносовым (1799-1851) и Дмитрием Константиновичем Черновым (1839-1921).

П.П. Аносов (рис. 5.1) впервые в мире применил микроскоп для исследования стали и установил связь между строением стали и ее свойствами.

Д.К. Чернов (рис. 5.2) за свой вклад в развитие науки о металлах был назван в литературе «отцом металлографии». Он открыл температурные критические точки фазовых превращений в стали, которые явились основой для построения современной диаграммы состояния сплавов *железо-углерод*. Чернов также разработал основы теории кристаллизации металлов и сплавов и термической обработки стали.

Наряду с металлами и их сплавами в машиностроении и приборостроении широко применяются неметаллические материалы (пластмассы, резина, стекло, керамика и т.д.), а также различного рода композиционные материалы, обладающие рядом специфических свойств.

Знания основ материаловедения необходимы каждому инженеру, работающему в области создания и эксплуатации современных машин, а также инженеру по качеству, так как от качества материалов напрямую зависит качество создаваемых из них изделий и конструкций. Только зная свойства материалов, можно научно-обоснованно выбрать их для того или иного использования, правильно спроектировать технологический процесс их обработки с высокими технико-экономическими показателями для получения изделия требуемого качества.

Следует отметить, что наука о материалах непрерывно развивается, уточняются теоретические основы, создаются новые материалы, изучаются их свойства, совершенствуются и расширяются методы исследования.

## 5.1. Кристаллическое строение металлов

В твердых телах атомы могут размещаться в пространстве двумя способами.

При беспорядочном расположении атомы не занимают определенного места друг относительно друга (рис. 5.3, а). Такие тела называются *аморфными*.

Аморфные вещества обладают формальными признаками твердых тел, т.е. они способны сохранять постоянный объем и форму, однако не имеют определенной температуры плавления или кристаллизации (*кристаллизация* - переход из жидкого в твердое агрегатное состояние при охлаждении).

Если атомы вещества имеют упорядоченное расположение (рис. 5.3, б), т.е. занимают в пространстве вполне определенные места, то такие вещества называются *кристаллическими*.

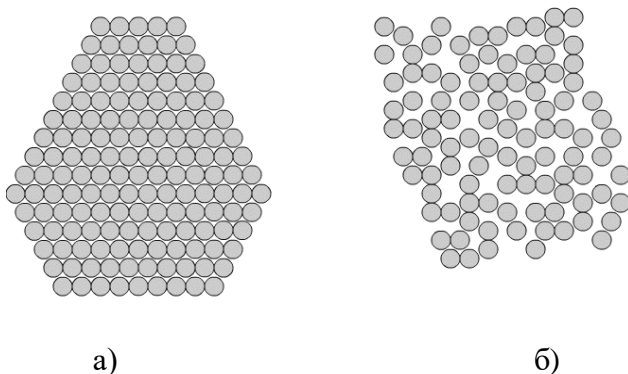
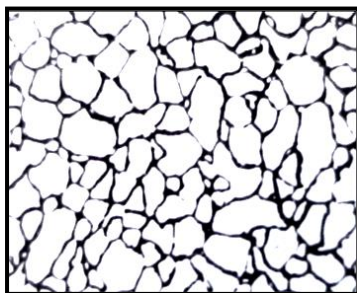


Рис. 5.3. Схема расположения атомов:  
 а - в кристаллическом веществе; б - в аморфном веществе

В кристаллических телах благодаря упорядоченному расположению атомов в пространстве, их центры можно соединить воображаемыми прямыми линиями. Совокупность таких пересекающихся линий представляет собой пространственную решетку, которую называют **кристаллической решеткой**.

**Кристаллическая решетка** – это воображаемая пространственная сетка, в узлах которой располагаются атомы или положительно заряженные ионы металла.

Кристаллические твердые тела состоят из **кристаллических зерен - кристаллитов** (рис. 5.4).



увеличение x 250

Рис. 5.4. Микроструктура технического железа, содержащего 0,015% С,

В кристаллитах наблюдаются *ближний* и *дальний порядки*. Это означает наличие упорядоченного расположения и стабильности как ближайших соседей, окружающих данный атом - *ближний порядок*, так и атомов, находящихся от него на значительных расстояниях вплоть до границ зерен – *дальний порядок*. В соседних зернах кристаллические решетки повернуты относительно друг друга на некоторый угол.

Все металлы и сплавы на их основе в твердом состоянии и в обычных условиях являются кристаллическими телами, имеющими определенный тип кристаллической решетки, для которой характерно наличие *металлической связи*. Она выражается в том, что в узлах кристаллической решетки находятся малоподвижные положительно заряженных ионы, между которыми движутся свободные электроны, так называемый *электронный газ* (рис. 5.5).

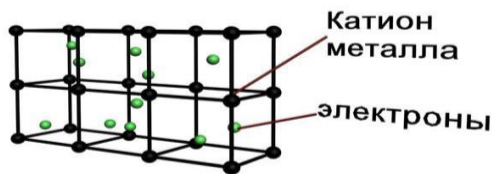


Рис. 5.5. Схема кристаллической решетки металла

## 5.2. Основные типы кристаллических решеток

Тип решетки определяется видом *элементарной ячейки* - геометрического тела, многократное повторение которого по трем пространственным осям образует решетку данного кристаллического тела. Наиболее распространенными для металлов являются следующие виды элементарных ячеек (рис. 5.6):

- объемно-центрированная кубическая (ОЦК) – рис. 5.6, а;

- гранецентрированная кубическая (ГЦК) – рис. 5.6, б;
- гексагональная плотноупакованная (ГП) – рис. 5.6, в.

В элементарной ячейке ОЦК решетки находится девять атомов, восемь из которых располагаются в узлах ячейки и один атом - в центре. Такой тип решетки имеют *литий, натрий, калий, ванадий, молибден, вольфрам,  $\alpha$ -железо и другие металлы.*

В ГЦК решетке в элементарной ячейке находится четырнадцать атомов, которые расположены в узлах ячейки и в центрах ее граней. т.о. структура ГЦК является более плотноупакованной, чем ОЦК. Этот тип решетки имеют *свинец, никель, серебро, золото, медь, алюминий, платина, кальций и др.*

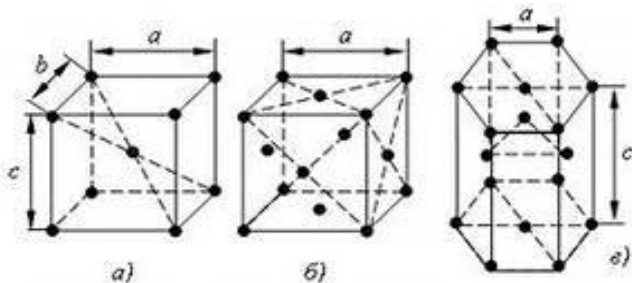


Рис. 5.6. Элементарные ячейки металлов:  
а – ОЦК; б – ГЦК; в – ГП

В элементарной ячейке ГП решетки содержится семнадцать атомов, которые расположены в узлах ячейки и в центрах шести-гранных оснований призмы, три атома расположены в средней плоскости призмы. Такую решетку имеют *магний, цинк, кадмий, бериллий, титан и др.*

Для описания кристаллических структур используют модель, в которой атомы соприкасаются как жесткие шары. Это имеет значение для определения *атомного диаметра d*, который является важной потоянной металла в кристаллическом состоянии.

**Атомный диаметр** - это расстояние между центрами ближайших атомов. Из курса химии известно, что атомный



диаметр возрастает с возрастанием атомного номера по мере увеличения числа электронных оболочек атомов металлов.

Для Ni -  $d=0,248\text{нм}$ , Fe -  $d=0,252\text{нм}$ , для Cu -  $d=0,256\text{нм}$ , а для Al -  $d=0,286\text{нм}$ .

Все металлы и сплавы могут находиться в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном. Переход металла из жидкого в твердое состояние называется - **кристаллизацией**.

Ряд металлов обладает способностью при нагревании или охлаждении в твердом состоянии перестраивать свою кристаллическую решетку. Это явление называется **полиморфизмом** или **аллотропией**, а процесс изменения кристаллической решетки – **полиморфным**, или **аллотропическим превращением**. Полиморфные превращения в каждом металле происходят при определенной температуре: Fe при температуре  $911\text{ }^{\circ}\text{C}$  ОЦК→ГЦК; при  $1392\text{ }^{\circ}\text{C}$  ГЦК→ОЦК.

### 5.3. Дефекты строения в металлах

Все реальные металлы имеют дефекты кристаллического строения.

**Дефекты** – несовершенства атомно-кристаллической структуры, которые нарушают силы связи между атомами и оказывают решающую роль в формировании свойств вещества. Различают *точечные*, *линейные*, *поверхностные* и *объемные* дефекты.

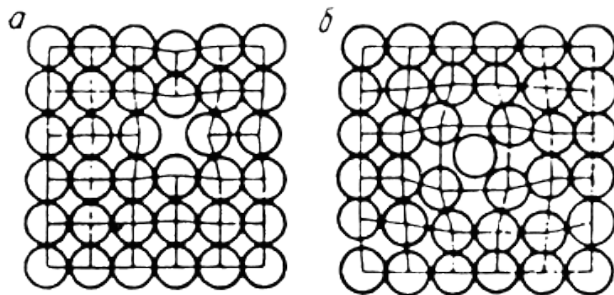


Рис. 5.7. Точечные дефекты:

а – вакансии; б – дислоцированный атом

**1. Точечные дефекты** (рис. 5.7) являются малыми во всех трех измерениях и по размерам не превышают нескольких атомных диаметров. К ним относятся *вакансии*, *дислоцированные атомы*, *атомы примеси*.

**2. Линейные дефекты** – малы в двух направлениях, а в третьем значительно больше и могут быть соизмеримы с длиной кристалла: цепочки вакансий или ряд междоузельных атомов. Особым видом линейных дефектов являются дислокации.

**Дислокация** – это особая конфигурация в расположении атомов. По механизму образования различают *краевые* и *винтовые* дислокации.

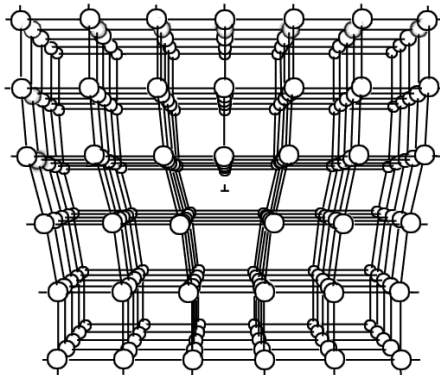


Рис. 5.8. Схема краевой дислокации

**Краевая дислокация** представляет собой местное искажение кристаллической решетки, обусловленное наличием в ней лишней полуплоскости атомов, которую называют *экстраплоскостью* (рис. 5.8).

**Винтовая линейная дислокация** представляет собой прямую линию, вокруг которой атомные плоскости изогнуты по винтовой поверхности.

**3. Поверхностные дефекты** – имеют небольшую толщину при значительных размерах в двух других измерениях. Поверхностными дефектами являются границы зёрен (кристаллитов): так как в соседних зёрнах кристаллические решетки ориентированы по-разному, то на границах зёрен не может быть правильного расположения атомов.

**4. Объемные дефекты** – представляют собой поры, трещины и другие нарушения сплошности металла.

#### 5.4. Физические и химические свойства металлов

К физическим свойствам металлов относится обширный перечень характеристик, совокупность которых позволяет отличать их друг от друга.

Прежде всего **по цвету**: все металлы и сплавы условно делятся на две большие группы - **черные** (железо, стали и чугуны), имеют серый цвет, и **цветные** (все остальные металлы и сплавы на их основе), окраска которых может быть красной, жёлтой, белой.

В зависимости от **плотности** металлы можно разделить на **легкие** (Al, Mg, Be) и **тяжелые** (Mo, Cu, Pb и др.).

Металлы отличаются и **по температуре плавления**: Mg, Al, Zn, Pb, Sn относятся к **легкоплавким**, а у Be, Mn, Fe (1539°C), Co, Ni, Cu и, особенно, Mo температура плавления превышает 1000°C.

Почти все металлы, кроме Mg и Zn имеют высокую **температуру кипения**.

Показатель **теплопроводности** для различных металлов может различаться в несколько раз: Mg, Al, Be, Zn, Mo и Cu обладают высокой теплопроводностью. У Fe, Co, Ni, Sn этот показатель ниже.

В качестве характеристики **электропроводности** используют удельное сопротивление: чем выше его значение, тем ниже способность металла проводить электрический ток.

Be, Mg, Al, Fe, Co, Ni, Zn, Mo, Sn и особенно Cu обладают высокой электропроводностью.

Магнитные свойства вещества можно оценивать различными показателями, но наиболее часто используется безразмерная величина, называемая **магнитной восприимчивостью**. По магнитным свойствам вещества делятся на диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики (Fe, Co, Ni). У ферромагнетиков магнитная восприимчивость на несколько порядков выше, чем у других металлов, и сохраняется при нагревании до определенной температуры, называемой точкой Кюри – для каждого металла она своя. Для Fe точка Кюри соответствует 768 °С.

**Химические свойства** металлов характеризуют их способность взаимодействовать с различными средами, а также окисляться и растворяться в них. Так, например Al не взаимодействует с разбавленной и концентрированной серной (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) и азотной (HNO<sub>3</sub>) кислотами, но растворяется при их средних их концентрациях.

Поведение ряда металлов на воздухе и в кислороде зависит от содержания влаги, которая активизирует процессы окисления. Кроме того, характер поведения металлов в различных средах зависит от плотности образующихся на их поверхности оксидов. Например, Mg и Al в атмосфере сухого воздуха покрываются плотной пленкой оксида, благодаря чему их дальнейшее взаимодействие с кислородом становится невозможным. Аналогично ведут себя Co и Ni в серной и азотной кислотах.

Некоторые металлы изменяют свое поведение в различных средах в зависимости от температуры.

Комплекс физических и химических свойств учитывается при выборе металла для решения конкретных технических задач. Чистые металлы используются преимущественно в электро-технике. В машиностроении их используют очень редко из-за недостаточной прочности. Широкое применение на практике нашли металлические сплавы.

