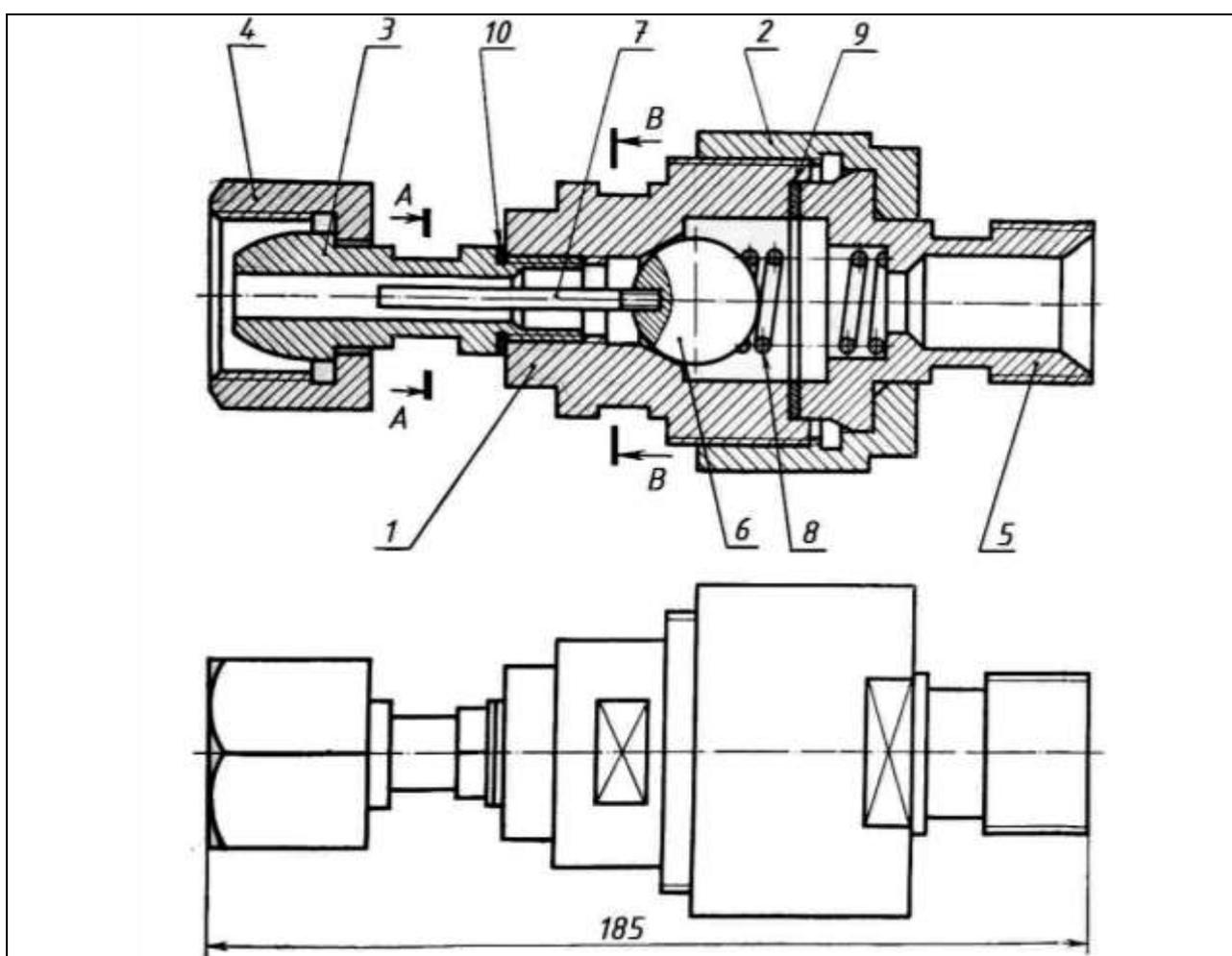


МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА «ЧЕРЧЕНИЕ И НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

ТЕКСТ ЛЕКЦИЙ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ



Составитель: старший преподаватель кафедры «Черчение и начертательная геометрия» Бухарского инженерно–технологического института Мирханова М. А.

Рецензенты: Доцент кафедры «Изобразительное искусство и инженерная графика» БухГУ, к.п.н. Н.Ж.Ёдгоров  
Зав кафедрой «Ч и НГ» Бух ИТИ к.т.н. Б.У. Хаитов

Текст лекций утверждён на заседании кафедры «Черчение и начертательная геометрия», протокол №\_17\_\_ «\_22\_\_» \_\_\_\_\_мая\_\_2015года

Текст лекций утверждён на заседании учебно- методического совета Бухарского инженерно – технологического института, протокол №\_7\_\_ «\_26\_» \_\_\_\_\_июня\_\_\_\_\_2015 года

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	5
<b>Введение</b> .....	6
<b>Лекция. Тема 1. Основные правила оформления чертежей.</b>	
<b>Стандарты ЕСКД</b> .....	8
1.1. Форматы чертежей (Уз.ДСТ 2.301-96).....	9
1.2. Основные надписи (Уз.ДСТ 2.104-96).....	10
1.3. Масштабы (Уз.ДСТ 2.302-96).....	12
1.4. Линии чертежа (Уз.ДСТ 2.303-96).....	13
1.5. Шрифты чертежные (Уз.ДСТ 2.304-97).....	16
1.6. Основные сведения о нанесении размеров (Уз.ДСТ 2.307-97).....	19
<b>Лекция. Тема 2. Геометрические построения</b> .....	28
<b>2.1 Проведение перпендикуляра</b> .....	28
2.2. Деление окружности на равные части.....	30
2.3. Сопряжения.....	31
2.4. Построение уклона и конусности.....	35
<b>Лекция. Тема 3. Сведения об изделиях производства и технической документации. Изображение – виды.</b>	
<b>Разрезы и сечения. Уз.ДСТ 2.305-97</b> .....	36
3.1. Изделия производства и техническая документация.....	36
3.2. Изображение – виды. Основные виды. Местные и дополнительные виды.....	39
3.3. Разрезы. Простые и сложные разрезы.....	42
3.4. Сечения.....	46
3.5. Условности и упрощения на чертежах.....	49
3.6. УзДСТ 2-306-97 Графическое обозначение материалов в сечениях.....	52
<b>Лекция. Тема 4. Проекция аксонометрические (Уз.ДСТ 2.317-97)</b> .....	54
4.1. Основные понятия и определения.....	54
4.2. Стандартные аксонометрические проекции.....	55
<b>4.3. Элементы технического рисования</b> .....	59
<b>Лекция. Тема 5. Эскизирование деталей</b> .....	60
5.1. Понятие об эскизе.....	61
5.2. Этапы эскизирования.....	61
5.3. Приемы обмера детали.....	63

<b>Лекция. Тема 6. Основные сведения о резьбах.</b>	
<b>Стандартные резьбовые детали.....</b>	<b>66</b>
6.1. Назначение и образование резьбы.....	66
6.2. Изображение резьбы.....	67
6.3. Типы резьб и их обозначения на чертеже.....	71
6.4. Стандартные резьбовые изделия .....	77
<b>Лекция. Тема 7. Разъемные и неразъемные соединения.....</b>	<b>81</b>
7.1. Разъемные соединения. Резьбовые соединения.....	81
7.2. Штифтовые и шпоночные соединения.....	84
7.3. Неразъемные соединения.....	86
<b>Лекция. Тема 8: Сборочные чертежи. Чертежи общего вида.....</b>	<b>90</b>
<b>8.1. Требования, предъявляемые к рабочим чертежам.....</b>	<b>90</b>
8.1. Требования, предъявляемые к сборочным чертежам.....	92
8.2. Спецификация.....	94
8.3. Условности и упрощения на сборочных чертежах.....	98
8.4. Детализирование сборочного чертежа.....	99
<b>Лекция. Тема 9. Передачи. Общие сведения о передачах.</b>	
<b>Общие сведения о схемах .....</b>	<b>102</b>
9.1. Зубчатые передачи.....	102
9.2. Изображения подшипников и пружин.....	109
9.3. Принципиальные схемы.....	111
Заключение.....	117
<b>Литература.....</b>	<b>118</b>

## Предисловие

Текст лекций охватывает все темы, предусмотренные программой курса «Начертательная геометрия и инженерная графика», в частности раздела «Инженерная графика». для студентов высших учебных заведений. Учебная дисциплина «Инженерная графика» является общепрофессиональной, формирующей базовые знания, необходимые для усвоения специальных дисциплин, выполнения студентами курсовых, дипломных проектов и для последующей профессиональной деятельности. Данная дисциплина является основой графической грамотности, которая приобретает особое значение в условиях современного производства, оснащенного станками с программным управлением, робототехникой и системами автоматизированного проектирования. Особенность текста лекций состоит в том, что теоретический материал курса тесно сочетается с практическими примерами из области приборостроения и правилами выполнения конструкторских документов, отраженных в стандартах. Оставаясь по содержанию текстом лекций, сам материал курса оформлен как текстовый конструкторский документ по стандарту ЕСКД. Примеры и вопросы для самопроверки являются составной частью общего курса обучения и предназначены для закрепления изучаемого материала, обеспечения контроля знаний студентов. В процессе изучения курса студентам прививаются навыки пространственного мышления, чтения и составления наглядных графических изображений, навыки пользования ГОСТами, то есть государственными стандартами Уз.ДСТ, учебниками и справочной литературой. В результате изучения материала учебника студент должен узнать основные правила построения графических изображений и основные положения единой системы конструкторских документов (ЕСКД).

## Введение

Условиями успешного овладения техническими знаниями являются умение читать чертежи и знание правил их выполнения и оформления. Чертеж является одним из главных носителей технической информации, без которой не обходится ни одно производство. В настоящее время нельзя представить себе работу и развитие большинства отраслей народного хозяйства, а также науки и техники без чертежей. На вновь создаваемые приборы, машины и сооружения сначала разрабатывают чертежи (проекты). По ним определяют их достоинства и недостатки, вносят изменения в конструкцию. Только после обсуждения чертежей (проектов) изготавливают опытные образцы изделия. Рабочие, инженеры и техники должны уметь читать чертеж, чтобы понять как саму конструкцию, так и работу изображенного изделия, а также изложить свои технические мысли, используя чертеж. Чертежи широко используются и в учебных заведениях при изучении теоретических, общетехнических и специальных предметов. Техническая графика начала развиваться очень давно, примерно в середине XVII в., и дошедшие до наших дней некоторые чертежи и рисунки свидетельствуют о высоком искусстве их выполнения. С начала XVIII в. технический рисунок все более уступает место чертежу. Уже в то время требовались чертежи достаточно сложных изделий и сооружений, и для выполнения таких чертежей нужна была специальная подготовка. Чертежи того времени, выполненные нашими русскими чертежниками и отличающиеся высоким качеством исполнения, вычерчены по правилам прямоугольных проекций, хотя в то время теория таких проекций широко не была еще известна. Все окружающие нас предметы (например, машины, приборы, здания или их части) можно изображать так, как они представляются нашему глазу, — при помощи рисунков или фотографий. В технике же принят другой способ их изображения — в виде чертежей. Предмет изображается на чертеже видимым с различных сторон. Это позволяет передать на чертеже форму предмета и указать все размеры, необходимые для его изготовления.

Отличие чертежа от рисунка и фотографии заключается в том, что на чертеже предметы изображают по особым правилам. Рисунок предмета передает его длину, высоту и ширину так, как видит его рисующий, т. е. одним изображением. Однако на рисунке отдельные части предмета изображаются с некоторым искажением. Например, цилиндрические отверстия изображаются на рисунке в виде овальных, прямые углы — в виде тупых и острых, а прямоугольные поверхности — в виде параллелограммов. Такими же недостатками обладает и фотография. Вследствие искаженной передачи форм и размеров предметов на рисунках и фотографиях ими пользуются в технике только как вспомогательными средствами изображения. На чертеже форму предмета передают, как правило,

несколькими изображениями. Каждое изображение на чертеже дается только с одной какой-либо стороны предмета. Чтобы представить себе, рассматривая чертеж, форму предмета в целом, надо мысленно объединить его отдельные изображения. По чертежу с проставленными размерами можно изготовить изображенный на нем предмет. Любое строительство и любое производство — от обычной шариковой ручки до современного самолета — невозможно без предварительной разработки технической документации.

**Чертежом называется графическое изображение объекта (например, изделия) или его части на плоскости (чертежной бумаге, экране монитора и др.), передающее с определенными условностями в выбранном масштабе его геометрическую форму и размеры.** В техническом черчении, объектами которого являются изделия и сооружения, применяются различные виды чертежей, представляющие собой отдельные конструкторские документы. Правила выполнения основных видов этих чертежей регламентируются государственными стандартами.

Изображения, построенные по правилам, изучаемым в начертательной геометрии, позволяют мысленно представить форму предметов и их взаимное расположение в пространстве, определить их размеры, исследовать геометрические свойства, присущие изображаемому предмету. Начертательная геометрия передает ряд своих выводов в практику выполнения технических чертежей в курсе машиностроительного черчения, обеспечивая их выразительность и точность, а следовательно, и возможность осуществления изображенных предметов на практике. Знание инженерной графики позволяет специалисту выполнять и читать чертежи так же, как знание азбуки и грамматики позволяет человеку читать и писать тексты.

Инженерная графика является таким предметом, при изучении которого студенты знакомятся с широким кругом технических понятий. Знание этого предмета облегчает изучение многих других общетехнических и специальных дисциплин. Конструирование — одна из самых творческих сфер умственной деятельности. Велика ответственность конструкторов, так как качество изделий, прежде всего, обеспечивается качеством технической документации. Государственные стандарты на конструкторскую документацию содержат правила и условные обозначения, которые необходимо соблюдать при выполнении чертежей, схем и других видов конструкторской документации. В нашей стране введена в действие Единая система конструкторской документации (ЕСКД), представляющая собой комплекс государственных стандартов, содержащих единые требования к выполнению, оформлению и обращению документации для всех отраслей промышленности и строительства. Целью изучения настоящего курса является успешное овладение науками начертательной геометрией, инженерной графикой, техническими знаниями и требованиями стандартов при выполнении, оформлении и чтении чертежей. Изучение курса «Инженерная графика» поможет студентам овладеть специальными учебными дисциплинами, расширит их технический кругозор и позволит

осознано читать любую техническую литературу, содержащую чертежи и схемы.

## **Тема 1. Основные правила оформления чертежей. Стандарты ЕСКД.**

- 1.1. Форматы чертежей (Уз.ДСТ 2.301-96).
- 1.2. Основные надписи (Уз.ДСТ 2.104-96).
- 1.3. Масштабы (Уз.ДСТ 2.302-96).
- 1.4. Линии чертежа (Уз.ДСТ 2.303-96).
- 1.5. Шрифты чертежные (Уз.ДСТ 2.304-96).
- 1.6. Основные сведения о нанесении размеров (Уз.ДСТ 2.307-96).

## **Тема 1. Графическое оформление чертежей. Стандарты ЕСКД**

При широкой специализации и кооперации предприятий в изготовлении сложных изделий участвуют инженеры, техники и рабочие не одного, а десятков и сотен заводов самых различных отраслей промышленности, часто удаленных друг от друга на тысячи километров. Разнобой в содержании и оформлении конструкторской документации значительно осложнял бы рациональную организацию производства, возможность передачи изготовления изделий с одних предприятий на другие. Конструкторская документация должна оформляться таким образом, чтобы работа по ней была возможна как на предприятии, на котором эта документация выполнена, так и на любом другом предприятии без дополнительной переработки этой документации. Она должна быть предельно ясна и не допускать различных толкований. Поэтому появилась необходимость установления единых, обязательных для всех правил оформления чертежей, которые делали бы их понятными для любого участка разработки и производства изделия. Такие правила устанавливают стандарты.

Стандартизация — важное средство ускорения научно-технического прогресса. Она позволяет экономить трудовые и материальные ресурсы, сокращать сроки проектирования и изготовления изделий, повышать качество промышленной и сельскохозяйственной продукции, снижать ее стоимость. Объектами стандартизации являются конкретная продукция, товары и услуги, а также нормы, правила, методы, термины, единицы величин и т. п., многократно применяемые в науке, технике, промышленности и т. д. С помощью стандартизации решают многие крупные народнохозяйственные задачи. Применение стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) позволяет реализовать единую межгосударственную систему графических изображений. ЕСКД удовлетворяет требованиям современного производства и обеспечивает на высоком уровне разработку технических документов. Характерным для этой системы является то, что она охватывает не только графическую часть, но включает и все элементы, связанные с использованием иной технической

документации. ЕСКД — комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями всей страны на все виды конструкторских документов.

Обозначения стандартов ЕСКД строятся по классификационному принципу. Номер стандарта составляется из цифры «2», присвоенной классу всех стандартов ЕСКД; одной цифры (после точки), обозначающей классификационную группу стандартов, двузначной цифры, определяющей порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тире), указывающей год регистрации стандарта. Пример обозначения стандарта ЕСКД «Шрифты чертежные» — СТРУз.2.304—97.

При разработке конструкторской документации необходимо соблюдать требования не только класса стандартов ЕСКД, но и большого количества стандартов, с частью которых студенты познакомятся в настоящем учебном пособии. Стандарты имеют силу закона. Применение их обязательно на всех предприятиях, на стройках, в проектных организациях и в учебных заведениях.

### Вопросы для самопроверки :

1. Какие правила устанавливают стандарты ЕСКД?
2. Что входит в обозначение стандарта ЕСКД?
3. На сколько классификационных групп распределены стандарты ЕСКД?

### 1.1. Уз.ДСТ 2.301—96 Форматы

СТРУз.2.301—96 устанавливает размеры форматы листов чертежей и других конструкторских документов всех отраслей промышленности. Применение таких форматов позволяет экономить бумагу, легко комплектовать и брошюровать чертежи и другие конструкторские документы в альбомы, создает удобство их хранения, а также пользования ими. Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией в соответствии с рисунком 1.

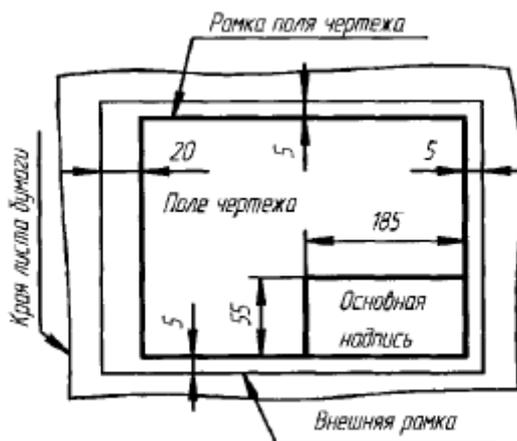


Рисунок 1.

Формат листа размером 1189x841 мм, площадь которого примерно равна 1 кв. м, и другие форматы, полученные путем последовательного

деления его на две равные части, параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.

Обозначение формата Размеры сторон формата, мм

A0 841 x 1189

A1 594 x 841

A2 420 x 594

A3 297 x 420

A4 210 x 297

Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. На каждом формате выполняется внутренняя рамка, ограничивающая рабочее поле чертежа. Линии этой рамки проводят сплошной толстой основной линией от верхней, правой и нижней сторон формата (во внутрь от внешней рамки) на 5 мм и на 20 мм от левой, образуя поле для подшивки листа.

### Вопросы для самопроверки:

1. Назовите основные форматы по СТРУЗ.2.301—96
2. Как образуются дополнительные форматы чертежей?

### 1.2. Основные надписи. Уз.ДСТ. 2.104—96.

Каждый конструкторский документ должен иметь основную надпись, содержащую общие сведения об изображаемых объектах. Формы, размеры, содержание, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах устанавливает СТРУЗ. 2.104—96. Основные надписи на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1 (рисунок 2), а в текстовых документах форме 2 (рисунок 3) и форме 2а (рисунок 4). Основные надписи, дополнительные графы к ним и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по СТРУЗ. 2.303-96. Основные надписи располагают в правом нижнем углу конструкторских документов, вплотную к рамке (рисунок 1). На листах формата А4 по СТРУЗ. 2.301—96 основные надписи располагают только вдоль короткой стороны листа.

Форма 1. Уз.ДСТ.2.104—96

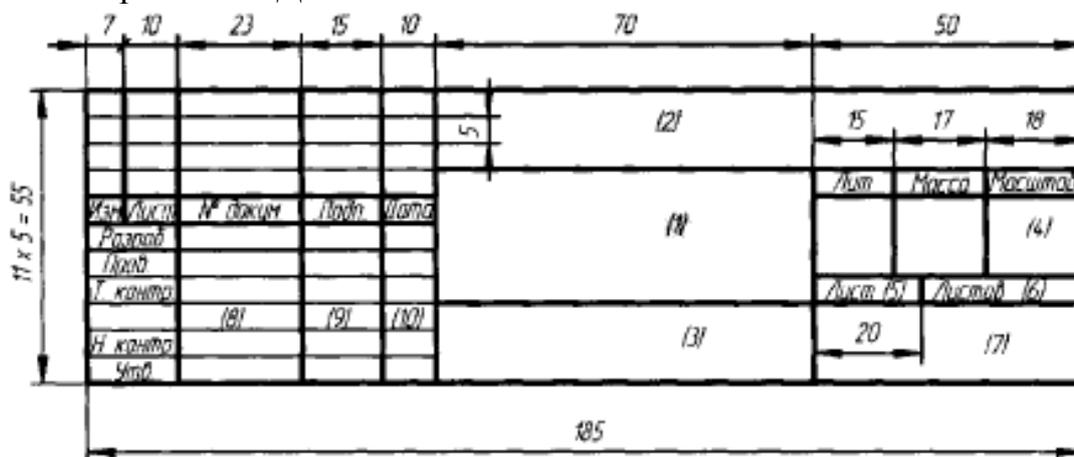


Рисунок 2

Форма 2. Уз.ДСТ.2.104—96

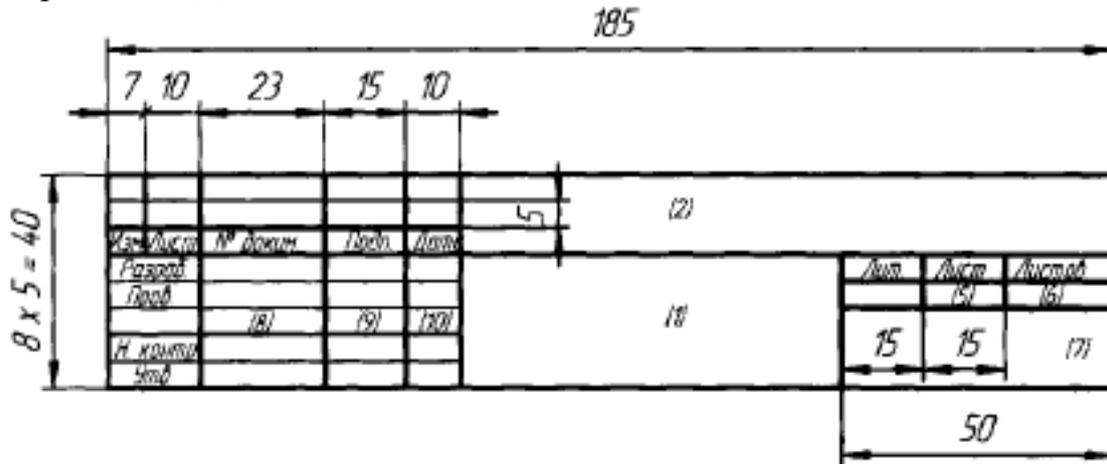


Рисунок 3

Форма 2а. Уз.ДСТ.2.104—96

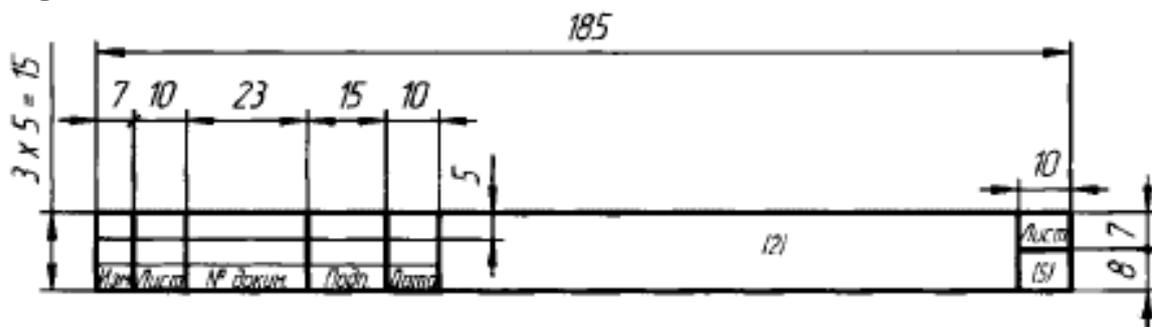


Рисунок 4

В графах основной надписи на учебных чертежах указывают:

- в графе 1 — наименование изделия;
- в графе 2 — обозначение документа;
- в графе 3 — обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах детали);
- в графе 4 — масштаб (проставляется в соответствии с Уз.ДСТ 2.302—96);
- в графе 5 — порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
- в графе 6 — общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);
- в графе 7 — наименование предприятия, выпустившего документ (на учебных чертежах наименование учебного заведения и номер группы);
- в графе 8 — фамилии лиц, подписавших документ;
- в графе 9 — собственноручные подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 8;

— в графе 10 — дату подписания документа, с указанием числа, месяца, года.

На учебных чертежах графы 8, 9 и 10 заполняют для строк «Разраб» и «Пров». Подписи и дату вносят в конструкторские документы чернилами, тушью или шариковой авторучкой. Пример заполнения граф основной надписи для чертежа детали «Кронштейн» приведен на рисунке 5.

					<i>МЧ.01.02.02</i>		
					<i>Кронштейн</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб</i>		<i>Иванов</i>		<i>14.99</i>			<i>1:1</i>
<i>Пров.</i>		<i>Петров</i>		<i>14.99</i>			
<i>Г. контр.</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	<i>1</i>
<i>Н. контр.</i>					<i>Сталь 20 ГОСТ 1050-88</i>		
<i>Утв.</i>					<i>МГТУ зр. 41</i>		

Рисунок 5

### Вопросы для самопроверки

1. Какие сведения указывают в основной надписи?
2. Назовите виды основных надписей.

### 1.3. Уз.ДСТ.2.302—96 Масштабы

Чертежи рекомендуется выполнять по возможности в натуральную величину, что дает правильное представление о действительных размерах изделия. Но это не всегда позволяют размеры изделия и размеры форматов листов. В таких случаях чертеж выполняют в уменьшенном или увеличенном виде, т. е. в некотором масштабе. Масштаб — это отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному размеру того же отрезка в натуре. ГОСТ 2.302—68 устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности. Масштабы изображений на чертежах должны выбираться из следующего ряда (таблица 1).

Таблица 1.

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, а также при обозначении выносного элемента, должен обозначаться по типу 1:1, 1:2, 2:1 и т. п. При выборе масштаба следует руководствоваться, прежде всего, удобством пользования чертежом. Искажение масштаба на чертеже допускается в случаях, когда некоторые

элементы изображения трудно вычертить или желательно усилить их зрительное восприятие, и при изображении в мелких масштабах тонких пластин, прокладок, шайб. Следует помнить, что в каком бы масштабе ни выполнялось изображение, размерные числа на размерах чертежа наносят действительные, т. е. те, которые должна иметь деталь в натуре.

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Что называется масштабом, и какие масштабы установлены для выполнения чертежей?
2. Приведите пример масштаба уменьшения.
3. Зависят ли наносимые на чертеже размерные числа от масштаба на чертеже?

#### **1.4. Линии, применяемые на чертеже. Уз.ДСТ 2.303—96**

При выполнении любого чертежа основными его элементами являются линии. Согласно Уз.ДСТ 2.303—96 для изображения изделий на чертежах применяют линии различных типов в зависимости от их назначения, что способствует более четкому выявлению формы изображаемого изделия. Наименование, начертание и толщина линий по отношению к толщине сплошной основной линии должны соответствовать указанным в таблице 2. Толщина сплошной основной линии  $S$  должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе. Длину штрихов в штриховых и штрих-пунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихи в линии и промежутки между штрихами в линии должны быть приблизительно одинаковой длины. Штрих-пунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрих-пунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении составляют менее 12 мм.

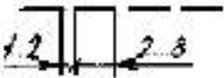
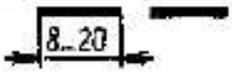
Основное назначение линий.

1. Сплошная толстая основная линия применяется для изображения видимого контура предмета, контура вынесенного сечения и разреза.
2. Сплошная тонкая линия применяется для изображения размерных и выносных линий, штриховки сечений, линии контура наложенного сечения, полки линий-выносок, линии-выноски, линий ограничения выносных элементов на видах, разрезах, сечениях.
3. Сплошная волнистая линия применяется для изображения линий обрыва, линий разграничения вида и разреза.
4. Штриховая линия применяется для изображения линий невидимого контура.
5. Штрих-пунктирная тонкая линия применяется для изображения осевых и центровых линий, линий сечения, являющихся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.

6 Штрих-пунктирная утолщенная линия применяется для изображения линий, обозначающих поверхности, подлежащие термообработке или покрытию.

Таблица 2

Таблица из стандарта:

Наименование	Начертание	Толщина	Назначение
1	2	3	4
Сплошная толстая основная		$S = 0,5 - 1,4 \text{ мм}$	Линии видимого контура, внутренняя рамка формата и некоторые линии основной надписи
Сплошная тонкая		$S/2 - S/3$	Линии выносные и размерные, линии штриховки и т.д.
Сплошная волнистая		$S/2 - S/3$	Линии обрыва, линии разграничения вида и разреза
Штриховая		$S/2 - S/3$	Линии невидимого контура
Штрих – пунктирная		$S/2 - S/3$	Линии осевые и центровые
Разомкнутая		от $S$ до $1,5 S$	Линии сечений

7 Разомкнутая линия применяется для обозначения линий сечения.

8 Сплошная тонкая с изломами линия применяется для изображения длинных линий обрыва.

9 Штрих-пунктирная с двумя точками тонкая линия применяется для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях, линий сгиба на развертках.

На чертеже детали (рисунок 6) показаны примеры применения некоторых линий. Последовательность построения любого чертежа на листе следующая: — заготавливают лист необходимого формата, наносят рамку, чертят графы основной надписи и размечают на поле чертежа места построения необходимых изображений;

— проводят осевые и центровые линии: сначала горизонтальные, потом вертикальные, приняв расстояния между ними согласно размерам изображения и учитывая необходимость равномерного распределения изображений на поле чертежа;

— проводят дуги и окружности малых радиусов из соответствующих центров, а затем — дуги и окружности больших радиусов;

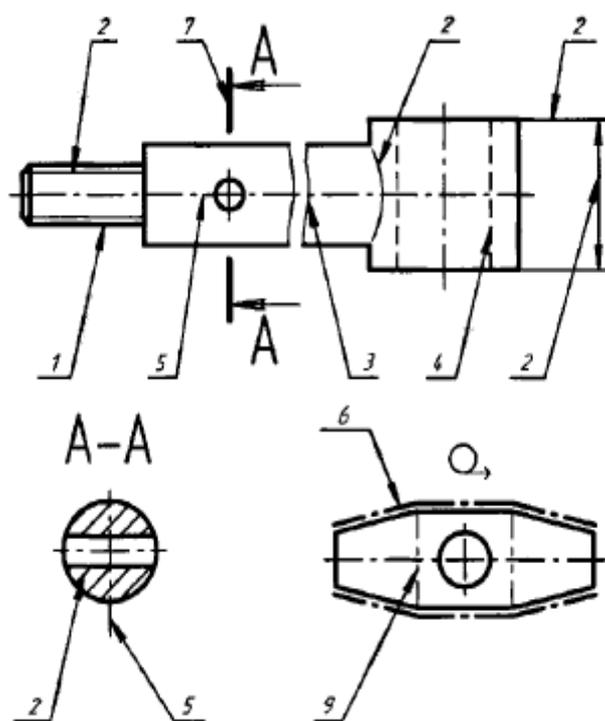


Рисунок 6

**Примечание:** Типы линий на рисунке 6 и в таблице 2 обозначены одним номером позиции.

— проводят горизонтальные, вертикальные, а затем наклонные прямые линии.

Указанные предварительные построения выполняют твердым карандашом (Т или 2Т) тонкими сплошными линиями, соблюдая правила пользования чертежными инструментами. Затем приступают к обводке чертежа.

Обводят чертеж в такой последовательности:

— обводят дуги и окружности малых радиусов, затем дуги и окружности больших радиусов;

— обводят горизонтальные, вертикальные и наклонные линии;

— выполняют линии обрыва или излома и линии невидимого контура;

— наносят осевые и центровые штрих-пунктирные линии;

— наносят выносные и размерные линии;

— наносят размерные стрелки;

— наносят линии штриховки;

— пишут размерные числа и делают необходимые надписи на чертеже.

При этом толщину линий обводки выбирают согласно установленным типам линий чертежа. Сплошные основные линии обводят карандашом М или ТМ, следя за тем, чтобы обведенные линии совпадали с намеченными тонкими линиями. Основным линиям (линиям видимого контура) следует при обводке придавать толщину 0,8—1,0; линиям штриховым (линиям невидимого контура) — 0,4—0,5; остальным — 0,25—0,3 мм. Разомкнутой линии лучше придавать толщину, равную 1,55, а не S. Желательно научиться различать толщину линий с точностью до 0,1...0,15 мм. Расстояние между двумя

любыми параллельными линиями не должно быть меньше 0,8 мм, а лучше — 1,0—1,2 мм.

### Вопросы для самопроверки

1. В каких пределах должна быть толщина сплошной основной линии?
2. Какая толщина принята для штриховой, штрих-пунктирной, сплошной тонкой и волнистой линии в зависимости от толщины сплошной основной линии?

### 1.5. Уз.ДСТ 2.304—96. Шрифты чертежные

Чертежи, схемы и другие конструкторские документы содержат необходимые надписи: названия изделий, размеры, данные о материале, обработке поверхностей детали, технические требования, характеристики и другие надписи. Типы и размеры шрифта, русский, латинский и греческий алфавит, арабские и римские цифры, знаки, правила написания дробей, показателей степени, индексов и предельных отклонений установлены СТ.Р.Уз. 2.304—96. Если надписи на чертежах сделаны небрежно, то при изготовлении деталей по таким чертежам возможны ошибки. Стандарт устанавливает чертежные шрифты для надписей, которые наносятся на чертежи и другие конструкторские документы всех отраслей промышленности следующих размеров: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Размеры шрифтов определяются высотой  $h$  прописных (заглавных) букв в миллиметрах (рисунок 7).

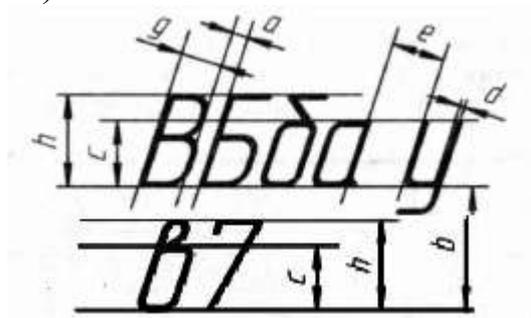


Рисунок 7

Эта высота измеряется по направлению, перпендикулярному к основанию строки. Для облегчения понимания и построения конструкции шрифта стандартом предусмотрена сетка, образованная вспомогательными линиями, в которые вписываются буквы. Шаг вспомогательных линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта  $d$  (рисунок 8).

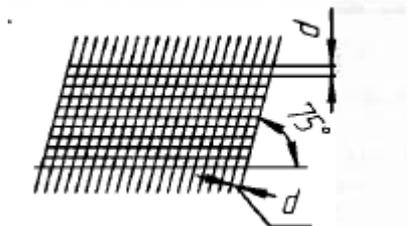


Рисунок 8

Устанавливаются следующие типы шрифта:

- тип А с наклоном около  $75^\circ$  ( $d = 1/14Л$ );
- тип А без наклона ( $d = 1/14Л$ );
- тип Б с наклоном около  $75^\circ$  ( $d = 1/10Л$ );
- тип Б без наклона ( $d = 1/10Л$ ).

Шрифт типа Б с наклоном в учебной практике является более предпочтительным.

На рисунке 9 показано вписывание букв шрифта типа Б с наклоном в сетку.



Рисунок 9

На рисунке 10 показано вписывание цифр шрифта типа Б с наклоном в сетку.



Рисунок 10

Параметры шрифта типа Б с наклоном около  $75^\circ$  ( $d = 1/1 ОА$ ) приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Размеры шрифта

Параметры шрифта	Обозначение	Относительной размер	Размеры, мм						
			2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
Высота прописных букв	$h$	$(10/10) h$ $10d$							
Высота строчных букв	$c$	$(7/10) h$ $7d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	
Толщина линий шрифта	$d$	$(1/10) h$ $d$	0,25	0,35	0,50	0,70	1,00	1,40	
Расстояние между буквами	$a$	$(2/10) h$ $2d$	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	
Минимальный шаг строк	$b$	$(17/10) h$ $17d$	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	
Минимальное расстояние между словами	$e$	$(6/10) h$ $6d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	

- Предельные отклонения размеров букв и цифр 0,5 мм. Для правильного написания стандартного шрифта надо сначала изучить конструкцию букв и цифр. Надписи на чертежной бумаге выполняют в такой последовательности:
- решают вопрос о размещении надписи при выбранном размере шрифта;
  - наносят сетку, состоящую из параллелограммов;
  - заполняют сетку, не обводя буквы;
  - проверяют текст и обводят надпись карандашом с мягким стержнем.

Изложенная последовательность выполнения надписей относится к начальному периоду в освоении надписей. По мере приобретения навыков появляется возможность отказаться от выполнения сетки. В этот период надписи выполняют, пользуясь двумя горизонтальными прямыми и редкими наклонными линиями, которые играют роль ориентиров. В дальнейшем отказываются и от наклонных линий. Горизонтальные прямые, определяющие высоту шрифта, при выполнении надписи проводят остро заточенным карандашом с твердым стержнем так, чтобы после выполнения надписи эти линии не стирать. Ширина букв и цифр шрифта типа Б с наклоном около  $75^\circ$ .