## 5.5. Строение и классификация сплавов

Металлический сплав получают сплавлением двух или более металлов; сплавлением преимущественно металлов с неметаллами; спеканием порошков нескольких металлов. Существуют и другие методы получения сплавов.

**Металлический сплав** – макроскопически однородное вещество, состоящее из двух и более элементов и обладающее металлическими свойствами. Элементы, входящие в состав сплава, называются **компонентами**.

Компонент, преобладающий в сплаве количественно, называется **основным**. Совокупность компонентов сплава называется **системой**. Сплавы классифицируют:

- по числу компонентов - на *двойные (бинарные), тройные, четырехкомпонентные и многокомпонентные*;
- по основному элементу – *железные, алюминиевые, магниевые, титановые, медные* и др.;
- по применению – *конструкционные, инструментальные, жаропрочные, антифрикционные, пружинные* и т.д.;
- по плотности – *тяжелые* (на основе Mo, Cu, Pb и др.) и *легкие* (алюминиевые, магниевые, бериллиевые и др.);
- по температуре плавления – *тугоплавкие* (на основе Be, Mn, Fe (1539° C), Co, Ni, Cu и др.) и *легкоплавкие* (на основе Mg, Al, Zn, Sn и др.);
- по технологии изготовления полуфабрикатов и изделий – *литейные, деформируемые, спеченные, гранулированные, композиционные* и т.д.

В зависимости от природы компонентов и от их массовых количеств сплавы после затвердевания могут образовывать *механические смеси, твердые растворы и химические соединения*.

**Механическая смесь** состоит из кристаллов всех компонентов, которые одновременно выпадают при кристаллизации. Каждый компонент сохраняет свою кристаллическую решетку. Свойства механической смеси промежуточные между свойствами образовавших ее компонентов.

**Твердый раствор.** У твердых растворов, как и у жидких, имеются растворитель и растворенное вещество. Растворителем является компонент, который находится в большинстве, а атомы растворенного вещества распределяются в кристаллической решетке первого.

Существуют твердые растворы *внедрения* и *замещения*:

1) *твердые растворы внедрения* (рис. 5.9, а) – атомы растворенного вещества располагаются в кристаллической решетке растворителя между его атомами;

2) *твердые растворы замещения* (рис. 5.9, б) – атомы растворенного вещества частично замещают атомы в кристаллической решетке растворителя.

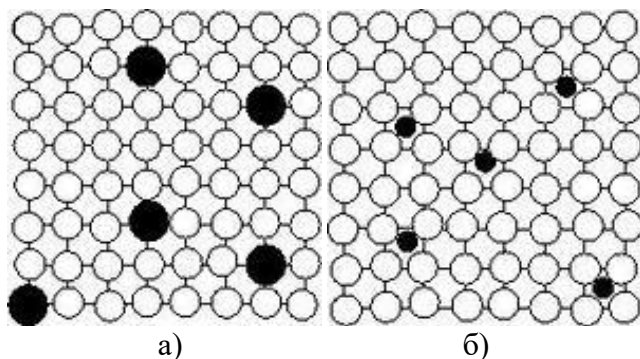


Рис. 5.9. Схема механизма образования твердых растворов: а – внедрения; б – замещения

При образовании твердых растворов кристаллическая решетка растворителя сохраняется, но изменяются ее параметры.

Свойства твердых растворов несколько отличаются от свойств растворителя, так как его кристаллическая решетка является искаженной и в ней возникают напряжения в связи с разностью в размерах атомов растворителя и растворенного вещества.

**Химическое соединение.** Образуется между компонентами, имеющими большое различие в электронном строении

атомов и кристаллических решеток. Химическое соединение имеет кристаллическую решетку, отличную от кристаллических решеток исходных компонентов.

Свойства химических соединений резко отличаются от свойств их компонентов.

В авиастроении широко применяются металлические материалы – высокопрочные стали, жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы, алюминиевые, титановые и магниевые сплавы. В последние годы значительно увеличился процент применения композиционных материалов для изготовления различных конструктивных элементов и агрегатов самолетов. Прежде всего это обусловлено весовыми требованиями.

## 5.6. Механические свойства материалов

На детали работающих машин воздействуют внешние силы или **нагрузки  $P$** , в результате чего в твердых телах возникают *деформации* (рис. 5.10) и они могут *разрушиться*.

**Деформация** - изменение размеров или формы тела под действием внешних сил. Она возникает в результате смещения атомов относительно положений равновесия.

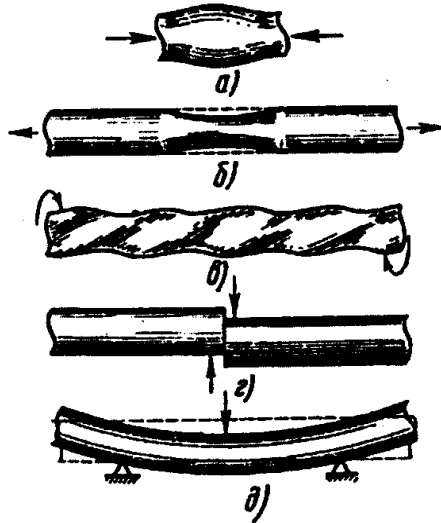


Рис. 5.10. Виды деформаций: а – сжатие; б – растяжение; в – кручение; г – срез; д – изгиб

Если после снятия нагрузки тело полностью восстанавливает свою форму и размеры, которые оно имело до нагружения, то такая деформация называется **упругой**.

Если после прекращения действия нагрузки тело остается в деформированном состоянии, то такая деформация называется **пластической** или **остаточной**.

Внутри деформируемого тела возникают силы сопротивления внешней нагрузке или **внутренние силы**. Для характеристики интенсивности возникающих внутренних сил введено понятие **напряжения**.

При растяжении стержня напряжения направлены параллельно растягивающей силе  $P$ , т.е. нормально к сечению стержня. Поэтому их называют нормальными напряжениями и обозначают буквой  $\sigma$  и рассчитывают как отношение величины действующей внешней нагрузки  $P$  к площади поперечного сечения растягиваемого стержня  $F$  (5.1):



$$\sigma = \frac{P}{F} . \quad (5.1)$$

Эта формула позволяет нам вычислить напряжения, если известна растягивающая сила и размеры сечения стержня.

**Механические свойства** материалов характеризуют их способность сопротивляться деформациям или разрушению под действием приложенных внешних сил.

Количественные характеристики механических свойств материалов определяются по результатам испытаний при статических, динамических и циклических нагрузках.

К механическим свойствам металлов и сплавов относятся прочность; упругость, пластичность; твердость; ударная вязкость; циклическая вязкость; предел выносливости.

**Прочность** - способность материала сопротивляться разрушению под действием нагрузок. Оценивается пределом прочности  $\sigma_B$  и пределом текучести  $\sigma_T$ .

**Упругость** - способность материала восстанавливать первоначальную форму и размеры после прекращения действия нагрузки - оценивают пределом пропорциональности  $\sigma_{пц}$  и пределом упругости  $\sigma_{уп}$ .

**Пластичность** — это способность материала принимать новую форму и размеры под действием внешних сил не разрушаясь. Характеризуется относительным удлинением  $\delta$  и относительным сужением  $\psi$ .

Для определения прочности, упругости и пластичности металлы в виде образцов круглой или плоской формы испытывают на статическое растяжение (рис. 5.11).

Испытания проводят на разрывных машинах. В результате испытаний получают диаграмму растяжения. Она представляет собой график зависимости между силой  $P$ , растягивающей образец, и соответствующим удлинением  $\Delta l$  (рис. 5.12).

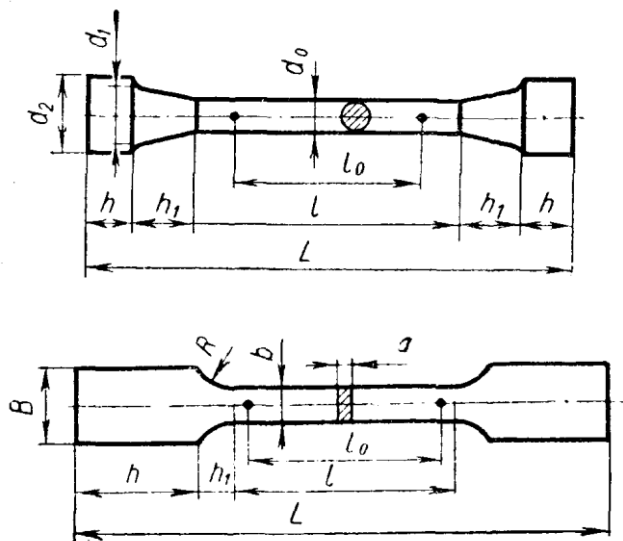


Рис. 5.11. Образцы для испытаний на статическое растяжение

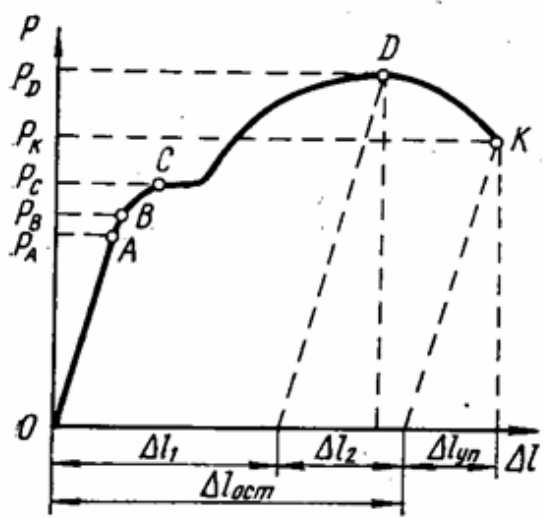


Рис. 5.12. Диаграмма растяжения  $P-\Delta l$

Для определения механических характеристик материала эту диаграмму перестраивают: все ординаты делят на начальную площадь поперечного сечения  $F_0$  а все абсциссы на начальную расчетную длину образца  $l_0$  в результате получают так называемую условную диаграмму растяжения (рис. 5.13) в координатах: относительное удлинение  $\epsilon$ , нормальное напряжение  $\sigma$ .

На диаграмме обозначены следующие механические характеристики:

**Предел пропорциональности  $\sigma_{пц}$**  - напряжение, выше которого нарушается пропорциональность между прилагаемой нагрузкой и деформацией образца.

**Предел упругости  $\sigma_{уп}$**  - это напряжение, превышение которого приводит к появлению остаточной деформации материала.

**Предел текучести  $\sigma_{т}$**  - это напряжение, соответствующее нагрузке, при которой образец деформируется без заметного дальнейшего увеличения прикладываемой силы.

**Предел прочности  $\sigma_{в}$**  (временное сопротивление) - это условное напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца.

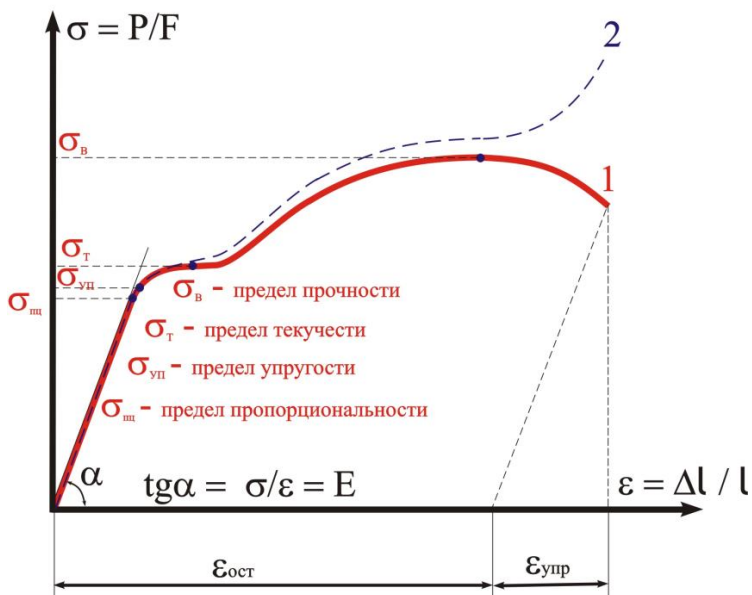


Рис. 5.13. Истинная (2) и условная (1) диаграмма растяжения

Большое значение на практике имеют такие характеристики как ударная и циклическая вязкость.

**Ударная вязкость** - это способность материала сопротивляться динамическим нагрузкам.

**Циклическая вязкость** - это способность материалов поглощать энергию при повторно-переменных нагрузках. Материалы с высокой циклической вязкостью быстро гасят вибрации, которые часто являются причиной преждевременного разрушения.

**Твердость** – это способность материала сопротивляться проникновению в него постороннего тела.

Существуют различные методы определения твердости.

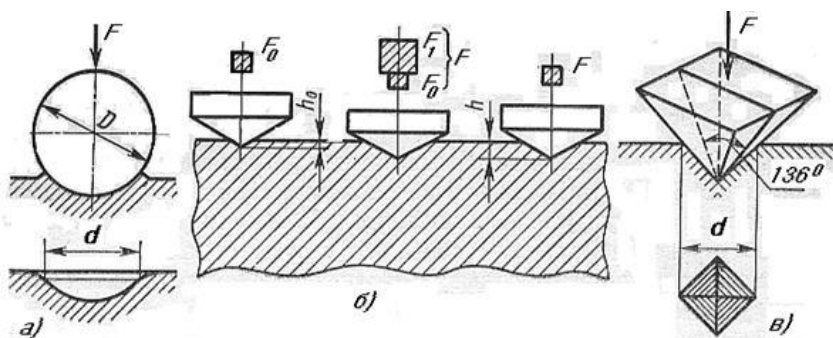


Рис. 5.14. Методы определения твердости:  
а – по Бринеллю; б - по Роквеллу; в – по Виккерсу

**Метод Бринелля.** Под действием силы  $F$  в испытуемый материал внедряется шарик диаметром  $D$  (рис. 5.14, а). Число твердости обозначается буквами НВ и представляет отношение силы  $F$  к площади отпечатка диаметром  $d$ .

**Метод Роквелла.** В поверхность испытуемого материала вдавливается **индентор** – алмазный конус с углом при вершине  $120^\circ$  или стальной шарик малого диаметра. Число твердости НR обратно пропорционально глубине внедрения индентора (рис. 5.14, б).

В зависимости от шкалы прибора существуют следующие обозначения чисел твердости:

НRA, НRB (для измерения мягких материалов),

НRC (для твердых материалов).

**Метод Виккерса.** Твердость НV определяется по диагонали отпечатка  $d$  от вдавливаемой алмазной пирамиды.

## 5.7. Материалы, применяемые в производстве

Для изготовления деталей и элементов конструкций в различных отраслях промышленности используется большое многообразие материалов. Все их можно классифицировать по основным группам: стали, сплавы, чугуны, порошковые

материалы, неметаллические материалы, композиционные материалы.

### 5.7.1. Стали

**Сталь** - это сплав железа с углеродом (С до 2 %) и другими элементами. Изделия из этого материала поддаются ковке, они имеют высокую прочность, пластичность, хорошо обрабатываются.

Структурная схема основных видов сталей приводится на рис. 5.15.

Стали подразделяются на две большие группы: **углеродистые и легированные.**

Углеродистые стали состоят из железа, углерода и примесей. Углеродистые стали обыкновенного качества дешевые, содержат больше вредных примесей. В машиностроении их применяют для изготовления малонагруженных деталей.

Стали обыкновенного качества маркируются буквами «Ст», сто обозначает сталь, и условным номером в виде цифры, стоящей после букв. Чем выше условный номер, тем больше содержание углерода (0,06...0,12% для Ст1, 0,38...0,49% для Ст6) и выше прочность.

Углеродистые качественные конструкционные стали имеют меньшее количество вредных примесей и неметаллических включений. Эти стали маркируются цифрами, указывающими содержание углерода в сотых долях процента. Например: сталь 30; сталь 45.

**Низкоуглеродистые (до 0,25 % С)** – пластичные стали. Детали, изготовленные из них, хорошо обрабатываются и подвергаются сварке.

**Среднеуглеродистые стали (0,3 – 0,55 % С)** имеют более высокую прочность, менее пластичны, но также хорошо обрабатываются, широко используются для изготовления разнообразных деталей машин.

**Высокоуглеродистые (0,6 - 0,85 % С)** – имеют повышенные прочностные и упругие свойства, а также

износостойкость. Из них изготавливают высокопрочные детали для работы при высоких нагрузках (рессоры, пружины и др.).

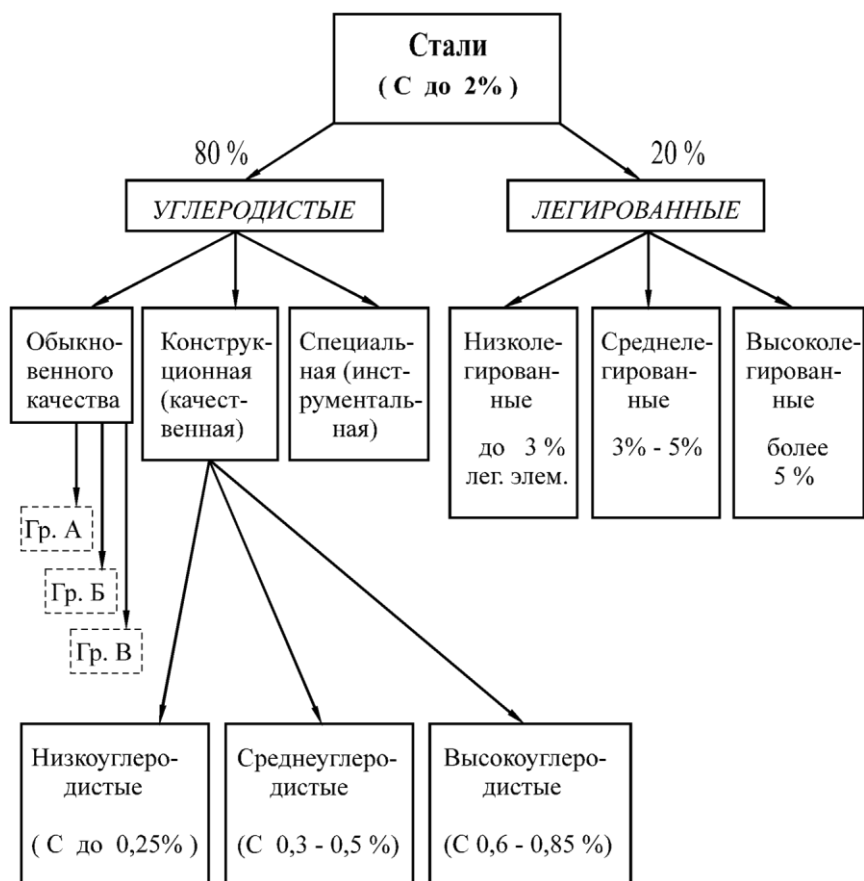


Рис. 5.15. Структурная схема основных видов сталей

**Легированными** называются стали, в которых присутствуют специально введенные легирующие элементы для улучшения их свойств.

В легированных сталях основными легирующими элементами являются марганец, кремний, хром и никель.

Помимо них во многих марках присутствуют титан, ванадий, молибден, вольфрам, кобальт, бор, ниобий, цирконий и другие элементы.

Легирующие элементы повышают твердость, прочность и улучшают другие свойства сталей. Так марганец, хром, молибден и вольфрам увеличивают глубину прокаливаемости (толщину закаливаемого слоя). Марганец обеспечивает более высокую износостойкость, а кремний повышает упругие свойства. Пластичность и вязкость увеличивает никель. Положительное влияние на коррозионную стойкость оказывают хром и молибден. Режущие свойства при повышенных температурах в зоне резания улучшают вольфрам и молибден.

Таким образом, мы видим, что такие элементы как молибден, вольфрам, титан, ванадий, бор, ниобий, цирконий при введении их в сталь в небольшом количестве обеспечивают значительное улучшение ее свойств. Особенно благоприятно на свойства сталей оказывает комплексное легирование одновременно несколькими элементами.

Легирующие элементы для маркировки сталей обозначаются следующими буквами: **Б** – ниобий, **В** – вольфрам, **Г** – марганец, **Д** – медь, **К** – кобальт, **Н** – никель, **М** – молибден, **Р** – бор, **С** – кремний, **Т** – титан, **Ф** – ванадий, **Х** – хром, **Ю** – алюминий, **Ц** – цирконий, **А** – азот, **П** – фосфор.

Маркируются эти стали следующим образом. Вначале пишутся цифры, указывающие на среднюю массовую долю углерода в сотых долях процента, за цифрами идут буквы, обозначающие наличие легирующих элементов, а цифры, стоящие после букв, означают примерную массовую долю легирующего элемента.

Например, обозначение 12Х2Н3А расшифровывается так: 0,12 % углерода, 2 % хрома, 3 % никеля, А – высококачественная сталь.

Если в конце марки через тире стоит буква Ш (например, 30ХГС-Ш), то это означает, что данная сталь особо-высококачественная.



Если сталь содержит до 1,5 % легирующего элемента, то цифра после соответствующей буквы не ставится.

Кроме того в промышленности применяются:

- специальные (инструментальные) стали - высокопрочные стали, из которых изготавливают режущий инструмент;
- рессорно-пружинные стали;
- подшипниковые стали;
- стали с особыми свойствами (коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные стали);
- стали для специальных видов обработки (высокой обрабатываемости резанием, для холодной листовой штамповки, для изготовления отливок).

### 5.7.2. Сплавы

**Сплавами** называются такие соединения металлов, у которых легирующих элементов больше, чем железа, а железа меньше 50 %. Сплавы можно разделить на несколько групп.

**Медные сплавы** почти в 5 раз дороже стали, они вырабатываются на основе латуни и бронзы.

Сплавы, полученные на основе *латуни*, хорошо обрабатываются, имеют высокие антикоррозионные свойства. Из них изготавливаются узлы трения, проволока. Например, **Л59; Л62**.

Сплавы, полученные на основе *бронзы*, почти в 10 раз дороже стали. Например, **Бр9**. Применяются в подшипниках скольжения, в червячных и винтовых колесах.

Обозначение **БрА9Ж4** означает, что сплав содержит 9 % алюминия и 4 % железа.

Баббиты в 20 раз дороже качественной стали. Они имеют очень высокую прочность. Из баббитов изготавливают подшипники скольжения, узлы трения.

Пример обозначения: **Б8** (8 % олова, дополнительные компоненты).

**Титановые сплавы** очень дорогие, применяются в трубопроводах, авиастроении и судостроении. Например, титановый сплав **ВТЗ** (3 % титана).

**Алюминиевые сплавы** имеют низкую прочность, поэтому применяются для изготовления деталей и отдельных элементов конструкций, которые не несут нагрузок и для изделий, которые должны обладать хорошей коррозионной стойкостью.

В авиационной промышленности широкое применение нашли дуралюмины, представляющие собой сплавы, основными компонентами которых являются алюминий, медь и магний с дополнительным введением марганца, который повышает коррозионную стойкость. Дуралюмины имеют хорошее сочетание прочностных и пластических свойств.

Дуралюмины маркируются буквой Д и следующими за этой буквой цифрами, являющимися условными номерами сплава. Например, Д16, Д19 и т.д.

**Чугунами** называются сплавы железа с углеродом (2 - 4 % С) и другими элементами. Чугуны бывают белые, ковкие и серые.

Белый чугун содержит до 4% углерода в виде цементита. Это весьма твёрдый и хрупкий материал, поэтому в машиностроении почти не применяется. Его используют для перделки в серый и ковкий чугун.

Ковкий чугун получают длительным нагревом при высоких температурах отливок из белого чугуна. В результате образуется графит хлопьевидной формы. Ковкий чугун обладает высокой прочностью и пластичностью, хорошо переносит вибрационные и ударные нагрузки. Пример обозначения: КЧ 30-6, КЧ 37-12.

Серый чугун содержит до 3,6% углерода в виде пластинчатого графита. Это прочный и хрупкий материал, но хорошо обрабатываемый. Применяется для изготовления неподвижных соединений, узлов трения, корпусов, его используют для изготовления литых деталей относительно

сложной конфигурации. Например, СЧ20. Цифра 20 получается делением предела прочности чугуна на 10.

### 5.7.3. Порошковые материалы

**Порошковые материалы** в последние годы находят всё более широкое применение в промышленности. Детали, изготовленные методом порошковой металлургии, не нуждаются в последующей механической обработке.

Сущность метода состоит в прессовании и последующем спекании в пресс-формах композиций металлических порошков и специальных присадок. В зависимости от композиции порошков могут быть получены материалы с необходимыми прочностными, фрикционными, антикоррозионными и другими свойствами. Этот метод реализует принцип безотходной технологии. Порошковые материалы широко используют при изготовлении тормозных колодок, вкладышей подшипников скольжения, малонагруженных зубчатых колес, втулок и др.

### 5.7.4. Неметаллические материалы

**К неметаллическим материалам**, применяемым в машиностроении, следует отнести полимеры, различные виды пластмасс, резиновые материалы и др.

**Полимеры** – это вещества, макромолекулы которых состоят из огромного количества элементарных звеньев (мономеров) одинаковой структуры.

Полимеры могут использоваться как самостоятельные материалы, так и в качестве связующего вещества для пластмасс. Они имеют хорошие технологические свойства. Детали из них изготавливаются прессованием, литьем, обработкой резанием, сваркой, склеиванием.

Основными полимерами, применяемыми в технике, являются: полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид (ПВХ),

полиамиды (нейлон, капрон), фторопласты, полиуретан, лавсан, органическое стекло.

**Пластмассы** - это материалы на основе природных или синтетических полимеров (смол). Они характеризуются высокой плотностью, высокой коррозионной стойкостью и прочностью.

Наибольшее распространение получили:

- *термоактивные слоистые* пластмассы (текстолит, асботекстолит);

- *термоактивные* пластмассы (волокнит, фенопласт и др.), используемые для изготовления шкивов, ступиц колес и других изделий бытовой техники;

- *термопластичные* пластмассы (органическое стекло плексиглас, винипласт, фторопласт) используются для изготовления стекол, труб, защитных пленок, ремней, зубчатых колес.

**Резина** - материал на основе натурального или искусственного каучука обладает высокой упругой податливостью (малой жесткостью), хорошо гасит колебания, сопротивляется истиранию и т.д. В зависимости от назначения резина изготавливается *мягкой* (для шин), *пористой* (для амортизаторов) и *жесткой* (эбонит, для изготовления электротехнических изделий).

Для повышения несущей способности изделий из резины их армируют текстильными и стальными элементами. Таковую резину используют для изготовления автопокрышек, ремней и т. д.

### 5.7.5. Композиционные материалы

Развитие авиационной промышленности, ракетно-космической техники и ядерной энергетики вызвало потребность в конструкционных материалах со специальными прочностными и физическими свойствами, которыми не обладают традиционные материалы.

Достигнуть этих целей можно путем объединения химически разнородных материалов (двух и более) с ценными специфическими свойствами в целый единый материал при сохранении их индивидуальных свойств. Такие материалы называются **композиционными**.

Композиционные материалы состоят из **матрицы** и **наполнителя**.

Матрица является основой, которая определяет форму изделия и делает весь конструкционный материал монолитным. Матрицы могут быть из металла и металлических сплавов, а также неметаллическими.

В матрицу вводят наполнитель, который может состоять из двух или более компонентов. Наполнители могут быть в виде мелкодисперсных частиц, порошков, волокон, жгутов, лент, многослойных тканей.

Композиционные материалы по сравнению с обычными сплавами обладают более высокой прочностью и жесткостью.

Характерным для большинства конструкционных материалов является то, что процесс получения материала совмещается с процессом изготовления деталей.

## **6. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ**

### **6.1. Понятия «метрология» и «измерение»**

**Метрология** - наука об измерениях, методах достижения их единства и требуемой точности.

Предметом метрологии является обработка количественной информации о свойствах объектов и процессов с заданной достоверностью.

Слово «метрология» образовано из двух греческих слов: «метрон» - мера и «логос» - учение. Дословный перевод слова «метрология» - учение о мерах.

Метрология относится к такой сфере деятельности, в которой основные положения обязательно должны быть закреплены стабильными законодательными актами.

В Российской Федерации до принятия Закона РФ от 27.04.1993г. №4871-1 «Об обеспечении единства измерений» фактически не было законодательных норм в области метрологии, нормы устанавливались постановлениями Правительства РФ. В настоящее время данный закон утратил силу в связи с принятием Федерального закона от 26.06.2008г. №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (далее – Закон о единстве измерений).