( $d = 1/10A$ ) приведена в таблице 4

## Размеры букв и цифр

таблица 4

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм						
			2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
Высота прописных букв	$h$	$(10/10)h$	$10d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
<b>Ширина прописных букв и цифр:</b>									
Г, Е, З, С, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0;	$g$	$(5/10)h$	$5d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0
А, Д, М, Х, Ю;		$(7/10)h$	$7d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Ж, Ф, Ш, Щ;		$(8/10)h$	$8d$	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2
Остальные буквы и цифра 4;		$(6/10)h$	$6d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Цифра 1		$(3/10)h$	$3d$	0,8	1,0	1,5	2,1	3,0	4,2
<b>Ширина строчных букв и цифр:</b>									
з, с;	$g$	$(4/10)h$	$4d$	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6
м, ы, ю;		$(6/10)h$	$6d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
ф, ш, щ;		$(7/10)h$	$7d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Остальные буквы		$(5/10)h$	$5d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0

### Вопросы для самопроверки:

1. Какие установлены размеры шрифта и чем определяется размер шрифта?
2. Как установить высоту строчных букв шрифта?

### 1.6. Уз.ДСТ 2.307—97. Нанесение размеров на чертежах.

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других документах устанавливает Уз.ДСТ 2.307—97. Это очень важный стандарт. Пропуск размера или ошибка хотя бы в одном из размеров делают и чертеж непригодным к использованию, так как определять пропущенные или ошибочные размеры путем обмера соответствующих мест на чертеже не допускается. Поэтому простановка размеров — одна из наиболее ответственных стадий при разработке чертежа. В этой операции принято различать: задание размеров — какие размеры и с какой точностью необходимо задать на чертеже, чтобы изображенное на нем изделие, возможно было изготовить (чертеж должен быть метрически определенным), и нанесение размеров — как следует расположить их на чертеже.

Задание размеров зависит от многих факторов — конструктивных, прочностных, технологических и др. При выполнении первых учебных чертежей студенту нужно знать правила нанесения размеров на выполняемом чертеже по чертежу задания. Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями (рисунок 11, а). Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж, т. е. основание для определения величины изображаемого изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Основанием для определения требуемой точности изделия при изготовлении являются указанные на чертеже предельные отклонения размеров, а также предельные отклонения формы и расположения поверхностей.

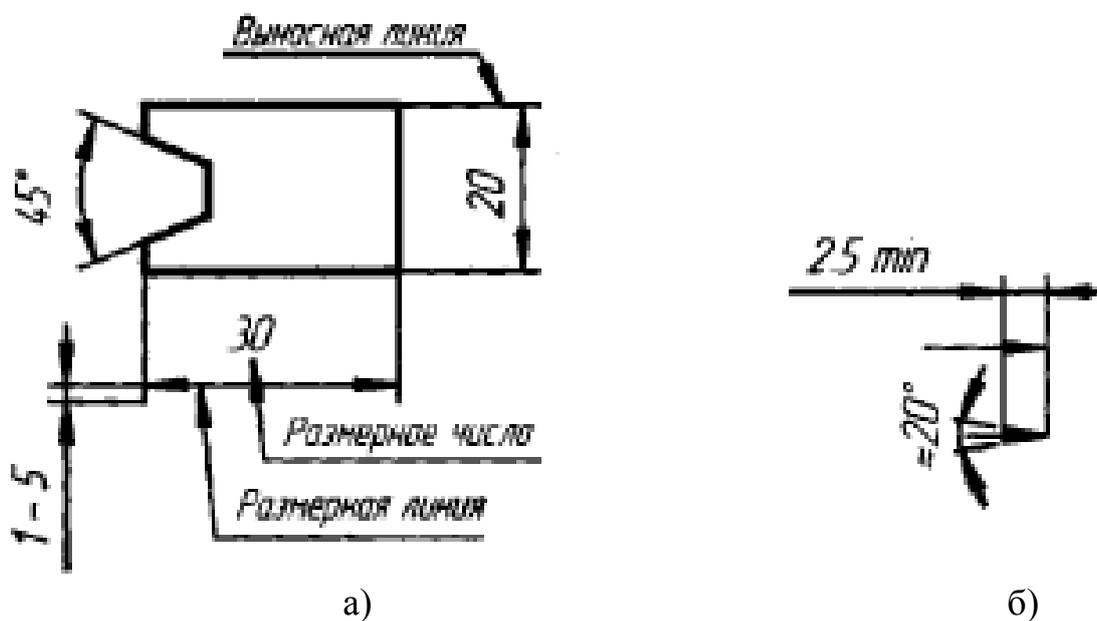


Рисунок 11

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации.

Размеры бывают линейные — длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса, дуги и угловые — размеры углов. Линейные размеры и их предельные отклонения на чертежах и в спецификациях указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Для размеров и предельных отклонений, приводимых в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно указывают единицы измерения. Угловые размеры и предельные отклонения угловых размеров указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например:  $0^{\circ}30'40''$ .

Если на чертеже размеры необходимо указать не в миллиметрах, а в других единицах измерения (сантиметрах, метрах и т. д.), то соответствующие размерные числа записывают с обозначением единицы

измерения (см, м) или указывают их в технических требованиях. На строительных чертежах единицы измерения в этих случаях допускается не указывать, если они оговорены в соответствующих документах. Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или выносные и осевые линии. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1—5 мм (рисунок 11, а). Величина стрелки выбирается в зависимости от толщины линии видимого контура и должна быть одинакова для всех размерных линий чертежа. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показано быть 7 мм, а между размерной и линией расположенных контура — 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных. Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета (рисунок 12, а).

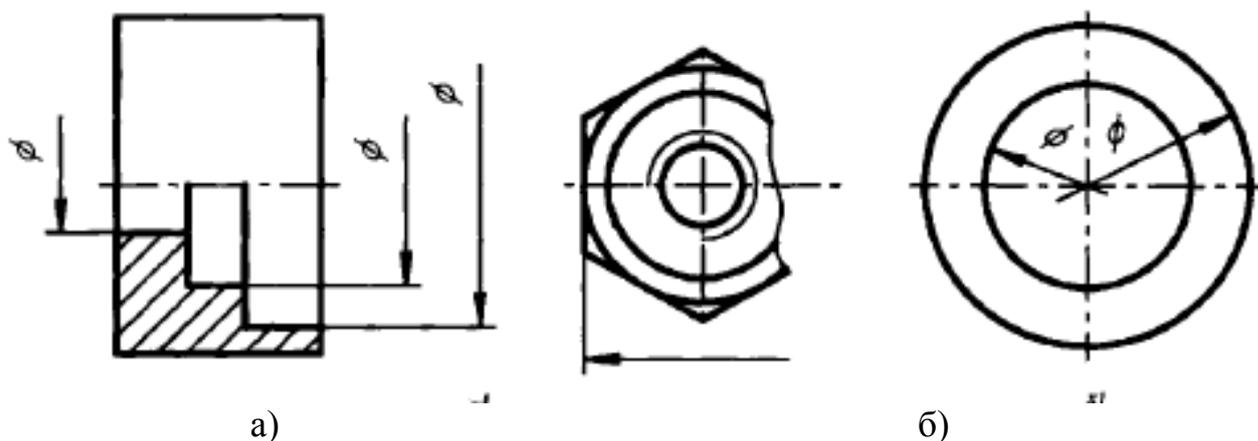


Рисунок 12

Размерные линии допускается проводить с обрывом при указании размера диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рисунок 12 б). При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на не большом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в «шахматном порядке» (рисунок 13). При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом  $45^\circ$  к размерным линиям или четко наносимыми точками (рисунок 13).

При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать (рисунок 14, а). При

изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают и наносят действительный размер (рисунок 14, б).

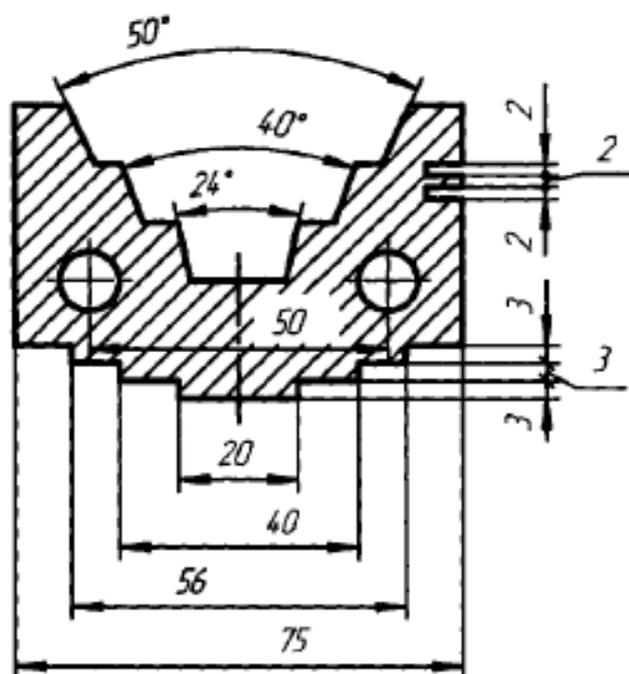


рисунок 13

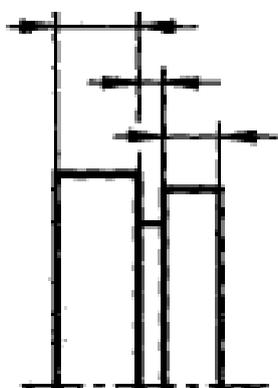


Рисунок 14 а

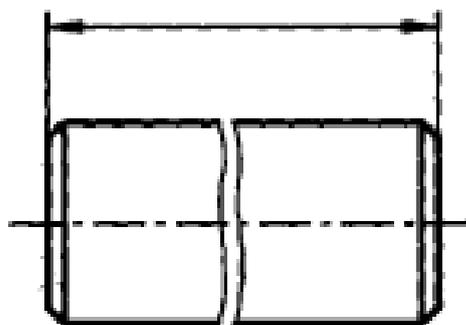
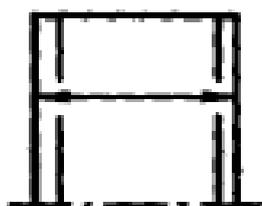


Рисунок 14 б

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рисунке 15. Если необходимо нанести размер в заштрихованной зоне, соответствующее размерное число наносят на полке линии-выноски (рисунок 16). Угловые размеры наносят так, как показано на рисунке 17. Для углов малых размеров при недостатке места размерные числа помещают на полках линий-выносок в любой зоне (рисунок 18). Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, как показано на рисунке 19.

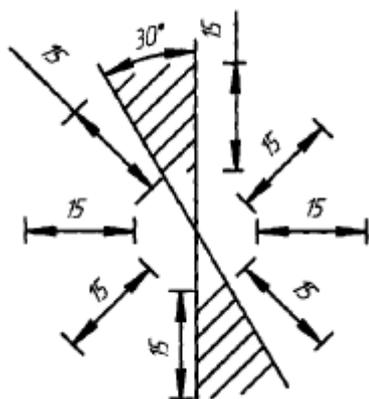


Рисунок 15

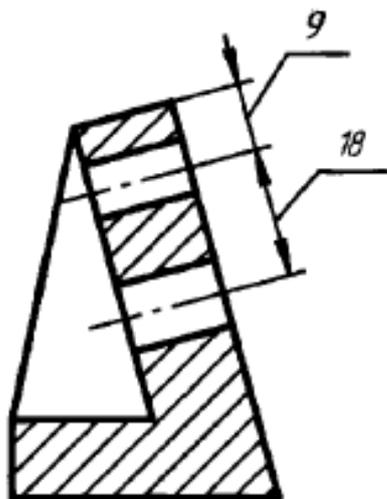


Рисунок 16

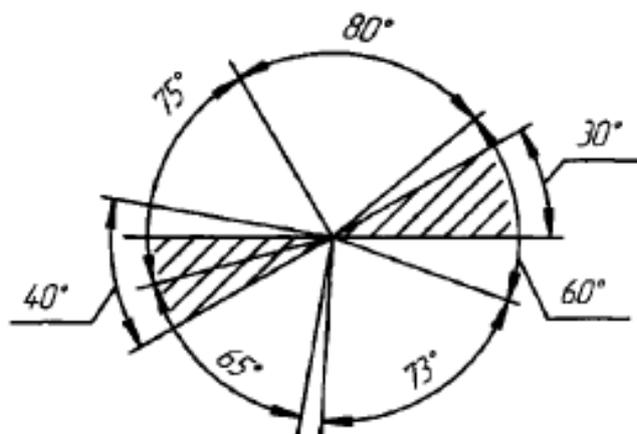


Рисунок 17

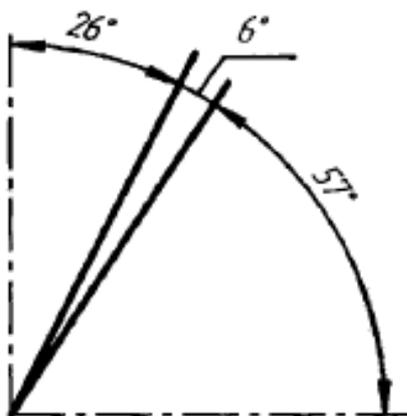


Рисунок 18

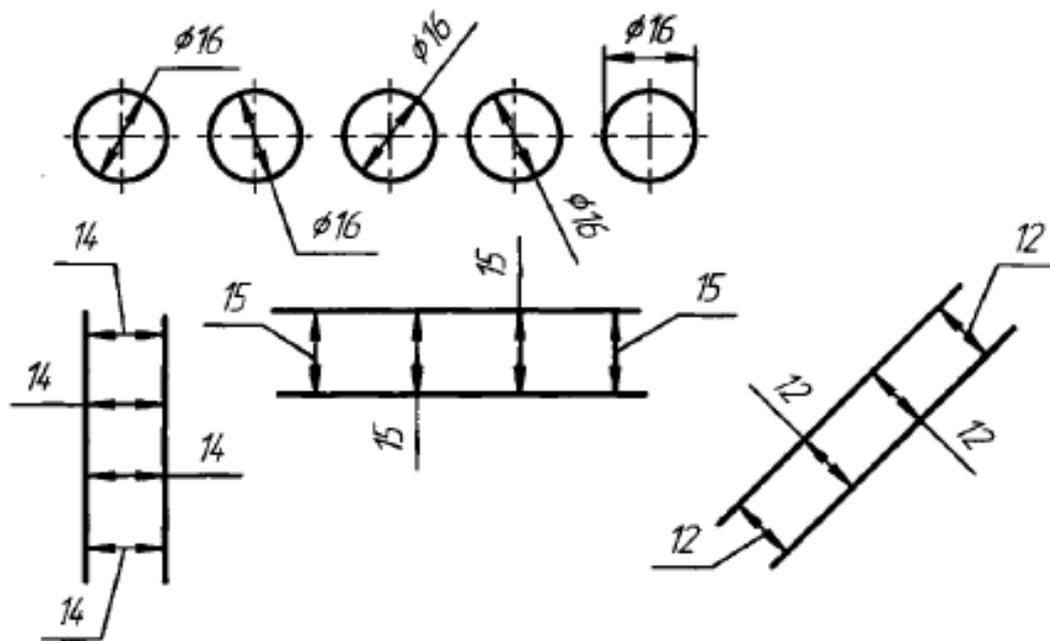


Рисунок 19

Если недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят, как показано на рисунке 20.

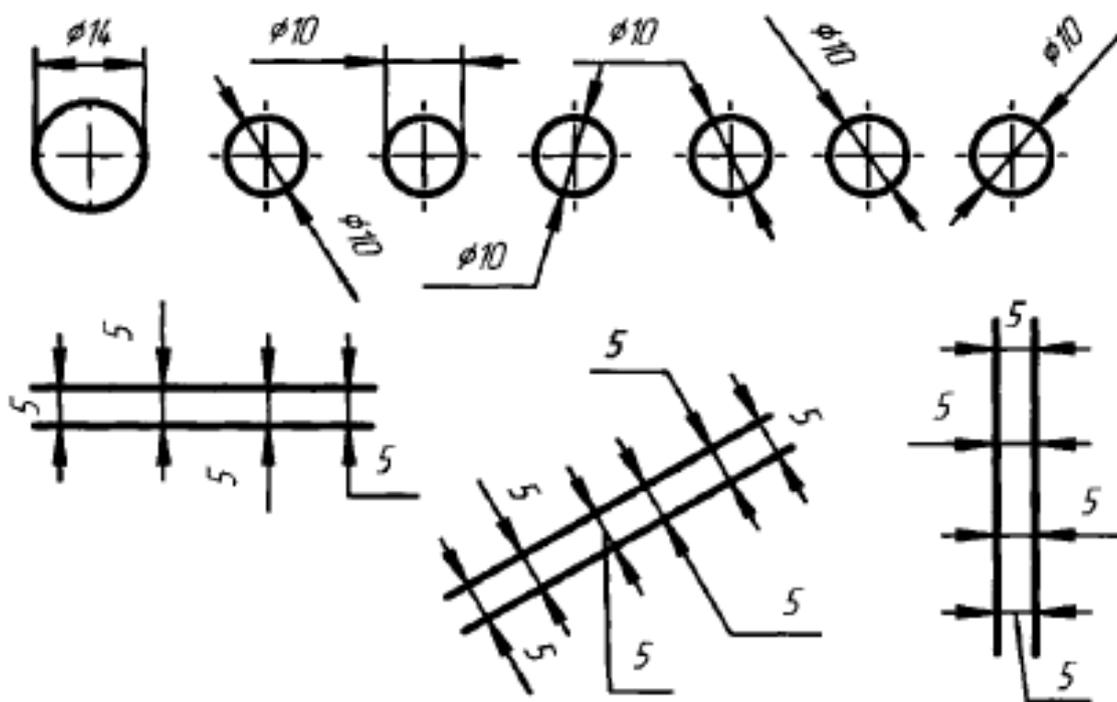


Рисунок 20

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R. Размеры радиусов наносят, как показано на рисунке 21.

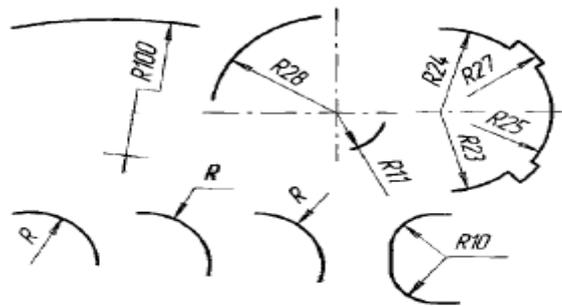


Рисунок 21

При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак « $\varnothing$ ». Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы также наносят знак « $\varnothing$ » (R) без надписи «Сфера». Если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается наносить слово «Сфера» или знак «O», например, «Сфера  $\varnothing$ 18», или «O R12». Диаметр знака сферы равен размеру размерных чисел на чертеже. Размеры квадрата наносят, как показано на рисунке 22. Высота знака « $\bullet$ » должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже.

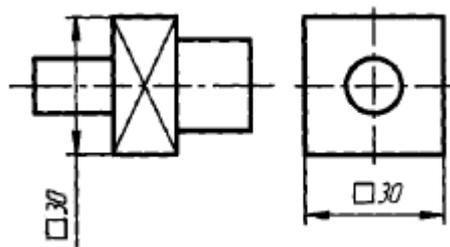


Рисунок 22

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак « $\triangleleft$ », острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса. Знак конуса и конусность в виде соотношения следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски (рисунок 23).

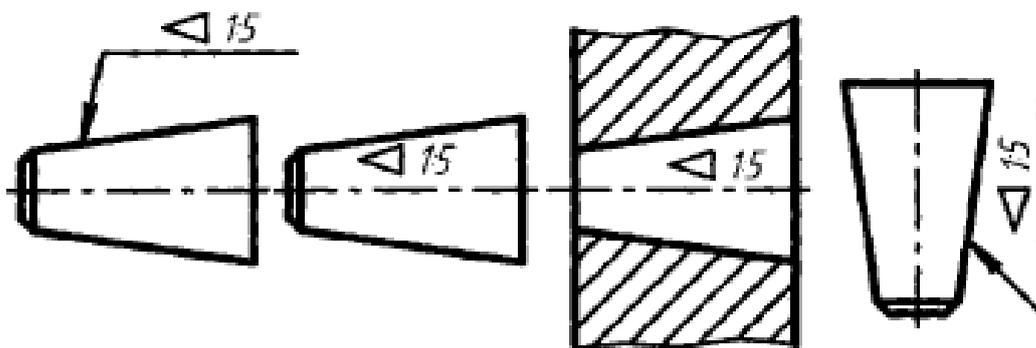


Рисунок 23

Уклон поверхности следует указывать непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения или процентах (рисунок 24). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак «Z», острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона. Размеры фасок под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на рисунке 25.

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам — линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами. При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рисунок 26).

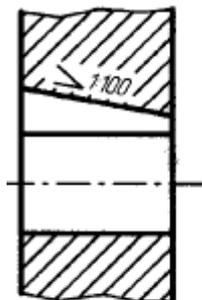


Рисунок 24

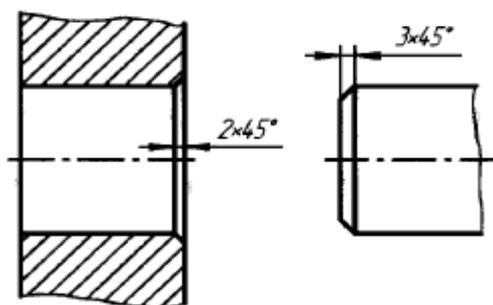
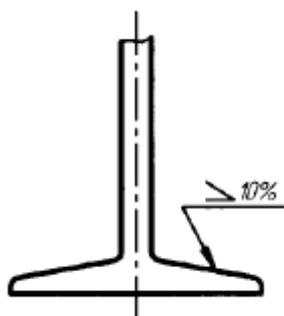


Рисунок 25

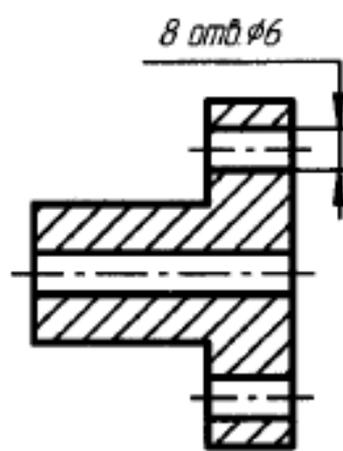
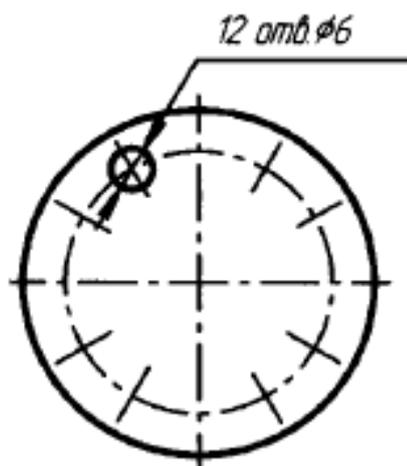


Рисунок 26

Количество одинаковых отверстий всегда указывают полностью, а их размеры — только один раз. При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстия), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рисунок 27). При большом количестве размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные и угловые размеры, как показано на рисунке 28, при этом проводят общую размерную линию от отметки «0» и размерные числа наносят в направлении выносных линий у их концов.

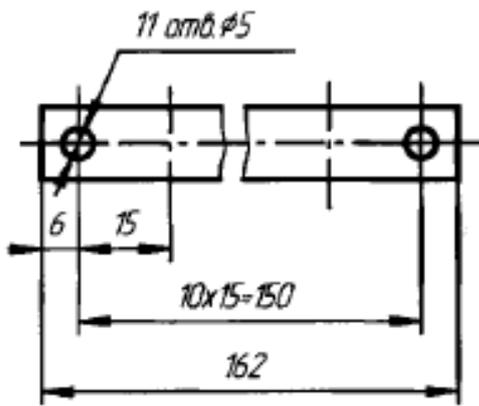


Рисунок 27

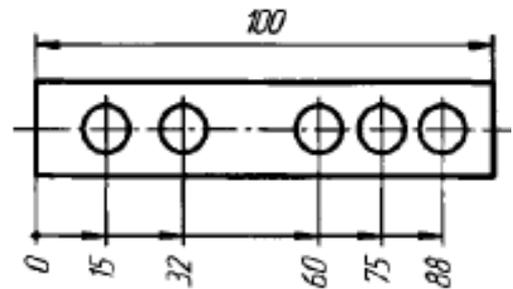


Рисунок 28

В машиностроении в зависимости от выбора баз применяются три способа нанесения размеров элементов деталей: цепной, координатный и комбинированный.

1 Цепной способ (рисунок 29). Размеры отдельных элементов детали наносятся последовательно, как звенья одной цепи. Этот способ применяется редко. 2 Координатный способ (рисунок 30). Размеры являются координатами, характеризующими положение элементов детали относительно одной и той же поверхности детали. 3 Комбинированный способ (рисунок 31). Представляет собой сочетание координатного способа с цепным, т. е. при нанесении размеров на чертеже детали используются два способа: цепной и координатный. Комбинированный способ нанесения размеров предпочтителен, как обеспечивающий достаточную точность и удобство изготовления, измерения и контроля деталей без каких-либо дополнительных подсчетов размеров.

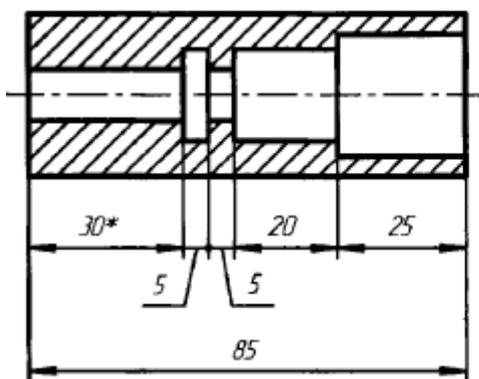


Рисунок 29

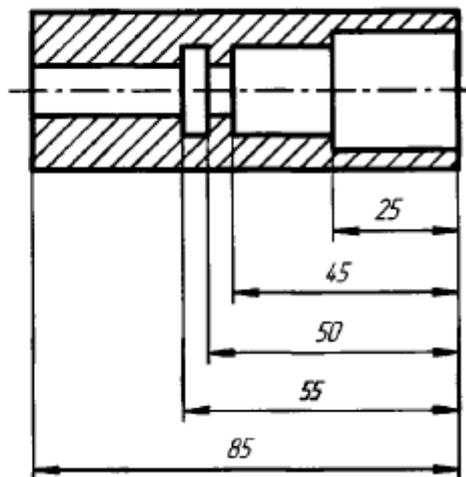


Рисунок 30

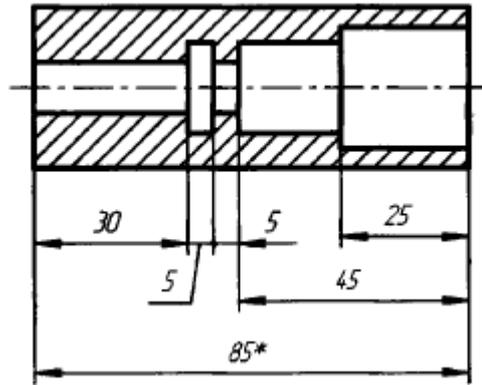


Рисунок 31

### Вопросы для самопроверки

1. В каких единицах указывают линейные и угловые размеры изделий на чертежах?
2. Должна ли выносная линия выступать за размерную?

### Лекция.Тема 2. Геометрические построения.

- 2.1 Проведение перпендикуляра
- 2.2. Деление окружности на равные части
- 2.3. Сопряжения
- 2.4. Построение уклона и конусности

Для того, чтобы построить чертеж детали, провести плоскостную разметку для изготовления или обработки детали, необходимо выполнить ряд геометрических построений. **Геометрическими построениями** называют графические способы решения любой практической задачи, при которых все действия производятся чертежными или разметочными инструментами.

#### 2.1 Проведение перпендикуляра

##### 2.1.1 Построение перпендикуляра к прямой из точки, лежащей вне прямой

Порядок построения следующий (рис.32):

1. Из заданной точки  $C$ , как из центра, провести дугу окружности произвольного радиуса  $R$ , пересекающую прямую  $a$  в точках 1 и 2.
2. Из точек 1 и 2 провести дуги окружностей произвольного радиуса  $R1$  до взаимного пересечения в точке  $D$ .
3. Через точки  $C$  и  $D$  провести прямую линию. Линия  $CD$  перпендикулярна к заданной прямой  $a$ .

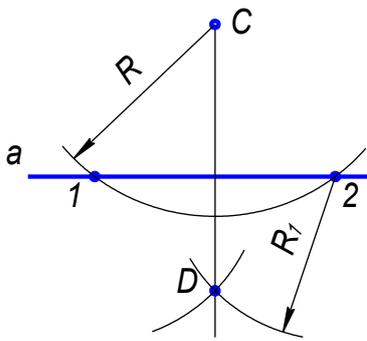


Рис.32

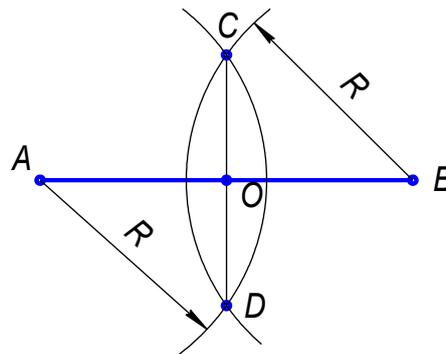


Рис.33

### 2.1.2. Построение перпендикуляра к середине отрезка

Порядок построения следующий (рис.33):

1. Из концов отрезка  $AB$  проводят дуги радиусом  $R$ , величиной большей, чем половина отрезка.
2. Точки пересечения дуг соединяют прямой линией  $CD$ .  
Линия  $CD$  является перпендикуляром к отрезку  $AB$ , точка  $O$  – середина отрезка.

#### Деление отрезка на любое число равных частей

Деление отрезка на 6 равных частей показано на рис. 34.

1. Из любого конца отрезка  $AB$ , например, из точки  $A$ , проводим луч под острым углом к отрезку.
2. На луче от точки  $A$  циркулем откладываем 6 равных отрезков произвольной длины.
3. Конец последнего отрезка, точку 6, соединяем с точкой  $B$ .
4. Из всех точек на луче проводим прямые, параллельные  $6B$ , до пересечения с  $AB$ . Эти прямые разделяют отрезок  $AB$  на шесть равных частей.

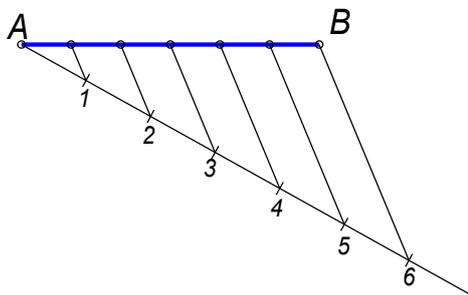


Рис.34

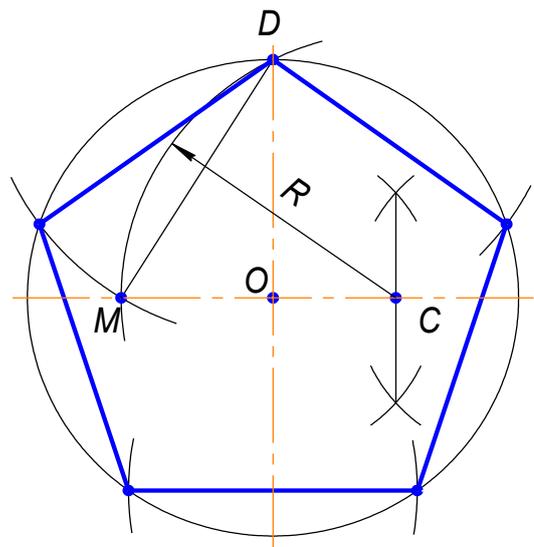


Рис.35

## 2.2. Деление окружности на равные части.

Некоторые детали машин и приборов имеют элементы, равномерно расположенные по окружности. При выполнении чертежей подобных деталей необходимо знать правила деления окружности на равное количество частей. Разделить окружность на три, четыре, шесть, восемь, двенадцать равных частей возможно с помощью чертежных инструментов — угольников и циркуля.

### 2.2.1. Деление окружности на пять равных частей

(Построение правильного пятиугольника, вписанного в окружность)

Построения показаны на рисунке 35.

Из точки  $C$  – середины радиуса окружности, как из центра, дугой радиуса  $CD$  сделать засечку на диаметре, получим точку  $M$ . Отрезок  $DM$  равен длине стороны вписанного правильного пятиугольника. Сделав радиусом  $DM$  засечки на окружности, получим точки деления окружности на пять равных частей (вершины вписанного правильного пятиугольника).

### 2.2.2. Деление окружности на шесть равных частей

(Построение правильного шестиугольника, вписанного в окружность)

Построения показаны на рисунке 36.

Сторона правильного шестиугольника, вписанного в окружность, равна радиусу окружности. Для деления окружности на шесть равных частей надо из точек 1 и 4 пересечения центральной линии с окружностью сделать на окружности по две засечки радиусом  $R$ , равным радиусу окружности. Соединив полученные точки отрезками прямых, получим правильный шестиугольник.

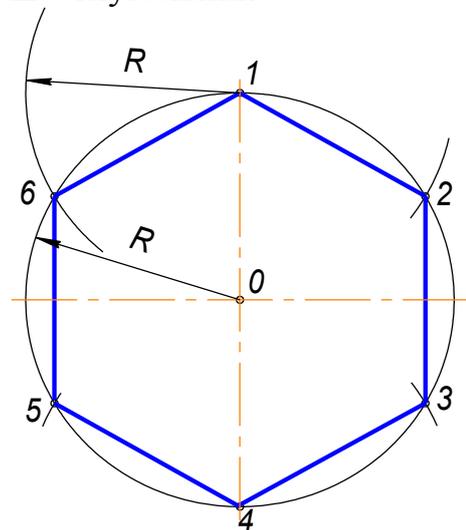


Рис.36

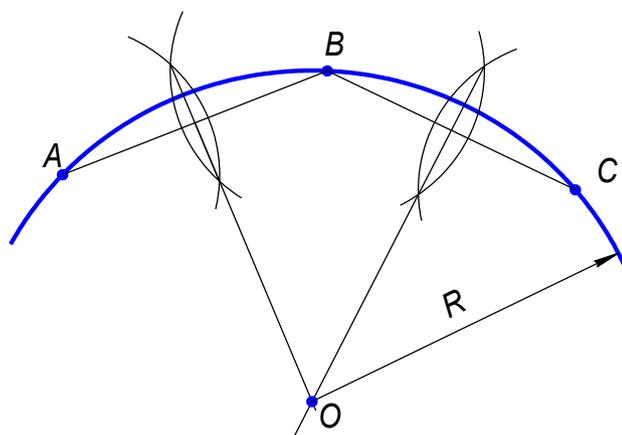


Рис.37

### 2.2.3. Определение центра дуги окружности

Построения показаны на рисунке 37

1. Назначить на дуге три произвольные точки  $A$ ,  $B$  и  $C$ .

2. Соединить точки прямыми линиями.
3. Через середины полученных хорд АВ и ВС провести перпендикуляры.  
Точка О пересечения перпендикуляров является центром дуги.

### 2.3.Сопряжение линий

В чертежной практике сопряжением называют плавный переход одной линии (прямой или кривой) в другую — кривую или прямую. Общую точку, в которой осуществляется плавный переход, называют точкой сопряжения. Переход будет плавным, если обе сопрягающиеся линии в точке сопряжения имеют общую касательную. Роль плавных переходов в очертаниях различных изделий техники огромна. Их обуславливают требования прочности, гидроаэродинамики, промышленной эстетики и технологии (рисунок 38).

Простейшие сопряжения, особо широко используемые в технике, — плавные переходы прямой линии в прямую линию, прямой линии в дугу окружности и дуги одной окружности в дугу другой. Для решения этих задач необходимо:

- уметь строить касательную в данной точке окружности (рисунок 39);
- проводить из внешней точки прямую, касательную к окружности (рисунок 40);
- помнить, что центры окружностей, соприкасающихся внешним образом, находятся на расстоянии суммы их радиусов (рисунок 41), а внутренним — на расстоянии разности их радиусов (рисунок 42), причем точка касания (сопряжения) всегда лежит на прямой, проходящей через — знать, что для сопряжения прямой линии и дуги необходимо, чтобы центр окружности, которой принадлежит дуга, лежал на перпендикуляре к прямой, восстановленном из точки сопряжения (рисунок 39);
- знать, что для сопряжения двух дуг необходимо, чтобы центры окружностей, которым принадлежат дуги, лежали на прямой, проходящей через точку сопряжения (рисунки 41 и 42). Из их центры; изложенное позволяет легко уяснить последовательность решений задач на сопряжения. На рисунке 43 приведены примеры построения сопряжений дугой заданного радиуса R двух прямых, образующих острый (рисунок 43,а), тупой (рисунок 43, б) и прямой (рисунок 43, в) углы.

Точки М — точки сопряжения. Центр сопряжения О определяется как точка пересечения вспомогательных прямых, параллельных сопрягаемым прямым и проведенным на расстоянии R от них. Перпендикуляры, опущенные из центра О на сопрягаемые прямые, определяют точки сопряжения (касания) М. При построении сопряжения сторон прямого угла (рисунок 43, в) центр дуги сопряжения проще находить с помощью циркуля. Из вершины угла А проводят дугу радиусом R, равным радиусу сопряжения. На сторонах угла получают точки сопряжения М. Из этих точек, как из центров, проводят дуги радиусом R до взаимного пересечения в точке О, являющейся центром сопряжения.