В соответствии с законом «Об обеспечении единства измерений»:

**единство измерений** – состояние измерений, при котором их единицы выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы;

**единица величины** – фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины и применяется для количественного выражения однородных с ней величин.

Одним из ключевых понятий метрологии является «измерение». Это - познавательный процесс, заключающийся в сравнении данной величины с известной величиной, принятой за единицу.

Закон «Об обеспечении единства измерений» дает следующее определение этому понятию:

**Измерение** – совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины.

Измерения играют важную роль в жизни человека. С измерениями он встречается постоянно в своей деятельности, начиная от определения расстояний на глаз и заканчивая контролем сложных технологических процессов и выполнением научных исследований.

Измерения являются одним из способов познания.

Развитие науки неразрывно связано с прогрессом в области измерений. Поэтому многие научные исследования сопровождаются измерениями, позволяющими установить количественные соотношения и закономерности изучаемых явлений. Д. И. Менделеев, руководивший отечественной метрологией в период 1892—1907 гг., писал: «Наука начинается с тех пор, как начинают измерять; точная наука немыслима без меры».

Любое современное производство не может эффективно функционировать без точного, объективного контроля технологического процесса, осуществляемого с помощью средств измерений. Улучшение качества продукции и повышение производительности в значительной степени обусловлены тем, насколько хорошо оснащено и организовано измерительное хозяйство предприятия. Автоматизация производства также невозможна без измерений, так как нельзя управлять объектом, не имея информации об объекте.

С другой стороны, достижения производства в области получения новых материалов, новых элементов с расширенными функциональными свойствами, новой технологии отражаются на характеристиках средств измерений и создают возможность для разработки принципиально новых средств измерений.

Если качество измерений не соответствует требованиям технологического процесса, то достижение высокого уровня качества продукции становится невозможным. Поэтому качество продукции в значительной степени зависит от точности измерений параметров качества материалов и комплектующих изделий, от скорости получения результатов.

Кроме того качество продукции зависит от поддержания заданных технологических режимов. А для регулирования технологических процессов также необходимо проведение измерений их параметров или, иными словами, осуществление **технического контроля качества.**

Таким образом, проблема обеспечения высокого качества продукции тесным образом связана с проблемой **качества измерений**.

В современном понимании **метрология** – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

К основным направлениям метрологии относятся:

- ✓ единицы физических величин и их системы;
- ✓ общая теория измерений;
- ✓ методы и средства измерений;
- ✓ методы определения точности измерений;
- ✓ основы обеспечения единства измерений;
- ✓ эталоны и образцовые средства измерений;
- ✓ методы передачи размеров единиц от эталонов и образцовых средств измерения рабочим средствам измерения.

Метрологию подразделяют на теоретическую, прикладную и законодательную.

**Теоретическая метрология** занимается вопросами фундаментальных исследований, созданием системы единиц измерений, физических постоянных, разработкой новых методов измерения.

**Прикладная (практическая) метрология** занимается вопросами практического применения результатов теоретических исследований в рамках метрологии в различных сферах деятельности.

**Законодательная метрология** включает совокупность взаимообусловленных правил и норм, направленных на обеспечение единства измерений, которые имеют обязательную силу и находятся под контролем государства.

## **6.2. Физическая величина как объект метрологии**

Объектом метрологии являются физические величины. Существуют неограниченное количество различных физических объектов, обладающих разнообразными физическими свойствами. Человек, стремясь познать эти физические объек-



ты выделяет некоторое ограниченное количество свойств, качественно объединяющих ряд объектов, но индивидуальных для каждого из них в количественном отношении. Такие свойства получили название физических величин.

Понятие «физическая величина» в метрологии, как и в физике, трактуется как свойство физических объектов (систем), присущее в качественном отношении многим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них (например, длина, масса, плотность, температура, сила, скорость).

Количественное содержание свойства в данном объекте, соответствующего понятию «физическая величина», выражает **размер физической величины**. Размер физической величины существует объективно, вне зависимости от того, что мы знаем о нем.

Совокупность величин, связанных между собой зависимостями, образуют **систему физических величин**.

Наличие ряда систем единиц физических величин, а также значительного числа внесистемных единиц, неудобства, связанные с пересчетом при переходе от одной системы единиц к другой, требовали унификации единиц измерений. Рост научно-технических и экономических связей между разными странами обуславливал необходимость такой унификации в международном масштабе.

Требовалась единая система единиц физических величин, практически удобная и охватывающая различные области измерений.

В 1954 г. X Генеральная конференция по мерам и весам установила шесть основных единиц (метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин и свеча) практической системы единиц. Система, основанная на утвержденных в 1954 г. шести основных единицах, была названа Международной системой единиц, сокращенно СИ (*SI*— начальные буквы французского наименования *Systeme International di Unites*). Был утвержден перечень шести основных, двух дополнительных и первый

список 27 производных единиц, а также приставки для образования кратных и дольных единиц.

В России с 01.09.2003г. действует Межгосударственный стандарт ГОСТ 8.417—2002 «ГСИ. Единицы величин», устанавливающий обязательное использование СИ. В нем перечислены единицы измерения, приведены их русские и международные названия и установлены правила их применения. По этим правилам в международных документах и на шкалах приборов допускается использовать только международные обозначения. Во внутренних документах и публикациях можно использовать либо международные, либо русские обозначения (но не те и другие одновременно).

Основные единицы СИ с указанием сокращенных обозначений русскими и латинскими буквами приведены в табл. 6.1. Производные единицы получаются из основных с помощью алгебраических действий, таких как умножение и деление.

Таблица 6.1

### Основные единицы СИ

Величина	Единицы измерения	Сокращенное обозначение единицы	
		русское	международное
Длина	метр	м	М
Масса	килограмм	кг	Кg
Время	секунда	с	S
Сила электрического тока	ампер	А	A
Термодинамическая температура	кельвин	К	K
Сила света	кандела	кд	cd
Количество вещества	моль	моль	mol

Приставки можно использовать перед названиями единиц измерения; они означают, что единицу измерения нужно умножить или разделить на определенное целое число, степень числа 10. Например, приставка «кило» означает

умножение на 1000: километр = 1000м; килограмм = 1000г.  
 Приставка «санти» означает умножение на  $10^{-2}$ : сантиметр = 0,01м; «милли» - умножение на  $10^{-3}$ : миллиметр = 0,001м.

В табл. 6.2. приводятся множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования.

Таблица 6.2

**Образование десятичных кратных и дольных единиц измерения**

Множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		русское	международное
$10^{18}$	экса	Э	E
$10^{15}$	пета	П	P
$10^{12}$	тера	Т	T
$10^9$	гига	Г	G
$10^6$	мега	М	M
$10^3$	кило	к	k
$10^2$	гекто	г	h
$10^1$	дека	да	da
$10^{-1}$	деци	д	d
$10^{-2}$	санти	с	c
$10^{-3}$	милли	м	m
$10^{-6}$	микро	мк	μ
$10^{-9}$	нано	н	n
$10^{-12}$	пико	п	p
$10^{-15}$	фемто	ф	f
$10^{-18}$	атто	а	a

**6.3. Понятие средства измерения**

**Средством измерения (СИ)** называется техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее

и хранящее единицу физической величины, размер которой принимается неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

Средства измерений классифицируют по следующим признакам:

- ✓ по конструктивному исполнению;
- ✓ метрологическому назначению;
- ✓ уровню стандартизации.

✓ По конструктивному исполнению СИ подразделяются на меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные установки и измерительные системы.

**Мера** – это средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера (рис. 6.1). Например: гиря – мера массы; резистор – мера электрического сопротивления.



Рис. 6.1. Примеры мер физических величин:

а – гиря – мера веса; б – ведро – традиционная русская мера объема жидкости; в - набор мер оптической плотности для визуального определения плотности радиографических снимков

**Измерительный прибор** – это средство измерения, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне (весы, вольтметр,

амперметр, тонометр, термометр, нутромер и т.д.). Примеры измерительных приборов приведены на рис. 6.2.

**Измерительный преобразователь** – это средство измерения, предназначенное для выработки измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения, но недоступной для непосредственного восприятия наблюдателем. Например, измерительные преобразователи температуры, давления, влажности, постоянного и переменного тока и т.д. (термопара, частотный преобразователь).



Рис. 6.2. Примеры измерительных приборов:  
а – нутромер для измерения внутренних линейных размеров; б - влагомер для измерения влажности древесины и строительных материалов; в – портативный шумомер для измерения уровня шума

**Измерительная установка** – совокупность средств измерений (мер, измерительных приборов, преобразователей) и вспомогательных устройств для выработки сигналов информации в форме, удобной для восприятия и расположенных в одном месте (испытательный стенд).

**Измерительная система** – это совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи, размещенных в разных точках контро-

лируемого пространства с целью измерения одной или нескольких физических величин, свойственных этому пространству.

По метрологическому назначению средства измерения подразделяются на:

**рабочие** – предназначены непосредственно для измерений в различных сферах деятельности, т.е. там, где необходимо получить значение той или иной величины (в науке, технике, в производстве, медицине и т.д.);

**метрологические** – предназначены для воспроизведения единицы и ее хранения или передачи размера единицы рабочим СИ, т.е. для метрологических целей (эталоны, образцовые СИ, поверочные установки, стандартные образцы).

По уровню стандартизации различают средства измерений:

**стандартизованные** – изготовленные в соответствии с требованиями государственных стандартов и соответствующие техническим характеристикам установленного типа средств измерений, полученным на основании государственных испытаний и внесенные в Государственный реестр СИ;

**нестандартизованные** – уникальные средства измерения, предназначенные для специальной измерительной задачи. они не подвергаются государственным испытаниям, но подлежат метрологической аттестации.

Важнейшей метрологической характеристикой средств измерений является **погрешность**.

Под **абсолютной погрешностью измерительного прибора** понимают разность между его показанием  $X_{п}$  и действительным значением измеряемой величины  $X_{д}$ :

$$\Delta X = X_{п} - X_{д} . \quad (6.1)$$

Однако в большей степени точность измерительных приборов характеризует **относительная погрешность**, т.е. выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности

к действительному значению измеряемой данным средством измерения величины:

$$\delta = \frac{100 \Delta X}{X_d}. \quad (6.2)$$

#### 6.4. Стандартизация в РФ

**Стандартизация** - деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

Стандартизацией человек занимается с древнейших времен. Например, письменность, возникшая согласно последним археологическим находкам в Шумере или Египте, насчитывает по меньшей мере 6 тыс. лет. Знаки, пиктограммы и другие формы письма можно рассматривать как ранние примеры стандартизации.

То же самое можно сказать о цифрах, которые появились у вавилонян около 4 тыс. лет назад, о нотной записи - появилась в Греции, вероятнее всего около 200 г. до н.э.

Началом международной стандартизации можно считать принятие в 1875 г. Международной метрической конвенции и учреждение Международного бюро мер и весов. Первые упоминания о стандартах в России отмечены во времена правления Ивана Грозного, когда были введены стандартные калибры для измерения пушечных ядер – **кружала**.

Петр I, стремясь к расширению торговли с другими странами, ввел технические условия, учитывающие повышенные требования иностранных рынков к качеству отечественных товаров, и организовал **бракеражные комиссии** в Петербурге и Архангельске. В обязанность этих комиссий

входила тщательная проверка качества экспортируемого Россией сырья (древесины, льна и т. д.).

Развитие же государственной стандартизации началось только при Советской власти.

**1925г.** – организован Комитет по стандартизации при Совете труда и обороны СССР и введена государственная стандартизация в СССР.

**1926г.** – утвержден первый общесоюзный стандарт «Пшеница. Селективные сорта зерна. Номенклатура».

**1927-1930г.г.** – Комитетом по стандартизации утверждено более 300 стандартов.

**1930г.** – установлена ответственность за качество продукции.

**1954г.** – создан Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР.

**1968г.** – разработан и утвержден комплекс государственных стандартов «Государственная система стандартизации» (ГСС).

**1970г.** - Комитет стандартов, мер и измерительных приборов преобразован в Государственный комитет Совета Министров СССР по стандартам (Госстандарт).

Значительный вклад в развитие стандартизации был внесен Советом экономической взаимопомощи. С 1962 года действовала Постоянная комиссия СЭВ по стандартизации (ПКС СЭВ).

**1974г.** – сессия СЭВ на своем заседании утвердила положение о стандарте Совета экономической взаимопомощи (СТ СЭВ). В этом же году странами-членами СЭВ была принята конвенция об обязательности применения СТ СЭВ.

**На 1 января 1985** года было утверждено более 5000 Ст СЭВ.

После распада СССР в декабре 1991г. правительства государств-участников СНГ, признавая необходимость проведения в области стандартизации согласованной технической политики, подписали 13 марта 1992г. Соглашение о политике в области стандартизации, метрологии и сертификации. В соответствии с Соглашением был создан Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации.



Его задачей являлась организация работ по стандартизации, а также метрологии и сертификации на межгосударственном уровне.

Для российской Федерации это послужило началом формирования национальной российской системы стандартизации. Национальная система стандартизации устанавливает общие организационно-технические правила системы стандартизации в Российской Федерации.

В настоящее время органом управления национальной стандартизацией в РФ является Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

### **6.5. Основные цели, объекты и субъекты стандартизации**

Основными **целями** стандартизации являются:

1. повышение уровня безопасности жизни и здоровья граждан, животных и растений, имущества физических и юридических лиц; государственного и муниципального имущества, а также уровня экологической безопасности;

2. обеспечение конкурентоспособности и качества продукции (работ, услуг); рационального использования ресурсов, взаимосвязи технических средств, а также технической и информационной совместимости;

3. создания систем классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации, систем каталогизации продукции, работ и услуг; систем обеспечения качества продукции, работ и услуг и менеджмента качества организаций; систем поиска и передачи данных;

4. содействие соблюдению требований технических регламентов и проведению работ по унификации.

Объекты и субъекты стандартизации:

**Объектом** или предметом стандартизации может быть продукция, процесс или услуга, для которых разрабатывают те или иные требования, характеристики, параметры, правила и т.п. Например, объекты:

- 1) сырье и природное топливо, материалы;
- 2) продукция, работы, процессы, услуги (как для населения, так и производственные услуги для предприятий и организаций).

Продукция производственно-технического назначения и товары народного потребления являются наиболее традиционными объектами стандартизации, на которые разработано наибольшее количество стандартов.

2) типовые технологические процессы, формы и методы организации труда и производства, правила выполнения производственных и контрольных операций, правила транспортировки и хранения продукции и т.д.

3) в социальной жизни: охрана труда и здоровья населения, охрана и улучшение природной среды обитания человека, рациональное использование природных ресурсов, средства информации и т.д.

**Субъектами** стандартизации являются организации, юридические и физические лица, деятельность которых напрямую связана со стандартизацией.

Например, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), служба стандартизации предприятия и т.д.

**Средствами стандартизации** являются методы стандартизации и нормативные документы по стандартизации.

(технические регламенты, стандарты, классификаторы, правила, нормы, рекомендации и др.).

**Стандарт** - документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции и правила осуществления процессов (проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации, выполнения работ и оказания услуг).

**Отраслевой стандарт** - документ, стандарт, сфера применения которого ограничена определенной отраслью народного хозяйства.

**Технические условия (ТУ)** - документы, выступающие в роли технических и нормативных, устанавливающих технические требования к продукции, услуге, процессу.

**Своды правил** - документы, в которых содержатся технические правила и/или описания всех процессов производственной деятельности.

**Технические регламенты** - обязательные документы (стандарты), утверждаемые как законы.

**Правила по стандартизации** - нормативный документ, устанавливающий обязательные для применения организационно-методические положения, которые дополняют отдельные положения стандартов.

**Нормы и рекомендации** в области стандартизации - документы, содержащие правила, советы организационно-методического характера.

**Общероссийские классификаторы** (от лат. classis - разряд, класс и facio - делаю) технико-экономической и социальной информации - система соподчиненных понятий, объектов и др., представленная в виде разрядов, классов и т.д. Например, Общероссийский классификатор промышленной и сельскохозяйственной продукции (ОКП).

## **6.6. Основные понятия в области оценки соответствия**

Для того чтобы определить, соответствует какой-либо объект требованиям нормативных документов или нет, проводят проверку. Эта проверка называется оценкой соответствия.

Определения всех терминов и понятий в области оценки соответствия приведены в межгосударственном стандарте **ГОСТ ISO/IEC 17000-2012 «Оценка соответствия. Словарь и общие принципы»**.

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

Определение соответствия объектов установленным требованиям проводится – **органами по оценке соответствия**. Компетентность органов по оценке соответствия обязательно должна быть подтверждена посредством аккредитации.

**Аккредитация** – процедура, посредством которой полномочный (авторитетный) орган официально признает компетентность определенной организации выполнять конкретные работы в заявленной области.

Оценка соответствия проводится с целью подтверждения (или не подтверждения) выполнения требований.

Оценка соответствия продукции проводится в соответствии с определенными схемами.

**Схема оценки соответствия** - это определенный порядок действий для подтверждения соответствия объекта заданным требованиям, который определяется органом по оценке соответствия.

В нашей стране существуют 3 группы схем. Первая применяется при сертификации товаров, попадающих под действие технических регламентов Таможенного союза. Вторая группа содержит схемы, которые предназначены для сертификации продукции на соответствие национальным требованиям системы ГОСТ Р, то есть действующих в России стандартов. И, наконец, третья группа схем применяется при сертификации продукции, на которую распространяются российские технические регламенты.

Если объектом оценки соответствия является продукция, то выбор конкретной схемы зависит от вида продукции, целей сертификации и объема выпуска продукции или партии товара.

В соответствии с Федеральным законом РФ № 184-ФЗ «О техническом регулировании» схемы оценки соответствия

устанавливаются исключительно в ТР и не могут быть скорректированы в процессе взаимодействия органа по оценке соответствия с заявителем.

**Объектами оценки соответствия** могут быть - продукция, различные процессы (производства, эксплуатации, хранения, реализации, утилизации), выполнение работ и оказание услуг, а также системы менеджмента.

Физическое или юридическое лицо, обратившееся в орган по оценке соответствия с заявлением о проведении соответствующих работ, называется **заявителем**.

**Подтверждение соответствия** – документальное удостоверение соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договора.

**Форма подтверждения соответствия** – определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции, процессов, работ или услуг заданным требованиям. Одной из форм подтверждения соответствия является сертификация.

## **6.7. История «сертификации»**

Слово «сертификация» в переводе с латинского (certifico) означает «подтверждаю, удостоверяю».

И хотя термин «сертификация» стал известен сравнительно недавно - в повседневной жизни и коммерческой практике его применяют чуть больше десятилетия, тем не менее, сертификация как процедура применялась еще в давние времена. И выражалась она в форме заявления изготовителя о том, что товар соответствует определенному качеству.

Например, Петр I заставлял изготовителей ружей и пушек лично производить выстрелы с трехкратным зарядом пороха. Это и являлось самосертификацией продукции.

Для подтверждения того, что товар соответствовал требованиям потребителя, использовались клеймение и маркировка. Благодаря таким отличительным знакам, высокока-

чественные товары были узнаваемы повсеместно и получали общественное признание, а слухи о них распространялись по всей России и за рубежом.

В метрологии сертификация давно известна именно как деятельность по официальной проверке и клеймению (или пломбированию) приборов и мер (например, весов, гири). Эта процедура подтверждает то, что прибор по своим конструктивным и метрологическим характеристикам удовлетворяет сертификационным требованиям.

Впервые определение понятия «сертификация» было дано в 1982г. Международной организацией по стандартизации - ИСО (International Standards Organization - ISO).

Что касается понятия «сертификат», то также существует целый ряд исторических фактов, подтверждающих существование его задолго до нашего времени. Например, процедура страхования много веков сопровождалась оценкой состояния страхуемого объекта, что удостоверялось выдачей документа. В международной метрологической практике термин «сертификат» используется уже более 100 лет. Известно, что в 1879 г. Россия получила **прототип килограмма**, к которому имелся сопроводительный документ со следующим названием:

«Международный комитет мер и весов. Сертификат Международного бюро мер и весов для прототипа килограмма № 12, переданного Министерству финансов Российской Империи». Для этого прототипа килограмма были проведены «сертификационные испытания». Для всей группы прототипов, а их было изготовлено 42 единицы, было проведено 1092 взвешивания. Прототипы сравнивали между собой и с международным (главным) прототипом, который в свою очередь, был сличен с архивным килограммом.

Официально же термин «сертификат» известен с XIX в.

В энциклопедическом словаре Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона, изданном еще в 1900 г., понятие сертификат трактовалось как «удостоверение».

Экономисты в те далекие времена тоже использовали термин сертификат и определяли его как «денежное свидетельство на определенную сумму» или как «облигацию специального государственного займа».

В переводе с латыни термин «сертификат» означает «сделано верно».

На данный момент классическим определением сертификации третьей стороной считается следующее.

**Сертификация** – это форма подтверждения соответствия результата производственной деятельности, товара, услуги нормативным требованиям, посредством которой «третья сторона» документально удостоверяет, что продукция, работа (процесс) или услуга соответствуют заданным требованиям.

В процедуре сертификации **«первую сторону»** представляет поставщик (изготовитель, продавец); **«вторую сторону»** - покупатель, потребитель.

**«Третья сторона»** - это независимая компетентная организация или лицо, осуществляющее оценку соответствия (качества) продукции или другого объекта.

Сертификация в России начала проводиться в 1993г. в соответствии с законом РФ «О защите прав потребителей», которым была установлена обязательная сертификация безопасности товаров народного потребления.

Предшественницей российской сертификации была сертификация в СССР отечественной экспортируемой продукции. Первоначально она проводилась в зарубежных центрах, и ее обязательность фактически устанавливалась не отечественными законами, а законодательством тех стран, в которые товары поставлялись из СССР.

И только в 1984 г. Правительством СССР было принято Постановление «О сертификации экспортируемой продукции».

В 1986г. Госстандартом был введен в действие Временный порядок сертификации продукции машиностроения.

Таким образом, в СССР постепенно формировалась законодательная база сертификации.

В 1988г. странами, входившими в состав СЭВ, была подписана Конвенция о системе оценки качества и сертификации взаимопоставляемой продукции (СЭПРО СЭВ). В том же 1988г. система СЕПРО СЭВ была введена в СССР.

Данная система предусматривала проведение сертификации с использованием как стандартов СЭВ, так и других международных норм и лучших национальных стандартов.

К 1991г. в союзе уже функционировало 14 испытательных центров, было аттестовано несколько производств.

Наряду с этим в СССР осуществлялась оценка соответствия продукции установленным требованиям в других формах:

- аттестация по категориям качества;
- государственная приемка продукции;
- государственные испытания (им подвергалось около 30% продукции, аттестованной по категориям качества);
- государственный надзор за соблюдением стандартов.

После ликвидации СССР в России все вышеперечисленные формы оценки соответствия продукции были отменены.

С 1 сентября 1992 г. постановлением Правительства РФ от 22.07.1992г. №508 была поэтапно введена обязательная сертификация производимых в РФ и ввозимых на ее территорию товаров в соответствии с порядком подтверждения безопасности товаров (работ, услуг) изготовителем (продавцом).

Номенклатура продукции, подлежащей сертификации, утверждалась коллегией Госстандарта РФ и распространялась в основном на покупаемые товары.

Однако согласно вышеуказанному постановлению Правительства обязательной сертификации подлежали также изделия, производимые в РФ и связанные с безопасной



жизнедеятельностью людей (самолеты, морские суда, автомобили, с/х машины, лифты и пр.).

К концу 90-х годов в РФ уже существовала Государственная Система сертификации, которая имела следующую организационную структуру:

- Госстандарт России (национальный орган по сертификации);
- органы по сертификации однородной продукции;
- испытательные лаборатории (центры).

### 6.8. Формы подтверждения соответствия

**Форма подтверждения соответствия** – определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции, процессов, работ или услуг заданным требованиям.

В соответствии с законодательством подтверждение соответствия на территории РФ может носить добровольный или обязательный характер (рис. 6.3).

#### **ФОРМЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ.**

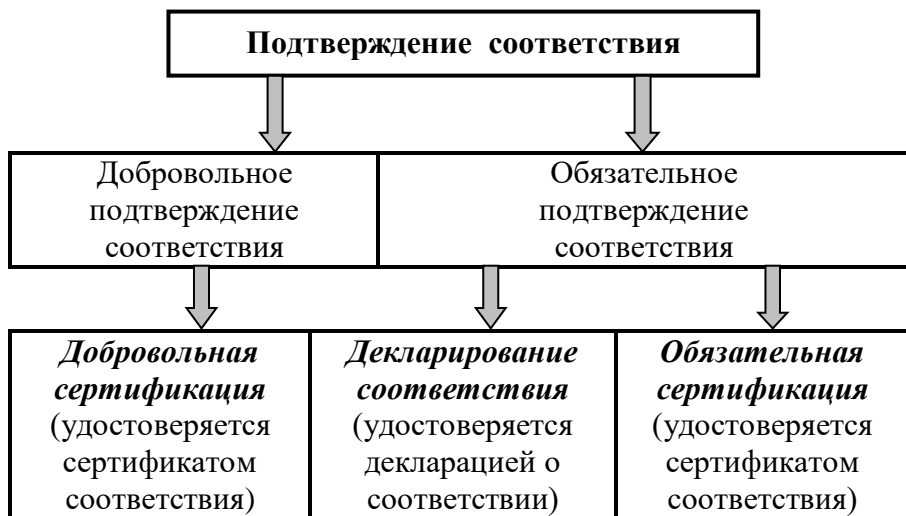


Рис. 6.3. Формы подтверждения соответствия

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме - **добровольной сертификации**.

Добровольной сертификации подлежит продукция (процессы, работы, услуги), на которые отсутствуют обязательные для выполнения требования по безопасности.

Добровольная сертификация не может заменить обязательную сертификацию, если она предусмотрена законодательством для данного вида продукции. Однако в рамках добровольной сертификации продукции, прошедшей обязательную сертификацию, могут проверяться дополнительные требования.

Для производителя добровольная сертификация его продукции, проведенная известной организацией, означает большую вероятность того, что его продукцию купят. **Добровольная сертификация повышает конкурентоспособность продукции**, ускоряет процесс товарооборота и тем самым выступает как эффективный рыночный инструмент, в котором заинтересован как потребитель, так и производитель.

Добровольная сертификация направлена на борьбу за клиента, т. к. ее проведение ограничивает доступ на рынок некачественных изделий, за счет проверки таких показателей как надежность, эстетичность, экономичность и т. д.

Обязательное подтверждение соответствия является формой государственного контроля за безопасностью продукции и может осуществляться только в случаях, предусмотренных законодательством РФ.

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в 2-х формах:

- **принятия декларации о соответствии** (декларирование соответствия);
- **обязательной сертификации**.

Порядок применения форм обязательного подтверждения соответствия устанавливается Федеральным законом РФ № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Перечни товаров (работ, услуг), подлежащих обязательной сертификации утверждаются правительством РФ. На основании этих перечней разрабатывается и вводится в действие «Номенклатура продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация».

В случае обязательной сертификации соответствие продукции требованиям подтверждается **сертификатом соответствия**.

**Сертификат соответствия** – это документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Сертификат соответствия выдает заявителю орган по сертификации. Срок действия сертификата определяется соответствующим ТР.

Перечень отдельных видов продукции, в отношении которых обязательная сертификация заменяется декларированием соответствия, определяется Правительством РФ и ежегодно дополняется.

Декларирование соответствия осуществляется в форме подачи декларации о соответствии по одной из двух схем:

**1 схема:** принятие декларации о соответствии на основании только собственных доказательств – в этом случае **заявитель самостоятельно подтверждает соответствие** продукции требованиям ТР. Для этого он формирует так называемые доказательственные материалы, в перечень которых входят техническая документация, результаты собственных исследований, испытаний, измерений т.д.

**2 схема:** принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств и доказательств,

полученных с участием третьей стороны (например, испытательной лаборатории (ИЛ) или испытательного центра (ИЦ)).

При декларировании по 2-ой схеме заявитель дополняет собственные доказательства:

- протоколами исследований (испытаний) и измерений, проведенных в аккредитованной ИЛ или ИЦ;
- а также предоставляет сертификат системы качества, выданный аккредитованным ОС, который осуществляет периодический контроль сертификата.