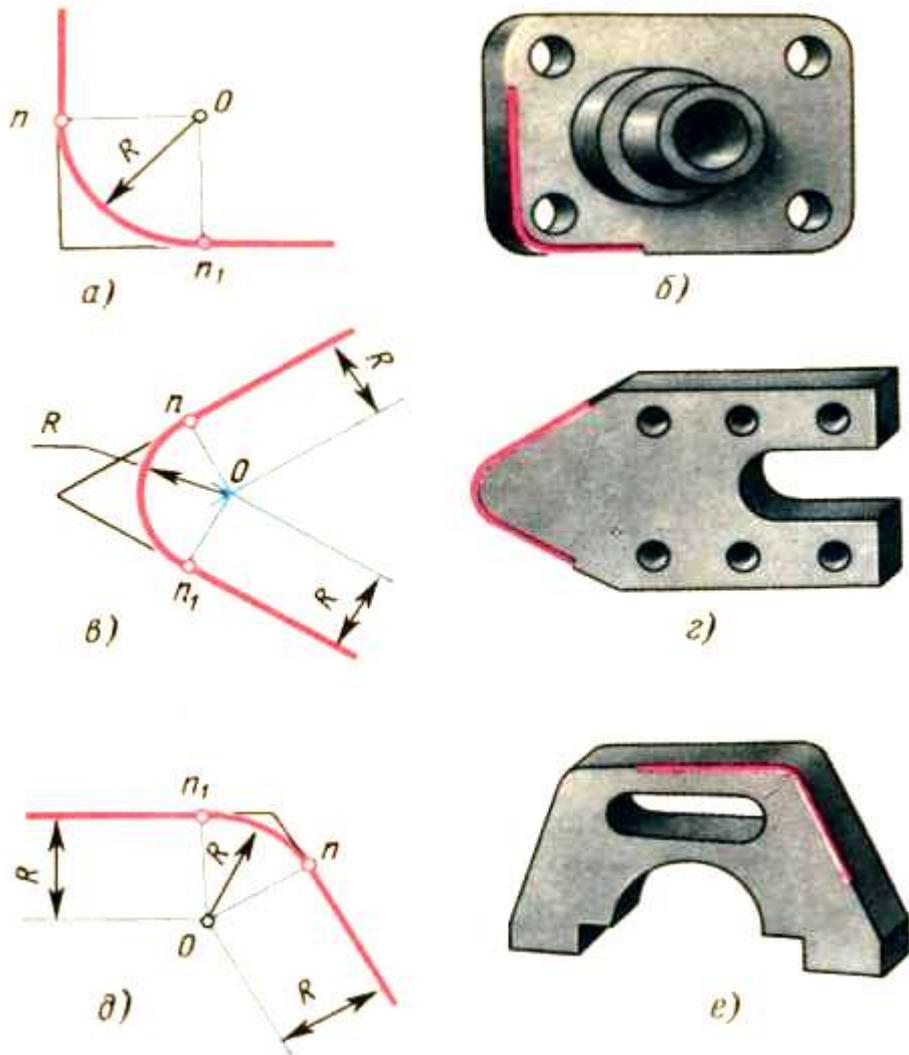


Рисунок 38

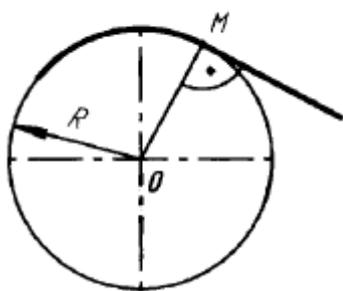


рисунок 39

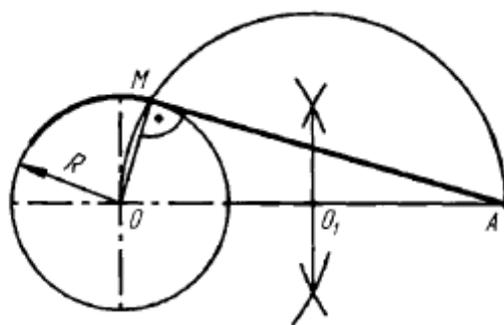


рисунок 40

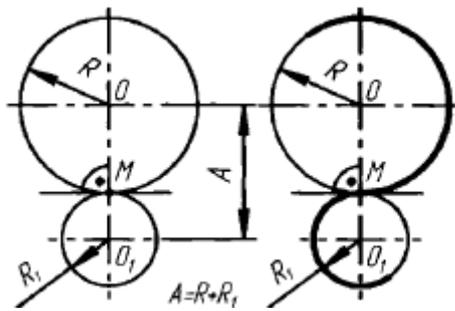


рисунок 41

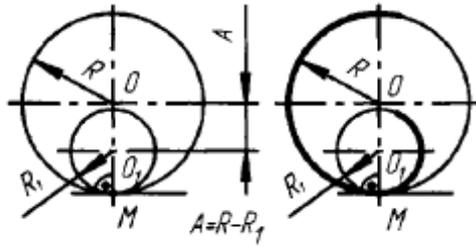


рисунок 42

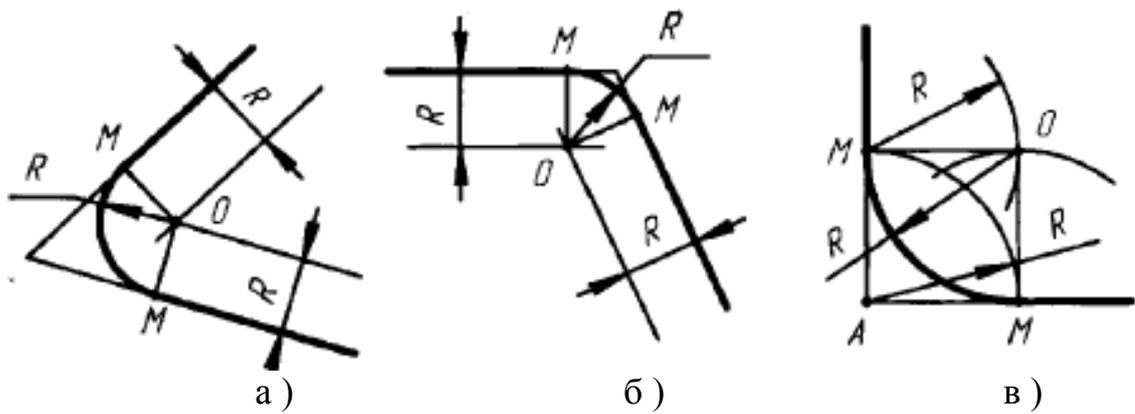


Рисунок 43

Из центра  $O$  описывают дугу сопряжения. На рисунке 44 показано сопряжение дуги окружности радиусом  $R$ , и прямой линии  $a$  дугой окружности радиуса  $R$  с внешним касанием.

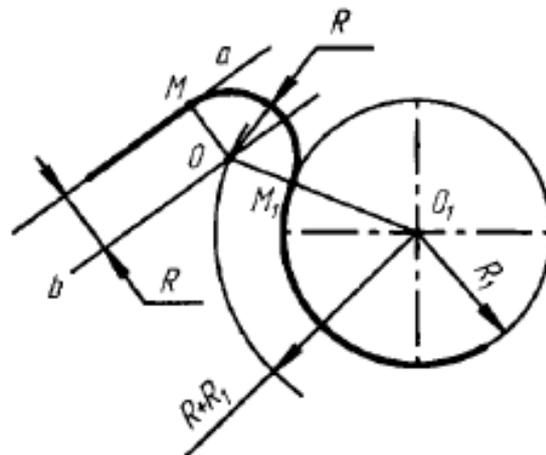


рисунок 44

Параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу  $R$  (радиус сопрягаемой дуги), проводят прямую  $a$ . Из центра  $O$ , проводят дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов  $R$  и  $L$ , до пересечения ее с прямой  $a$  в точке  $O$ . Точка  $O$  является центром дуги сопряжения. Точку сопряжения  $M_1$  находят на пересечении прямой  $OO_1$  с дугой окружности радиуса  $R_1$ . Точка сопряжения  $M$  является основанием перпендикуляра, опущенного из центра  $O$  на данную прямую  $a$ . На рисунке 45 показан пример, при вычерчивании которого необходимо построение внутреннего и внешнего сопряжения. При внутреннем сопряжении (рисунок 45, а) центры  $O_2$  и  $O_1$  сопрягаемых дуг находятся внутри сопрягающей дуги радиуса  $R$ . При внешнем сопряжении

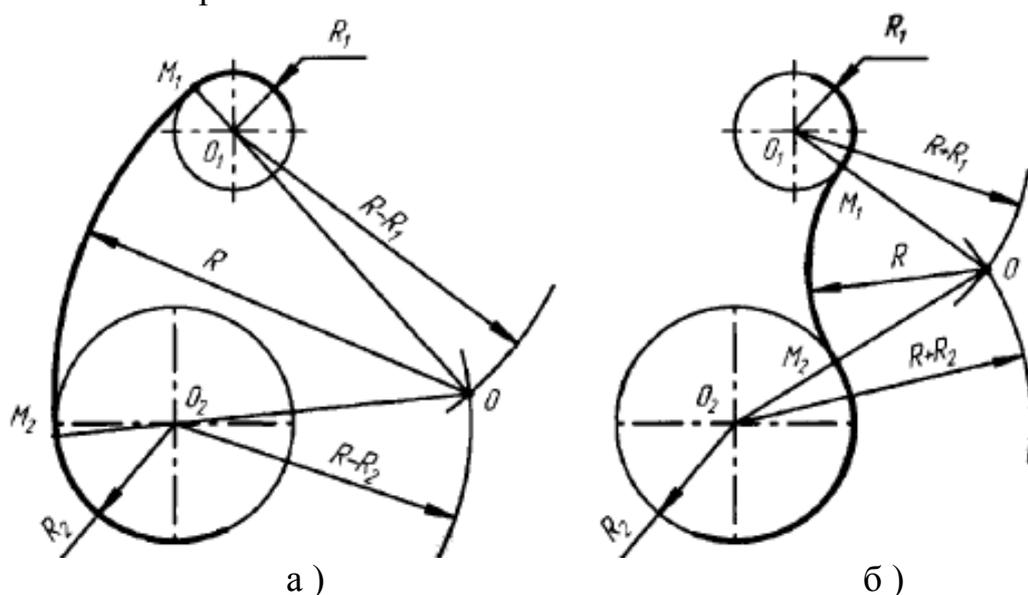


Рисунок 45

(рисунок 45, б) центры  $O_2$  и  $O_1$  сопрягаемых дуг радиусов  $R_1$  и  $R_2$  находятся вне сопрягающей дуги радиуса  $R$ . Для построения внутреннего сопряжения должны быть заданы радиусы сопрягаемых окружностей  $R_1$  и  $R_2$ , положение точек центров  $O_1$ , и  $O_2$  этих окружностей, радиус  $R$  сопрягающей дуги. Требуется определить положение центра  $O$  сопрягающей дуги, и найти точки сопряжения  $M_1$  и  $M_2$ . На чертеже намечают центры  $O_2$  и  $O_1$ , из которых описывают сопрягаемые дуги радиусов  $R_1$  и  $R_2$ . Из центра  $O_1$ , проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги  $R$  и сопрягаемой  $R_1$ , а из центра  $O_2$  — радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги  $R$  и сопрягаемой  $R_2$ . Вспомогательные дуги пересекутся в точке  $O$ , которая и будет искомым центром сопрягающей дуги. Для нахождения точек сопряжения точку  $O$  соединяют с точками  $O_2$  и  $O_1$ , прямыми линиями. Точки пересечения продолжения прямых  $OO_2$  и  $OO_1$ , с сопрягаемыми дугами являются искомыми точками сопряжения (точки  $M_2$  и  $M_1$ ). Радиусом  $R$  из центра  $O$  проводят сопрягающую дугу между точками сопряжения  $M_2$  и  $M_1$ . Для построения внешнего сопряжения с теми же исходными данными из центра  $O_1$  проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги  $R_1$  и сопрягающей  $R$ , а из центра  $O_2$  — радиусом, равным сумме радиусов

сопрягаемой дуги R2 и сопрягающей R. Вспомогательные дуги пересекутся в точке O, которая будет искомым центром сопрягающей дуги. Для нахождения точек сопряжения центры дуг соединяют прямыми линиями O1 и O2 с центром O. Эти две прямые пересекают сопрягаемые дуги в точках сопряжения M2 и M1. Из центра O радиусом R проводят сопрягающую дугу, ограничивая ее точками сопряжения M2 и M1.

## 2.4. Построение уклона и конусности

Уклоном называют величину, характеризующую наклон одной прямой линии к другой прямой. Уклон выражают дробью или в процентах. Уклон отрезка BC относительно отрезка BA определяют отношением катетов прямоугольного треугольника ABC (рисунок 46,а), т.е. AC/BC. Для построения прямой BC (рисунок 46,а) с заданной величиной уклона к горизонтальной прямой, например 1:4, необходимо от точки A влево отложить отрезок AB, равный четырем единицам длины, а вверх отрезок AC, равный одной единице длины. Точки C и B соединяют прямой, которая дает направление искомого уклона.

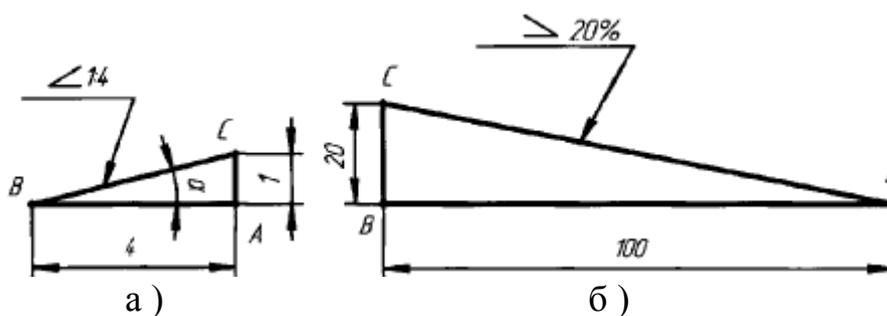


Рисунок 46

Уклоны применяются при вычерчивании деталей, например, стальных балок и рельсов, изготавливаемых на прокатных станах, и некоторых деталей, изготовленных литьем. При вычерчивании контура детали с уклоном сначала строится линия уклона, а затем контур. Если уклон задается в процентах, например, 20 % (рисунок 50, б), то линия уклона строится так же, как гипотенуза прямоугольного треугольника. Длину одного из катетов принимают равной 100 %, а другого — 20 %. Очевидно, что уклон 20 % есть иначе уклон 1:5. По ГОСТ 2.307—68 перед размерным числом, определяющим уклон, наносят условный знак, острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (рисунок 46, а и б). Подробнее обозначение уклона приведено в разделе 1.6 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

Конусностью называется отношение диаметра основания конуса к его высоте (рисунок 47, а). Обозначается конусность буквой C. Если конус усеченный (рисунок 47, б) с диаметрами оснований D и d и длиной L, то конусность определяется по формуле:  $C = \frac{D-d}{L}$ . Например (рисунок 47, б), если известны размеры  $Z = 30$  мм,  $d = 20$  мм и  $L = 70$  мм, то  $D-d = 30-0, L70$ .

Если известны конусность  $C$ , диаметр одного из оснований конуса  $d$  и длина конуса  $L$ , можно определить второй диаметр конуса. Например,  $C=1:7$ ,  $d=20$  мм и  $L=70$  мм;  $D$  находят по формуле  $D=CL + d=1/7 \times 70 + 20 = 30$  мм (рисунок 47, б). По ГОСТ 2.307—68 перед размерным числом, характеризующим конусность, необходимо наносить условный знак конусности, который имеет вид равнобедренного треугольника с вершиной, направленной в сторону вершины конуса (рисунок 47, б).

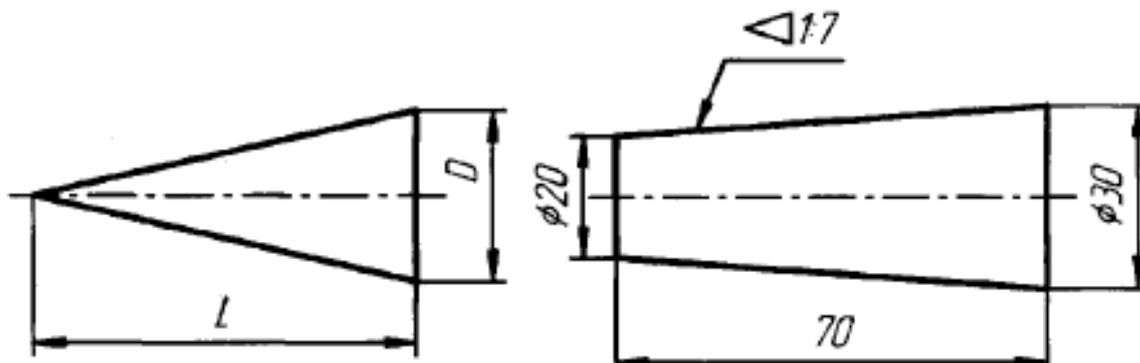


Рисунок 47

Подробнее обозначение конусности приведено в разделе 1.6 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

### Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте понятие «сопряжение».
2. Как определяются точки сопряжения?
3. На чем основан общий прием нахождения центра сопрягающей дуги?
  1. Что называется уклоном?
  2. Что называется конусностью?
  3. Как обозначается на чертеже конусность и уклон?
  4. Как определяется конусность и уклон?

### Лекция. Тема 3. Сведения об изделиях производства и технической документации. Изображение – виды. Разрезы и сечения Уз.ДСТ 2.305-97

#### 3.1. Изделия производства и техническая документация.

#### 3.2. Изображение – виды. Основные виды.

Местные и дополнительные виды

#### 3.3. Разрезы Простые и сложные разрезы.

#### 3.4. Сечения

#### 3.5. Условности и упрощения на чертежах

#### 3.6. УзДСТ 2-306-97 Графическое обозначение материалов в сечениях.

### Тема 3.1. Изделия производства и техническая документация.

Для быстрого внедрения и освоения новой техники важное значение приобретает умение правильно, с меньшей затратой времени создавать конструкторскую документацию, с учетом всех требований ЕСКД, а также

правильно и быстро читать машиностроительные чертежи. Прочитать машиностроительный чертеж изделия — значит получить представление о его форме, размерах, порядке и способе изготовления и контроля. Инженерная графика базируется на теоретических основах начертательной геометрии. Для успешного овладения курсом инженерной графика сведения по изображению изделий с применением упрощений и условностей. Например, машиностроительный чертеж не имеет осей проекций, линий связи и содержит минимум линий невидимых контуров. При выполнении чертежей и других конструкторских документов необходимо строгое соблюдение соответствующих государственных стандартов.

### **Виды изделий**

Уз.ДСТ 2.101—96 устанавливает виды изделий всех отраслей промышленности при выполнении конструкторской документации. Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия, в зависимости от их назначения, делят на изделия основного производства и на изделия вспомогательного производства. К изделиям основного производства следует относить изделия, предназначенные для поставки (реализации). К изделиям вспомогательного производства следует относить изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия, изготавливающего их. Устанавливаются следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты. Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла, литой корпус, пластина из биметаллического листа, печатная плата, маховичок из пластмассы (без арматуры), отрезок провода или кабеля заданной длины, эти же изделия, подвергнутые покрытиям, эти же изделия, изготовленные с применением сварки, спайки, склейки, сшивки, например: винт, подвергнутый хромированию; трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона. Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой и т. п.). Например: автомобиль, станок, редуктор, маховичок из пластмассы с металлической арматурой. Комплекс — два или более изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения своих основных функций, установленных для всего комплекса, например: завод-автомат, автоматическая телефонная станция, бурильная установка. В комплекс, кроме изделий, выполняющих основные функции, могут входить детали, сборочные единицы и комплекты, предназначенные для выполнения вспомогательных функций, например: детали и сборочные единицы, предназначенные для монтажа комплекса на месте его эксплуатации; комплект запасных частей, укладочных средств, тары и др.

Комплект — два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т. п. К покупным относятся изделия, не изготавливаемые на данном предприятии, а получаемые им в готовом виде, кроме получаемых в порядке кооперирования. К изделиям, получаемым в порядке кооперирования, относят составные части разрабатываемого изделия, изготавливаемые на другом предприятии по конструкторской документации, входящей в комплект документов разрабатываемого изделия. Чертеж детали — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Сборочный чертеж (СБ) — документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля (здесь и далее в этой главе в скобках дан буквенно-цифровой код документа). Чертеж общего вида (ВО) — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Спецификация — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Пояснительная записка (ПЗ) — документ, содержащий описание устройства и принцип действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и техникоэкономических решений.

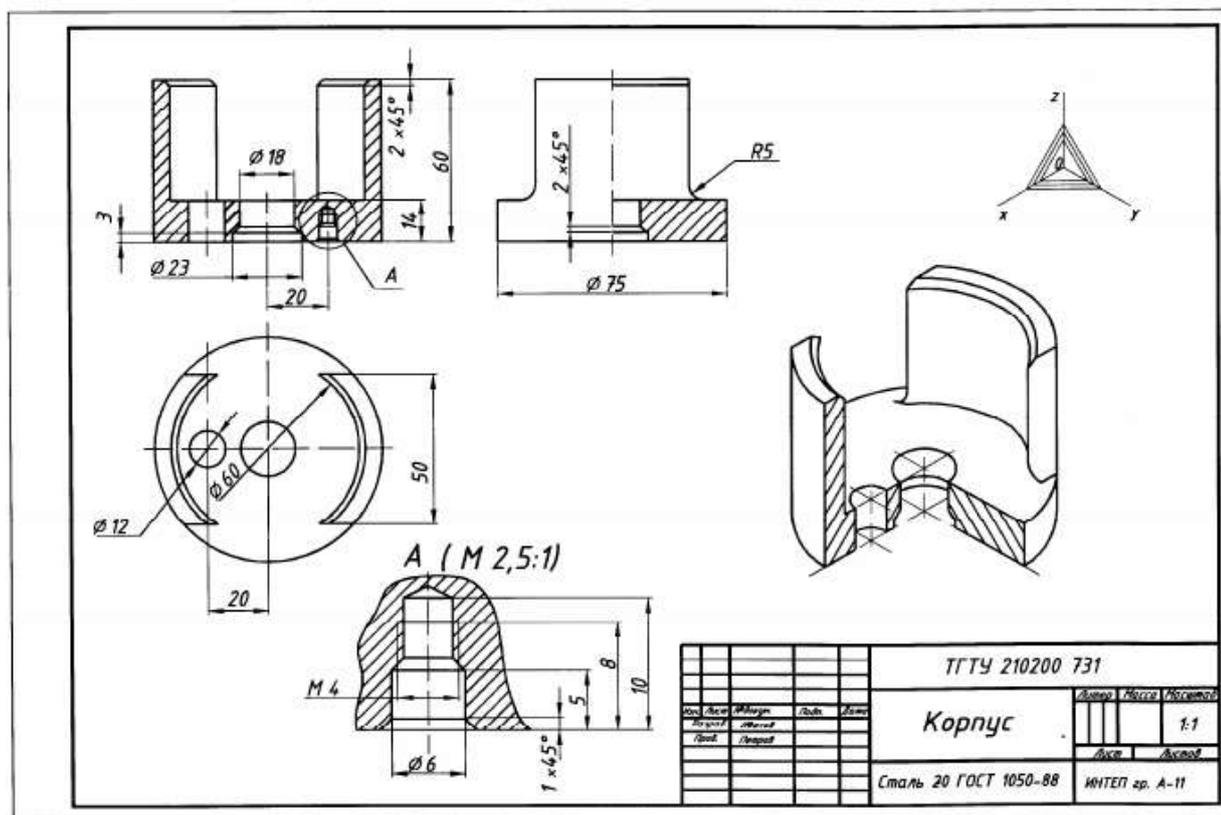


Рисунок 48

### 3.2. Изображение – виды. Основные виды.

#### Местные и дополнительные виды.

При выполнении машиностроительных чертежей пользуются правилами прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций.

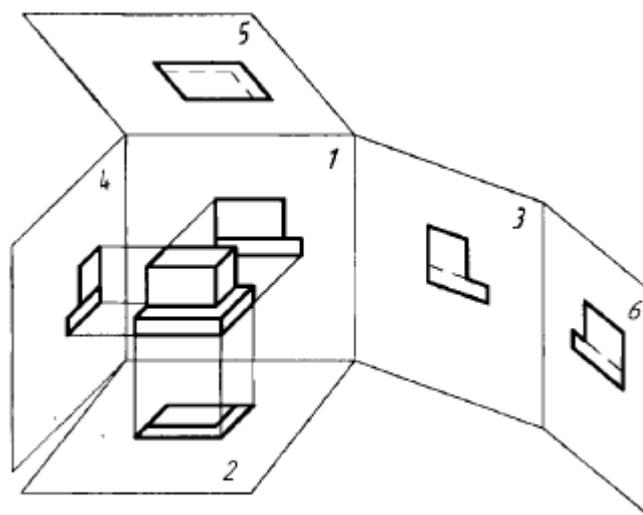


Рисунок 49

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба, которые совмещают с плоскостью, как показано на рисунке 49. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. В начертательной геометрии изображения предмета на чертежах называли проекциями. В инженерной графике изображения предметов в ортогональных проекциях в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы и сечения. В целях уменьшения количества изображений допускается показывать на них штриховыми линиями невидимые контуры предмета (рисунок 50). Правила выполнения изображений — видов, разрезов, сечений на чертеже устанавливает Уз.ДСТ 2.305—97. **Вид — изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Разрез — изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета.** На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Сечение — изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

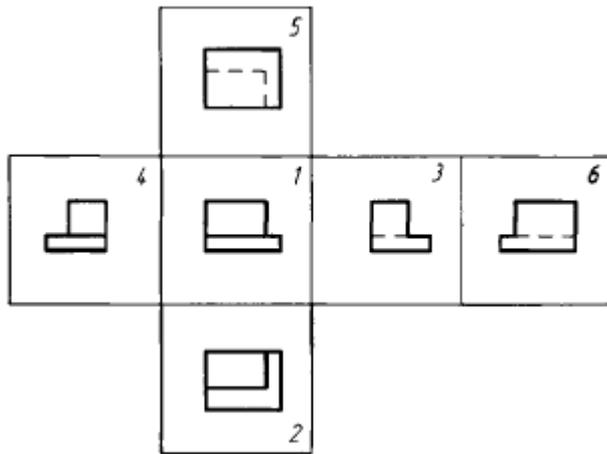


Рисунок 50

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей. Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций (рисунок 50):

- 1 — вид спереди (главный вид);
- 2 — вид сверху;
- 3 — вид слева;
- 4 — вид справа;
- 5 — вид снизу;
- 6 — вид сзади.

Все виды на чертеже должны, по возможности, располагаться в проекционной связи, что облегчает чтение чертежа. В этом случае на чертеже не наносятся какие-либо надписи, разъясняющие наименование видов.

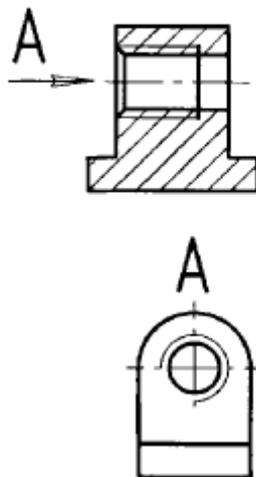


Рисунок 51

Если виды не находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекций), то направление проецирования должно быть указано

стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву (рисунок 51). Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, должно соответствовать приведенным на рисунке 52. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза. Главный вид и другие основные виды должны быть рационально расположены на поле чертежа с учетом нанесения размеров и размещения текстовых надписей. Если какую-либо часть предмета невозможно показать на перечисленных видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые проецированием на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций.

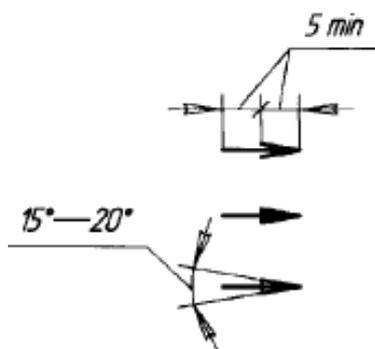


рисунок 52

Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой, а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (рисунок 53). Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и изображение вида не наносят (рисунок 54).

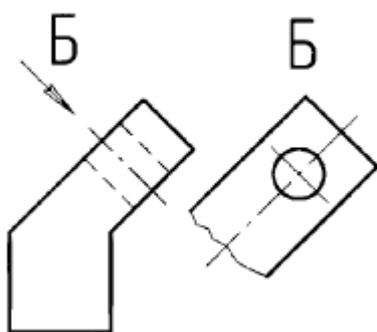


рисунок 53

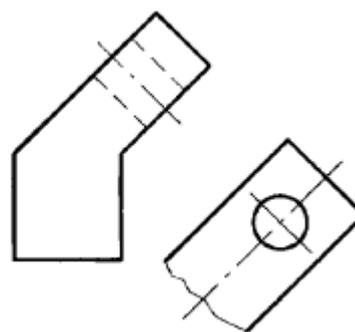


рисунок 54

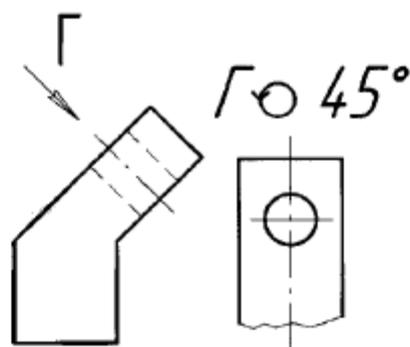


рисунок 55

Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении, при этом обозначение вида должно быть дополнено условным графическим знаком «>0>> — повернуто. При необходимости оказывается угол поворота (рисунок 55). Знак «повернуто» вычерчивается тонкой сплошной линией в виде окружности минимальным диаметром 5 мм (рисунок 55). Если при выполнении чертежа требуется выяснить форму или устройство поверхности предмета в отдельном, ограниченном месте, тогда выполняют изображение только этого ограниченного места. 15°—20° Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется местным видом. Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере (вид Б, рисунок 56), или не ограничен (вид А, рисунок 56). Местный вид должен быть отмечен на чертеже подобно дополнительному виду.

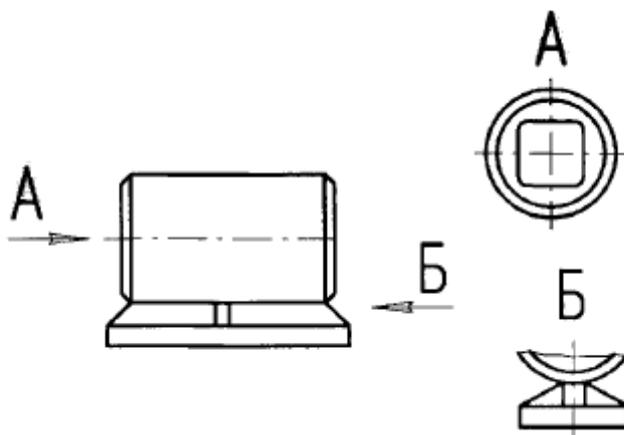


рисунок 56

### 3.3. Разрезы. Простые и сложные разрезы.

Если деталь полая или имеет внутреннее устройство в виде отверстий, углублений и т. п., на видах невидимые контуры изображают штриховыми линиями. При сложной внутренней конфигурации детали большое количество штриховых линий затрудняет чтение чертежа и нередко ведет к неточному представлению о форме детали. Этого можно избежать, применяя

условные изображения — разрезы. При разрезе внутренние линии контура, изображавшиеся на чертеже штриховыми линиями, становятся видимыми и изображаются сплошными основными линиями. Разрезы разделяются в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций на: горизонтальные — секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рисунок 57); вертикальные — секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (рисунок 58); наклонные — секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого (рисунок 59).

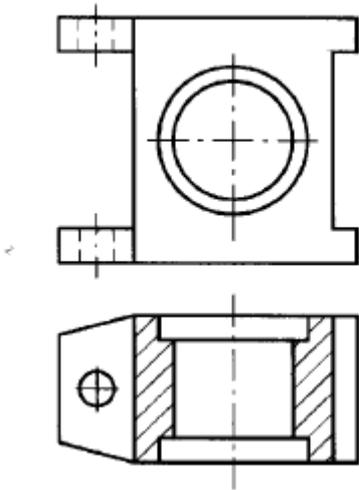


рисунок 57

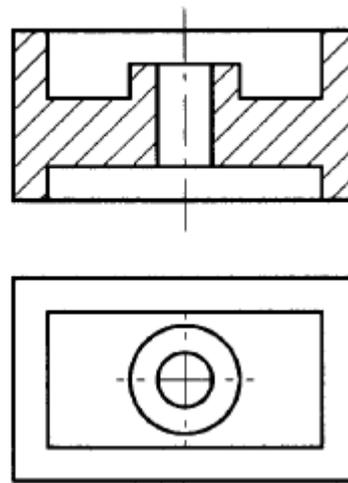


рисунок 58

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на: простые — при одной секущей плоскости (рисунок 57, 58); сложные — при нескольких секущих плоскостях.

Сложные разрезы бывают ступенчатыми, если секущие плоскости параллельны (рисунок 60) и ломаными, если секущие плоскости пересекаются (рисунок 61).

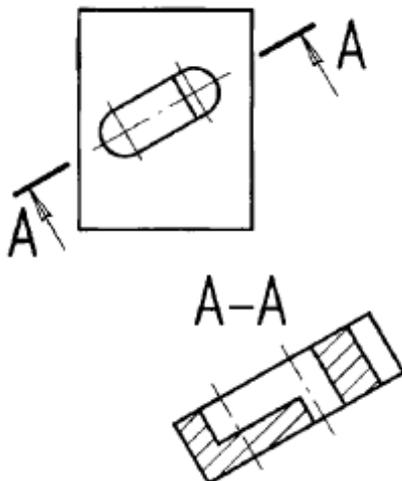


рисунок 59

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения должна применяться разомкнутая линия. (Рисунок 62)

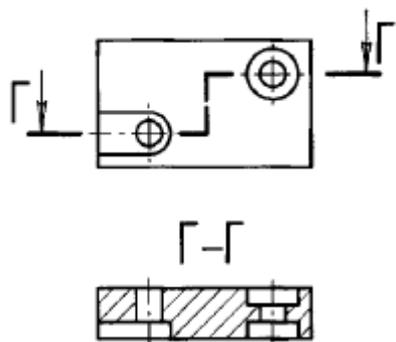


рисунок 60

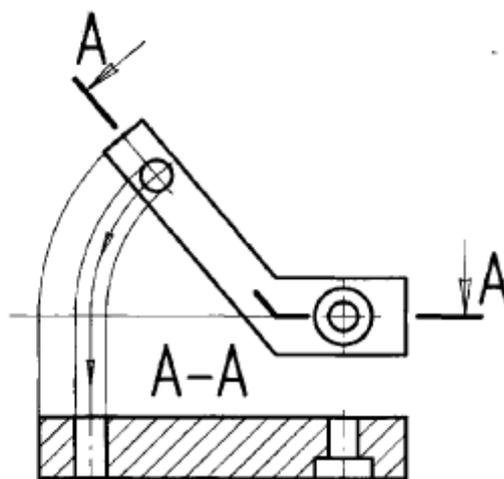


рисунок 61

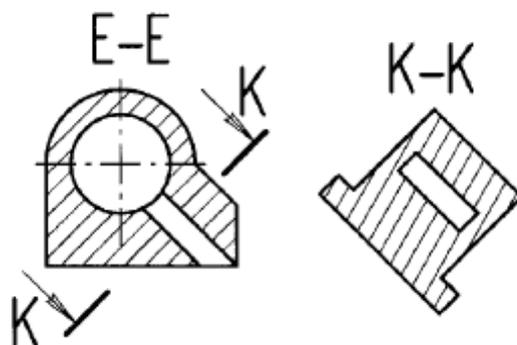


Рисунок 62,а

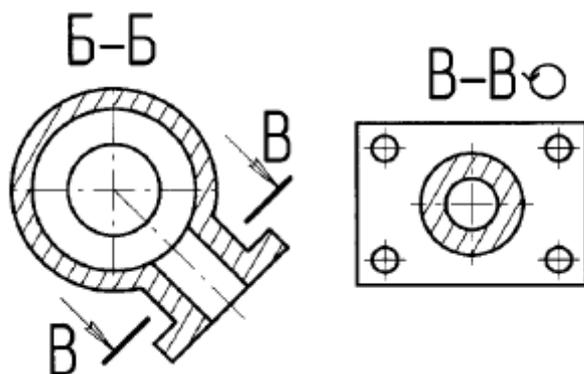


Рисунок 62,б

При выполнении ступенчатого разреза секущие плоскости совмещают в одну плоскость, и ступенчатый разрез оформляется как простой. Линии, разделяющие два сечения друг от друга в местах перегибов на ступенчатом разрезе, не указываются. При выполнении ступенчатого разреза секущие плоскости совмещают в одну плоскость, и ступенчатый разрез оформляется как простой. Линии, разделяющие два сечения друг от друга в местах перегибов на ступенчатом разрезе, не указываются. При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают около линии пересечения секущих плоскостей до совмещения в одну плоскость, параллельной какой-либо из

основных плоскостей проекций. На рисунке 61 показаны линии построения ломаного разреза; эти построения на чертеже не показывают. Ломаный разрез размещается на месте соответствующего вида. При этом направление поворота может и не совпадать с направлением взгляда (рисунки 62, 63).

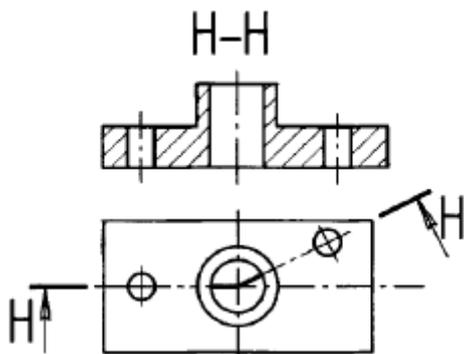


Рисунок 63

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется местным. Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом (рисунки 64, 65). Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

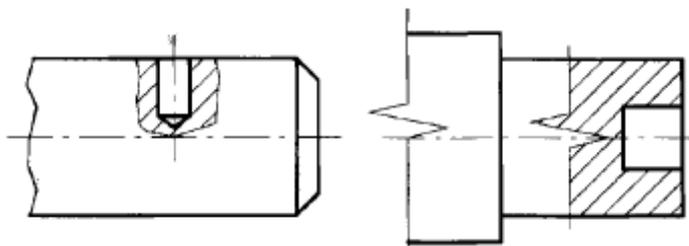


Рисунок 64

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией или сплошной тонкой с изломом (рисунки 65, 66). Если при этом соединяется половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (рисунки 67, 68). Разрезы называются продольными, если секущие плоскости направлены вдоль длины или, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета (рисунки 69, 70).