Декларация о соответствии и сертификат соответствия имеют равную юридическую силу и действуют на всей территории РФ.

Для информирования потребителя о соответствии продукции нормативным требованиям на упаковку, этикетку или товарный ярлык наносится знак соответствия или как его обычно называют, знак РСТ (рис. 6.4).

Знак соответствия информирует покупателя о том, что:

- данная продукция сертифицирована (или декларирована);
- соответствует установленным нормативным требованиям;
- и на нее оформлен разрешительный документ.

Правила нанесения знака соответствия регламентируются ГОСТ Р 50460-92 «Знак соответствия при обязательной сертификации. Форма, размеры и технические требования».

Разрешение на использование знака соответствия выдается органом по оценке соответствия.



Рис. 6.4. Виды Знаков соответствия:

- а – знак соответствия при обязательной сертификации;
- б – знак соответствия при добровольной сертификации;
- в - знак соответствия при декларировании соответствия;
- г - знак обращения на рынке, обозначает соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов

## **7. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ**

### **7.1. Международная организация по стандартизации ИСО**

В области международной стандартизации работает большое количество организаций, которые занимаются разработкой и внедрением нормативных документов, изданием справочников, периодической справочной литературы.

В 1946 г. на заседании Комитета по координации стандартов ООН было решено создать **Международную организацию по стандартизации (ИСО)**.

ИСО начала работать в 1947 г. В настоящее время это вторая по численности стран-членов международная организация. Всего в состав ИСО входят свыше 160 стран своими национальными организациями по стандартизации. СССР был одним из основателей ИСО.

Наряду с Англией, Францией и США СССР постоянно входил в состав руководящих органов. Россия стала членом этой организации как правопреемник СССР. В настоящее время Россию в ИСО представляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

Штаб-квартира ИСО находится в Женеве.

Официальные рабочие языки - английский, французский и русский.

Цель этой международной некоммерческой организации - содействие развитию стандартизации в мировом масштабе для облегчения товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в интеллектуальной области, научной, технической и экономической сферах.

Основными задачами ИСО являются разработка и опубликование международных стандартов, а также гармонизация национальных стандартов.

ИСО включает руководящие и рабочие органы. Руководящие органы: Генеральная ассамблея, Совет, Техническое руководящие бюро. Рабочие органы - технические комитеты, подкомитеты, рабочие группы.

**Генеральная ассамблея** – является высшим органом управления ИСО. Это собрание должностных лиц и делегатов, назначенных комитетами-членами. Всего в составе ИСО более 80 комитетов-членов. Каждый комитет-член имеет право представить не более трех делегатов, но их могут сопровождать наблюдатели (члены-корреспонденты и члены-подписчики). Комитеты-члены имеют право принимать участие во всех структурах управления ИСО и голосовать по проектам стандартов.

**Совет** руководит работой ИСО в перерывах между сессиями Генеральной ассамблеи. В Совет входят представители национальных организаций по стандартизации стран-членов ИСО. Совет имеет право, не созывая Генеральной ассамблеи, направить в комитеты - члены Совета вопросы для консультации или поручить им их решение. На заседаниях Совета решения принимаются большинством голосов присутствующих комитетов — членов Совета. В период между заседаниями и при необходимости Совет может принимать решения посредством переписки.

Совету ИСО подчиняются семь консультативных комитетов, созданных для работы по отдельным направлениям: Техническое руководящее бюро (ПЛАКО); Комитет по изучению научных принципов стандартизации (СТАКО); Комитет по оценке соответствия (КАСКО), Комитет

по защите интересов потребителей (КОПОЛКО), Комитет по оказанию помощи развивающимся странам (ДЕВКО). Комитет по научно-технической информации (ИНФКО), Комитет по стандартным образцам (РЕМКО).

Технические комитеты (ТК) подразделяются на общетехнические и комитеты, работающие в конкретных областях техники.

Общетехнические ТК (в ИСО их насчитывается порядка 26) решают общетехнические и межотраслевые задачи (например, ТК 12 «Единицы измерения», ТК 37 «Терминология»). Остальные ТК (их около 140) действуют в конкретных областях техники (ТК 22 «Автомобили», ТК 39 «Станки» и др.).

В рамках ТК работают подкомитеты (ПК) и рабочие группы (РГ). В зависимости от степени заинтересованности каждый член ИСО определяет статус своего участия в работе каждого ТК. Членство может быть активным и в качестве наблюдателей.

Проекты международных стандартов разрабатываются непосредственно рабочими группами, действующими в рамках технических комитетов. Проект международного стандарта считается принятым, если он одобрен большинством (75%) активных членов ТК.

Значительными достижениями ИСО являются: разработка международной системы единиц измерения; принятие метрической системы резьбы; принятие системы стандартных размеров и конструкций контейнеров для перевозки грузов всеми видами транспорта. Очень актуальна в настоящее время работа ТК 176 «Системы обеспечения качества» по разработке стандартов серии ISO 9000.

## **7.2. Основные понятия**

Основные понятия в области управления качеством приведены в международном стандарте ISO 9000:2015

«Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь».

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9000-2015:

**качество** – степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям;

**менеджмент** – скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией;

**менеджмент качества** – скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству.

Руководство и управление применительно к качеству обычно включает в себя:

*разработку политик и целей в области качества и процессов для достижения этих целей в области качества посредством планирования качества, обеспечения качества, управления качеством и улучшения качества.*

**политика в области качества** – политика (намерения и направление организации, официально сформулированные высшим руководством), относящаяся к качеству;

**цели в области качества** – результат, который должен быть достигнут в отношении качества;

**планирование качества** – часть менеджмента качества, направленная на установление целей в области качества и определяющая необходимые операционные процессы и соответствующие ресурсы для достижения целей в области качества;

**обеспечение качества** – часть менеджмента качества, направленная на создание уверенности, что требования к качеству будут выполнены;

**управление качеством** – часть менеджмента качества, направленная на выполнение требований к качеству;

**улучшение качества** – это часть менеджмента качества, направленная на увеличение способности выполнить требования к качеству.

### 7.3. Этапы и процессы жизненного цикла продукции



Успешная деятельность любой организации обусловлена выпуском продукции, которая:

- отвечает четко определенной области применения и назначению;
- удовлетворяет потребностям потребителя;
- предлагается потребителю по конкурентоспособным ценам;
- соответствует применяемым стандартам и техническим условиям;
- отвечает требованиям общества;
- учитывает требования окружающей среды.

В связи с вышесказанным проблема обеспечения качества является в настоящее время очень актуальной.

В 1970-1980 г.г. ученые и специалисты многих стран пришли к выводу, что качество не может быть гарантировано только путем контроля готовой продукции.

Обеспечение качества должно начинаться гораздо раньше, еще на этапе изучения требований рынка. И продолжаться на всех этапах создания и совершенствовании продукции – на стадии проектных и конструкторских разработок, при выборе поставщиков материалов и комплектующих изделий, на всех стадиях производства, и конечно, при реализации продукции, ее техническом обслуживании у потребителя и утилизации после использования – на всех этапах ее жизненного цикла.

**Жизненный цикл продукции («петля качества»)** – концепция, которая описывает развитие продукта с момента его создания до утилизации.

Выделяют следующие типичные этапы жизненного цикла продукции:

1. маркетинг, поиск и изучение рынка;
2. проектирование и разработка технических требований, разработка продукции;
3. материально-техническое снабжение;
4. подготовка и разработка производственных процессов;
5. производство;

6. контроль, проведение испытаний и обследований;
7. упаковка и хранение;
8. реализация и распределение;
9. монтаж и эксплуатация;
10. техническая помощь в обслуживании;
11. утилизация после использования.

#### **7.4. Система менеджмента качества. Определяющие принципы**

Для достижения поставленных целей и обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции каждое предприятие должно разработать систему менеджмента качества (систему качества), позволяющую контролировать все технические и административные факторы производства.

СМК представляет согласованную рабочую структуру, действующую в фирме, которая с помощью эффективных технических и управленческих методов обеспечивает наилучшее взаимодействие людей, машин, информации. Результатом такого взаимодействия является повышение качества выпускаемой продукции и удовлетворение требований потребителей, предъявляемых к качеству, а также снижение расходов на качество.

**Система менеджмента качества** – часть системы менеджмента применительно к качеству;

**система менеджмента** – совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих элементов организации для разработки политик, целей и процессов для достижения этих целей;

**высшее руководство** – это лицо или группа людей, осуществляющих управление организацией на высшем уровне.

Определяющие принципы менеджмента качества сформулированы в национальном стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь».

К этим принципам относятся следующие.

**1) Ориентация на потребителей** – менеджмент качества нацелен на выполнение требований потребителей и на стремление превзойти их ожидания. Потребитель – это важнейший участник процесса производства и главный эксперт по оценке его результатов.

**2) Лидерство** – лидеры на всех уровнях организации обеспечивают единство цели и направления деятельности организации и создают условия, в которых работники взаимодействуют для достижения целей организации в области качества.

**3) Взаимодействие работников** – для организации крайне важно, чтобы все работники были компетентными, наделены полномочиями и вовлечены в создание ценности. Компетентные, наделённые полномочиями и взаимодействующие работники на всех уровнях организации повышают ее способность создавать ценность.

**4) Процессный подход** – все виды деятельности, совершаемые на предприятии или в организации, рассматриваются как процессы, упорядоченные последовательности этапов (шагов, элементов), преобразующих входы в выходы.

*Последовательные и прогнозируемые результаты достигаются более эффективно и результативно, когда деятельность осознается и управляется как взаимосвязанные процессы, которые функционируют как согласованная система.*

**5) Улучшение** – успешные организации постоянно нацелены на улучшение; постоянное улучшение деятельности организации следует рассматривать как ее неизменную цель.

**7) Принятие решений, основанное на свидетельствах** – решения, основанные на анализе и оценке данных информации, с большей вероятностью создадут желаемые результаты.

Все данные и вся информация, на основе которых принимаются какие-либо решения, должны быть точными, достоверными, объективными и надежными.

**8) Менеджмент взаимоотношений** – для достижения устойчивого успеха организации управляют своими взаимоотношениями с соответствующими заинтересованными сторонами, такими, как поставщики.

### **7.5. Эффект СМК для предприятия**

СМК – средство для достижения определенных результатов на рынке. В современных условиях у конкурентов имеются большие возможности, чтобы изучить новый продукт, ставший лидером продаж, и приблизить качество своей продукции к его уровню. При этом преимущество получит то предприятие, которое сможет предложить потребителям приемлемое им качество продукции по более низкой цене. Возможность достижения такого результата во многом зависит от эффективности СМК.

СМК имеет положительный как внепроизводственный, так и внутрипроизводственный эффект.

*Внепроизводственный эффект СМК:*

- доверие потребителей к предприятию;
- улучшение имиджа предприятия;
- большая степень доверия финансовых учреждений;
- реализация требований потребителей на всех процессах предприятия при соблюдении законодательных рамок и соответствующих норм.

*Внутрипроизводственный эффект СМК:*

- надежная организация производственной, управленческой, коммуникационной и информационной структур и производственных процессов;
- создание внутрипроизводственных механизмов для координации и управления деятельности предприятия;
- экономия затрат на устранение возникшего брака или предупреждение его;
- оптимизация процессов на основе регулярного анализа функционирования СМК;

- сохранение имеющихся «ноу-хау» даже при незапланированных событиях (например, смена персонала);
- создание эффективных систем для надежной корректировки допускаемых ошибок и предупреждению их.

Разработка и внедрение СМК на предприятии включает, как правило, четыре основных этапа:

1. Подготовка к разработке СМК. Создание организационной структуры СМК.
2. Создание комплекса документации СМК.
3. Внедрение СМК.
4. Подготовка и проведение сертификации СМК.

## **7.6. Концепция всеобщего управления качеством - TQM**

Ведя разговор о системах качества, его обеспечении и постоянном улучшении, нельзя обойти стороной такое ныне популярное во всем мире понятие, как Total Quality Management (TQM).

Существует много вариантов перевода этого понятия. Можно перевести, как "Всеобъемлющее управление качеством", а можно - "Тотальный менеджмент качества". Вряд ли неосведомленный человек сможет понять их суть. Поэтому мы постараемся объяснить, что же такое TQM.

В последнее время в отечественной прессе появился ряд публикаций, представляющих TQM как панацею от всех бед российских предприятий. При этом из поля зрения выпадает тот факт, что TQM - это способ ведения бизнеса, а не просто программа, и внедрение TQM требует большой длительной работы при участии всех сотрудников организации. В разработку системы менеджмента в соответствии с принципами TQM вовлекается большинство сотрудников организации, а полное воплощение этой системы должно производиться с применением современных технологий (организационных, управленческих, информационных и др.).

Этот процесс требует перестройки всей деятельности организации, согласованной работы всех структурных подразделений, а также длительного периода времени.

Немногие источники приводят данные о том, что TQM может реально дать российским предприятиям, с какими сложностями они могут столкнуться при внедрении TQM, какие факторы нужно учитывать при принятии решения о внедрении данной системы.

Практика показывает, что квалифицированное использование методологии TQM обеспечивает:

1. Увеличение степени удовлетворенности клиентов продуктами и услугами. В условиях TQM обязательным является удовлетворение всех клиентов, а также дополнительные усилия по предупреждению их ожиданий.

2. Улучшение имиджа и репутации фирмы.

3. Повышение производительности труда. Оно наступает автоматически, как только работники становятся партнерами по внедрению TQM.

4. Увеличение прибыли.

5. Повышение качества и конкурентоспособности продукции и услуг. Обеспечение экономической устойчивости предприятия, а также рационального использования всех видов ресурсов.

7. Повышение качества управленческих решений.

8. Внедрение новейших достижений в технике и технологиях.

**Всеобщее управление качеством** - современная концепция, которая вобрала в себя множество уже известных методов организации работ, принципов увеличения комплексной производительности (т. е. не только производительности труда) и мероприятий по совершенствованию организационных процессов.