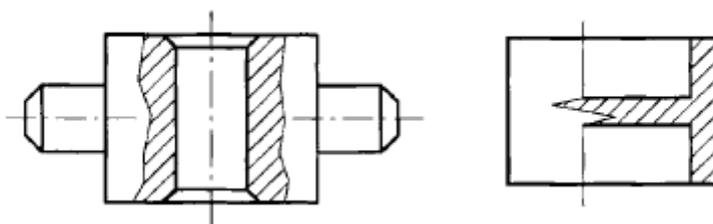


рисунок 65

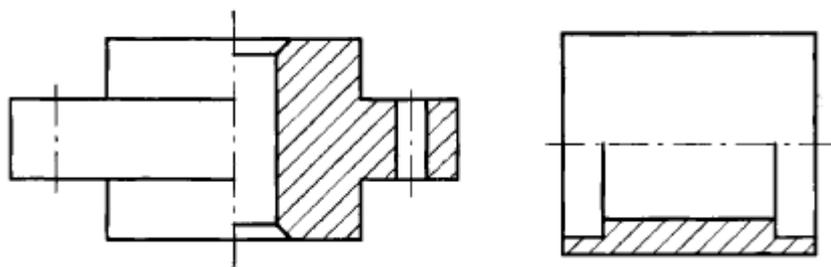


рисунок 66

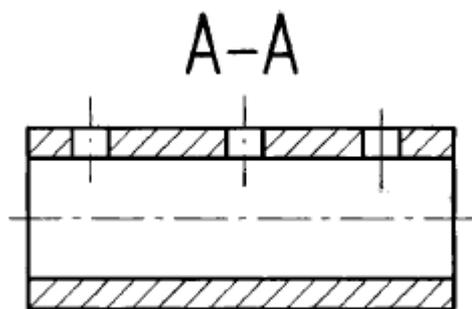


рисунок 67

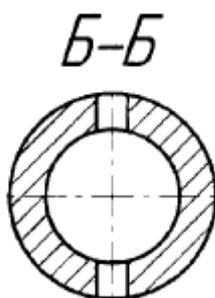


рисунок 68

### 3.4. Сечения

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на вынесенные (рисунки 69 и 70) и наложенные (рисунок 71). Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рисунок 72). Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями (рисунок 69), а контур наложенного сечения — сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают (рисунок 71).

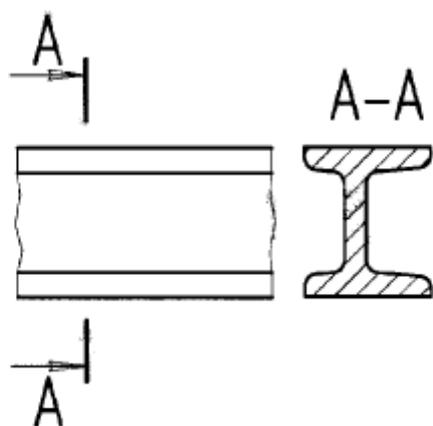


рисунок 69

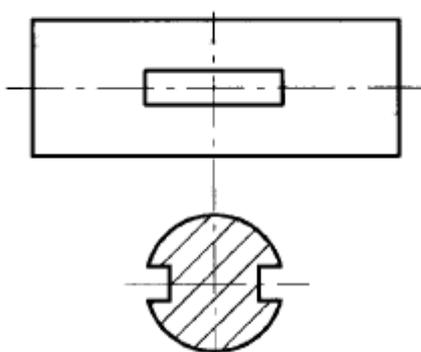


рисунок 70

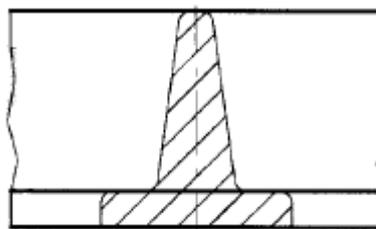


рисунок 71

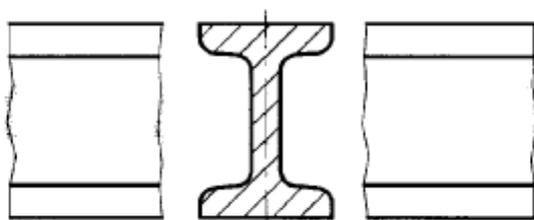


рисунок 72

Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения (рисунки 70 и 71) указывают штрих-пунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят. В случаях, подобных указанному на рисунке 72, при симметричной фигуре сечения линию сечения не проводят. Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают ее одинаковыми прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождают надписью по типу «А—А» (рисунок 69). Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (рисунок 73) и наложенных (рисунок 74), линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают. Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками.

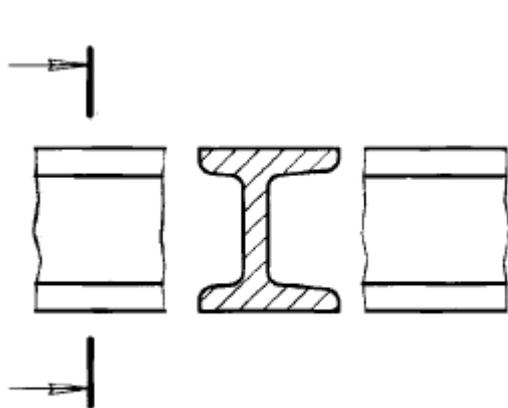


Рисунок 73

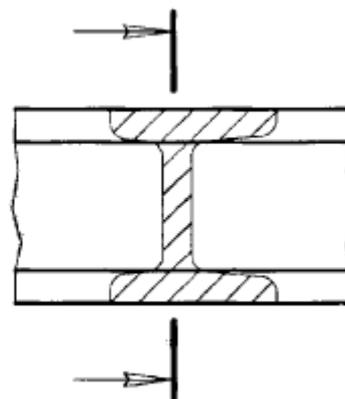
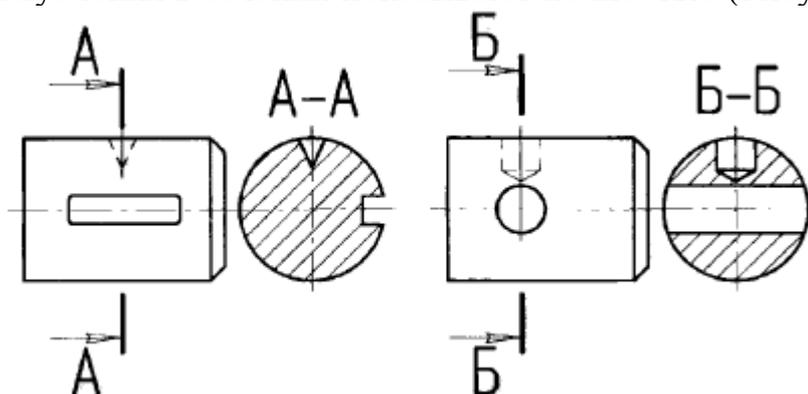


Рисунок 74

Допускается располагать сечение на любом месте поля чертежа, а также с поворотом, с добавлением графического знака «повернуто». Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (Рисунок 75).



(Рисунок 75).

Если сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы (рисунок 76).

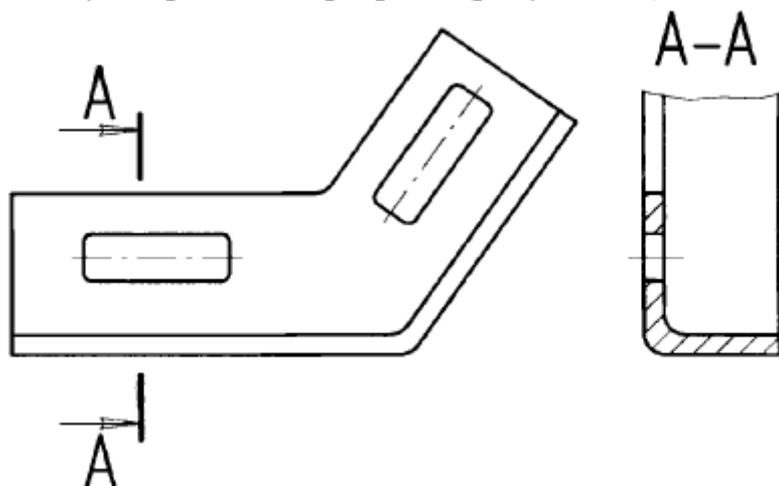


Рисунок 76

### Выносные элементы

Выносной элемент — это дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении. При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией — окружностью, овалом и т. п. с обозначением выносного элемента прописной буквой на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен (рисунок 77). Выносной элемент располагают как можно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

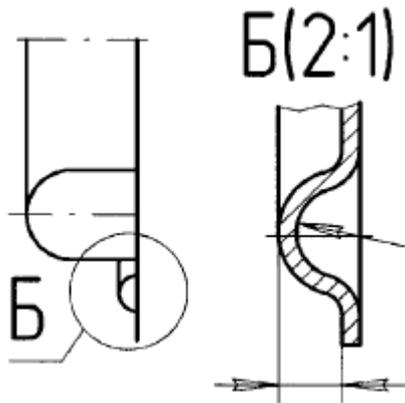


Рисунок 77

### 3.5. Уловности и упрощения на чертежах

Для того чтобы сделать чертежи более простыми и понятными, а также с целью экономии времени при выполнении чертежа этот же стандарт устанавливает условности и упрощения. Если вид, разрез или сечение представляют симметричную фигуру, допускается вычерчивать половину изображения (рисунок 78) или немного более половины изображения с проведением в последнем случае линии обрыва (рисунок 79).

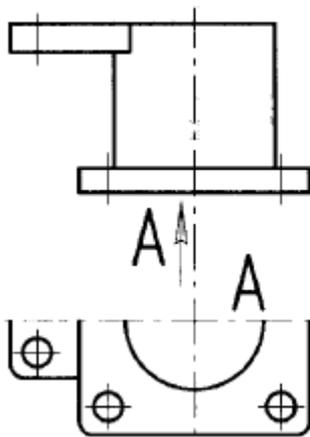


рисунок 78

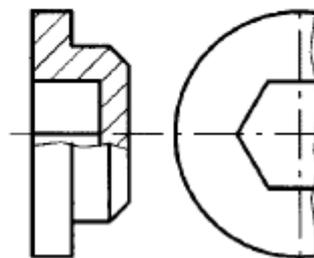


рисунок 79

Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один-два таких элемента, а остальные элементы показывают упрощенно или условно (рисунок 80).

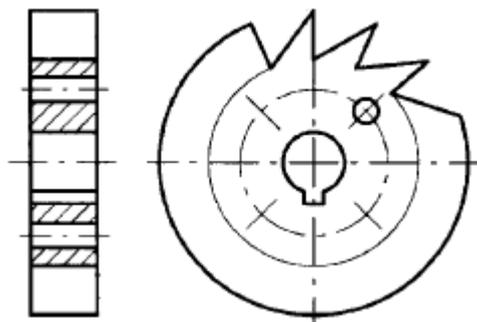


рисунок 80

Плавный переход от одной поверхности к другой показывается условно или совсем не показывается (рисунок 81).

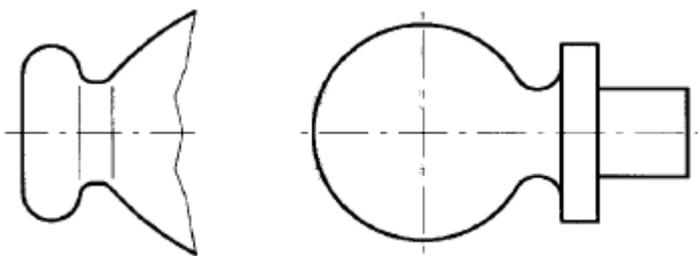


рисунок 81

Такие детали, как винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т. п. при продольном разрезе показывают нерассеченными. Шарики всегда показывают нерассеченными. Как правило, показываются нерассеченными на сборочных чертежах гайки и шайбы. Такие элементы как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т. п. показывают незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента (рисунок 82).

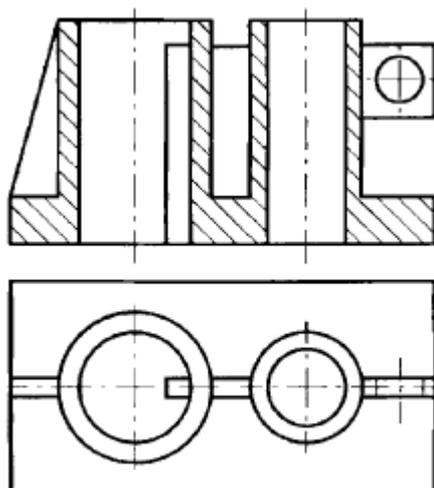


рисунок 82

Пластины, а также элементы деталей (отверстия, фаски, пазы, углубления и т. п.) размером на чертеже 2 мм и менее изображают с отступлением от масштаба, принятого для всего изображения, в сторону увеличения. Допускается незначительную конусность или уклон изображать с увеличением. Допускаются упрощения, подобные указанным на рисунке 83.

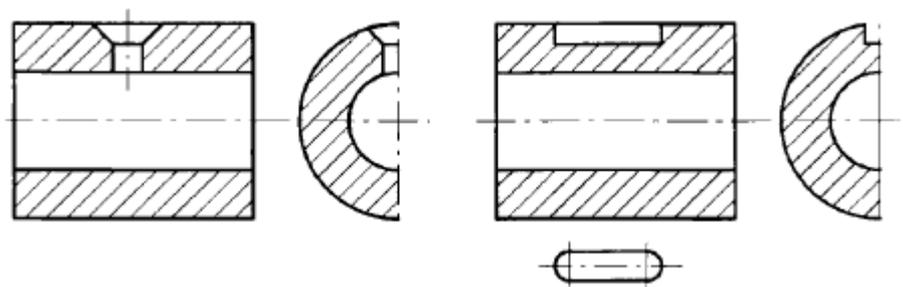


Рисунок 83

При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей предмета на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями (рисунок 84).

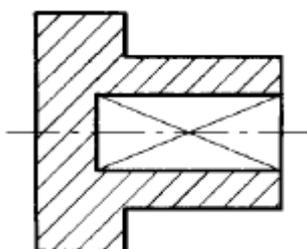


рисунок 84

Предметы или элементы, имеющие постоянное или закономерно меняющееся поперечное сечение (валы, цепи, прутки, фасонный прокат, шатуны и т. п.) допускается изображать с разрывами. Частичное изображение и изображение с разрывами ограничивают одним из следующих способов (рисунок 85).

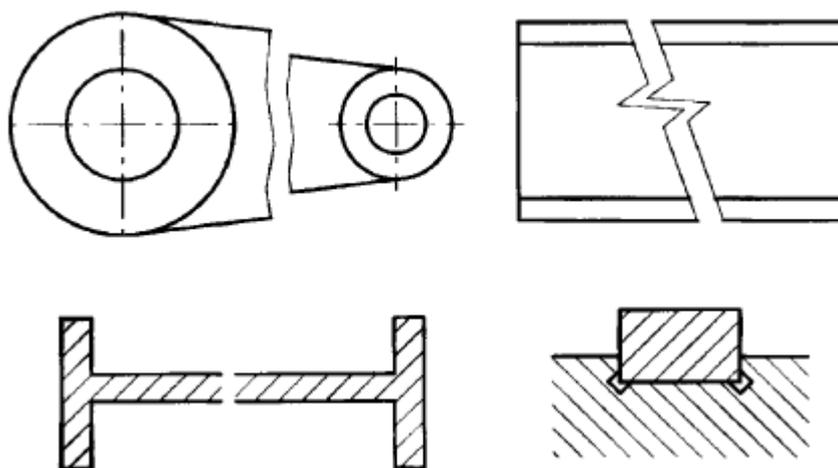


рисунок 85

На чертежах предметов со сплошной сеткой, плетенкой, орнаментом, рельефом, накаткой и т. д. допускается изображать эти элементы частично (рисунок 86).

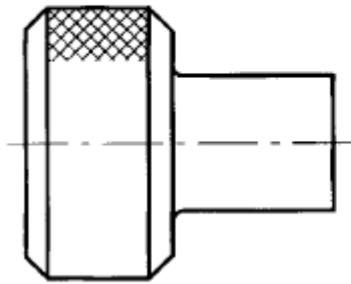


Рисунок 86

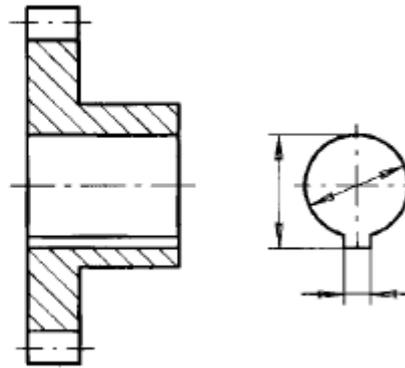


Рисунок 87

Для показа отверстий в ступицах зубчатых колес, шкивов и т. п., а также для шпоночных пазов вместо полного изображения детали допускается давать лишь контур отверстия (рисунок 83) или паза (рисунок 87). Условное графическое обозначение «развернуто» должно быть нанесено на чертеж в виде знака (рисунок 88), а условное графическое обозначение «повернуто» должно соответствовать знаку на рисунке 89. Знаки выполняются тонкой линией.

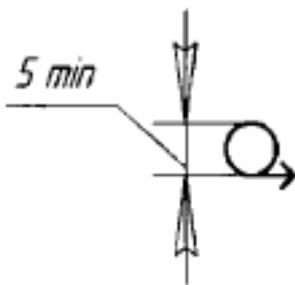


Рисунок 88

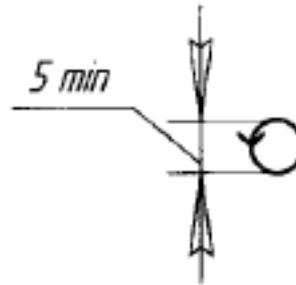
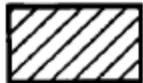
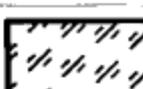


Рисунок 89

### 3.6. УзДСТ 2-306-97 Графическое обозначение материалов в сечениях.

В машиностроении используют детали, изготовленные из различного материала. Для придания наглядности и выразительности чертежей введены условные графические обозначения материалов. Уз.ДСТ 2.306—97 устанавливает графические обозначения материалов в сечениях и на фасадах, а также правила нанесения их на чертежи всех отраслей промышленности и строительства. Графические обозначения материалов в сечениях в зависимости от вида материалов должны соответствовать приведенным в таблице 5.

Материал	Обозначение
Металлы и твердые сплавы	
Неметаллические материалы, за исключением указанных ниже	
Древесина	
Камень естественный	
Керамика и силикатные материалы для кладки	
Бетон	
Стекло и другие светопрозрачные материалы	
Жидкости	

Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом  $45^\circ$  к линии контура изображения, к его оси или к линии рамки чертежа (рисунок 90).

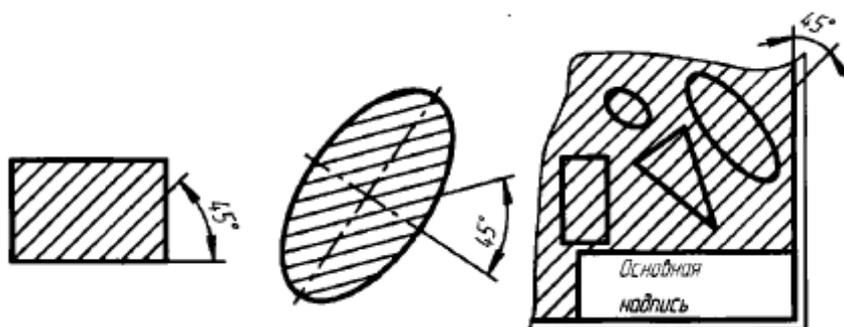


рисунок 90

Если линии штриховки, проведенные к линии рамки чертежа под углом  $45^\circ$ , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла  $45^\circ$  следует брать угол  $30^\circ$  или  $60^\circ$  (рисунок 91). Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, но, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали, независимо от количества листов, на которых эти сечения расположены. Расстояние между параллельными прямыми линиями

штриховки (частота) должно быть, как правило, одинаковым для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данной детали и выбирается в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений. Указанное расстояние должно быть от 1 до 10 мм. Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с оставлением просветов между смежными сечениями не менее 0,8 мм (рисунок 92).

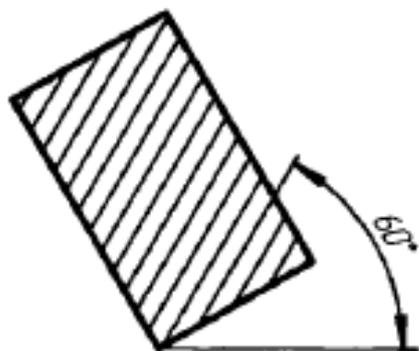


рисунок 91

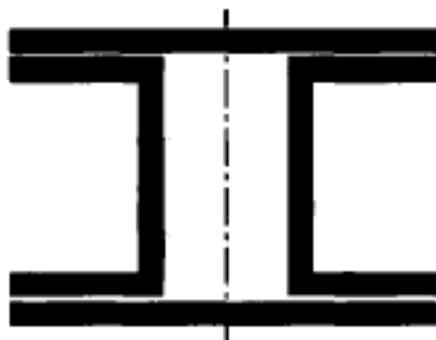


рисунок 92

### Вопросы для самопроверки

1. Как оформляют изображения, называемые видом?
2. Какая разница между основным и дополнительным видом?
3. Какие элементы деталей на продольных разрезах не заштриховывают?
4. Что называется сложным разрезом? Назовите виды сложных разрезов?
5. Какой разрез называется наклонным?
6. Что называется местным разрезом?
7. В чем заключается особенность выполнения разрезов на симметричных изображениях?
8. Какая разница между разрезом и сечением?
9. Назовите виды сечений.
10. В каком случае на разрезах не отмечают положения секущей плоскости и не сопровождают разрез надписью?

### Лекция. Тема 4. Проекция аксонометрические (Уз.ДСТ 2.317-97)

- 4.1. Основные понятия и определения
- 4.2. Стандартные аксонометрические проекции
- 4.3. Элементы технического рисования

#### 4.1. Аксонометрические проекции. Основные понятия и определения

Во многих случаях при выполнении технических чертежей оказывается необходимым наряду с изображением предметов в системе ортогональных проекций иметь изображения более наглядные. Для построения таких изображений применяют проекции, называемые аксонометрическими или, сокращенно, аксонометрией. Существует три

разновидности наглядных изображений: перспектива, параллельная и центральная аксонометрии. Первую применяют для изображения объектов больших размеров (зданий, плотин, самолетов, крупных станков и т. д.), когда надо показать, как они будут выглядеть с определенных точек зрения после их создания. Однако значительно проще, чем перспектива, строится параллельная аксонометрия (обычно объектов небольших размеров), которую широко используют в различных отраслях техники, в частности в машиностроении. Способ аксонометрического проецирования состоит в том, что данная фигура вместе с осями прямоугольных координат, к которым эта система точек отнесена в пространстве, параллельно проецируется на некоторую плоскость. Следовательно, аксонометрическая проекция есть, прежде всего, проекция только на одной плоскости, а не на двух или более, как это имеет место в системе ортогональных проекций. При этом необходимо обеспечить наглядность изображений и возможность производить определения положений и размеров. На рисунке 93 показана схема проецирования точки  $A$  на некоторую плоскость  $\alpha$ , принятую за плоскость аксонометрических проекций.

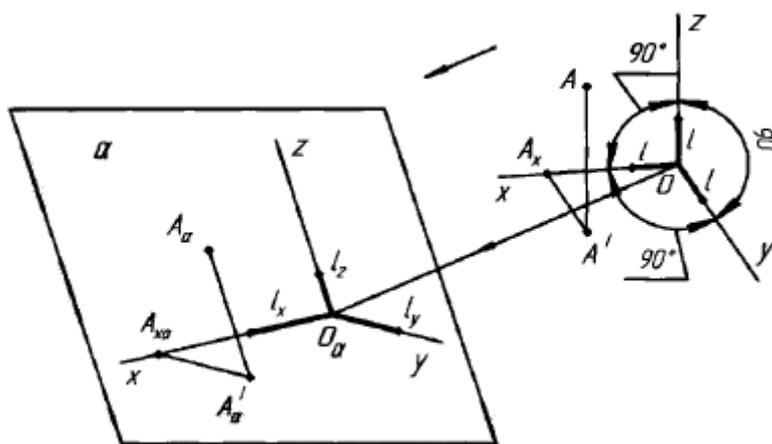


рисунок 93

Полученное на ней изображение называют аксонометрическим (или просто аксонометрией), а проекции координат осей — аксонометрическими осями координат. Очевидно, проекции прямых, параллельных в натуре натуральным осям координат, параллельны соответствующим аксонометрическим. Именно в использовании этого свойства параллельных проекций и заключается простота построения параллельной аксонометрии. Прямые  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$  изображают оси координат в пространстве, прямые  $O_{\alpha}x_{\alpha}$ ,  $O_{\alpha}y_{\alpha}$ ,  $O_{\alpha}z_{\alpha}$  — их проекции на плоскость  $\alpha$  — аксонометрические оси.

#### 4.2. Стандартные аксонометрические проекции.

Уз.ДСТ 2.317—97 устанавливает правила построения аксонометрических проекций, применяемых на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Изометрическая проекция.

Положение аксонометрических осей приведено на рисунке 94.

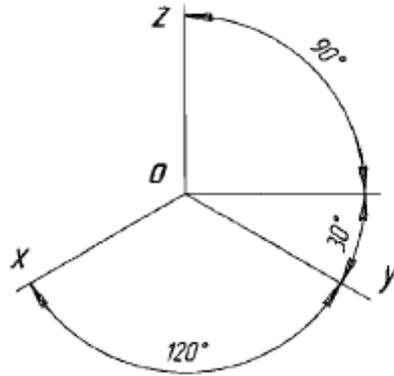


Рисунок 94

Коэффициент искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$  равен 0,82. Изометрическую проекцию для упрощения, как правило, выполняют без искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , т. е. приняв коэффициент искажения равным 1. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы (рисунок 95). Если изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , то большая ось эллипсов 2, 3 равна 1,22, а малая ось — 0,71 диаметра окружности. Если изометрическую проекцию выполняют с искажением по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна диаметру окружности, а малая ось — 0,58 диаметра окружности. У эллипса 1 большая ось расположена под углом  $90^\circ$  к оси  $y$ , у эллипса 2 — к оси  $z$  и у эллипса 3 — к оси  $x$ . Запомним также, что большая и малая оси эллипса перпендикулярны между собой. Пример изометрической проекции детали приведен на рисунке 96.

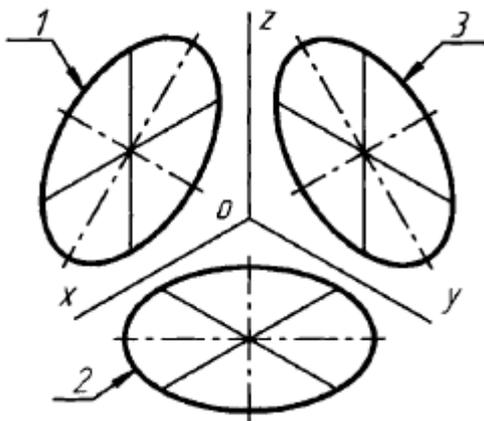


рисунок 95.

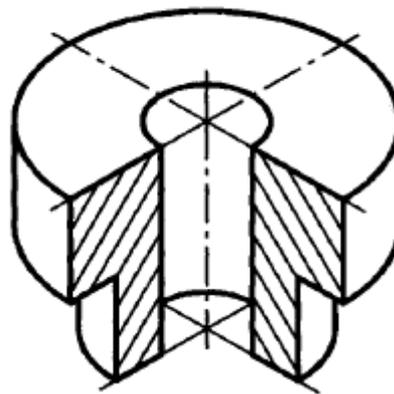


рисунок 96.

### Диметрическая проекция.

Положение аксонометрических осей приведено на рисунке 97. Коэффициент искажения по оси  $y$  равен 0,47, а по осям  $x$  и  $z$  — 0,94. Диметрическую проекцию, как правило, выполняют без искажения по осям  $x$  и  $z$  и с коэффициентом искажения 0,5 по оси  $y$  (т. е. размеры по этой оси

необходимо уменьшать в два раза по отношению к натуральным). Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы (рисунок 98). Если диметрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $x$  и  $z$ , то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна 1,06 диаметра окружности, а малая ось эллипса 1 — 0,95, эллипсов 2 и 3 — 0,35 диаметра окружности. Если диметрическую проекцию выполняют с искажением по осям  $x$  и  $z$ , то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна диаметру окружности, а малая ось эллипса 1 — 0,9, эллипсов 2 и 3 — 0,33 диаметра окружности.

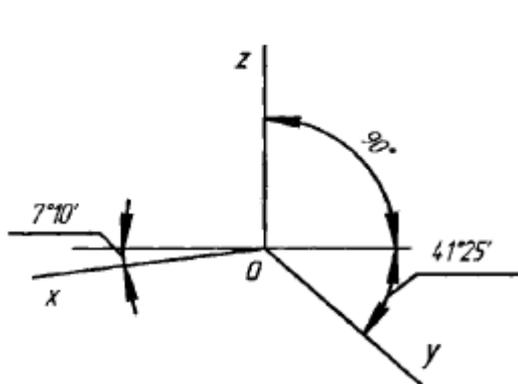


рисунок 97

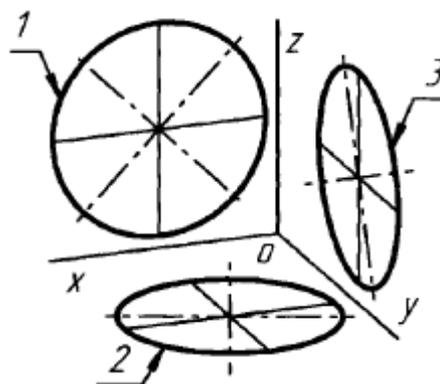


рисунок 98

У эллипса 1 большая ось расположена под углом  $90^\circ$  к оси  $y$ , у эллипса 2 — к оси  $z$  и у эллипса 3 — к оси  $x$ . У данных эллипсов большая и малая оси также перпендикулярны между собой. Пример диметрической проекции детали приведен на рисунке 99.

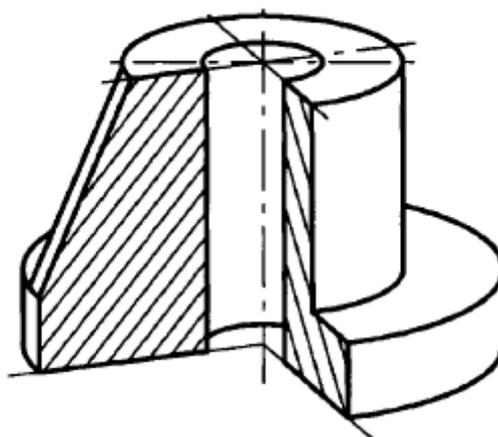


рисунок 99

В аксонометрических проекциях ребра жесткости штрихуют (рисунок 99). Уз.ДСТ 2.317—97 устанавливает также правила построения косоугольных аксонометрических проекций, применяемых на чертежах всех отраслей промышленности и строительства: фронтальной изометрической, горизонтальной изометрической и фронтальной диметрической проекций,

которые в данном учебном пособии не рассматриваются. (рисунок 100).

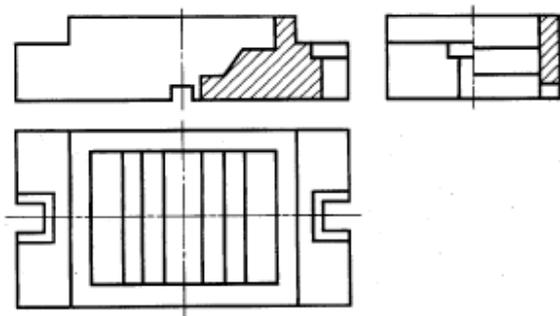


Рисунок 100

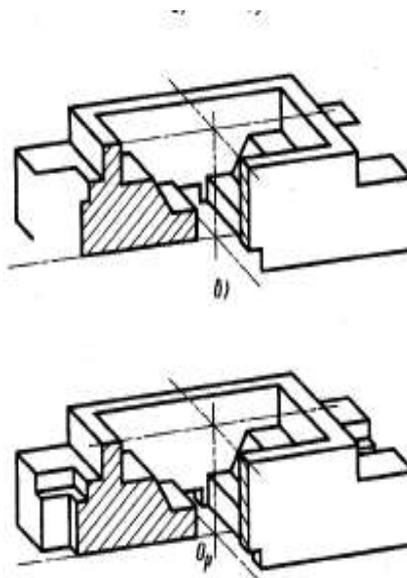


Рисунок 101

На рисунке 100 изображены три вида детали с разрезами и направление штриховки в плоскостях выреза. На рисунке 101 изображены стадии выполнения аксонометрии этой детали с вырезом. При нанесении размеров в аксонометрии выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии — параллельно измеряемому отрезку (рисунок 102).

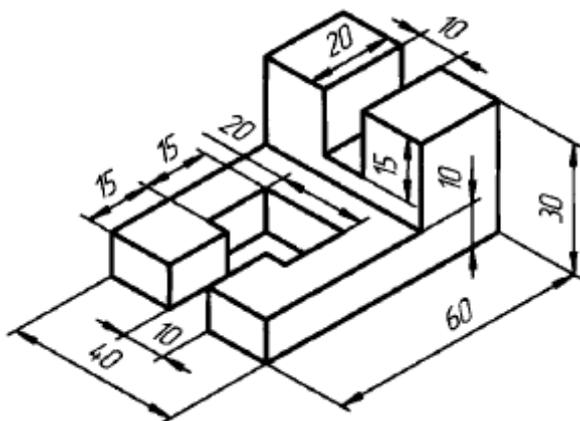


Рисунок 102

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается способ аксонометрического проецирования?
2. Назовите виды аксонометрических проекций.
3. Как располагаются координатные оси в изометрии?
4. Что называется коэффициентами (или показателями) искажения?
5. Каковы коэффициенты искажения в диметрии?
6. Как производится переход от прямоугольных координат к аксонометрическим?

### 4.3. Элементы технического рисования

Технический рисунок — это наглядное изображение, выполненное по правилам аксонометрических проекций от руки, на глаз. Им пользуются на производстве для иллюстрации чертежей. Часто технический рисунок является первичной формой отображения творческих идей. В тех случаях, когда трудно выразить мысль словами или текстом, хорошо помогает рисунок. Инженер и техник должны уметь технически грамотно и быстро выполнять эскизы и рисунки деталей. Обычно технический рисунок детали выполняется в изометрической проекции. Для приобретения навыков в техническом рисовании необходимо проделать ряд упражнений в проведении линий от руки, делении отрезков и прямых углов на равные части без инструментов. Наклон линии под  $45^\circ$  получается при делении прямого угла на две равные части, а при делении на три равные части получают прямую под  $30^\circ$  к горизонтали. Начинается рисование с проведения аксонометрических осей и построения оснований. Из вершин полученных многоугольников параллельно соответствующим аксонометрическим осям проводят параллельные линии — боковые ребра. Рисование цилиндров в аксонометрических проекциях начинается с проведения аксонометрических осей и построения оснований. Для построения оснований необходимо овладеть навыками проведения окружностей и овалов от руки. Для изображения окружности предварительно намечают две взаимно перпендикулярные (вертикальную и горизонтальную) оси, через центр под углом  $45^\circ$  к горизонтали проводят еще две взаимно перпендикулярные линии. От центра на осях и линиях откладывают «на глаз» одинаковые отрезки, равные радиусу окружности. Через намеченные точки от руки проводится окружность. При изображении овалов необходимо учитывать коэффициенты по осям. Рисунок моделей и деталей машин выполняют с натуры, по чертежу или по воображению. При выполнении рисунка в любом случае надо не только внимательно рассмотреть или представить форму модели или детали, но и сравнить соответствие размеров отдельных элементов изображаемого предмета. Выполняя рисунок детали с натуры (например, кронштейн, рисунок 103, слева), надо не только внимательно рассмотреть форму, но и установить соотношение размеров отдельных элементов детали. Например, изображенный на рисунке 103, в центре кронштейн выполнен без соблюдения пропорций детали. На рисунке 103, справа дан рисунок этой детали с учетом пропорций ее частей. Выполнение рисунка модели или детали начинается с построения их габаритных очертаний — «клеток», выполняемых от руки тонкими линиями. Затем модель и деталь мысленно расчленяют на отдельные геометрические элементы, постепенно вырисовывая все элементы. Технические рисунки предмета получают более наглядными, если их покрыть штрихами (рисунок 104). При нанесении штрихов считают, что лучи света падают на предмет справа и сверху или слева и сверху.

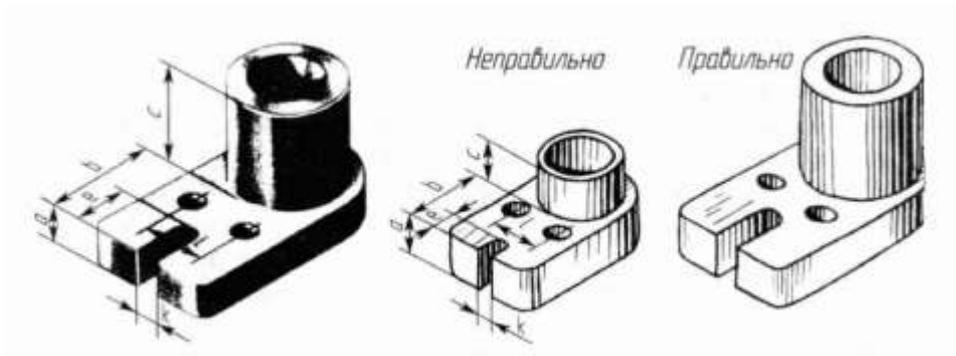


Рисунок 103

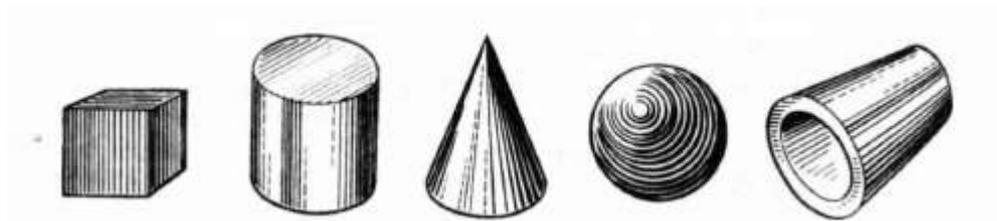


Рисунок 104

Освещенные поверхности штрихуют тонкими линиями на большом расстоянии друг от друга, а теневые — более толстыми линиями, располагая их чаще. Боковые поверхности пирамиды и конуса штрихуют линиями, проходящими через их вершины. На изображения сферических поверхностей и поверхностей вращения наносят штрихи (части concentрических окружностей) разной толщины и с разными промежутками между штрихами.

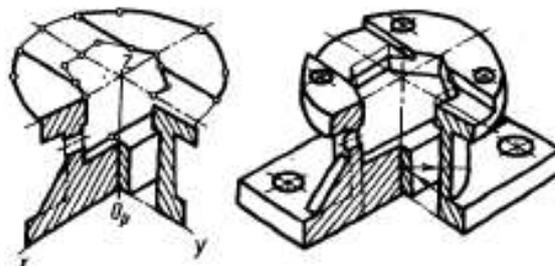


Рисунок 105

На рисунке 105 изображены этапы технического рисунка детали.

### Вопросы для самопроверки

1. Чем отличается технический рисунок от аксонометрических проекций?
2. Какой должна быть последовательность выполнения технического рисунка?
3. Какими правилами пользуются при выполнении технического рисунка?

### Лекция. Тема 5. Эскизирование деталей.

- 5.1. Понятие об эскизе.
- 5.2. Этапы эскизирования.

### 5.3. Приемы обмера детали.

#### 5.1. Понятие об эскизе.

Эскизом называется наглядное изображение, выполненное от руки, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей. Эскиз является временным чертежом и предназначен для разового использования. Эскиз должен быть оформлен аккуратно с соблюдением проекционных связей и всех правил и условностей, установленных стандартами ЕСКД. Эскиз может служить документом для изготовления детали или для выполнения ее рабочего чертежа. В связи с этим эскиз детали должен содержать все сведения о ее форме, размерах, шероховатости поверхностей, материале. На эскизе помещают и другие сведения, оформляемые в виде графического или текстового материала (технические требования и т. п.). Выполнение эскизов (эскизирование) производится на листах любой бумаги стандартного формата. Процесс эскизирования можно условно разбить на отдельные этапы, которые тесно связаны друг с другом. Пример выполнения эскиза приведен на рисунке 106.

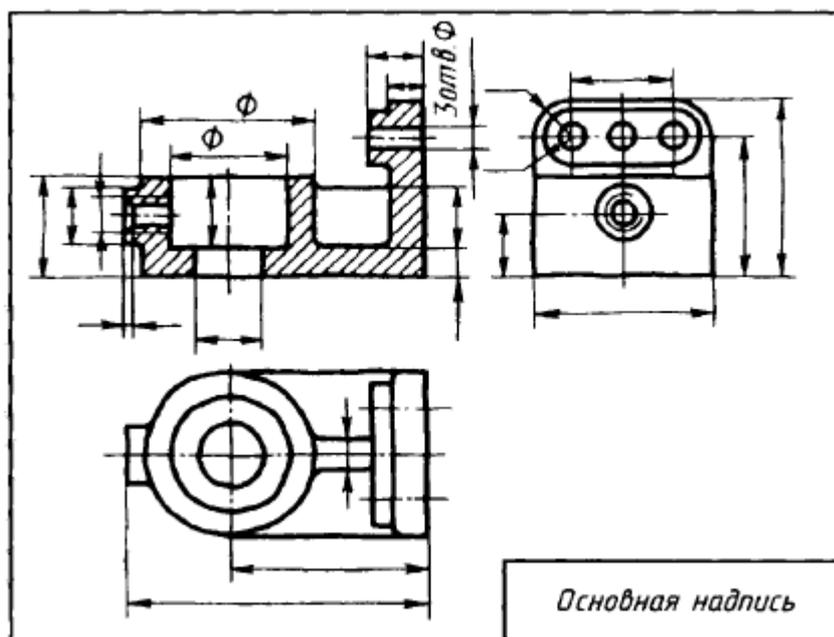


Рисунок 106

#### 5.2. Этапы эскизирования.

##### 1 Ознакомление с деталью

При ознакомлении определяется форма детали и ее основных элементов, на которые мысленно можно расчленить деталь и составляется общее представление о материале, обработке и шероховатости отдельных поверхностей, о технологии изготовления детали, о ее покрытиях и т. п.

##### 2 Выбор главного вида и других необходимых изображений

Главный вид следует выбирать так, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах детали, а также облегчал пользование эскизом при ее изготовлении. Изображения деталей тел вращения на чертежах располагают так, чтобы на главном виде ось детали была параллельна основной надписи. Такое расположение главного вида облегчит пользование чертежом при изготовлении по нему детали. По возможности следует ограничить количество линий невидимого контура, которые снижают наглядность изображений. Поэтому следует уделять особое внимание применению разрезов и сечений. Необходимые изображения следует выбирать и выполнять в соответствии с правилами и рекомендациями Уз.ДСТ 2.305—97.

### 3 Выбор формата листа

Формат листа выбирается по Уз.ДСТ 2.301—96 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения, выбранные при выполнении этапа 2. Величина и масштаб изображений должны позволять четко отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения.

### 4 Подготовка листа

Вначале следует ограничить выбранный лист внешней рамкой и внутри нее провести рамку чертежа заданного формата. Затем наносится контур рамки основной надписи.

### 5 Компоновка изображений на листе

Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают на глаз соотношение габаритных размеров детали. После этого на эскизе наносят тонкими линиями прямоугольники с габаритными размерами детали. Прямоугольники располагают так, чтобы расстояния между ними и краями рамки были достаточными для нанесения размерных линий и условных знаков, а также для размещения технических требований.

### 6 Нанесение изображений элементов детали

Внутри полученных прямоугольников наносят тонкими линиями изображения элементов детали. При этом необходимо соблюдать пропорции их размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

### 7 Оформление видов, разрезов и сечений

Далее на всех видах уточняют подробности, не учтенные при выполнении этапа 6 (например, округления, фаски), и удаляют вспомогательные линии построения. В соответствии с Уз.ДСТ 2.305—97 оформляют разрезы и сечения, затем наносят графическое обозначение материала (штриховка сечений) по Уз.ДСТ 2.306—97 и производят обводку изображений соответствующими линиями по Уз.ДСТ 2.303—97.

### 8 Нанесение размерных линий и условных знаков

Размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон, тип резьбы и т. п.), наносят по Уз.ДСТ 2.307—97. Одновременно намечают шероховатость отдельных поверхностей детали и наносят условные знаки, определяющие

шероховатость.

### 9 Нанесение размерных чисел

При помощи измерительных инструментов определяют размеры элементов и наносят размерные числа на эскизе. Если у детали имеется резьба, то необходимо определить ее параметры и указать на эскизе соответствующее обозначение резьбы.

### 10 Окончательное оформление эскиза

При окончательном оформлении заполняется основная надпись. В случае необходимости приводятся сведения о предельных отклонениях размеров, формы и расположения поверхностей; составляются технические требования и выполняются пояснительные надписи. Затем производится окончательная проверка выполненного эскиза и вносятся необходимые уточнения и исправления.

## 5.3. Приемы обмера детали.

Для обмера деталей используются измерительные инструменты и способы обмера, приведённые ниже: металлическая линейка (рис. 107), угольник (рис. 108), кронциркуль (рис. 109), нутромер (рис. 110), микромер (рис. 111), штангенциркуль (рис. 112), Рейсмасс (рис. 113,а), штангенрейсмасс (рис. 113,б) (5, б), радиусомер (рис. 114). В некоторых случаях контур детали можно перенести на бумагу (рис. 115). На чертеже (рис. 116) изображён угломер, (резьбомер (рис. 117)

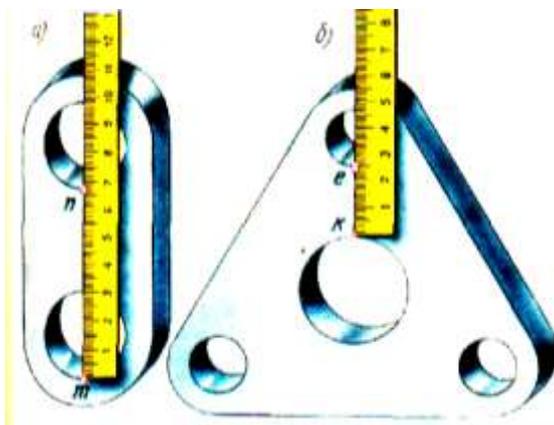


рис. 107

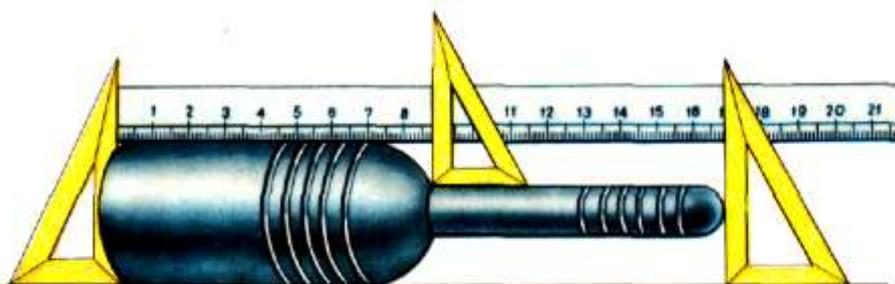


рис. 108

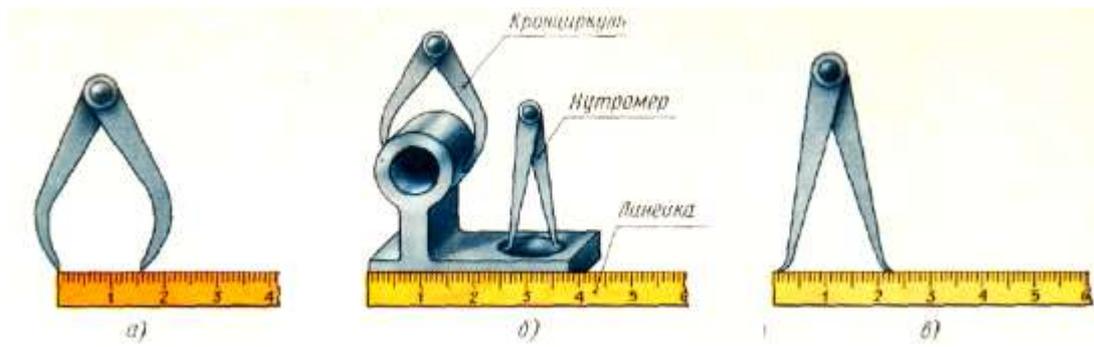


рис.109  
приёмы обмера

110рис.

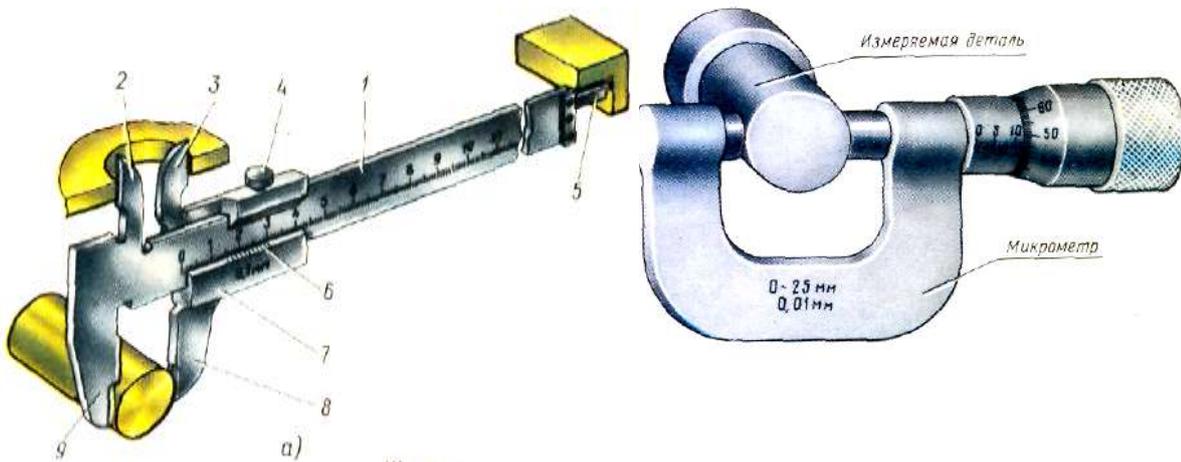


рис.112

рис.111

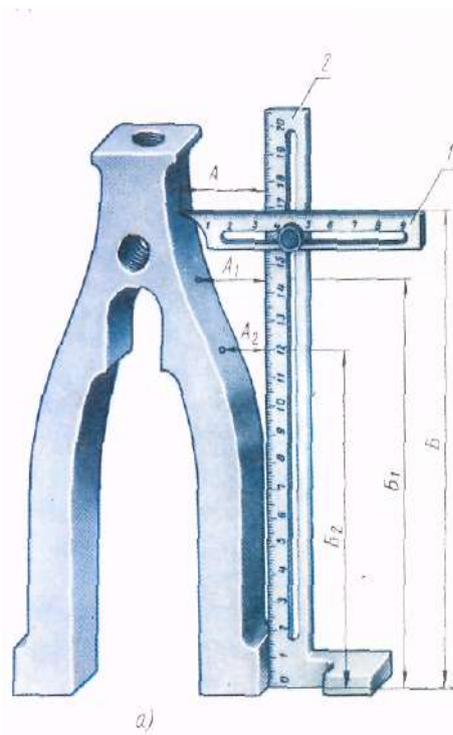


Рис. 113



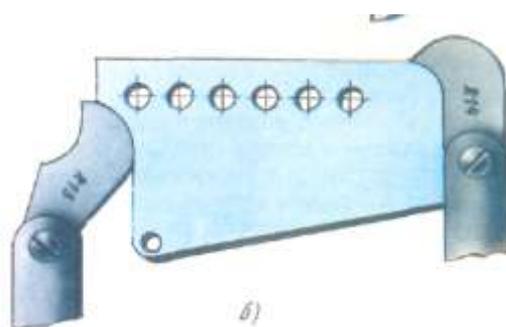
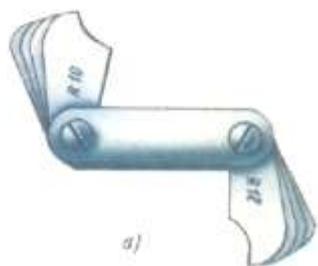


рис.114

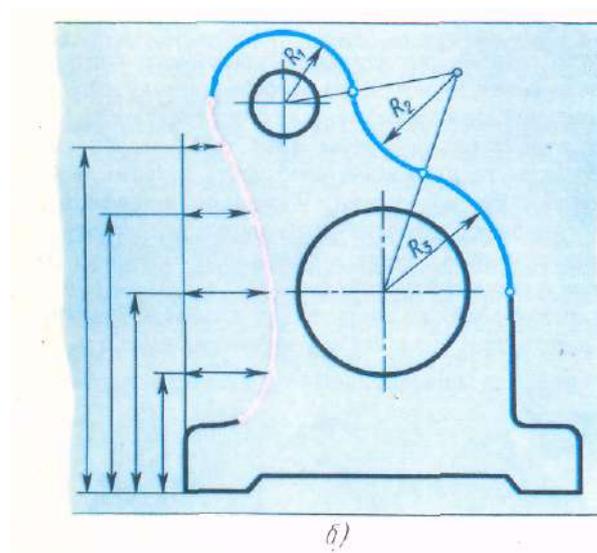
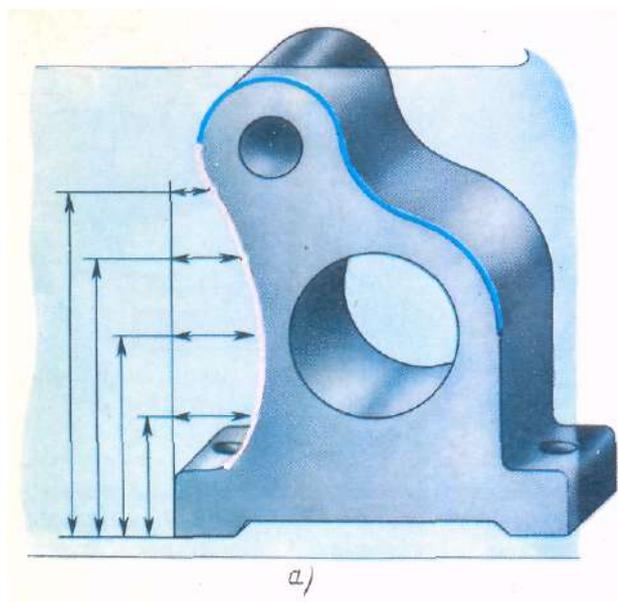


рис.114

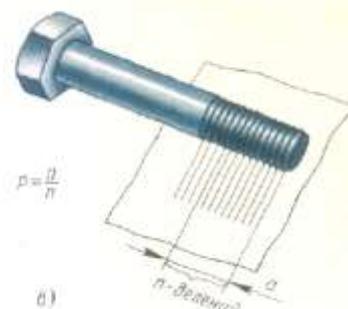
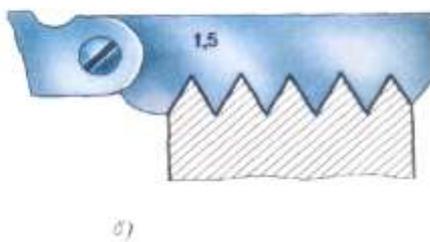


рис.116

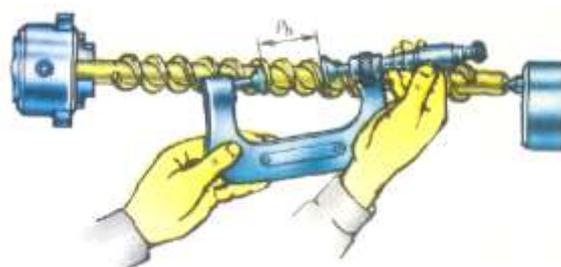


рис.117

**Вопросы для самопроверки**

4. Какая разница между эскизом и техническим рисунком?

5. Какие чертежи называют эскизами?

6. Какие измерительные инструменты используются при обмере деталей?

Каким инструментом измеряют радиусы?

## **Лекция. Тема 6. Основные сведения о резьбах, стандартные резьбовые детали**

6.1. Назначение резьбы, образование резьбы

6.2. Изображение резьбы

6.3. Типы резьб и их обозначения на чертеже

6.4. Стандартные резьбовые изделия

### **6.1 Назначение и образование резьбы**

Винтовые поверхности и изделия с резьбой в машиностроении широко применяются изделия с винтовыми поверхностями. Такие изделия можно разделить на несколько групп.

1 При сборке машин, станков, приборов и аппаратов отдельные их детали в большинстве случаев соединяют друг с другом резьбовыми крепежными изделиями: болтами, винтами, шпильками. Помимо этих соединений находят широкое применение резьбовые соединения, в которых резьба выполнена непосредственно на деталях, входящих в соединение. Это соединение получается навинчиванием одной детали на другую.

2 Детали с винтовыми поверхностями, применяемые для преобразования вращательного движения в поступательное, например, ходовые и грузовые подъемные винты, а также детали для передачи вращения, например, червяк в паре с червячным колесом.

3 Изделия специального назначения. К таким изделиям относятся некоторые металлорежущие инструменты, например, фрезы, сверла, метчики.

**В основе образования резьбы лежит винтовое движение некоторой плоской фигуры, задающей так называемый профиль резьбы, расположенной в одной плоскости с осью поверхности вращения, слагающееся из равномерного поступательного и вращательного движений относительно прямой, называемой осью винтового движения.**

Если движение совершает точка, то производимую ею пространственную кривую называют винтовой линией. Винтовые поверхности образуются при винтовом движении произвольной линии. Наибольшее применение в технике имеют линейчатые винтовые поверхности, образованные движением отрезка прямой. В зависимости от формы профиля резьбу называют треугольной, квадратной, трапецеидальной, круглой.

Различают правую и левую резьбы в зависимости от того, какая винтовая линия лежит в основе резьбы, правая или левая. Если ось резьбы расположить вертикально перед наблюдателем, то у правой резьбы видимая часть витков поднимается слева направо, у левой резьбы — справа налево. Резьбу, образованную движением одного профиля, называют однозаходной; образованную движением двух, трех и более одинаковых профилей, — многозаходной (двух-, трехзаходной и т. д.). В связи с этим введено понятие

шаг резьбы, обозначаемый прописной латинской буквой  $P$  — расстояние по линии, параллельной оси резьбы между одноименными точками профиля резьбы. Очевидно, ход резьбы  $P_h = pP$ , где  $p$  — число заходов. У однозаходных резьб ход равен шагу. В машиностроении широко применяются детали, имеющие различные резьбы, каждая из которых наиболее полно отвечает назначению и условиям функционирования резьбового соединения. Резьбы, применяемые для неподвижных соединений, называются крепежными. Резьбы, применяемые в подвижных соединениях для передачи заданного перемещения одной детали относительно другой, называются кинематическими (ходовыми). Резьба, образованная на цилиндрической поверхности, называется цилиндрической резьбой, на конической поверхности — конической резьбой. При резьбовом соединении двух деталей одна из них имеет наружную резьбу, выполненную на наружной поверхности, а другая — внутреннюю, выполненную в отверстии (рисунок 118). Под размером резьбы понимается значение ее наружного (наибольшего) диаметра, который называется номинальным диаметром резьбы, например, размеры  $d$  и  $D$  на рисунках 118 и 119.

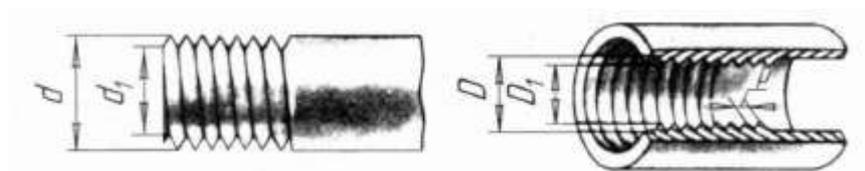


Рисунок 118

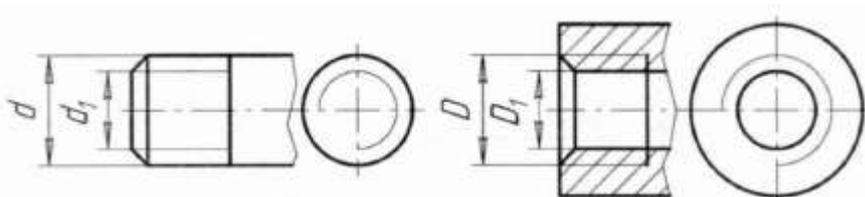


Рисунок 119

В машиностроении применяются стандартные цилиндрические и конические резьбы разных типов, отличающихся друг от друга назначением и параметрами: метрическая, трубная цилиндрическая, трубная коническая, трапецеидальная, упорная и др. Стандарты, устанавливающие характеристики той или иной резьбы, предусматривают также ее условное изображение (рисунок 119) и обозначение на чертежах. Обозначение резьбы обычно включает в себя буквенное обозначение, определяющее тип резьбы, а также размер резьбы. Основным элементом резьбы является ее профиль установленный соответствующим стандартом.

## 6.2 Изображение резьбы

Вычерчивание винтовой поверхности является весьма трудоемким процессом. Поэтому на чертежах резьба изображается условно. По Уз.ДСТ

2.311—97 все типы стандартных резьб изображаются на чертежах одинаково — упрощенно, независимо от их действительного вида. Резьбу на стержне (наружную) изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте (рисунок 120).

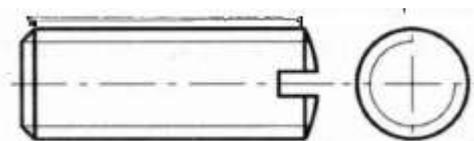


Рисунок 120

Внутренняя резьба в отверстии на продольном разрезе изображается сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями — по наружному диаметру. На резьбах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте (рисунок 121).

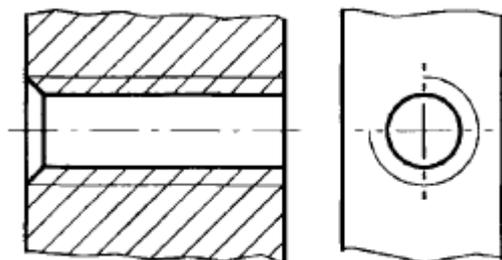


Рисунок 121

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы. Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями по наружному и внутреннему диаметру (рисунок 122).

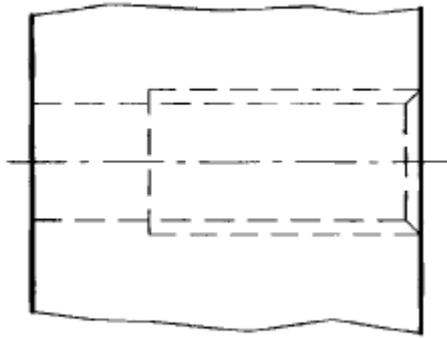


Рисунок 122

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией (рисунки 123, 124) или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (рисунок 125). Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстиях, т. е. в обоих случаях до сплошной основной линии (рисунки 278, 281 и 282).

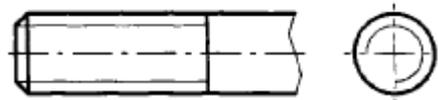


Рисунок 123

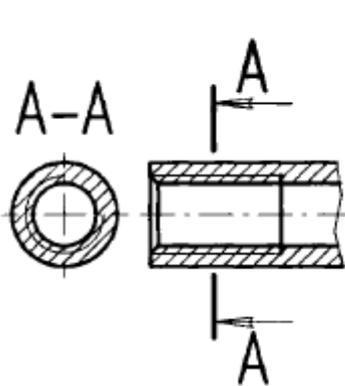


Рисунок 124

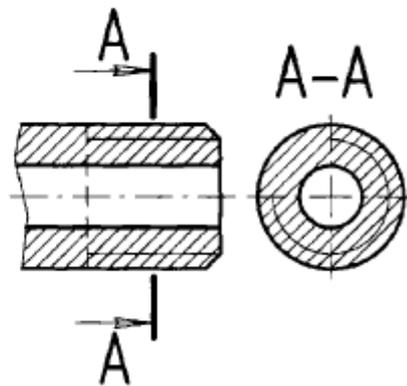


Рисунок 125

Размер длины резьбы с полным профилем (без сбега) на стержне и в отверстии указывают, как показано на рисунке 126

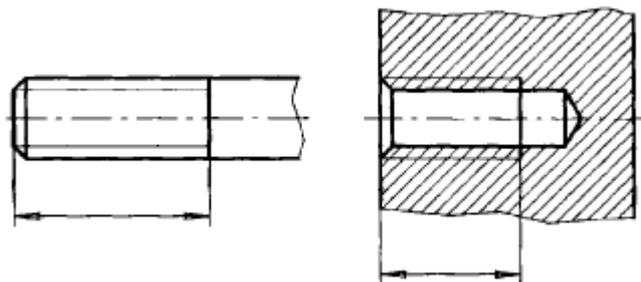


рисунок 126

Размер длины резьбы (со сбегом) указывают, как показано на рисунке 127. Сбег резьбы изображают сплошной тонкой прямой линией.

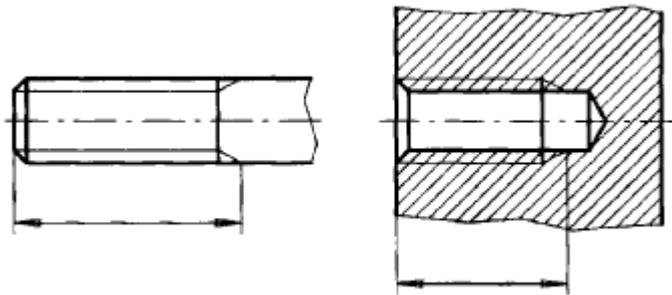


Рисунок 127

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рисунке 128, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы.

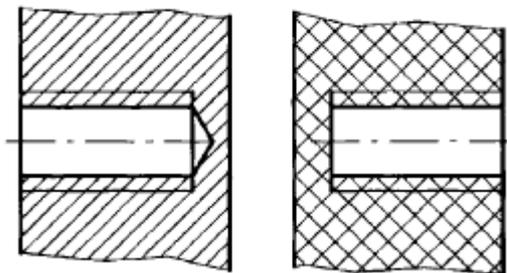


Рисунок 128

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной к его оси, в отверстии показывают только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рисунок 129)

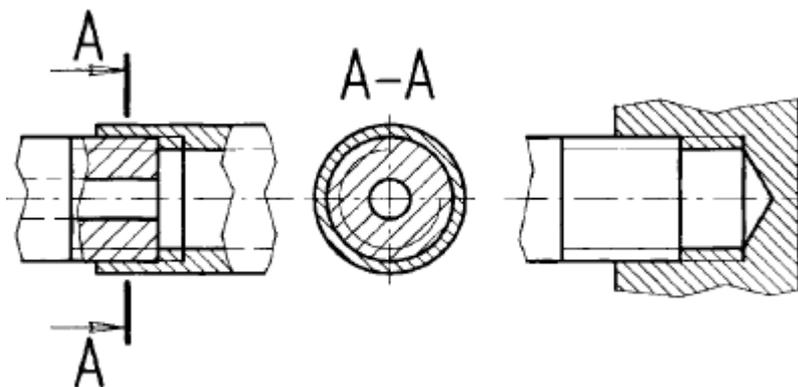


Рисунок 129

Обозначения резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на рисунках 130 и 131. Знаком "\*" отмечены места нанесения обозначения резьбы



Рисунок 130

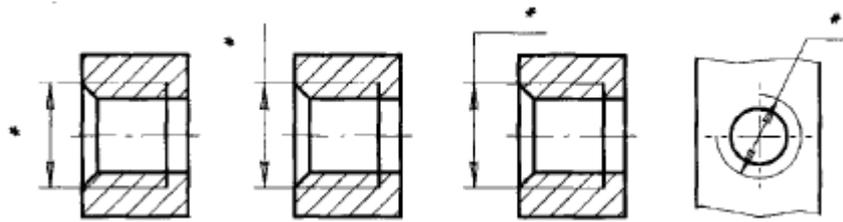


Рисунок 131

Обозначения конических резьб и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на рисунке 132. Знаком "\*" отмечены места нанесения обозначения резьбы

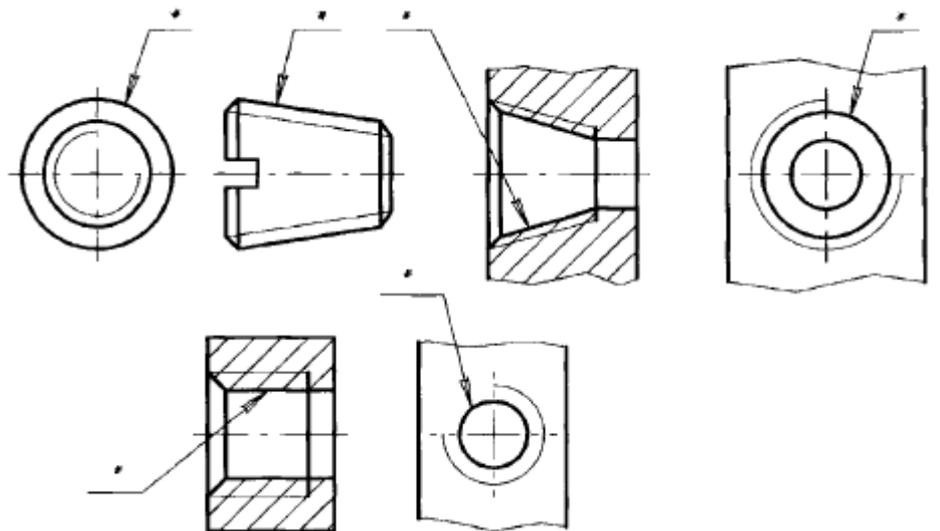


Рисунок 132

На рисунке 133 изображены элементы резьбы:

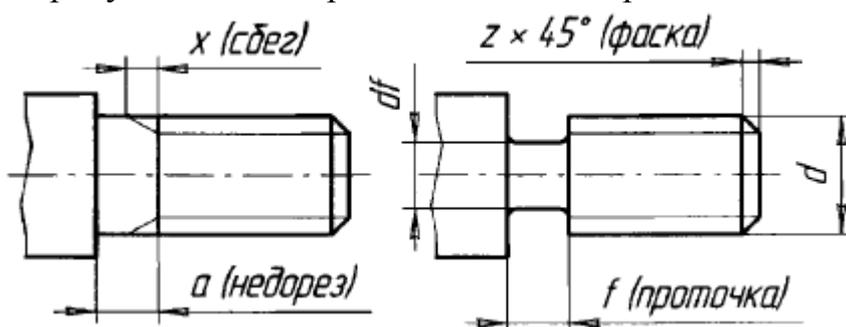


Рисунок 133

### 6.3. Типы резьб и их обозначения на чертеже

#### Метрическая резьба

Метрическая резьба наиболее часто применяется в крепежных деталях (болты, винты, гайки, шпильки). Номинальный профиль и размеры элементов метрической резьбы

устанавливает Уз.ДСТ 9150—97. На рисунке 134 изображен профиль метрической резьбы:  $d$  — наружный диаметр наружной резьбы (болта);  $d_x$  — внутренний диаметр болта;  $d_2$  — средний диаметр болта;  $P$  — шаг резьбы;  $D$  — наружный диаметр внутренней резьбы (гайки);

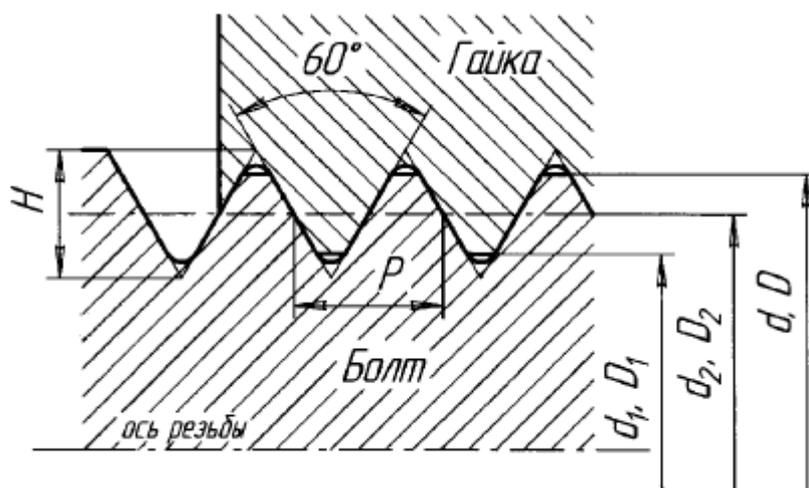


Рисунок 134

Обозначение резьбы включает в себя буквенное обозначение, определяющее тип резьбы, а также размер резьбы (рис.135). Метрическая резьба с крупным шагом обозначается буквой М и размером наружного диаметра, например, М16, М24. Метрическая резьба с мелким шагом обозначается буквой М, размером наружного диаметра и шагом резьбы, например, М16х0,5; М24х0,75.

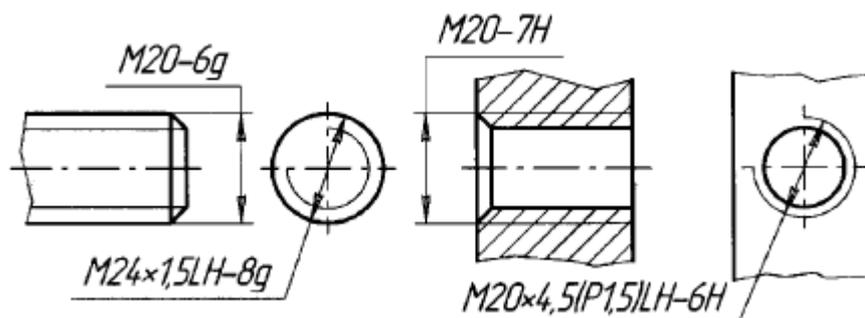


рисунок 135

### Трубная цилиндрическая резьба

Трубная цилиндрическая резьба применяется для соединения водогазопроводных труб, где требуется герметичность. Профиль резьбы, ряд номинальных размеров и обозначение трубной цилиндрической резьбы

устанавливает Уз.ДСТ. 6357—97 (рисунок 136).

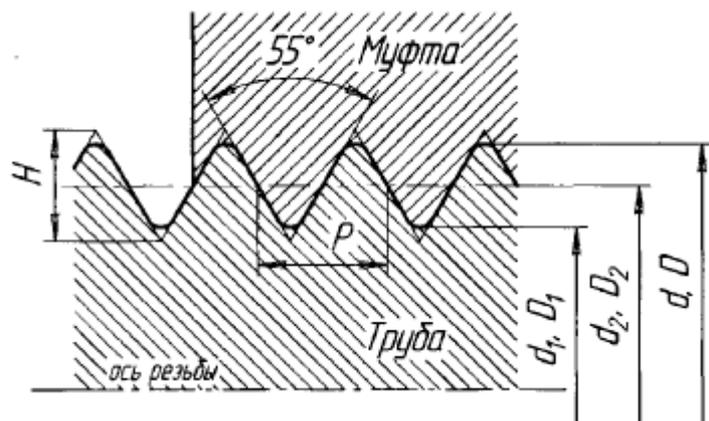


рисунок 136

Примеры обозначения трубной цилиндрической резьбы на чертежах(рис.137)

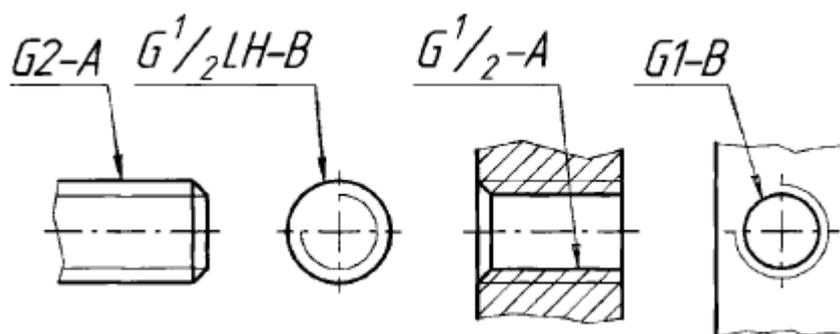


рисунок 137

Трубная коническая резьба

Трубная коническая резьба применяется в случаях, когда требуется повышенная герметичность соединения труб при больших давлениях жидкости или газа.