Концепция TQM представляет собой **подход к руководству организацией, нацеленный на качество, базирующийся на участии всех членов организации и на достижении долгосрочного успеха путем удовлетворения**

**требований потребителя и обеспечения выгоды для членов организации и общества.**

## **8. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ**

### **8.1. Понятие статистических методов**

В окружающем нас мире протекает бесконечным множеством явлений, связанных между собой более или менее тесными связями.

Всякая наука, изучая то или иное явление, устанавливает основные **закономерности**, отражающие основные внутренние факторы, присущие данным явления.

Все бесконечно многообразные факторы в любом явлении принципиально невозможно изучить. На любом этапе человеческого познания в любом явлении остается множество неизученных факторов.

Это приводит к тому, что закономерности всегда выполняются неточно, т.е. с некоторыми отклонениями.

Случайные отклонения от закономерности, порождаемые бесчисленным множеством неучтенных факторов в данном явлении, называются **случайными явлениями**.

При одном наблюдении данного явления нельзя заранее предсказать, какое именно произойдет случайное отклонение от закономерности. Например, производя какое-либо измерение нельзя заранее предвидеть, какова будет ошибка измерения.

Однако при большом числе наблюдений любых явлений в самих случайных явлениях обнаруживаются закономерности, которые можно изучать и использовать для учета их влияния на течение исследуемых явлений.

Такие случайные явления, которые можно наблюдать практически неограниченное число раз в одинаковых условиях, называются **массовыми случайными явлениями**.

Наукой, изучающей массовые случайные явления, является **теория вероятностей**.

История развития науки показывает, что многие научные отрасли приходят к необходимости учитывать случайные явления и исследовать их влияние на изучаемые процессы.

На начальном этапе развития каждая прикладная наука изучает только основные закономерности рассматриваемых явлений. И только на определенном этапе развития возникает необходимость учета отклонений от закономерностей и их влияния на протекание изучаемых явлений и процессов. Вследствие этого в любой прикладной отрасли науки возникает необходимость применения методов теории вероятностей.

С теорией вероятностей тесно связана **математическая статистика** – наука, разрабатывающая рациональные приемы обработки опытных данных, относящихся к массовым явлениям и отражающих влияние рассеивающих случайных факторов. Эти приемы носят название **математико-статистических методов**. В связи с этим, методы теории вероятностей часто называют статистическими методами. Области применения **вероятностных** или **статистических методов** непрерывно расширяются.

Так, например, после того как в тридцатые годы XX столетия было установлено, что явления турбулентности могут быть с успехом изучены с помощью вероятностных методов, появилась **статистическая теория турбулентности**.

## **8.2. Основы статистических методов в управлении качеством**

Математико-статистические методы, в частности, применяют при управлении качеством.

Идея статистических методов контроля и управления качеством продукции была впервые высказана еще в 1846 г. академиком Михаилом Васильевичем Остроградским. И заключается она в том, что о генеральных характеристиках всей



испытываемой партии изделий судят по выборочным характеристикам, определяемым по малой выборке из партии (лота).

Любой контролируемый параметр продукции задается номинальным значением  $x_{ном}$ . этого параметра и полем допуска на него  $\Delta_{изд.}$ , равным:

$$\Delta_{изд.} = x_v - x_n, \quad (8.1)$$

где  $x_v$  и  $x_n$  – верхнее и нижнее допустимые значения параметра соответственно.

Изменчивость условий, в которых протекает производственный процесс, приводит к тому, что фактические значения его параметров не совпадают с номинальными значениями, а имеют некоторое **технологическое рассеивание**. Причем появление того или иного значения наблюдаемого параметра носит случайный (вероятностный) характер.

**Поле рассеивания** (или **полное технологическое рассеивание**) – это область значений параметра, в которой он появляется с вероятностью равной единице.

Все возможные значения контролируемого параметра образуют **генеральную совокупность (ГС)**. Числовые значения параметра, образующие ГС случайны и подчинены неизвестному закону распределения.

Для разных процессов ГС имеет разные законы распределения. Законы распределения имеют большое прикладное значение в области промышленного производства для решения задач, связанных с обеспечением качества продукции.

*Основной задачей математической статистики* является изучение распределений случайных величин и их числовых характеристик (параметров распределения) на основе экспериментальных данных. Для этого исследуется некоторая часть ГС, именуемая **выборкой**. Число значений параметра в выборке называется **объемом** или **размером** выборки.

Чтобы выборка с достаточной степенью точности отражала свойства ГС, принимают меры, чтобы каждый

элемент ГС имел одну и ту же вероятность попасть в состав выборки. Такая выборка называется **репрезентативной** или **представительной**. Характеристики показателей ГС, определяемые на основе данных выборки, называются **выборочными**, или **статистическими**, а метод их получения - **статистическим методом**.

В отличие от теории вероятностей в математической статистике все оценки параметров законов распределений являются случайными величинами. Причем точность их приближения к действительным значениям повышается с увеличением объема выборки.

### **8.3. Семь основных инструментов контроля качества**

Статистические методы контроля производства и качества продукции имеют ряд преимуществ перед другими методами. Они являются профилактическими и позволяют во многих случаях перейти к выборочному контролю и тем самым снизить трудоемкость контрольных операций.

Кроме того статистические методы позволяют наглядно представить и проследить динамику качества продукции, что позволяет своевременно принимать меры к предупреждению брака не только контролерам, но и рабочим, мастерам, технологам и другим работникам цеха. По сложности реализации статистические методы делят на элементарные (простые) и новые инструменты контроля качества.

Различают семь основных (элементарных) инструментов, которые в своей совокупности образуют эффективную систему методов контроля и анализа качества. С помощью семи основных инструментов, по свидетельству К. Исикавы, может решаться от 50% до 95% всех проблем, находящихся в поле зрения производственников. Элементарные инструменты названы так ввиду их

сравнительной простоты и доступности, благодаря чему они получили наибольшее распространение.

Применение семи простых методов не требует специального образования. Их могут применять все – от руководителя до рабочего, во всех подразделениях предприятия. Семь простых методов могут применяться в любой последовательности, в любом сочетании. Их можно использовать как аналитическую систему, и как отдельные инструменты.

#### **Элементарные методы:**

- Расслоение
- Контрольные листки и Графики
- Причинно-следственная диаграмма (Диаграмма Исикавы)
- Гистограммы
- Диаграмма разброса
- Контрольные карты
- Анализ Парето.

### **8.4. Расслоение (стратификация)**

*Стратификация* – разделение полученных данных на отдельные группы (слои, страты) в зависимости от выбранного стратифицирующего фактора.

Это не что иное, как процесс сортировки данных согласно некоторым критериям, результаты которой часто показываются в виде диаграмм и графиков.

Стратификация является основой для других инструментов, таких как анализ Парето или диаграммы рассеивания. Такое сочетание инструментов делает их более мощными.

В качестве стратифицирующего фактора могут быть выбраны любые параметры, определяющие особенности условий возникновения стратификации:

- операторы, производственные бригады, участки, цехи, предприятия и т.д.;
- время сбора данных;

- разные виды сырья;
- различные виды оборудования, средства измерения и т.д.

Например, при анализе источника дефектной продукции, поставляемой предприятию несколькими сторонними организациями, целесообразно произвести стратификацию дефектной продукции по каждому поставщику. Стратифицирующий фактор в данном случае – поставщик.

В зарубежной практике при стратификации статистических данных рекомендуется использовать мнемонический прием «4М...6М», позволяющий легко запомнить типовые причины (факторы), по которым может быть произведена стратификация (группировка), статистических данных.

Данный прием основан на использовании английских слов, начинающихся на букву М и определяющих основные группы причин (факторов) стратификации данных.

1. Manpower (персонал) - расслоение по исполнителям (по их квалификации, стажу работы, полу и т. п.).
2. Machine (машина) - стратификация по оборудованию (по новому и старому оборудованию, марке, конструкции, выпускающей фирме и т.п.).
3. Material (материал) - группировка по виду материала, сырья, комплектующих (по месту добычи или производства,

фирме-изготовителю, партии, сорту материала и т. п.).

4. Method (метод, технология) - расслоение по способу производства (по технологическому приему, температурному режиму, номеру цеха, смены, участка, рабочим и т. п.).
5. Measurement (измерение) - по методу измерения, типу измерительных средств, классу точности прибора и т. п.
6. Media (окружающая среда) - по температуре, влажности воздуха в цехе; магнитным и электрическим полям, солнечному излучению и т. п.

При практическом использовании метода стратификации рекомендуется действовать следующим образом:

- выбрать интересующие данные;
- выбрать стратифицирующий фактор и категории (группы), на которые разделяются данные;
- разгруппировать данные на основании выбранных категорий;
- оценить результаты группировки по каждой из категорий;
- представить полученные результаты соответствующим образом;
- проанализировать необходимость дополнительного изучения данных;
- спланировать последующую работу для дополнительного подтверждения полученных результатов.

На рис. 8.1 приведен пример анализа источника возникновения дефектов.

Все дефекты (100%) были классифицированы на четыре категории - по поставщикам, по операторам, по смене и по оборудованию.

Из анализа представленных данных наглядно видно, что наибольший вклад в наличие дефектов вносит в данном случае «поставщик 2». Затем следуют факторы «смена 1» и «оборудование 2». При расслоении по операторам значения факторов мало отличаются, но, тем не менее, можно выделить два преобладающих: «оператор 1» и «оператор 4».

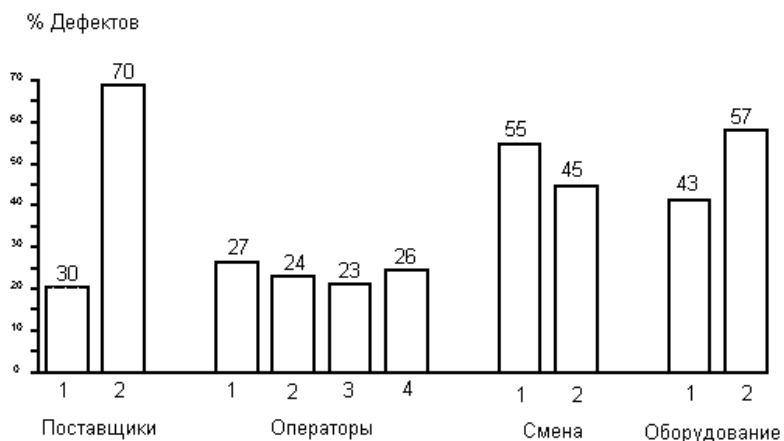


Рис. 8.1. Пример расслоения данных по методу стратификации

### 8.5. Контрольные листки

Контрольные листки позволяют легко регистрировать данные и выявлять несоответствия (рис. 8.2).

Наименование Документа		Контрольный листок по видам дефектов	
Предприятие: ХХХ	Изделие: _____	Кол-во Деталей  _____	
Цех: _____	Операция: _____		
Участок: _____	Контролер: _____		
<i>Типы дефектов</i>	<i>Данные контроля</i>	<i>ИТОГО</i>	
Деформации		47	
Царапины		42	
Трещины		24	
Раковины		38	
Пятна		53	
Разрыв		7	
Прочие		12	
<b>ИТОГО</b>			

Рис. 8.2. Пример бланка контрольного листка

Они могут применяться как при контроле по качественным, так и при контроле по количественным признакам.

*Контрольные листки* - это бланки, которые заполняют на рабочих местах. Контрольные листки служат для проверки определенных нормативных признаков, регистрации возникновения отдельных проблем (дефектов, поломок и т.д.), отображения частоты наступления определенной величины измеряемого параметра.

## 8.6. Причинно-следственная диаграмма

Причинно-следственная диаграмма применяется, как правило, при анализе дефектов, приводящих к наибольшим потерям. На диаграмме наглядно представлены связи между потенциальными причинами и их последствиями (возникающими проблемами).

Диаграмма дает возможность выявлять причины несоответствий и сосредоточиваться на их устранении.

При анализе проблем, связанных с качеством продукции, обычно рассматриваются следующие группы факторов: технология, оборудование, персонал, материалы, методы измерения, организация производства, внешние условия (рис. 8.3).

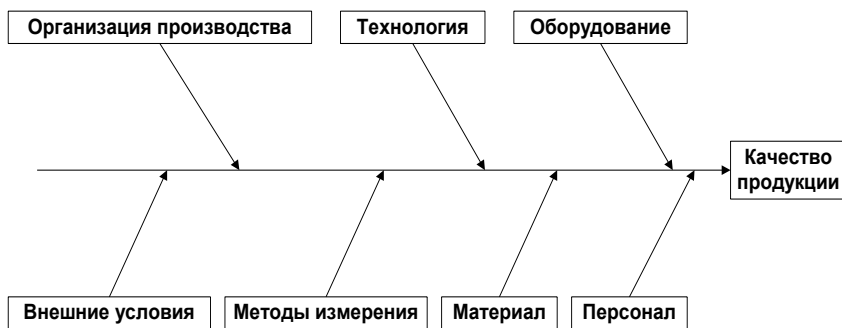


Рис. 8.3. Основные группы факторов, определяющие

## качество продукции

При анализе указанных причин выявляются вторичные, а может быть и третичные, причины, приводящие к дефектам и подлежащие устранению. Для анализа дефектов и построения диаграммы необходимо определить максимальное число причин, которые могут иметь отношение к потере качества.

Пример диаграммы Исикавы определения причин брака готовой продукции приведен на рис. 8.4.



Рис. 8.4. Причинно-следственная диаграмма (диаграмма К. Исикавы)

## 8.7. Анализ Парето

Анализ Парето получил свое название по имени автора - итальянского экономиста Вилфредо Парето. Этот инструмент



позволяет наглядно представить величину потерь в зависимости от различных дефектов.

Анализ Парето, как правило, иллюстрируется диаграммой Парето (рис. 8.5), которая строится в виде столбчатого графика. По оси абсцисс отложены причины возникновения несоответствий в порядке убывания вызванных ими проблем, а по оси ординат - в количественном выражении сами проблемы, причем как в численном, так и в накопленном (кумулятивном) процентном выражении.

На диаграмме отчетливо видна область принятия первоочередных мер, очерчивающая те причины, которые вызывают наибольшее количество ошибок. Таким образом, в первую очередь, предупредительные мероприятия должны быть направлены на решение проблем именно этих проблем.

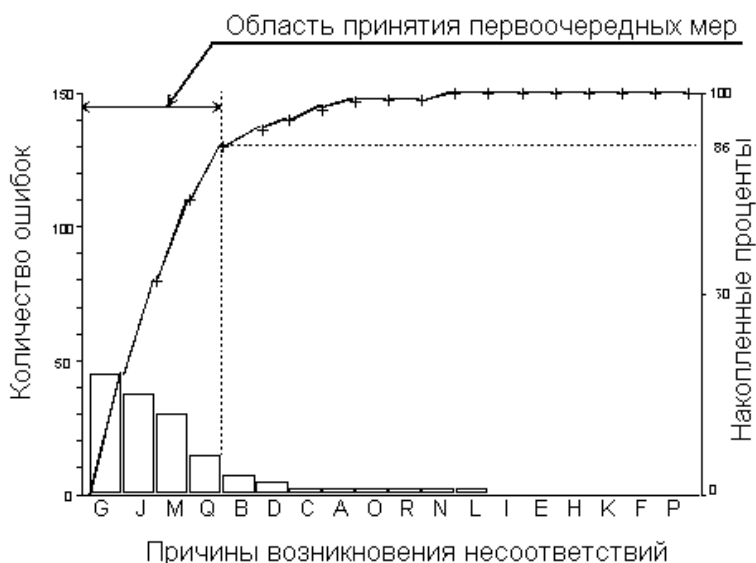


Рис. 8.5. Диаграмма Парето

При использовании диаграммы Парето для контроля важнейших факторов наиболее распространенным методом анализа является так называемый *ABC-анализ*. Отклонения

и дефекты, на которые приходится наибольшая часть затрат в рабочем процессе, составляют группу А (до 80%), наименьшая часть затрат – это группа С (до 10%), средние затраты – группа В (промежуточная). Очевидно, что внимание следует уделять устранению тех дефектов, которые приводят к наибольшим потерям. Поэтому для группы А диаграмма Парето строится в нескольких вариантах для того, чтобы последовательно анализируя их, в конечном итоге составить отдельную диаграмму Парето по конкретным причинам дефектов.

Диаграмму Парето целесообразно применять вместе с причинно-следственной диаграммой Исикавы.

## 8.8. Гистограмма

*Гистограммы* - один из вариантов столбчатого графика, наглядно отображающий распределение конкретных значений параметра изделия или процесса по частоте повторения за определенный период времени (неделя, месяц, год) – рис. 8.6.

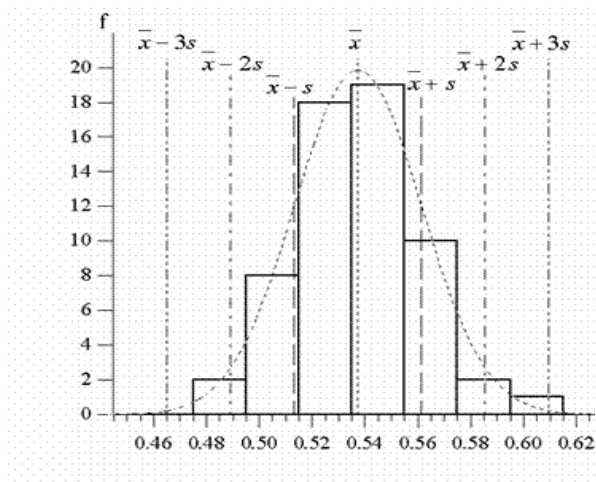


Рис. 8.6. Гистограмма

Гистограммы позволяют графически представить изменение имеющихся данных, провести анализ измеренных или расчетных параметров; и установить, насколько частота появления измеряемых величин соответствует нормальному распределению.

Например, с помощью гистограммы можно проанализировать значения показателей качества продукции (массы, химического состава, механических характеристик), сроков получения заказа, числа поломок, дефектов и т.д.

### 8.9. Диаграмма разброса (рассеивания)

Диаграмма разброса (рассеивания) строится как график зависимости между двумя параметрами, что позволяет определить наличие взаимосвязи (корреляции) между ними (рис. 8.7).

Если такая взаимосвязь существует, то можно устранить отклонение одного параметра, воздействуя на другой. При этом возможна положительная взаимосвязь, отрицательная взаимосвязь, а также ее отсутствие.

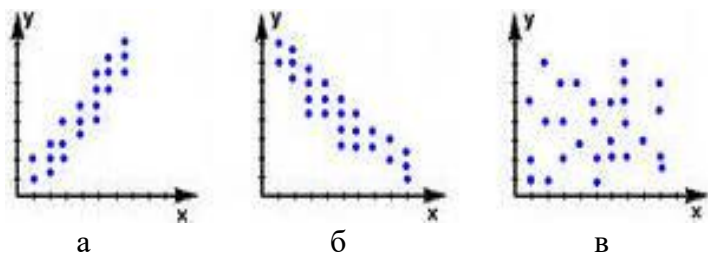


Рис. 8.7. Примеры возможных корреляций:  
а – прямая; б – обратная; в – отсутствие корреляции

На рис. 8.7 представлены примеры возможных корреляций.

При прямой (положительной) корреляции (рис. 8.7, а) с увеличением  $x$  увеличивается также и  $y$ ; при обратной (отрицательной) корреляции (рис. 8.7, б) при увеличении  $x$

параметр  $y$  уменьшается. На рис. 8.7, в представлен случай отсутствия корреляции, т.е. зависимости между переменными  $x$  и  $y$  не наблюдается.

Диаграмму разброса можно использовать для проведения дальнейших исследований элементов, выделенных при анализе причин и следствий. Например, диаграмма разброса может подтвердить причину несоответствия, определенную при помощи диаграммы К. Исикавы или проиллюстрировать зависимость между несколькими причинами.

### 8.10. Контрольные карты

*Контрольные карты* - впервые были использованы Уолтером Шухартом в 1925 г.

Это разновидность графиков с контрольными границами, обозначающими допустимый диапазон разброса исследуемых характеристик в обычных условиях течения процесса (рис. 8.8).

Контрольные карты графически отображают динамику процесса, т.е. характер изменения показателя качества во времени.

Если обнаруживается выход одной или нескольких точек за контрольные границы, это свидетельствует об отклонении параметров или об отклонении условий процесса от установленной нормы.

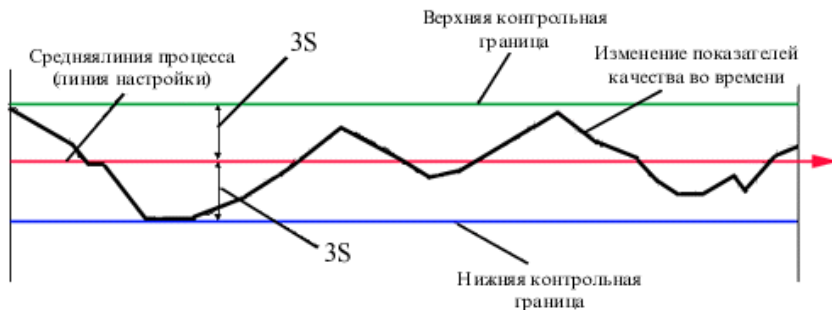


Рис. 8.8. Пример контрольной карты

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном учебном пособии изложены все основные вопросы, составляющие содержание дисциплины «Основы качества».

Последовательное изложение учебного материала от эволюции понятия качества к более сложным вопросам, касающимся принципов менеджмента качества, должно способствовать глубокому усвоению студентами дисциплины «Основы качества». Разъяснение важнейших понятий в области техники, технических систем, современного производства, изучение основ материаловедения, метрологии, стандартизации и сертификации позволит сформировать у студентов основу технических знаний, понимание актуальности проблемы управления качеством производства в условиях современной экономики, а также подготовить студентов к изучению основных дисциплин профессионального цикла.

Данная работа существенно восполнит имеющиеся пробелы в учебной литературе по управлению качеством. Она важна студентам направления 27.03.02 «Управление качеством» (направленность «Управление качеством» в

производственно-технологических системах»), при изучении лекционного материала и подготовке к практическим занятиям, а также может быть полезна студентам специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение» при изучении курса «Управление качеством».

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баларев, Б.П. Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия: Учеб. пособие / Б.В. Баларев. М.: ИНФРА-М, 2013. 254с.
2. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов / Ю.В. Димов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2010. 464с.: ил.
3. Гугелев, А.В. Стандартизация, метрология и сертификация: конспект лекций / А.В. Гугелев. М.: Высшее образование, 2007. 210 с.
4. Кроха, В.А. Материаловедение: Учеб. пособие /В.А. Кроха. Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2004. 190с.
5. Беляев, С.Ю. Управление качеством: Учеб. пособие для бакалавров / С.Ю. Беляев, Ю.Н. Забродин, В.Д. Шапиро. – 2-е изд., стер. - М.: Издательство «Омега-Л», 2014. 381с.: ил.
6. Прохоров Ю.К. Управление качеством: Учеб. пособие/ Ю.К. Прохоров. СПб.: СПбГУИТМО, 2007. 144с.
7. Эванс Дж. Р. Управление качеством: Учеб. пособие для студентов вузов/Джеймс Р. Эванс. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007.637с.

8. Ефимов В.В. Статистические методы в управлении качеством продукции: Учеб. пособие/ В.В. Ефимов, Т.В. Барт. М.: КНОРУС, 2013. 240с.

9. Лахтин Ю.М. Материаловедение: Учеб. для вузов/ Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. М.: Машиностроение, 1990. 528с.

10. Мазур И.И. Управление качеством: Учеб. пособие/ И.И. Мазур, В.Д. Шапиро. М.: Изд-во Омега-Л, 2010. 334с.

11. Пентюхов В.И. Основы статистических методов в управлении качеством: учеб. пособие/В.И. Пентюхов, А.М. Чашников. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. 211с.

12. Егер С.М. Основы авиационной техники: Учеб. для вузов/ С.М. Егер, А.М. Матвеев, И.А. Шаталов И.А. под ред. И.А. Шаталова. Изд. 3-е, исправл. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 720с.: ил.

13. Австриевских А.Н. Управление качеством на предприятиях: Учеб./ А.Н. Австриевских, В.М. Кантере, И.В. Сурков, Е.О. Ермолаева. 2-е изд., испр. и доп. Новосибирск: Сиб. унив. изд.-во, 2007. 268с.: ил.

14. Организация производства и управление предприятием: учебник/ под ред. О.Г. Тууровца. 3-е изд. М.: ИНФРА-М, 2010. 506с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ПОНЯТИЕ «КАЧЕСТВО». РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА.....	5
1.1. Эволюция понятия «качество».....	5
1.2. Качество и потребности человека.....	9
1.3. Качество, ценность и стоимость изделия.....	12
1.4. Основные пути конкурентной борьбы производителей.....	14
1.5. Качество и заинтересованные стороны.....	16
1.6. Стадии развития философии качества.....	19
2. ОСНОВЫ ТЕХНИКИ. ПОНЯТИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	29
2.1. История развития техники.....	29
2.2. Понятие «техника». Классификация технических средств.....	31
2.3. Понятие технической системы.....	34
3. ОСНОВЫ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ.....	38



3.1. Принципы полета. Классификация летательных аппаратов.....	38
3.2. Виды летательных аппаратов.....	41
3.3. Классификации самолетов и вертолетов.....	52
3.4. Характеристики, определяющие качество воздушных судов.....	56
3.5. Общие требования, предъявляемые к конструкции самолета.....	60
<b>4. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС И ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВ.....</b>	<b>63</b>
4.1. Объекты современного производства.....	63
4.1.1. Производство по приобретению сырья.....	63
4.1.2. Производство материалов.....	64
4.1.3. Производство средств производства.....	65
4.1.4. Производство объектов потребления.....	66
4.2. Понятие производственного процесса.....	66
4.3. Технологические процессы. Виды и фазы технологических процессов.....	68
4.4. Типы производств.....	71
4.5. Структура промышленного предприятия.....	73
4.6. Классификация производственных структур.....	76
4.7. Особенности самолетостроительного производства.....	78
<b>5. ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ.....</b>	<b>81</b>
5.1. Кристаллическое строение металлов.....	83
5.2. Основные типы кристаллических решеток.....	85
5.3. Дефекты строения в металлах.....	87
5.4. Физические и химические свойства металлов.....	89
5.5. Строение и классификация сплавов.....	90
5.6. Механические свойства материалов.....	93
5.7. Материалы, применяемые в производстве.....	98
5.7.1. Стали.....	99

5.7.2. Сплавы.....	102
5.7.3. Порошковые материалы.....	104
5.7.4. Неметаллические материалы.....	104
5.7.5. Композиционные материалы.....	105
<b>6. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ.....</b>	<b>106</b>
6.1. Понятия «метрология» и «измерение».....	106
6.2. Физическая величина как объект метрологии.....	109
6.3. Понятие средства измерения.....	112
6.4. Стандартизация в РФ.....	115
6.5. Основные цели, объекты и субъекты стандартизации.....	118
6.6. Основные понятия в области оценки соответствия.....	120
6.7. История «сертификации».....	122
6.8. Формы подтверждения соответствия.....	125
<b>7. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ.....</b>	<b>129</b>
7.1. Международная организация по стандарти- зации ИСО.....	129
7.2. Основные понятия.....	132
7.3. Этапы и процессы жизненного цикла продукции.....	133
7.4. Система менеджмента качества. Определяющие принципы.....	134
7.5. Эффект СМК для предприятия.....	136
7.6. Концепция всеобщего управления качеством – TQM.....	137
<b>8. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ.....</b>	<b>139</b>
8.1. Понятие статистических методов.....	139
8.2. Основы статистических методов	

в управлении качеством.....	141
8.3. Семь основных инструментов контроля качества.....	142
8.4. Расслоение (стратификация).....	143
8.5. Контрольные листки.....	146
8.6. Причинно-следственная диаграмма.....	147
8.7. Анализ Парето.....	148
8.8. Гистограмма.....	150
8.9. Диаграмма разброса (рассеивания).....	151
8.10. Контрольные карты.....	152
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	153
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	154

Учебное издание

Молод Марина Владиславовна  
Максименков Владимир Иванович

ОСНОВЫ КАЧЕСТВА

В авторской редакции

Компьютерный набор М.В. Молод

Подписано в печать 20.12.2017.  
Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.  
Усл. печ. л. 9,9. Уч.-изд. л. . Тираж 350 экз.  
Зак. №

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
технический университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ  
394026 Воронеж, Московский просп., 14