Примеры обозначения трубной конической резьбы на чертежах показаны на рисунке 138.

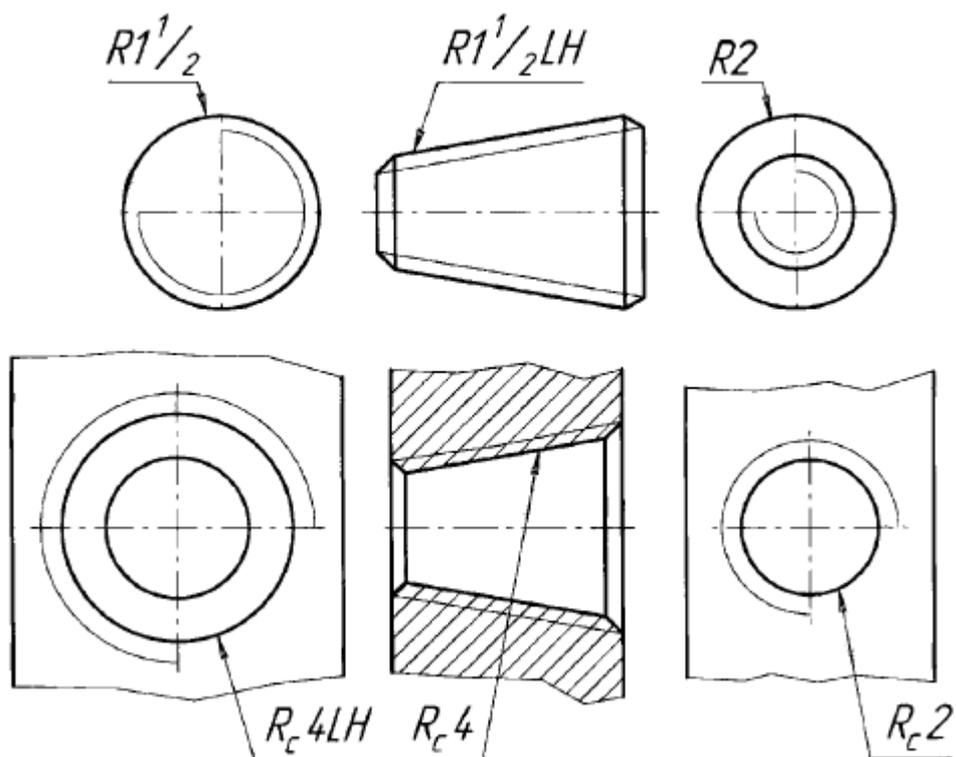


Рисунок 138

### Трапецеидальная резьба

Трапецеидальная резьба относится к кинематическим резьбам и предназначена для передачи движения. (рисунок 139). Профиль трапецеидальной резьбы — равнобочная трапеция с углом между ее боковыми сторонами, равным  $30^\circ$ . Эта резьба применяется главным образом в деталях механизмов для преобразования вращательного движения в поступательное при значительных нагрузках. Например, в ходовых винтах станков, винтах суппортов, грузовых винтах прессов.

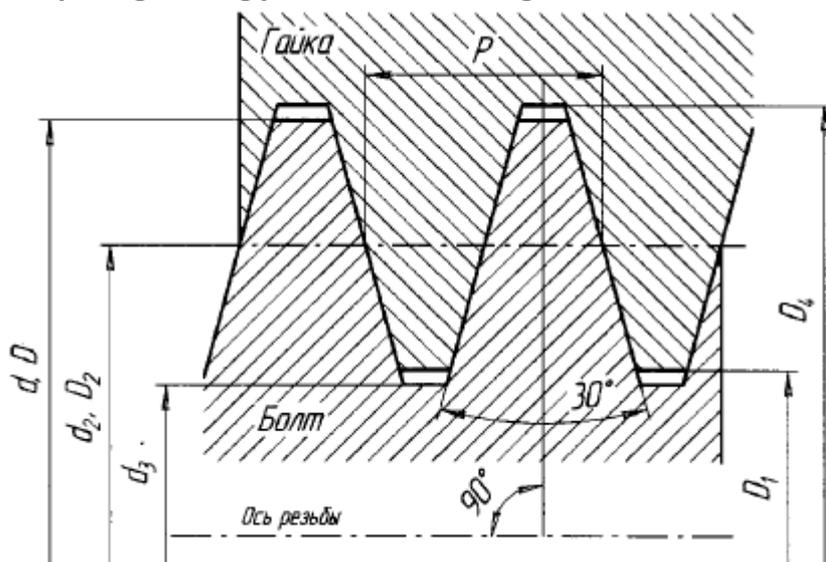


Рисунок 139

Примеры обозначения трапецеидальной резьбы на чертежах показаны на рисунке 140.

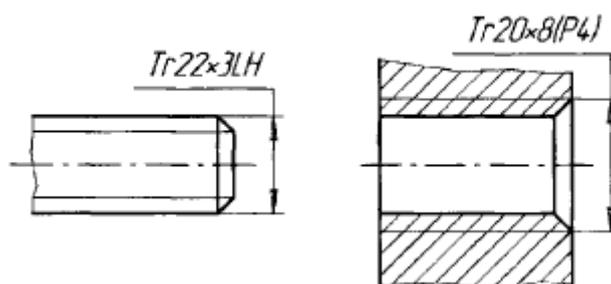


Рисунок 140

### Упорная резьба

Упорная резьба применяется при больших односторонних усилиях, действующих в осевом направлении. ГОСТ 10177—82 устанавливает форму профиля (рисунок 141), и основные размеры для однозаходной упорной резьбы.

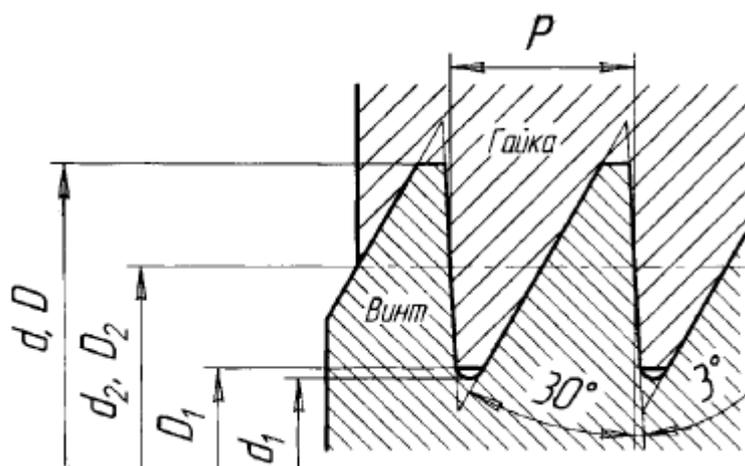


Рисунок 141

Профиль резьбы представляет собой трапецию, одна сторона которой является рабочей стороной профиля, и ее положение определяется углом наклона  $3^\circ$  к прямой, перпендикулярной оси. Другая сторона трапеции (нерабочая сторона профиля) имеет угол наклона  $30^\circ$ . Упорная резьба может выполняться с разными шагами при одном и том же диаметре. В условное обозначение упорной резьбы должны входить: буква S, номинальный диаметр и шаг, например: 524 x 5LH (буквы LH только для левой резьбы).

В условное обозначение многозаходной упорной резьбы должны входить: буква S, номинальный диаметр, значение хода и в скобках буква P и значение шага, например, для двухзаходной упорной резьбы с шагом 5 мм, номинальным диаметром 28 мм: 528 x 0(P5).

Примеры обозначений упорной резьбы на чертежах показаны на рисунке 142.

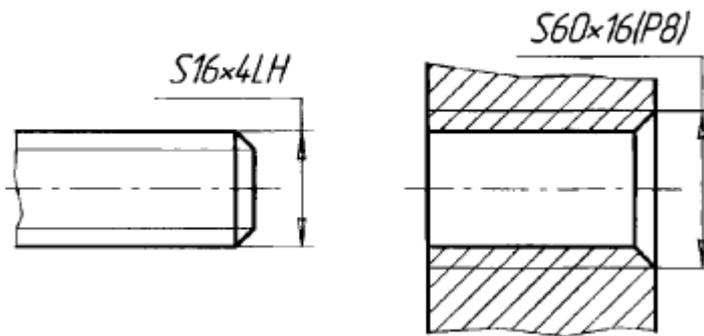


Рисунок 142

### Прямоугольная резьба

Прямоугольная резьба с нестандартным профилем изображается, как показано на рисунке 143, с нанесением всех размеров и предельных отклонений, необходимых для изготовления резьбы (форма и размеры профиля, наружный и внутренний диаметры, шаг).

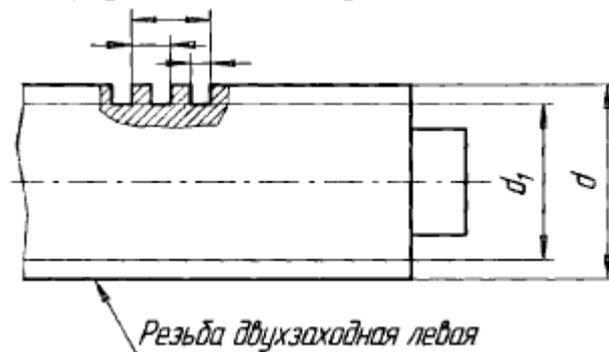


Рисунок 143

Дополнительные сведения — число заходов, направление резьбы и т. п. — наносят на полке линии-выноски в виде надписи с добавлением слова «Резьба».

### Вопросы для самопроверки

1. В чем разница между шагом и ходом многозаходного винта?
2. Назовите виды стандартных резьб.
3. В чем разница в обозначениях метрических резьб с крупным и мелким шагом?
4. Охарактеризуйте метрическую резьбу.
5. Какой профиль имеют ходовые резьбы?
6. В чем заключается основная условность изображения резьбы на чертеже?
7. Чем отличается условное изображение резьбы на стержне от условного изображения резьбы в отверстии?
8. Какая дополнительная условность допускается при изображении резьбы в глухих резьбовых отверстиях?
9. Какие данные включают в условные обозначения резьб?
10. Для каких резьб при нанесении условных обозначений применяют одну стрелку?
11. Как обозначают левые резьбы?

## 12. Что такое многозаходная резьба?

### 6.4 Стандартные резьбовые крепежные детали и их условные обозначения

Для соединения деталей применяются стандартные крепежные резьбовые детали: болты, винты, шпильки, гайки. Они очень разнообразны по форме, точности изготовления, материалу, антикоррозионному покрытию и другим особенностям. Их подразделяют на детали общего назначения и специальные, предназначенные для применения в определенных видах изделий или в особых условиях. Здесь рассмотрены крепежные детали общего назначения. Все крепежные резьбовые изделия выполняются с метрической резьбой и изготавливаются по соответствующим стандартам, устанавливающим требования к материалу, покрытию и прочим условиям изготовления этих деталей. Резьбовые крепежные детали, как правило, имеют метрическую резьбу с крупным шагом, реже с мелким. Каждая крепежная деталь имеет условное обозначение, в котором отражаются: форма, основные размеры, материал и покрытие. Болты, винты, гайки и шпильки изготавливают из углеродистых, легированных, коррозионно стойких и других сталей и из цветных сплавов. Болт состоит из головки и стержня с резьбой (рисунок 144). В большинстве конструкций болтов на его головке имеется фаска, сглаживающая острые края головки и облегчающая наложение гаечного ключа при свинчивании.

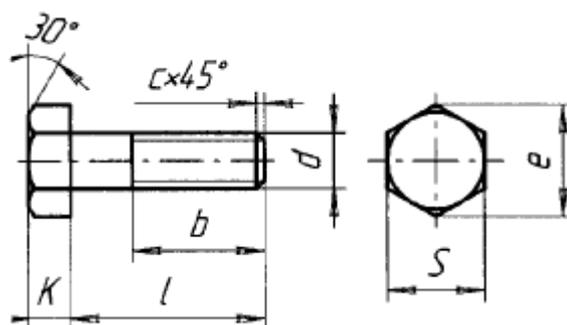


Рисунок 144

Болты с шестигранной головкой выпускаются в трех исполнениях (на рисунке 144 показан болт в исполнении 7). Исполнение 1 — без отверстий в головке и стержне; Исполнение 2 — отверстием для шплинта на нарезанной части стержня болта; Исполнение 3 — с двумя отверстиями в головке болта (в них заводится проволока для соединения группы нескольких однородных болтов). Болты исполнения 2 к 3 употребляются для соединения деталей машин, испытывающих вибрации, толчки и удары, ведущие к самоотвинчиванию гаек и болтов. Шплинт или проволока будут этому препятствовать. Болты с шестигранной головкой выпускаются с диаметром резьбы от 6 до 48 мм и длиной от 8 до 300 мм. ГОСТ 7798—70 устанавливает основные размеры (таблица 25) наиболее распространенных в машиностроении болтов с шестигранной головкой (рисунок 144), нормальной точности.

Обычно резьбовые крепежные детали изображаются на чертеже так, чтобы ось их резьбы располагалась параллельно основной надписи чертежа. Гайка навинчивается на резьбовой конец болта, при этом соединяемые детали зажимаются между гайкой и головкой болта. По форме гайки могут быть шестигранными, квадратными, круглыми. Наиболее распространены шестигранные гайки нормальной точности в двух исполнениях (с двумя и одной наружными фасками; на рисунке 145 показана гайка в исполнении 1), с диаметром резьбы от 1,6 до 48 мм

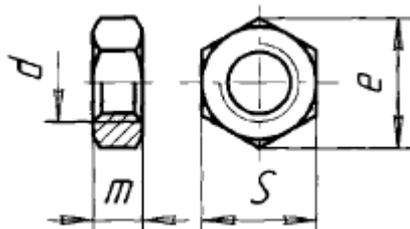


Рисунок 145

Винтом называется резьбовой стержень, на одном конце которого имеется головка. Винты изготавливаются с головками разных форм: цилиндрической, с полукруглой головкой, с конической (потайной) головкой (рисунок 145)

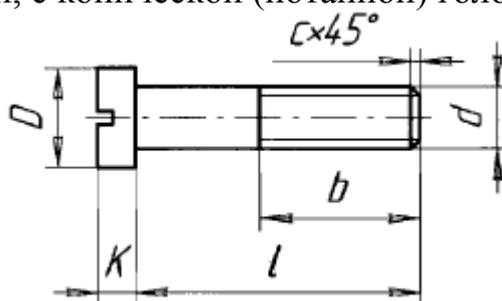


Рисунок 305-145

Уз.Д.СТ 17473—80 определяет конструкцию и размеры винтов с полукруглой головкой, диаметром резьбы от 1 до 20 мм, длиной от 2 до 120 мм, (рисунок 146)

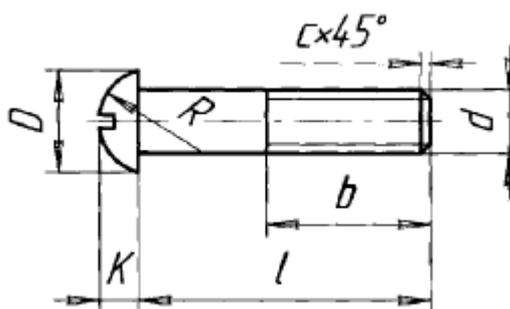


Рисунок 146

Уз.Д.СТ 17475—80 определяет конструкцию и размеры винтов с конической (потайной) головкой, с диаметром резьбы от 1 до 20 мм, длиной от 2 до 120 мм (рисунок 147)

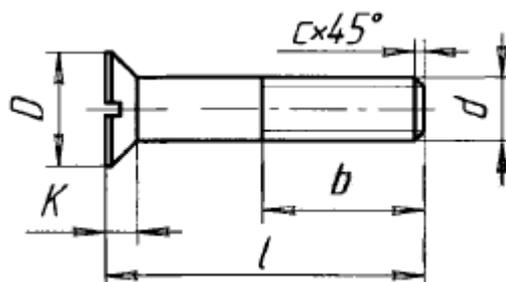


Рисунок 147

Шпилька применяется в тех случаях, когда у деталей нет места для размещения головки болта, или если одна из деталей имеет значительно большую толщину, тогда применять слишком длинный болт неэкономично. Шпилька представляет собой цилиндрический стержень, имеющий с обоих концов резьбу. Одним резьбовым концом (коротким) шпилька ввинчивается в резьбовое отверстие, выполненное в одной из деталей. На второй конец с резьбой навинчивается гайка, соединяя детали. Размеры шпильки стандартизованы. Длина  $B$  { ввинчиваемого резьбового конца определяется материалом детали, в которую он должен ввинчиваться, и может выполняться разной величины:

- $b = d$  — для стальных, бронзовых и латунных деталей;
- $b = 1,25d$  — для чугунных деталей;
- $b_s = 1,5d$  до  $2d$  — для деталей из легких сплавов;
- $A_s = 2,5d$  — для деталей из полимерных материалов ( $d$  — наружный диаметр резьбы).

Под длиной шпильки  $l$  понимается длина стержня без длины ввинчиваемого резьбового конца. Шпильки изготавливаются на концах с одинаковыми диаметрами резьбы и гладкой частью стержня посередине. Уз.Д.СТ 22032—97 определяет конструкцию и размеры шпилек с ввинчиваемым концом длиной  $b$  диаметром резьбы от 2 до 48 мм (рисунок 148).

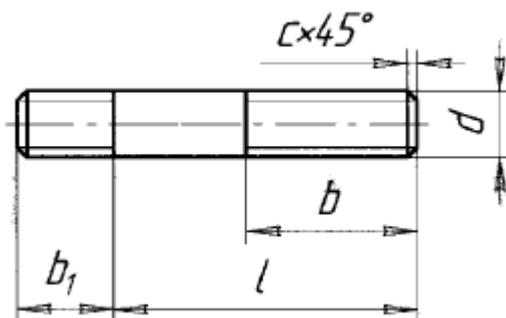


Рисунок 148

Шайбы применяются в конструкциях в следующих случаях:— если необходимо предохранить опорную поверхность детали от задиров при затяжке гайки ключом;  
— если детали изготовлены из мягкого материала, в этом случае нужна большая опорная поверхность под гайкой для предупреждения смятия детали;

— когда мала опорная поверхность гаек.

Шайбы выполняются по Уз.Д.СТ 18123—97 и по стандартам на виды шайб. Размеры шайб для крепежных резьбовых деталей с диаметром от 1 до 48 мм определены по Уз.Д.СТ 11371—97 (рисунок 149).

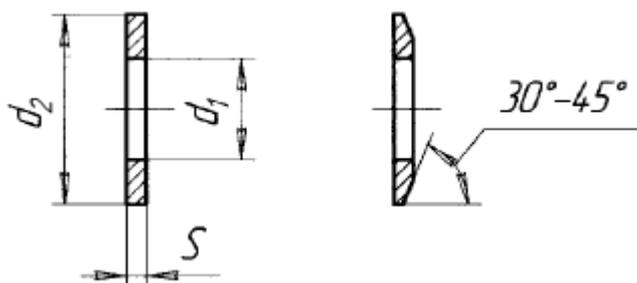


Рисунок 149

В качестве предупреждения самоотвинчивания болтов, винтов и гаек применяют пружинные шайбы, которые представляют собой как бы виток пружины квадратного сечения с левым направлением навивки. (рисунок 150).

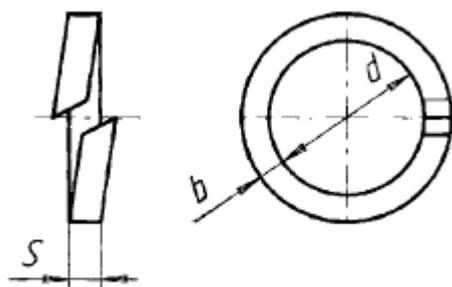


Рисунок 150

### Вопросы для самопроверки

1. В чем разница между болтом и шпилькой?
2. Чему равняется длина ввинчиваемого конца шпильки, предназначенной для соединения двух стальных деталей?
3. Из какого материала изготавливают пружинные шайбы?
4. Для каких целей применяют плоские шайбы?
5. Что понимают под длиной шпильки?
6. С головками каких форм изготавливают винты?
7. Что входит в длину винта с цилиндрической и потайной головкой?
8. С какой резьбой выполняют крепежные детали общего назначения?
9. Из каких материалов изготавливают крепежные детали?
10. Что характеризует класс прочности крепежной детали?
11. Что входит в обозначение крепежной детали?
12. Для чего применяют покрытие на крепежной детали?
13. Как обозначается материал, из которого изготовлена крепежная деталь?
14. Чем характеризуется группа материала крепежной детали?
15. Для чего необходима фаска на головке болта?

## Лекция. Тема 7. Разъемные и неразъемные соединения

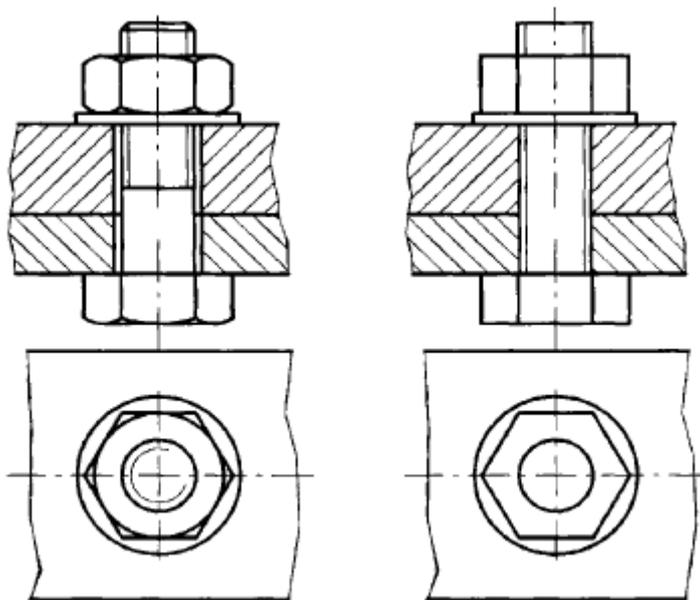
7.1. Разъемные соединения. Резьбовые соединения.

7.2. Штифтовые и шпоночные соединения.

7.3. Неразъемные соединения.

### 7.1. Разъемные соединения. Резьбовые соединения.

Все существующие соединения деталей можно разделить на разъемные и неразъемные. **Разъемными называют соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения их составных частей.** Соединения, не предусматривающие возможность их разборки и, следовательно, которые нельзя разобрать без повреждения, называют неразъемными. Разъемными являются все резьбовые соединения. Резьбовые соединения выполняют с применением рекомендуемых стандартами упрощений и условностей. При сборке машин, станков, приборов и аппаратов отдельные их детали в большинстве случаев соединяют друг с другом резьбовыми крепежными изделиями: болтами, винтами, шпильками. Резьбовое соединение оригинальных деталей, на одной из которых нарезана наружная, а на другой — внутренняя резьба, показано на рисунке 129. На продольных разрезах таких деталей показана только та часть внутренней резьбы, которая не закрыта завернутой в нее деталью с наружной резьбой. На поперечных разрезах, если секущая плоскость рассекает обе соединяемые детали, штриховка детали с наружной резьбой выполняется до наружной окружности резьбы (рисунок 129, слева). Деталь с наружной резьбой в таких разрезах показывается незаштрихованной, если ее конструкция непустотелая (рисунок 129, справа). На рисунке 151, слева изображено болтовое соединение, с указанием всех зазоров между элементами, фасок и пр. Для осуществления болтового соединения необходимо наличие зазора между болтом и соединяемыми деталями. Величина этого зазора определяется



стандартами.

Рисунок 151

При выполнении сборочных чертежей машин, когда приходится изображать много болтовых соединений, с целью экономии времени болт, гайку и шайбу обычно чертят упрощенно, по размерам этих элементов, взятых в стандартах, в зависимости от диаметра резьбы (рисунок 151, справа). На этом изображении фаски, зазоры и условное изображение резьбы на виде сверху отсутствуют, резьба показана по всей длине стержня.

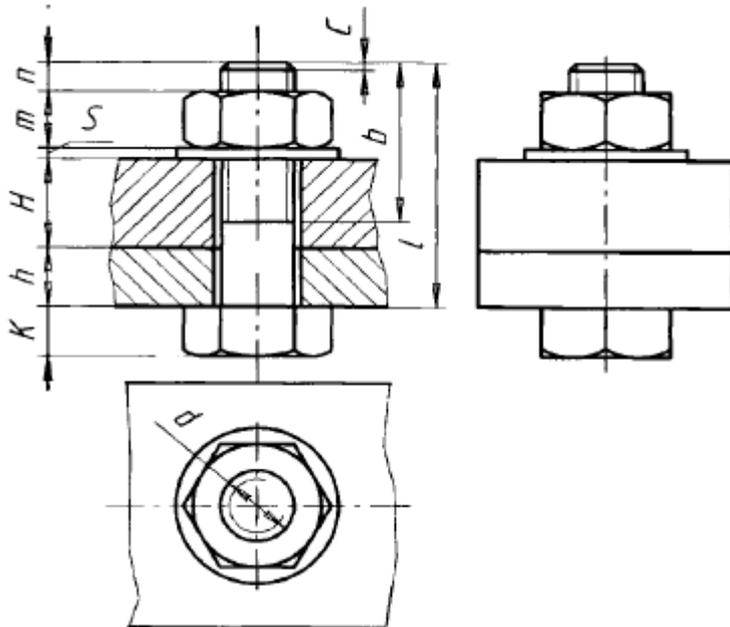


рисунок 152

Длина болта подсчитывается (рисунок 152) по формуле -  $n+m+S+H+h+K$ , где  $H$  и  $h$  — толщина соединяемых деталей;  $S$  — толщина шайбы;  $m$  — высота гайки;  $n$  — длина выступающего над гайкой конца болта.

Подсчитав длину болта, подбирают значение  $l$  в зависимости от диаметра  $d$ . Выбранное из таблицы значение длины болта должно быть больше или равно подсчитанному значению длины болта. При вычерчивании на сборочных чертежах шпилечного соединения (рисунок 152) рекомендуется, как при болтовом соединении пользоваться упрощениями. Длину ввинчиваемого конца шпильки выбирают в зависимости от материала детали. Технологическая последовательность выполнения отверстия с резьбой под шпильку и порядок сборки шпилечного соединения показаны на рисунке 152, слева. Как и в шпилечном соединении, винт завинчивается в отверстие с резьбой, выполненное в одной из соединяемых деталей (рисунок 153). Длина ввинчиваемого резьбового конца винта и резьбового отверстия определяется материалом детали.

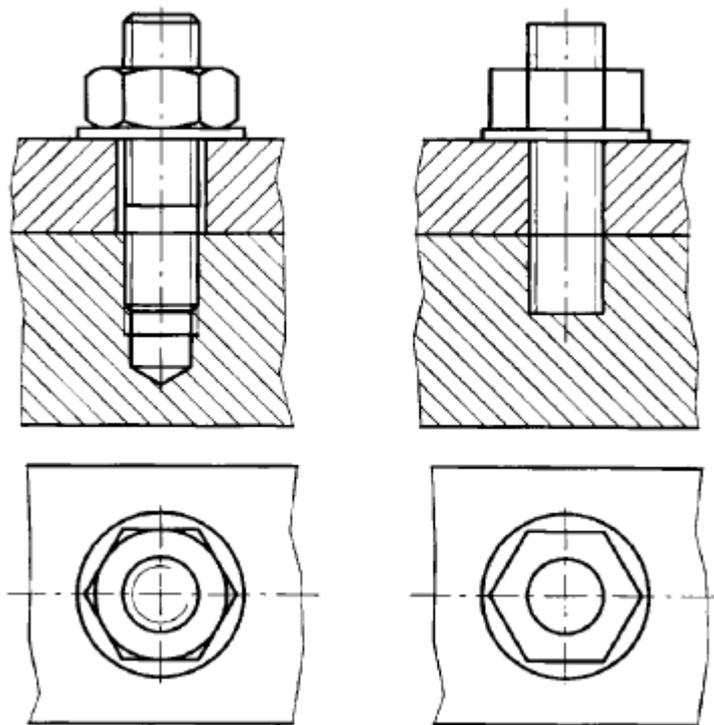


рисунок 152

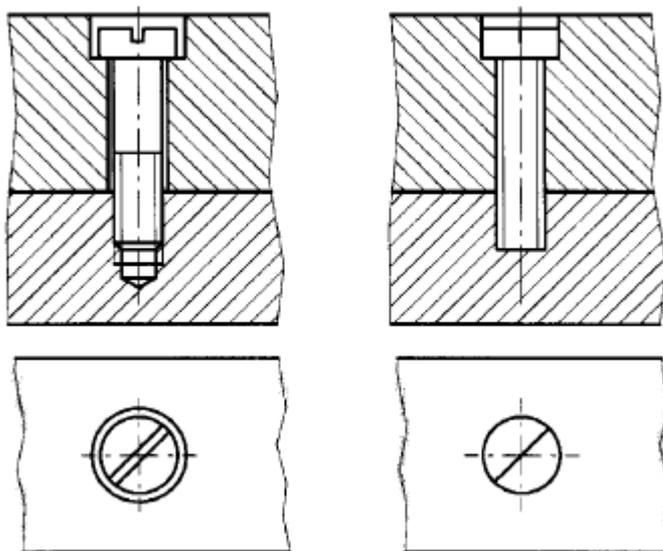


Рисунок 153

Ориентировочно длину ввинчиваемого резьбового конца винта (рисунок 154) можно определить равной высоте гайки того же размера резьбы, выполненной из такого же материала, что и винт. На виде сверху шлицы винтов принято изображать под углом  $45^\circ$  к осям.

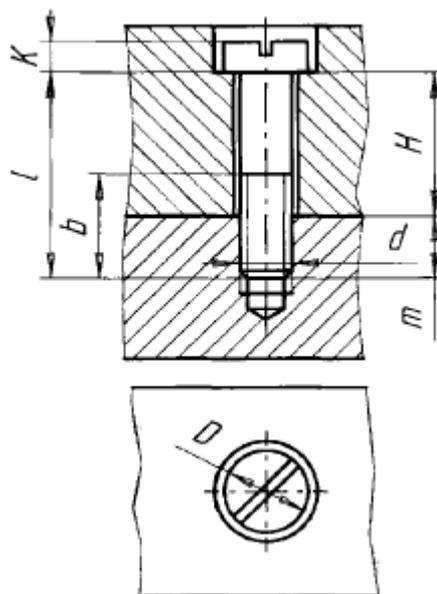


Рисунок 154

На рисунке 154 справа показано упрощенное изображение винтового соединения.

### Вопросы для самопроверки:

1. Какие соединения относятся к разъемным и какие к неразъемным?
2. Как изображают в разрезах резьбу болта и гайки в собранном виде?
3. Как определить длину болта в болтовом соединении?
4. Как изображают глухое резьбовое отверстие?
5. Как определить глубину резьбового отверстия под шпильку?

## 7.2. Штифтовые и шпоночные соединения.

Разъемные соединения позволяют многократно выполнять его разборку и последующую сборку, при этом целостность деталей, входящих в соединение не нарушается. К разъемным соединениям относятся: резьбовые соединения, соединения с применением штифтов, шпоночные соединения, а также зубчатые (шлицевые) соединения. Резьбовые соединения рассмотрены в предыдущей главе. **Соединения с применением штифтов:** по форме штифты разделяются на цилиндрические и конические и применяются для взаимной установки деталей, а также в качестве соединительных и предохранительных деталей. (рисунок 155).



Рисунок 155

Пример соединения деталей с применением штифтов изображен на рисунке 156.

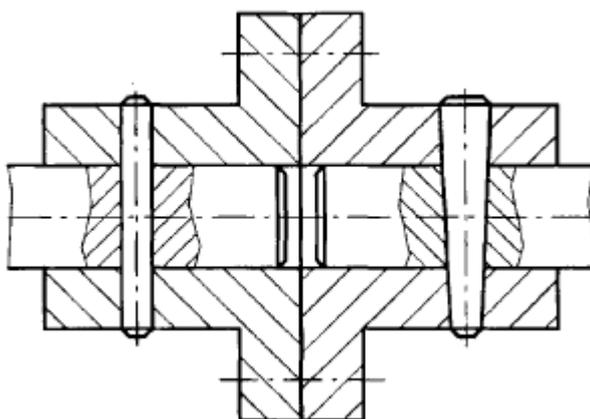


Рисунок 156

**Шпоночные** соединения бывают двух видов: неподвижное и подвижное. Наиболее распространено неподвижное соединение шпонками валов с насаженными на них деталями, например: маховиками, шкивами, зубчатыми колесами, муфтами, звездочками, кулачками. В этом соединении часть шпонки входит в паз вала, а часть — в паз ступицы колеса. Форма и размеры шпонок стандартизованы и зависят от диаметра вала и условий эксплуатации соединяемых деталей. Большинство стандартных шпонок представляет собой деталь призматической, сегментной или клиновидной формы с прямоугольным поперечным сечением. Шпонки в продольном разрезе показываются нерассеченными независимо от их формы и размеров. Наибольшее распространение имеют призматические шпонки (рисунок ).

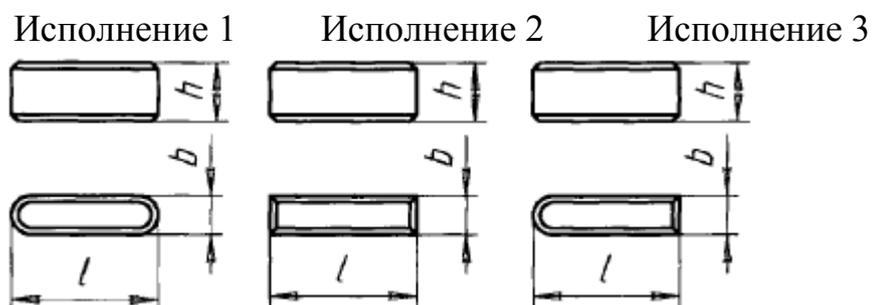


Рисунок 157

Размеры пазов на валу и во втулке выбираются по Уз.Д.СТ 23360—97 (рисунок 158).

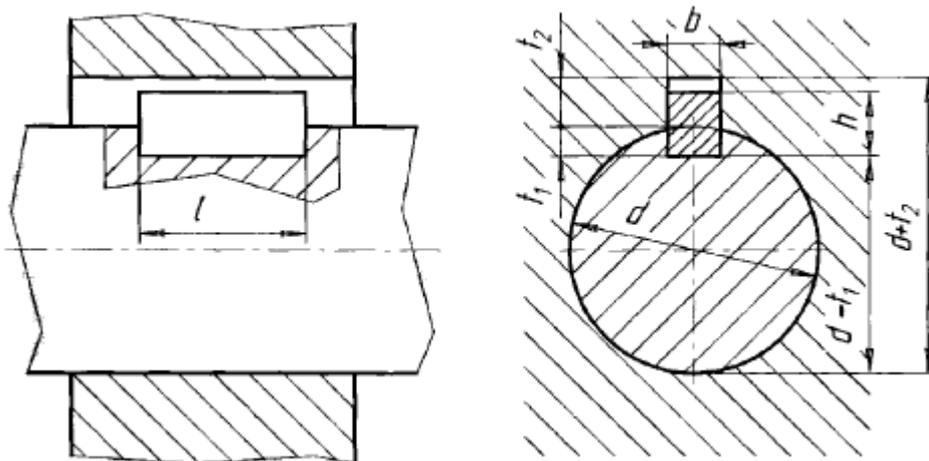


Рисунок 158

### Вопросы для самопроверки

1. Какие соединения называются разъемными?
2. Какие элементы конструкции применяются для осуществления разъемных соединений?
3. Назовите виды штифтов, применяемых в приборостроении.
4. Какими параметрами характеризуется призматическая шпонка?

### 7.3. Неразъемные соединения

**Разборка неразъемных соединений может быть осуществлена только такими средствами, которые приводят к частичному разрушению деталей, входящих в соединение.** К неразъемным соединениям относятся соединения: клепаные, сварные, полученные пайкой, склеиванием, сшиванием и при помощи металлических скобок. Сварные соединения широко применяются в технике, особенно в машиностроении. При помощи сварки соединяются детали машин, металлоконструкции мостов и т. п. Сварка успешно заменяет поковки, отливки, клепаные соединения, упрощая технологический процесс, снижая трудоемкость и уменьшая вес изделия. В зависимости от процессов, происходящих при сварке, различают сварку плавлением и сварку давлением.

Сварка плавлением характерна тем, что поверхности кромок свариваемых деталей плавятся и после остывания образуют сварочный шов. К такой сварке относятся газовая и дуговая сварки.

Сварка давлением осуществляется при совместной пластической деформации предварительно нагретых поверхностей свариваемых деталей. Эта деформация происходит за счет воздействия внешней силы. ГОСТ 2.312—72 устанавливает условные изображения и обозначения на чертежах швов сварных соединений. Шов сварного соединения, независимо от способа сварки, условно изображают:

- видимый — сплошной основной линией (рисунок 159);
- невидимый — штриховой линией (рисунок 160).

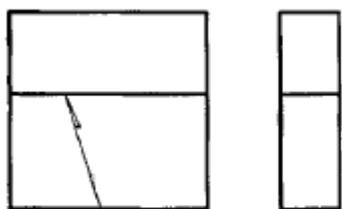


Рисунок 159

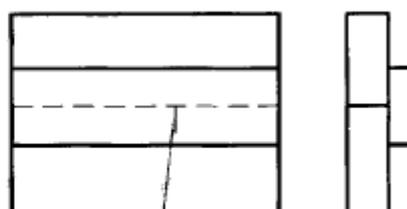


Рисунок 160

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком «+», который выполняют сплошными основными линиями (рисунок 161). Невидимые одиночные точки не изображают. От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рисунки 367—369). Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва.

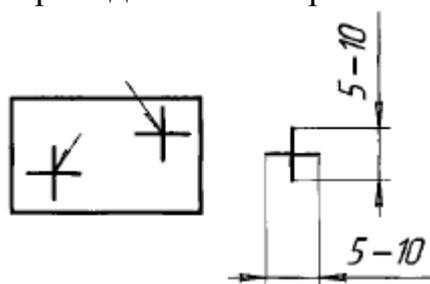


Рисунок 161

Условное обозначение шва наносят:

- на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (видимый шов);
- под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (невидимый шов).

За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку. Пример условного обозначения сварочного шва стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, выполняемый дуговой ручной сваркой при монтаже изделия, усиление шва снято, параметр шероховатости поверхности шва — Rz 20 мкм (рисунок 162):

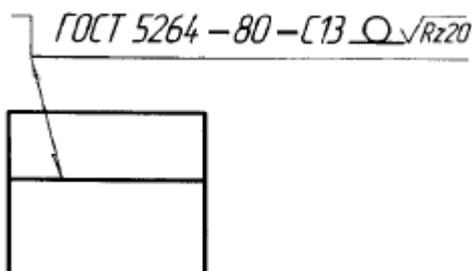


Рисунок 162

**Соединения заклепками** применяют в конструкциях, подверженных действию высоких температур или ударных и вибрационных нагрузок

(котлы, железнодорожные мосты, авиационные конструкции). Заклепочное соединение применяется в соединениях деталей из металлов, в основном плохо поддающихся сварке, при соединениях металлических изделий с неметаллическими. Заклепка представляет собой стержень круглого сечения, имеющий с одного конца головку, форма головки бывает различной. Уз.Д.СТ 2.313—97 устанавливает условные изображения и обозначения соединений, получаемых клепкой. Примеры условного изображения соединений, получаемых клепкой, приведены на рисунке 163.

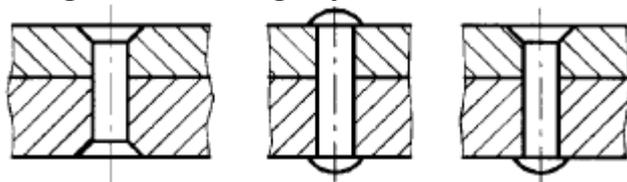


Рисунок 163

Заклепки выполняются по стандартам на виды заклепок. Заклепки нормальной точности с полукруглой головкой (рисунок 164).

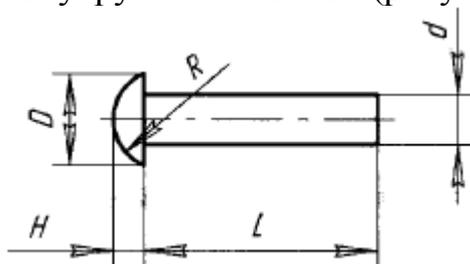


Рисунок 164

Заклепки с потайной головкой — (рисунок 165)

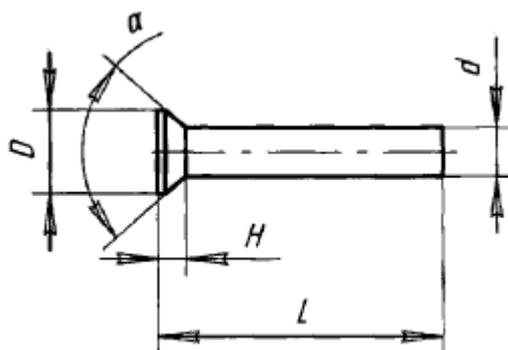
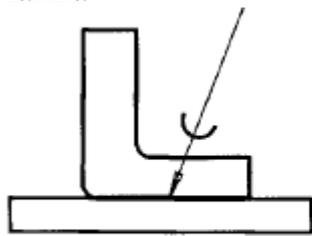


Рисунок 165

Соединения паяные и клееные изображаются и обозначаются по Уз.Д.СТ 2.313-97.

Место соединения элементов в соединениях, получаемых пайкой и склеиванием, следует изображать сплошной линией толщиной 25, при этом следует применять условный знак, который наносят на линии-выноске сплошной основной линией (рисунок 166). Швы, выполняемые по замкнутой линии, следует обозначать окружностью диаметром 3—5 мм, выполняемой тонкой линией (рисунок 167). Швы, ограниченные определенным участком, следует обозначить, как показано на рисунке 168.

Пайка



Склейка

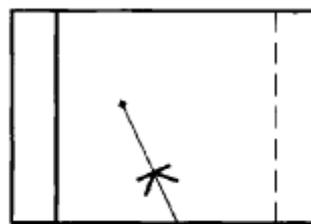
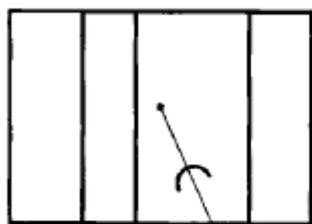


Рисунок 166

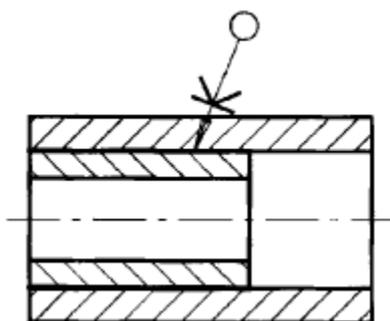


Рисунок 167

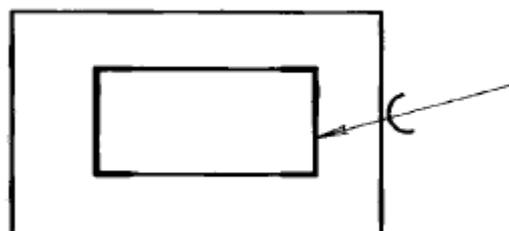


Рисунок 168

Соединения, получаемые шшиванием, следует изображать на чертежах по Уз.Д.СТ тонкой сплошной линией и обозначать условным знаком, выполненным сплошной основной линией и нанесенным на линии-выноске (рисунок 169).

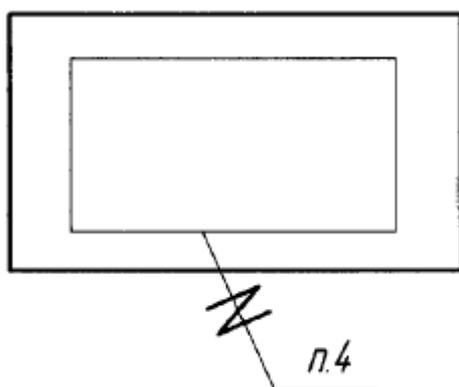


Рисунок 169.

**Соединения, получаемые при помощи металлических скобок,** следует изображать по Уз.Д.СТ 2.313—97 и обозначать условным знаком, выполненным сплошной основной линией и нанесенным на линии-выноске (рисунок 170). Линия-выноска подводится к соединению со стороны расположения скобок.

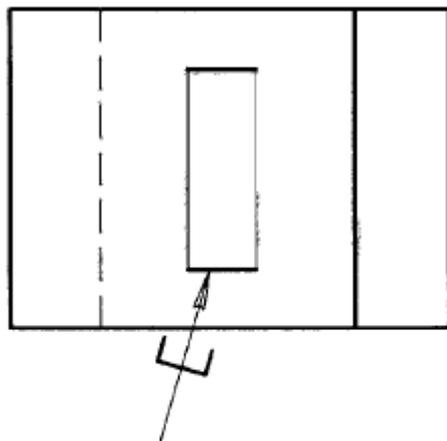


Рисунок 170

### Вопросы для самопроверки

1. Какие соединения называются неразъемными?
2. Назовите виды неразъемных соединений.
3. Какие виды сварки вы знаете?
4. Как обозначается на чертеже сварной шов?
5. Назовите виды заклепок, применяемых в приборостроении?
6. Как определить необходимую длину заклепки для соединения элементов конструкции?
7. Линией какой толщины изображается на чертеже место соединения элементов, получаемой пайкой и склеиванием?

### Лекция. Тема8: Сборочные чертежи. Чертежи общего вида

- 8.1. Требования, предъявляемые к рабочим чертежам
  - 8.2. Требования, предъявляемые к сборочным чертежам
  - 8.3. Спецификация
  - 8.4. Порядок чтения сборочного чертежа.
- Условности и упрощения на сборочных чертежах
- 8.5. Детализация сборочного чертежа

#### 8.1. Требования, предъявляемые к рабочим чертежам

УзДСТ 2.109—97 устанавливает основные требования к выполнению, чертежей деталей, сборочных, габаритных и монтажных чертежей на стадии разработки рабочей документации. При разработке рабочих чертежей предусматривают оптимальное применение стандартных и покупных изделий, а также изделий, освоенных в производстве и соответствующих

современному уровню техники, рационально ограниченную номенклатуру резьб, шлицев и других конструктивных элементов, их размеров, покрытий, марок материалов, наивыгоднейшие способы изготовления изделий.

На чертежах допускается давать ссылки на государственные, отраслевые стандарты и технические условия. Не допускается давать ссылки на отдельные пункты стандартов, технических условий. При необходимости на чертеже дают ссылку на весь документ или на отдельный его раздел. На рабочих чертежах не допускается помещать технологические указания. На чертежах применяют условные обозначения (знаки, линии, буквенные и буквенно-цифровые обозначения), установленные в государственных стандартах. Условные обозначения применяют без разъяснения их на чертеже и без указания номера стандарта. На рабочем чертеже детали указывают размеры, предельные отклонения, шероховатость поверхностей и другие данные, которым оно должно соответствовать перед сборкой. Размеры, предельные отклонения и шероховатость поверхностей элементов изделия, получающиеся в результате обработки в процессе сборки или после нее, указывают на сборочном чертеже. На рабочих чертежах изделий, подвергаемых покрытию, указывают размеры и шероховатость поверхности до покрытия. На каждое изделие выполняют отдельный чертеж. На каждом чертеже помещают основную надпись в соответствии с требованиями СТРУЗ2.104—96 заполняют ее графы. Массу изделия указывают в килограммах без указания единицы измерения. В основной надписи чертежа наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть по возможности кратким. Наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: «Колесо зубчатое». В основной надписи чертежа детали указывают не более одного вида материала. Если для изготовления детали предусматривается использование заменителей материала, то их указывают в технических требованиях чертежа.

Если форма и размеры всех элементов определены на чертеже готовой детали, развертку (изображение и ее длину) не приводят. Детали из прозрачного материала изображают как непрозрачные. Пример оформления рабочего чертежа детали изображен на рисунке 171. Чертеж детали должен содержать минимальное, но достаточное для представления формы детали количество изображений видов, разрезов и сечений, выполненных с применением условностей и упрощений по стандартам ЕСКД. В отличие от эскиза рабочий чертеж детали выполняют чертежными инструментами в определенном масштабе или с помощью компьютерных технологий. Процесс выполнения чертежа детали состоит из некоторых этапов, которые имеют место и при эскизировании:

- ознакомление с формой и размерами детали;
- выбор главного вида и количества изображений;
- выбор формата листа и масштаба изображения детали на чертеже;
- компоновка изображений на чертеже;

- нанесение размеров и других условных знаков;
- оформление технических требований и заполнение граф основной надписи.

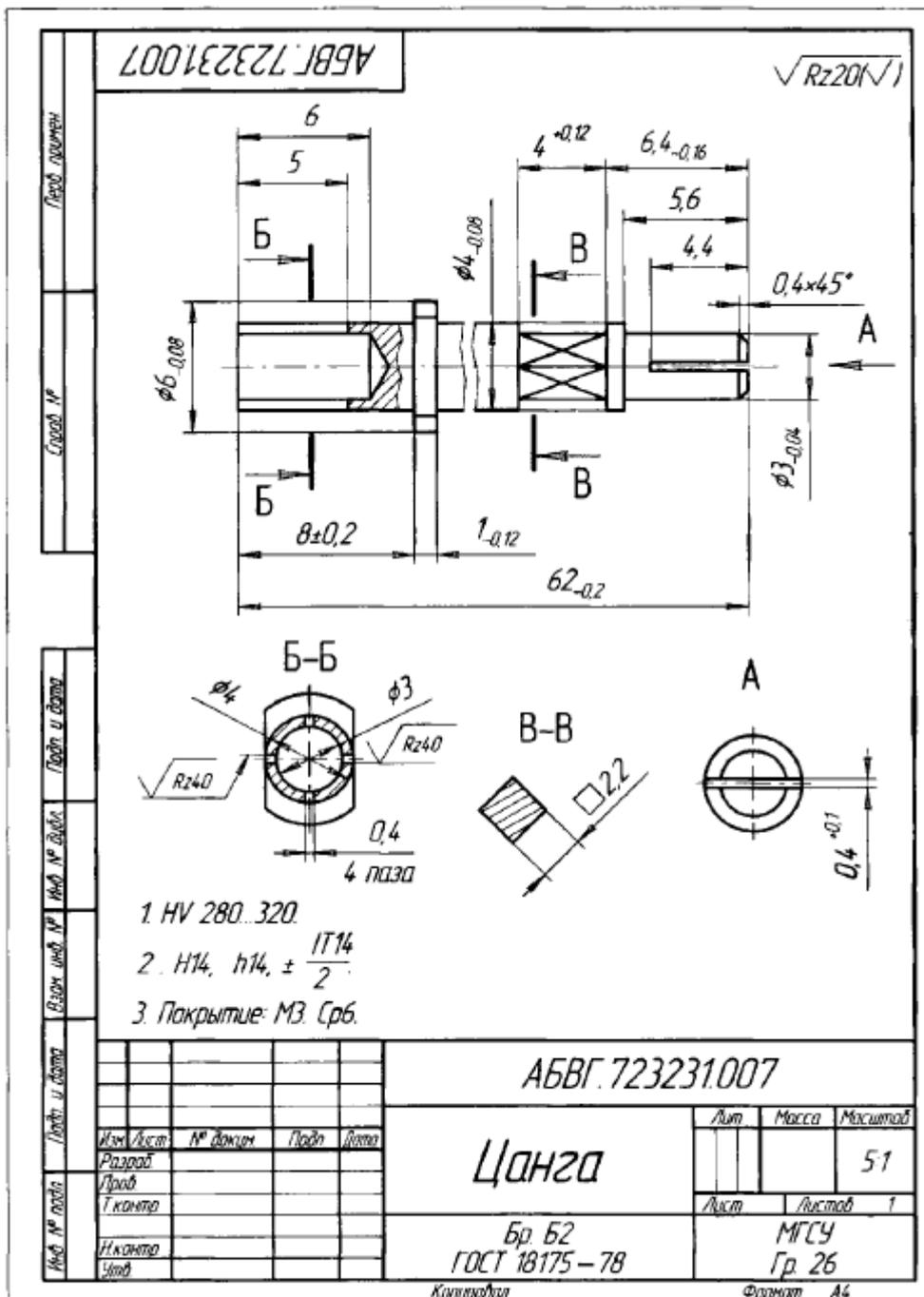


Рис. 171

### 8.2. Требования, предъявляемые к сборочным чертежам

Количество сборочных чертежей в изделии должно быть минимальным, но достаточным для рациональной организации производства (сборки и контроля) изделий. Сборочный чертеж разрабатывается на основе чертежа общего вида и входит в комплект рабочей конструкторской документации и предназначается непосредственно для производства.

По сборочному чертежу определяется соединение деталей и сборочных единиц в готовое законченное изделие. Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;
- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- габаритные размеры изделия;
- установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;
- технические требования и техническую характеристику изделия.

Сборочный чертеж следует выполнять, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД. На сборочном чертеже допускается не показывать:

- фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;
- зазоры между стержнем и отверстием;
- надписи на табличках, фирменных бланках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

На сборочных чертежах применяют следующие способы упрощенного изображения составных частей изделий:

- на разрезах изображают нерассеченными составные части, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи;
- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями, которые, как правило, следует упрощать, не изображая мелких выступов, впадин и т. п.
- болты, винты, шпильки изображают упрощенно;
- одинаковые по форме и размерам равномерно расположенные элементы или детали не вычерчивают, а изображают лишь один элемент или одну деталь;
- крышки, щиты и кожухи допускается не изображать, если необходимо показать закрытые ими составные части изделия;
- линии перехода вычерчивают упрощенно, заменяя лекальные кривые дугами окружностей или прямыми линиями;
- крайние или промежуточные положения детали, перемещающейся при работе, при необходимости показывают штрих-пунктирной тонкой линией с двумя точками, причем наносят только контурные очертания детали (без подробностей);
- изделия, изготовленные из прозрачного материала, изображаются как непрозрачные (в отдельных случаях допускается изображать видимыми

такие детали, как шкалы, циферблаты, стрелки приборов и т. п., расположенные за прозрачным предметом);

— изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков. На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах. Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Номера позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже. Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций. Пример выполнения сборочного чертежа помещен на рисунке 172.

### **8.3. Спецификация.**

Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу. Она представляет собой текстовый документ, определяющий состав изделия. СТ 2.108—68 устанавливает форму и порядок заполнения спецификаций изделий. Спецификация необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий. Спецификация, в общем случае, состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Перед наименованием каждого раздела, а также после наименования оставляется по одной свободной строке. После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей.

В раздел «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия. В разделе «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» вносят комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Запись указанных изделий рекомендуется производить в алфавитном порядке сочетания букв кодов организаций-разработчиков. В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, применяемые по государственным и отраслевым стандартам

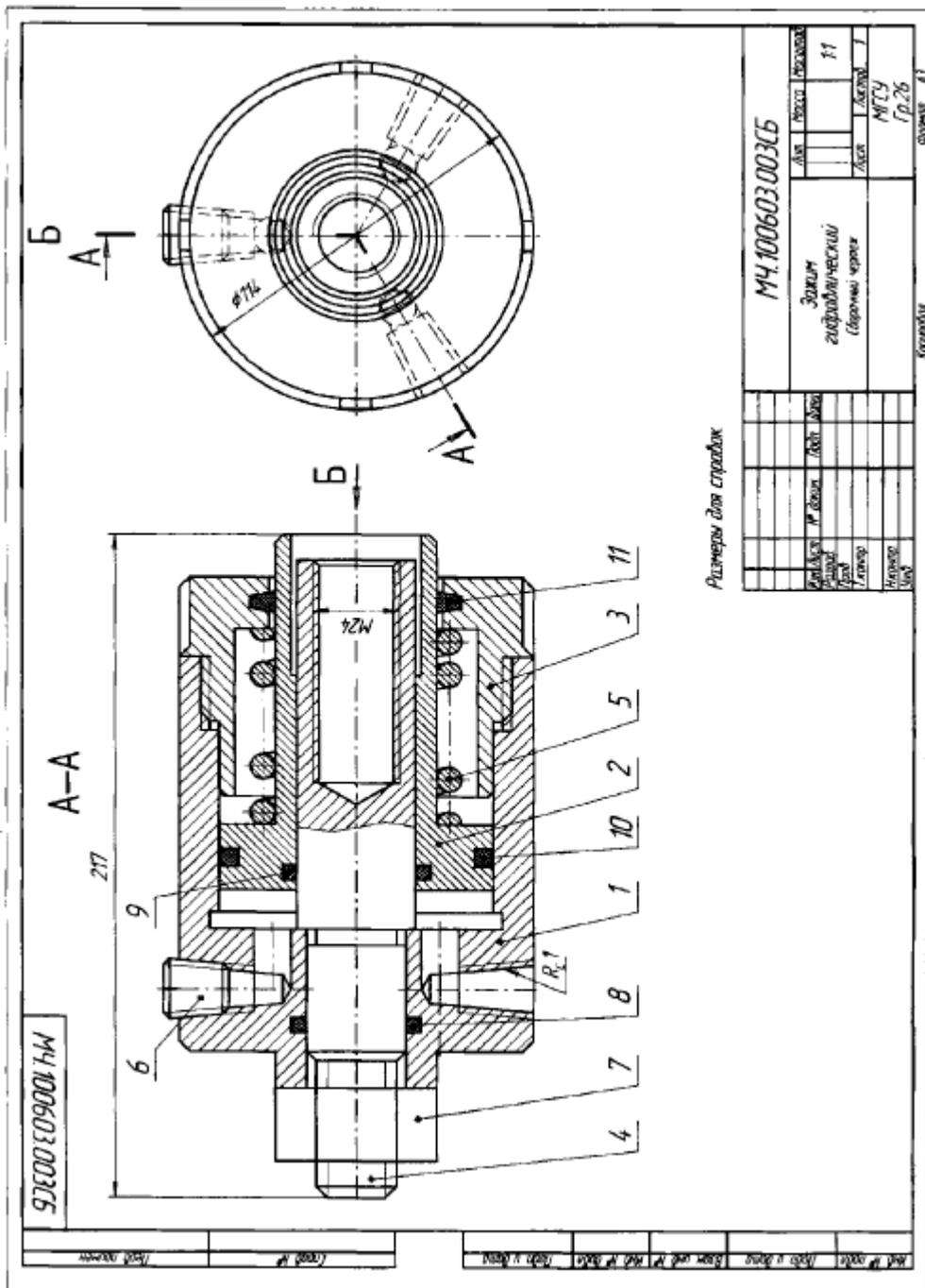


Рисунок 172

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие по видам, в пределах каждого вида — в алфавитном порядке наименований. В раздел «Комплекты» вносят ведомость эксплуатационных документов, ведомость документов для ремонта и применяемые по конструкторским документам комплекты. Графы спецификации заполняют следующим образом: — в графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение». Для документов, записанных в разделе

«Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы», графу не заполняют;

— в графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют;

— в графе «Обозначение» указывают:

а) в разделе «Документация» — обозначение записываемых документов;

б) в разделе «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» и «Комплекты» — обозначения основных конструкторских документов на записываемые в эти разделы изделия. В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу

не заполняют;

— в графе «Наименование» указывают:

а) в разделе «Документация» для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия, — только наименование документа, например: «Сборочный чертеж». «Габаритный чертеж», «Технические условия»;

б) в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Комплекты» — наименование изделий в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих изделий;

в) в разделе «Стандартные изделия» — наименования и обозначения изделий в соответствии со стандартами на эти изделия;

г) в разделе «Прочие изделия» — наименования и условные обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку с указанием обозначений этих документов;

д) в разделе «Материалы» — обозначения материалов, установленные в стандартах или технических условиях на эти материалы.

— в графе «Кол.» указывают для составных частей изделия, записываемых в спецификацию, количество их на одно специфицируемое изделие:

а) в разделе «Материалы» — общее количество материалов на одно специфицируемое изделие с указанием единиц измерения;

б) в разделе «Документация» графу не заполняют.

Размеры спецификации приведены на рисунке 173 (форма 1) — первый лист спецификации и на рисунке 174 (форма 1а) — последующие листы спецификации.



Формат Зона Лист	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание		
<i>Документация</i>							
	A3	MЧ.100603.003СБ	Сборочный чертеж				
<i>Детали</i>							
Слой №	A2	1 MЧ.100603.003-01	Корпус	1			
	A3	2 MЧ.100603.003-02	Поршень	1			
	A3	3 MЧ.100603.003-03	Крышка	1			
	A3	4 MЧ.100603.003-04	Шток	1			
	A4	5 MЧ.100603.003-05	Пружина	1			
	A4	6 MЧ.100603.003-06	Порядка	1			
<i>Стандартные изделия</i>							
Лист и дата		7	Гайка М26-6Н5 ГОСТ 5915-70	1			
			Кольца ГОСТ 6418-81				
		8	СТ-42-36-4	1			
Лист № слоя		9	СТ-44-34-5	1			
		10	СТ-78-6	1			
		11	СТ-548	1			
MЧ.100603.003							
Лист и дата	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разработ						
	Проб						
	Н.контр.						
Лист № слоя	<b>Зажим гидравлический</b>				Лист	Лист	Листов
							1
				МГСУ Гр.26			
Копировал				Формат А4			

Рисунок 175

#### 8.4. Условности и упрощения на сборочных чертежах

Чертеж общего вида технического предложения (УзДСТ 2.118—97), должен содержать:

- изображения изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия;
- наименования, а также обозначения тех составных частей изделия, для которых необходимо указать данные (технические характеристики, количество, указание о материале, принципе работы и др.);
- размеры и другие наносимые на изображения данные;

— схему, если она требуется, но оформлять ее отдельным документом нецелесообразно;

— технические характеристики изделия.

Изображения выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД. Наименования и обозначения составных частей изделия на чертежах общего вида указывают на полках линий-выносок.

### 8.5. Детализация сборочного чертежа

- Детализацией называется процесс разработки и выполнения рабочих чертежей (эскизов) деталей по сборочному чертежу. Детализация необходима при изготовлении и ремонте изделия или деталей, входящих в него.
- Детализации сборочной единицы предшествует процесс чтения сборочного чертежа.
- Детализация сборочных единиц рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:
  1. Выявить детали, на которые будут составляться рабочие чертежи.
  2. Выбрать одну из них и выполнить ее рабочий чертеж, определив необходимое количество изображений, используя условности и упрощения, знаки, поясняющие форму, продумав масштаб изображения и нанесение размеров. Поскольку на рабочих чертежах должны быть нанесены шероховатость поверхности, предельные отклонения и другие данные, которые вы не изучаете в школьном курсе черчения, то под детализацией будем понимать выполнение чертежей деталей сборочной единицы.
- **При детализации необходимо помнить, что:**
- — на стандартные изделия чертежи не выполняются, т. к. все сведения о них можно найти в справочнике;
  - размеры сопрягаемых поверхностей должны быть одинаковыми;
  - размеры деталей нельзя снимать посредством простых измерений изображений сборочного чертежа.
- Чтобы найти размеры деталей, не указанные на сборочных чертежах, можно использовать один из приведенных ниже способов.
- **Способ 1.** Вначале определяют, как соотносится размер, проставленный на чертеже, к соответствующему размеру, полученному при измерении изображения. Например, на чертеже обозначен размер 35 мм, а замер соответствующего отрезка дает величину 10 мм, следовательно, отношение этих величин равно 3,5. Затем измеряют любую искомую длину на чертеже, полученный результат умножают на 3,5 и получают искомый размер.
- **Способ 2** — графический. Его часто называют пропорциональным масштабом. Рассмотрим этот способ, используя те же числовые примеры.

В число конструкторских документов входят чертежи деталей, дающие полное представление об их формах, и сборочные чертежи, которые обычно не дают полного представления о форме всех деталей, входящих в сборочные единицы. Разработка тех и других чертежей ведется параллельно. Если же нужно, чтобы по сборочному чертежу можно было выполнить полную детализацию, т. е. чертежи всех деталей, нужно, чтобы этот чертеж давал полное представление о формах этих деталей. Такие чертежи принято выполнять в учебных условиях. Детализация содержит чертежи, входящие в сборочную единицу (узел), и выполняется по чертежу этого узла. В учебных условиях в детализацию могут не включать чертежи простых деталей - прокладок, втулок и т.д. К детализации надо приступить после подробного изучения форм деталей, входящих в изделие. Порядок выполнения детализации:

1. Выбрать главное изображение для каждой детали и назначить количество изображений. Не следует механически принимать за главное то изображение, которое находится на главном изображении сборочного чертежа - они нередко не совпадают.

2. Подготовить необходимый формат (с основной надписью по форме 1 (185x55)). Нанести габаритные прямоугольники изображений. Для экономии места можно применять разрывы и половины проекций. В случае недостатка места перейти на больший формат.

3. Выполнить необходимое количество изображений. Нанести штриховку в разрезах (в соответствии со штриховкой данной детали на сборочном чертеже).

4. Нанести размерные линии без чисел и обозначения шероховатости поверхностей. Проверить чертеж. Проставить числовые значения размеров. Заполнить основную надпись.

На рисунке 176 приведён сборочный чертёж «Клапан переливной», по которому способом детализации выполнены рабочие чертежи деталей «Тарелка», «Гайка накидная» на рисунке 177.

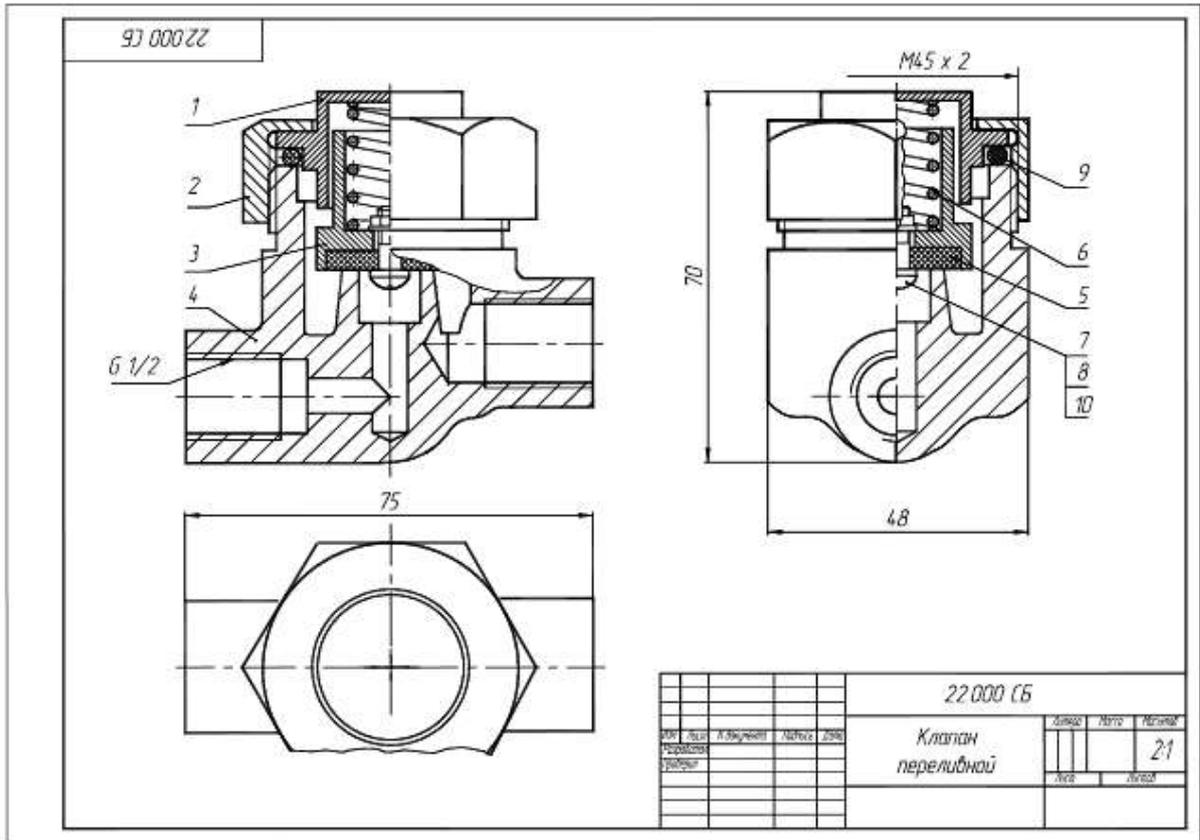


Рисунок 176

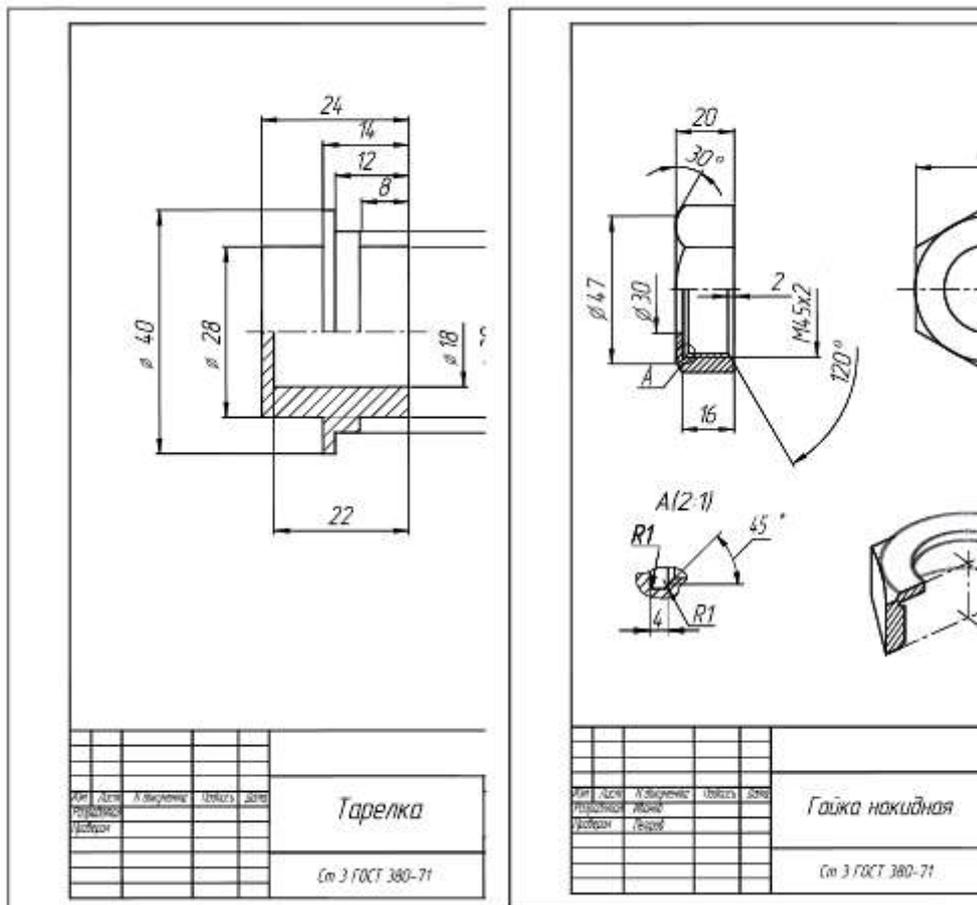


Рисунок 177

## Вопросы для самопроверки

1. Каковы правила нанесения номеров позиций на сборочных чертежах?
2. Как заштриховываются граничные детали на сборочных чертежах в разрезе?
3. Какие размеры наносят на сборочном чертеже?
4. Какая разница между эскизом и рабочим чертежом?
5. В каком месте чертежа детали записывают технические требования?

## Лекция. Тема 9. Передачи. Общие сведения о передачах. Общие сведения о схемах

### 9.1. Зубчатые передачи

### 9.2. Изображения подшипников и пружин

### 9.3. Принципиальные схемы

## 9.1. Зубчатые передачи

Вращательное движение от одного вала к другому передается с помощью различных деталей, совокупность которых называется передачей. Передачи по своим действиям разделяются на передачи трением (фрикционные, ременные) и передачи зацеплением (зубчатая, цепная, реечная, червячная). К составным частям передач относят катки (ролики), шкивы, зубчатые колеса, червяки, рейки, валы, ремни, цепи, муфты, подшипники и др. Зубчатые передачи обладают высоким коэффициентом полезного действия (до 95 %), надежны, буквой  $d$  и называется делительным. По делительной окружности откладывается окружной шаг зубьев, обозначаемый  $P_t$  и представляющий собой расстояние по дуге делительной окружности между соседними зубьями колеса (рисунки 178). Таких шагов можно отложить столько, сколько зубьев  $z$  имеет колесо. Делительная окружность делит высоту зуба  $h$  на две неравные части — головку высотой  $h_a$  и ножку высотой  $h_f$ . Зубчатый венец ограничивается окружностью вершин зубьев диаметром  $d_a$  и окружностью впадин диаметром  $d_f$ . На чертежах поверхность и образующую вершин зубьев показывают сплошными основными линиями, поверхность и образующую впадин показывают сплошными тонкими линиями. Делительные окружности показывают штрихпунктирными линиями. По

делительной окружности откладывают окружную толщину зуба  $s_t$  и окружную ширину впадин. Одним из основных параметров зубчатых колес является модуль  $m = \frac{P_t}{\pi}$ .

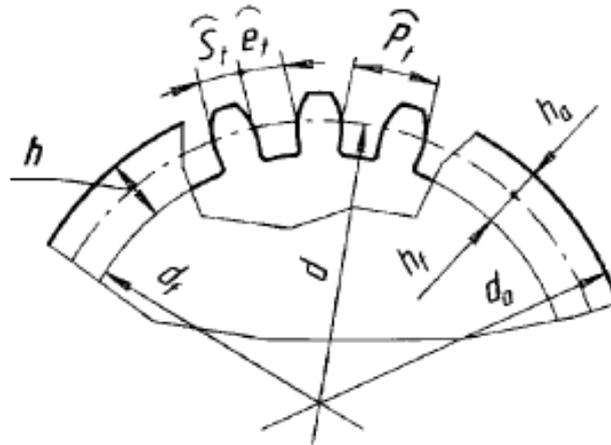


Рисунок 178

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Высота головки зуба	$h_a$	$h_a = m$
Высота ножки зуба	$h_f$	$h_f = 1,25m$
Высота зуба	$h$	$h = h_a + h_f = 2,25m$
Делительный диаметр	$d$	$d = mz$
Диаметр вершин зубьев	$d_a$	$d_a = d + 2h_a = m(z + 2)$
Диаметр впадин зубьев	$d_f$	$d_f = d - 2h_f = m(z - 2,5)$
Шаг окружной	$P_t$	$P_t = m\pi$
Окружная толщина зуба	$s_t$	$s_t = 0,5P_t = 0,5m\pi$
Окружная ширина впадины	$e_t$	$e_t = 0,5P_t = 0,5m\pi$

Зубчатая передача между параллельными валами осуществляется цилиндрическими зубчатыми колесами с внешним (рисунок 179) или внутренним зацеплением зубьев. Зубчатые колеса по расположению зубьев на ободке колеса подразделяются на прямозубые, косозубые, шевронные. Между валами, оси которых пересекаются (под острым, прямым или тупым углом), применяют конические зубчатые колеса (рисунок 180). Между перекрещивающимися валами применяют червячные передачи (рисунок 181).

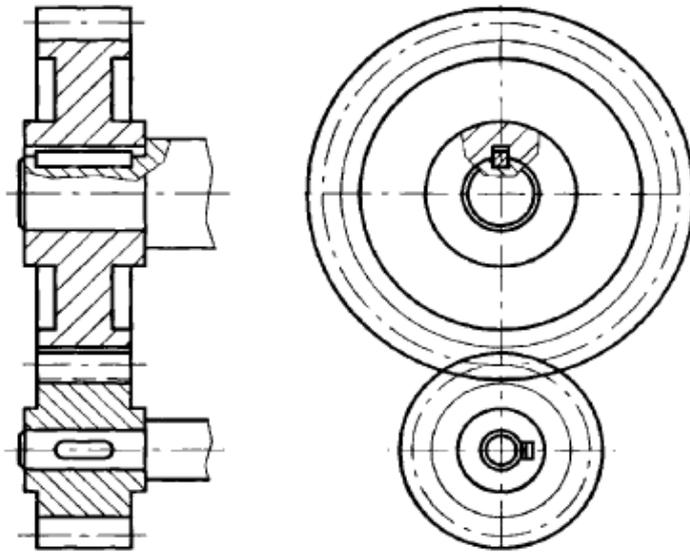


Рисунок 382-179

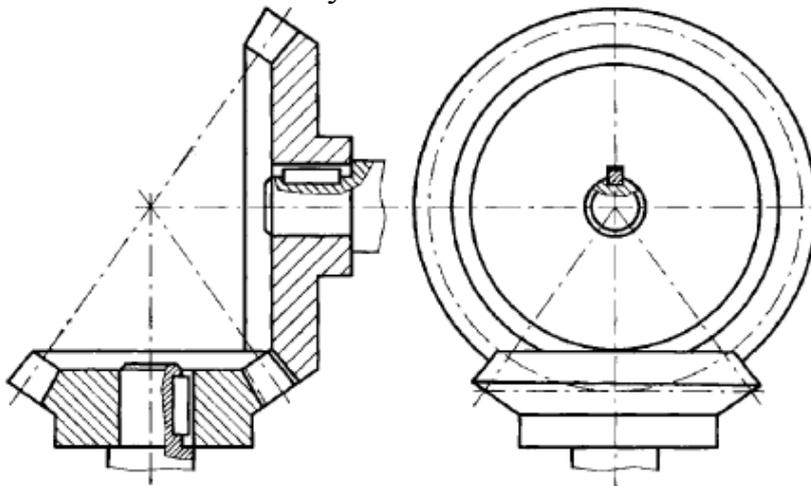


Рисунок 180

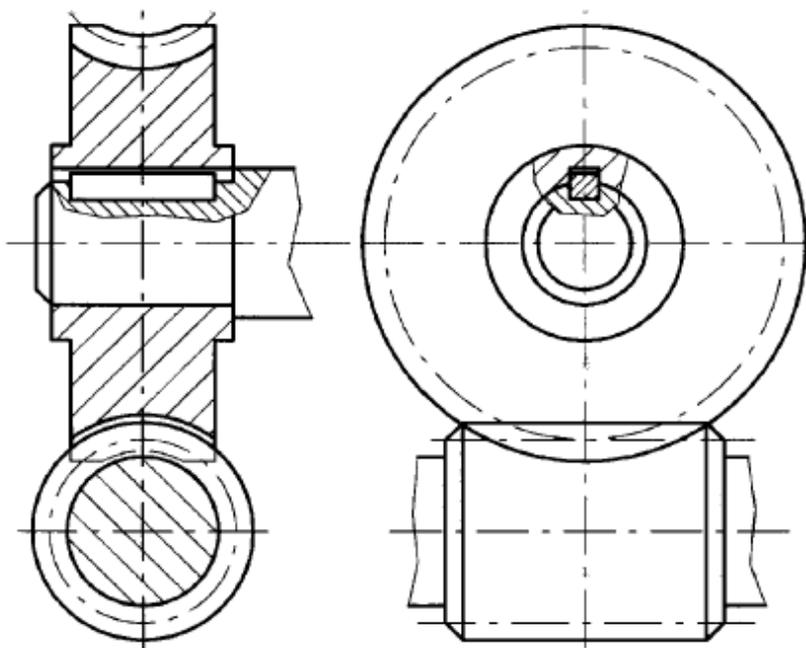


Рисунок 181

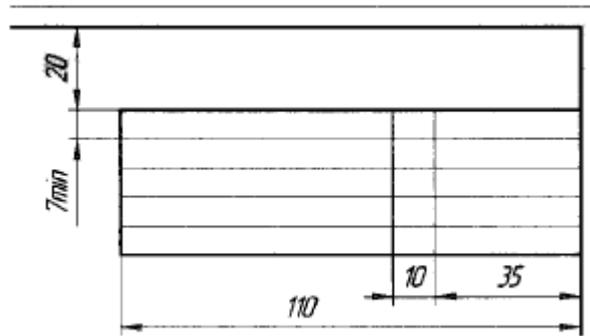


Рисунок 385 -182

Пример оформления чертежа цилиндрического зубчатого колеса приведен на рисунке 183. Пример выполнения чертежа конического зубчатого колеса приведен на рисунке 184. Примеры выполнения чертежей червяка и червячного колеса приведены на рисунках 185 и 186.

При выполнении рабочих чертежей зубчатых колес в правом верхнем углу чертежа выполняется таблица параметров, состоящая из трех частей, которые должны быть отделены друг от друга сплошными основными линиями (см. рисунок 182). Первая часть таблицы содержит основные данные для изготовления зубчатого колеса; вторая — данные для контроля размеров зуба; третья — справочные данные. На учебных чертежах обычно выполняются только первые графы первой части таблицы.

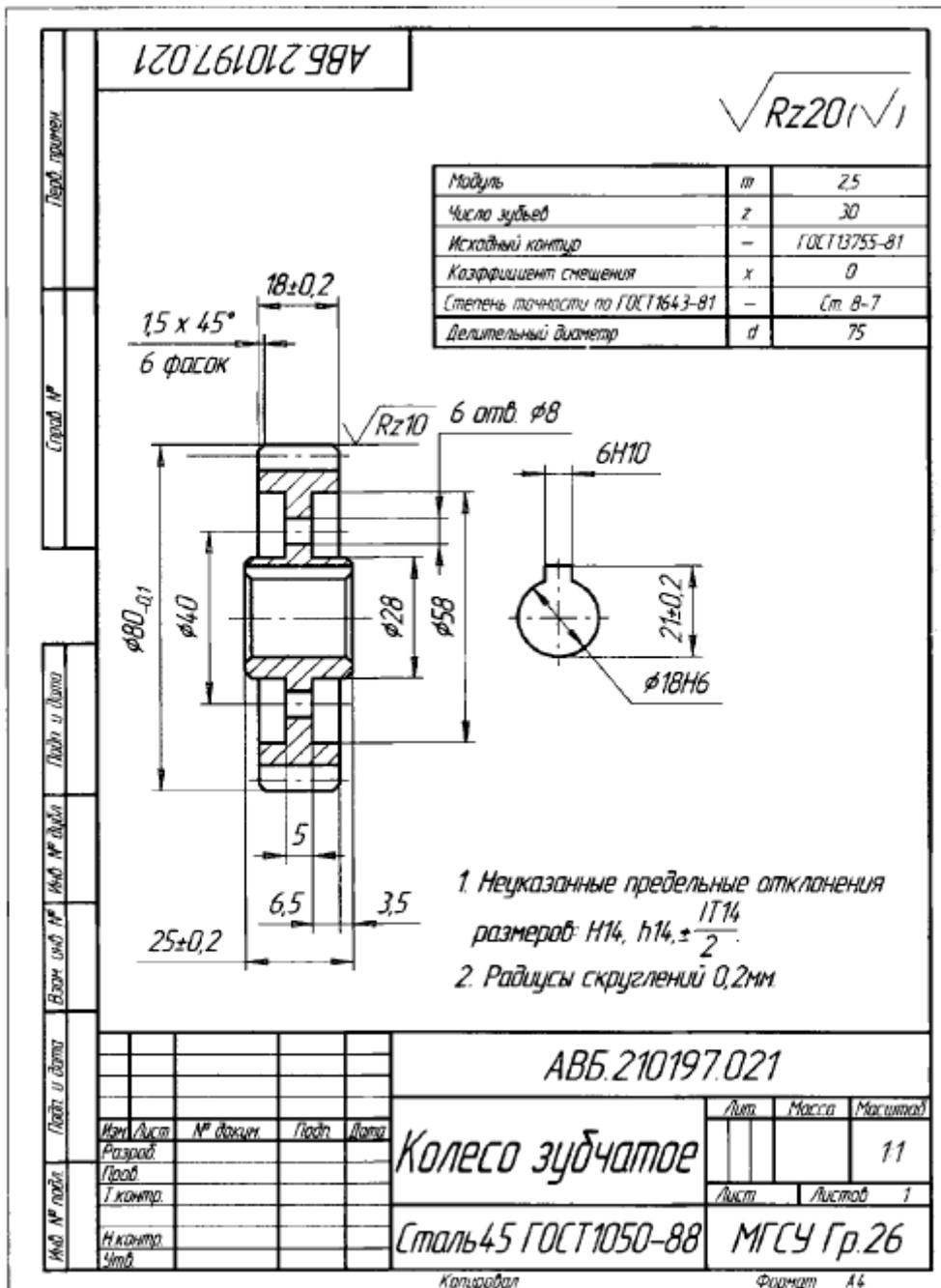


Рисунок 386-183

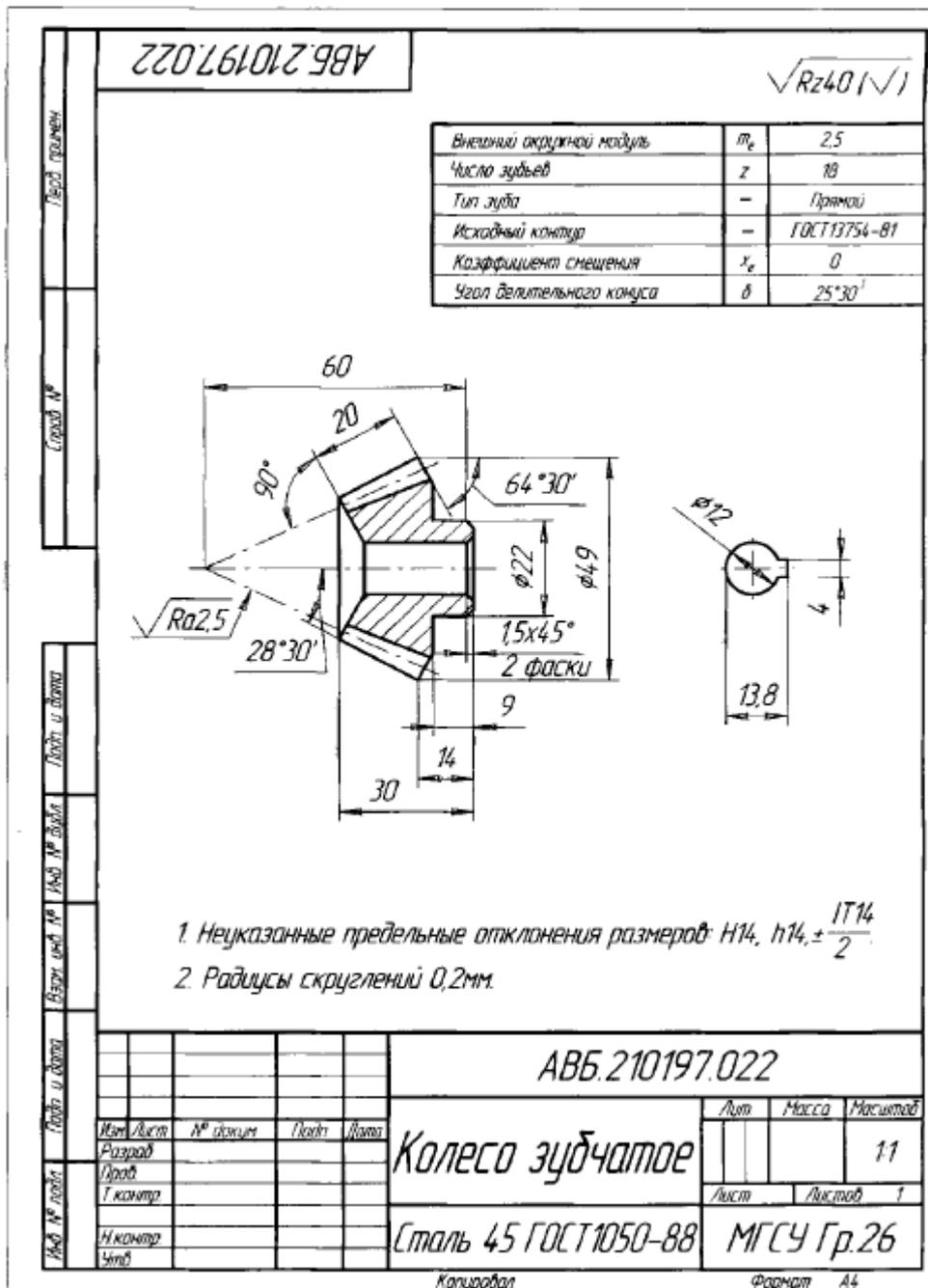


Рисунок 387 -184

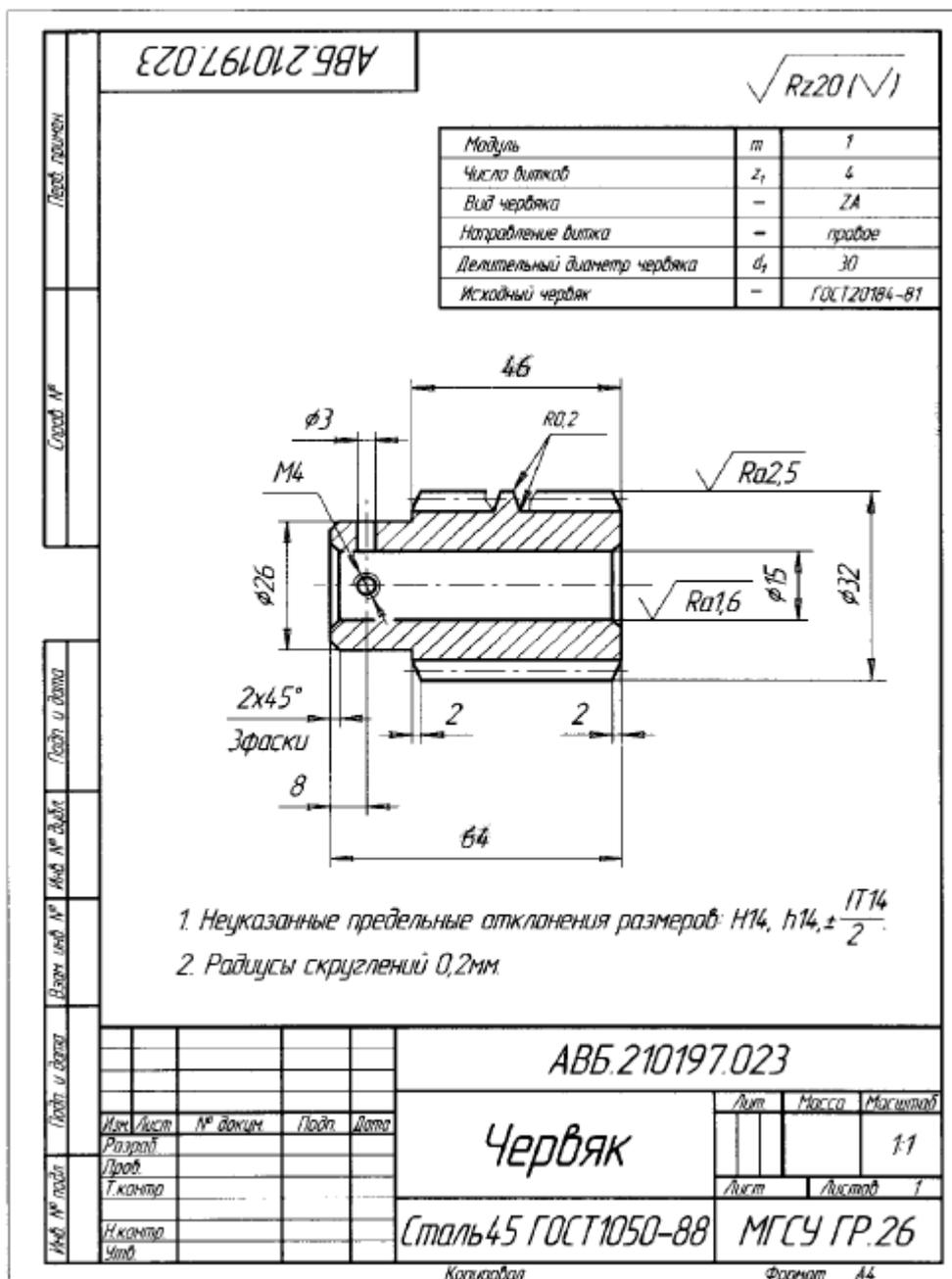


Рисунок 388-185

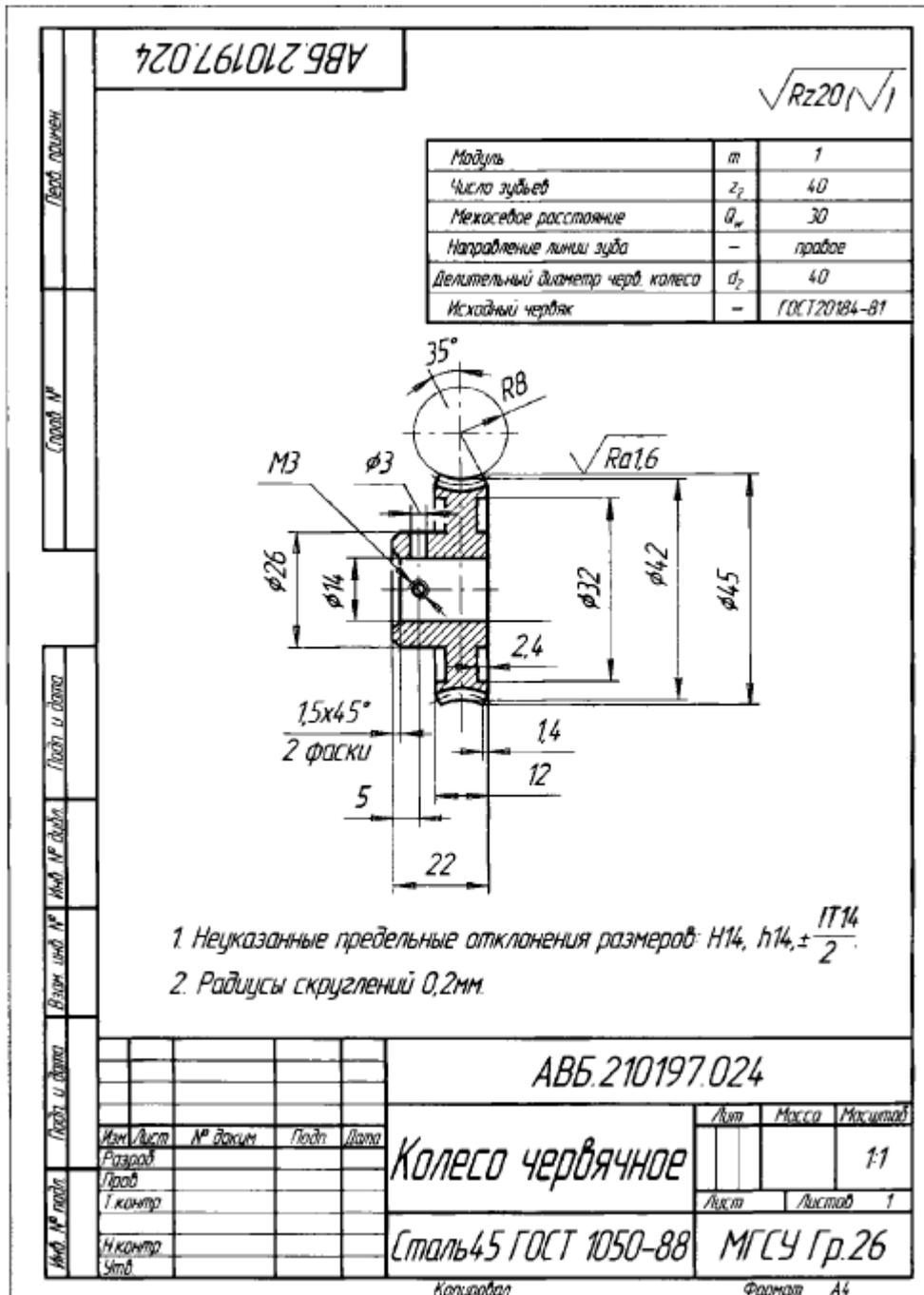


Рисунок 389-186

## 9.2.Изображения подшипников и пружин

### Подшипники

Подшипники служат для поддержки вращающихся валов и осей различных передач. От их конструкции в большой степени зависит точность и надежность работы передачи. Различают подшипники скольжения и качения. Недостаток подшипников скольжения — высокие потери на трение и сложность систем смазки. В современном машиностроении широкое применение находят подшипники качения, типы и размеры которых определяются соответствующими стандартами. Контурное очертание подшипника здесь выполняется сплошными основными линиями по его

контуру, внутри которого проводятся сплошными тонкими линиями диагонали (рисунок 390, а). Если на чертеже общего вида и сборочном чертеже необходимо указать тип подшипника, то в контуре его изображения наносится условное графическое изображение по СТ 2.770—68 (рисунок 390, б). В разрезах или сечениях подшипники допускается изображать в соответствии с рисунком 390, в. В этом случае конструкция подшипника обычно показывается упрощенно: фаски и сепараторы не изображаются.

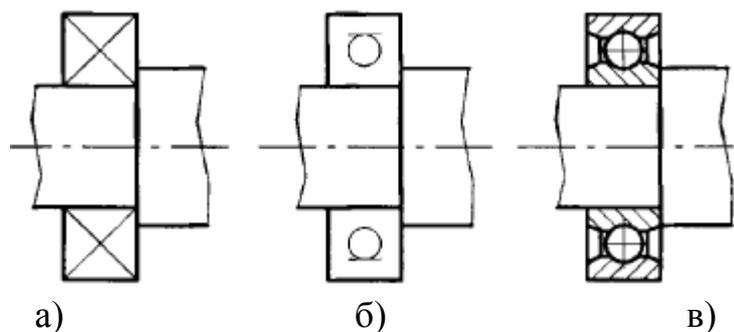


Рисунок 390

### Чертежи пружин

Пружины используются для создания необходимого усилия в приборах и механизмах машин. В рабочем положении пружина деформируется — сжимается, растягивается или поворачивается. Возникшие при этом внутренние силы упругости, стремящиеся придать прежнюю форму пружине, создают требуемое усилие. По форме пружины можно разделить на винтовые цилиндрические и конические, пластинчатые, спиральные и тарельчатые. По условиям действия пружины разделяют на пружины сжатия, растяжения, кручения и изгиба. Поперечное сечение витка пружины может быть круглым или квадратным. СТ 2.401—97 устанавливает условные изображения и правила выполнения чертежей пружин. При вычерчивании винтовых пружин с числом витков более четырех показывают с каждого конца пружины 1—2 витка, кроме опорных. Остальные витки не изображают, а проводят осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины. Если диаметр проволоки на чертеже пружины 2 мм и менее, то пружину изображают линиями толщиной 0,6—1,5 мм.  $t$  — шаг витков пружины,  $d$  — диаметр проволоки.

$D$  — средний диаметр пружины,

$D_j$  — внутренний диаметр пружины,

$J > 2$  — наружный диаметр пружины,

$l_q$  — длина пружины в свободном состоянии

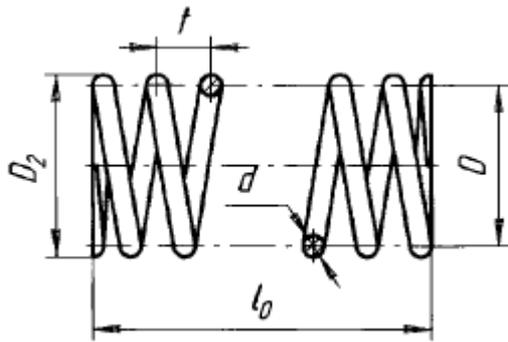


Рисунок 391

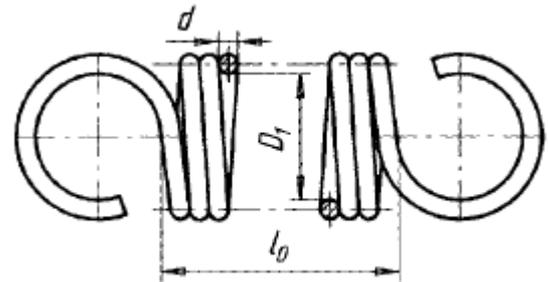


Рисунок 392

Все пружины на чертежах изображаются в свободном (ненагруженном) состоянии. На рисунке 391 изображена цилиндрическая винтовая пружина сжатия, а на рисунке 392 показана цилиндрическая винтовая пружина растяжения.

### 9.3. Принципиальные схемы.

Схемами называются конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними показаны в виде условных графических изображений. СТ 2.701—84 устанавливает виды и типы схем, их обозначение и общие требования к их исполнению. Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на следующие виды, которые обозначаются в конструкторских документах прописными буквами русского алфавита:

- электрические — Э;
- гидравлические — Г;
- пневматические — П;
- газовые — Х;
- кинематические — К;
- вакуумные — В;
- оптические — Л;
- энергетические — Р;
- деления — Е;
- комбинированные — С.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие типы, которые обозначают цифрами:

- структурные — 1;
- функциональные — 2;
- принципиальные — 3;
- соединения — 4;
- подключения — 5;
- общие — 6;
- расположения — 7;
- объединенные — 0.

Код обозначения схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы.

Например, схема электрическая, принципиальная — ЭЗ, схема гидравлическая соединений — Г4.

Структурная схема — схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи.

Функциональная схема — схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом.

Схема принципиальная — схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия.

Схема соединений (монтажная) — схема, показывающая соединения составных частей изделия и определяющая провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т. п.).

Схема подключений — схема, показывающая внешние подключения изделия.

Форматы листов схем выбирают по СТ 2.301—68, при этом основные форматы являются предпочтительными. Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею. Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывают или учитывают приближенно. Графические обозначения элементов и соединяющие их линии связи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его состав-

ных частей. Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями графического обозначения должно быть не менее 1 мм. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм. Расстояние между отдельными условными графическими обозначениями должно быть не менее 2 мм. Устройства, имеющие самостоятельную принципиальную схему, выполняют на схемах в виде фигуры (прямоугольника) сплошной линией, равной по толщине линиям связи. Функциональную группу или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, выполняют на схемах в виде фигуры (прямоугольника) из контурных штрих-пунктирных линий, равных по толщине линиям связи. Условные графические обозначения элементов изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначе-

ния. Графические обозначения на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол кратный  $45^\circ$ . Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество

изломов и взаимных пересечений. Линии связи в пределах одного листа, если они затрудняют чтение схемы, допускается обрывать. Обрывы линий связи заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места обозначений прерванных линий, например, полярность, потенциал, давление и т. п. Элементы (устройства, функциональные группы), входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь обозначения в соответствии со стандартами на правила выполнения конкретных видов схем. Обозначения могут быть буквенные, буквенно-цифровые и цифровые.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. В него записывают все элементы, изображенные на схеме. Перечень элементов оформляют в виде таблицы, заполняемой сверху вниз (рисунок 393).

Поз. обознач	Наименование	Кол.	Примечание

Рисунок 393

В графах таблицы указывают следующие данные:

- в графе «Поз. обозначение» — позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп;
- в графе «Наименование» — для элемента (устройства) — наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия); — для функциональной группы — наименование;
- в графе «Примечание» — рекомендуется указывать технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

При выполнении перечня элементов на первом листе схемы его располагают над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм.

На электрических схемах элементы (устройства, функциональные группы), входящие в изделие, должны иметь буквенные, буквенно-цифровые или цифровые обозначения.

Электрические элементы и устройства на схеме изображают в виде условных графических изображений, установленных стандартами ЕСКД или построенных на их основе. Стандартные условные графические изображения

элементов выполняют по размерам, указанным в соответствующих стандартах.

Поэтому размер в миллиметрах шага модульной сетки (одной клетки) равен одной десятой размера модуля. Например, если конструктор выбрал модуль двадцать миллиметров, а условное изображение элемента в стандарте равно четырем клеткам, то размер этого элемента на схеме будет равен восьми миллиметрам. Шаг модульной сетки должен быть одинаковым для всех элементов и устройств данной схемы.

Стандарты ЕСКД седьмой группы устанавливают условные графические обозначения и изображения элементов на схемах:

На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия и основные взаимосвязи между ними. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей изделия. На линиях взаимосвязей рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии. На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части изделия, если для ее обозначения применен прямоугольник. На функциональной схеме изображают функциональные части изделия, участвующие в процессе, иллюстрируемой схемой, и связи между этими частями. Функциональные части между ними на схеме изображают в виде условных графических обозначений. Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников. На принципиальной схеме (рисунок 396) изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля электрические элементы (соединители, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные в изделия заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также и выходные цепи.

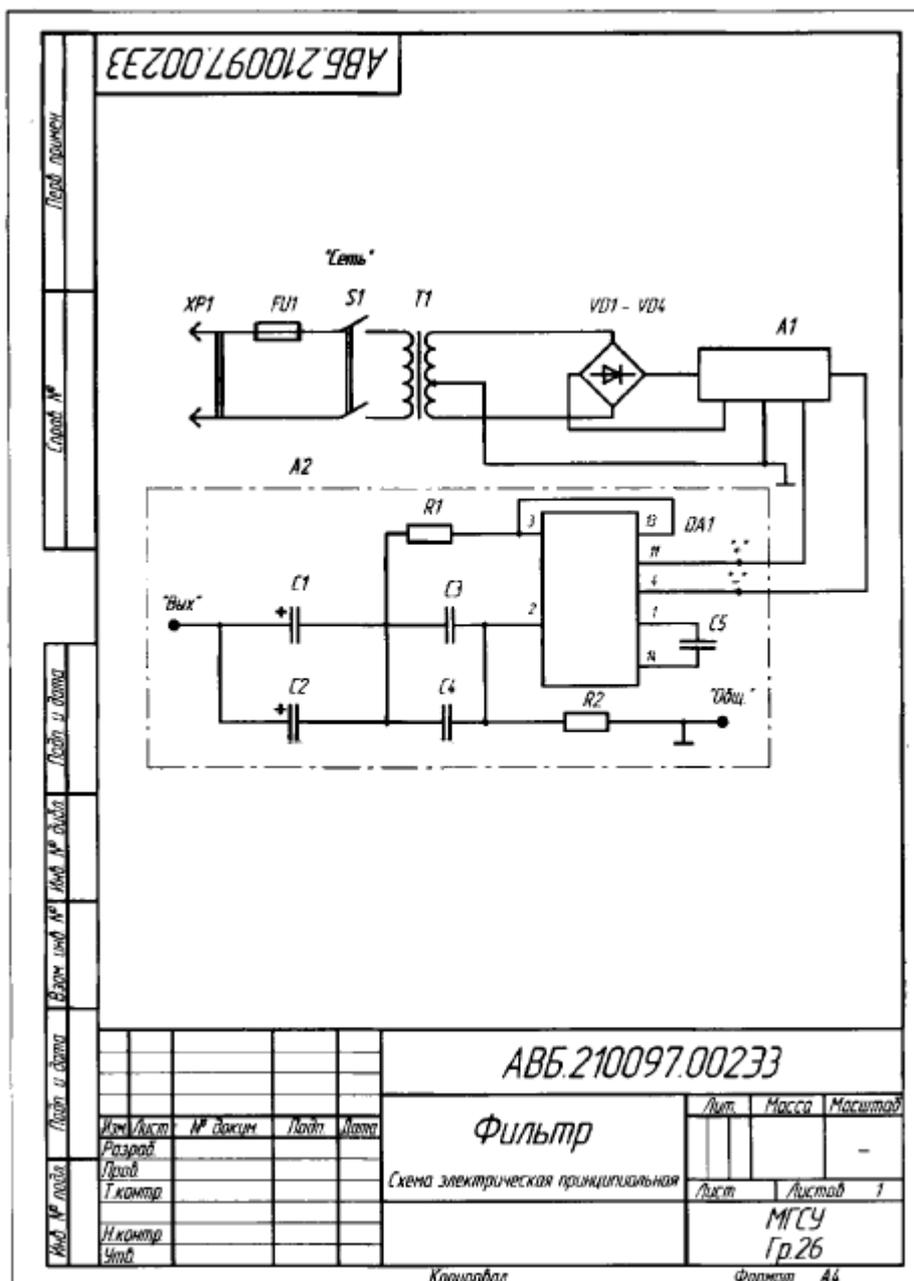


рисунок 396

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении. Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД. Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом. Изделие на схеме изображают в виде прямоугольника, а его входные и выходные элементы — в виде условных графических обозначений. На схеме должны быть указаны позиционные обозначения входных и выходных элементов, присвоенные им на принципиальной схеме изделия. рисунке 397 изображена кинематическая схема привода автомата, на которой также изображены детали

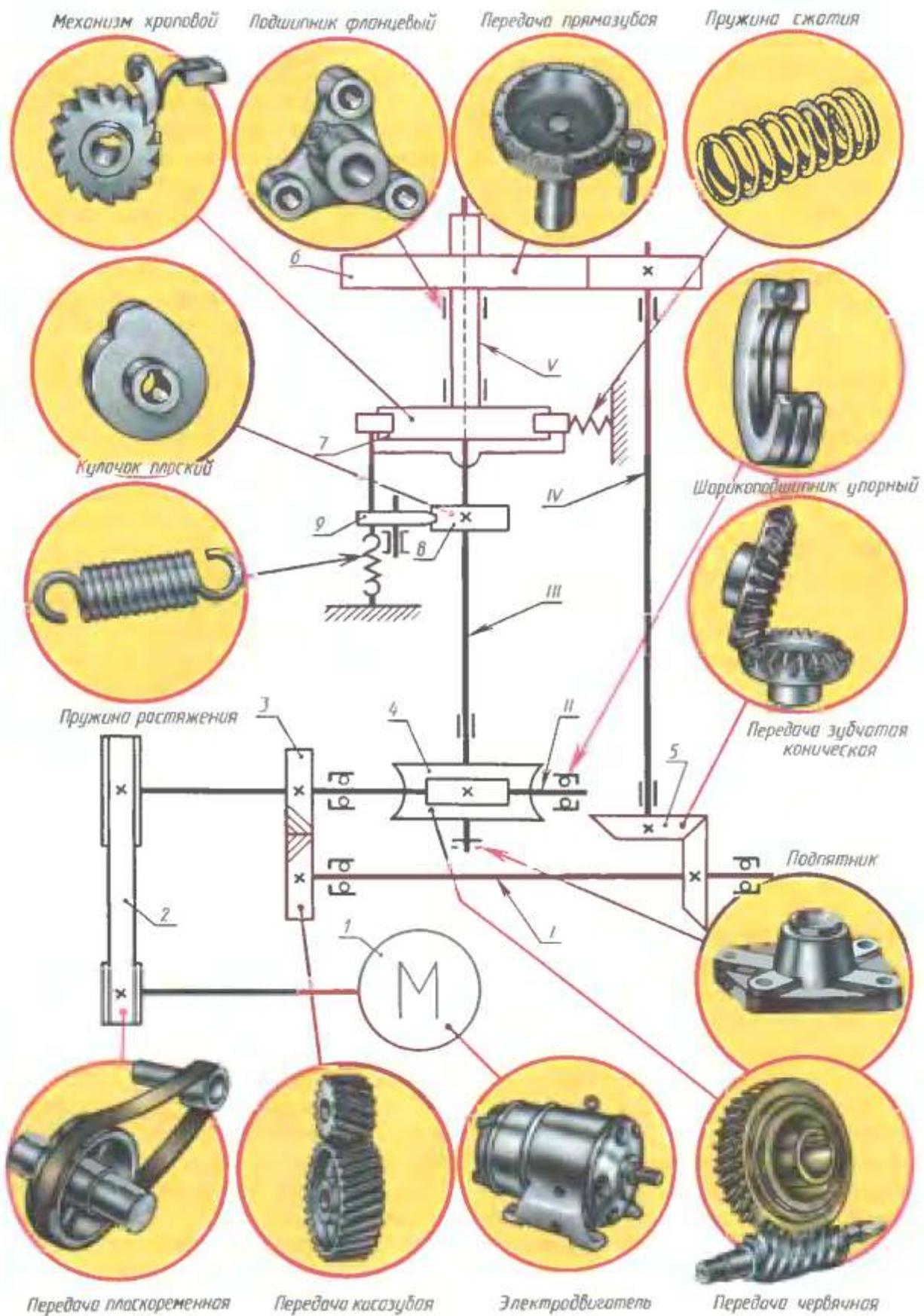


рисунок 397

## **Вопросы для самопроверки**

1. Какие конструкторские документы называются схемами?
2. На какие виды и типы подразделяются схемы?
3. Что изображается на принципиальной схеме?
4. Что такое условное графическое обозначение элемента схемы?
5. В каких размерах вычерчивают на схемах стандартные условные обозначения элементов?
6. В каких размерах вычерчивают на схемах условные обозначения элементов, если в стандарте они изображены на модульной сетке?
7. Где размещается на схеме перечень элементов?
8. В каком порядке присваиваются номера позиций элементам на оптической схеме?
9. Стандарты какой группы ЕСКД устанавливают условные графические обозначения в схемах?
10. Как присваиваются порядковые номера элементам на электрических принципиальных схемах?
11. Как оформляется перечень элементов, если он выполнен отдельным документом?

## **Заключение.**

Производство сложных изделий в промышленности потребовало выполнения чертежей в масштабе с указанием размеров — методом прямоугольного проецирования. Этот метод начертательной геометрии, позволяющий сохранить без искажения размеры изображаемого предмета, широко применяется в настоящее время. Большое внимание уделено при изучении инженерной графики стандартам Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и стандартам на изделия общемашиностроительного назначения.

Настоящий курс дисциплины не может ставить своей задачей научить студентов составлению конструкторской документации, полностью отвечающей требованиям производства. Владение чертежом, как средством, выражения мысли конструктора и как производственным документом, может быть достигнуто лишь в результате изучения ряда общеинженерных и специальных дисциплин. Поэтому в настоящем курсе изучается только часть условностей, применяемых на производственных чертежах. Однако эта часть, независимо от способа выполнения чертежа — ручного, механизированного или автоматизированного, является своеобразным фундаментом, на котором базируется система технической документации. Сведения же о правилах нанесения предельных отклонений размеров, обозначения покрытий поверхностей деталей, термической и других видов обработки деталей, указаний допусков формы и расположения поверхностей даны для более широкого понимания тех сложных технических вопросов, которые приходится решать разработчику конструкторской документации. Изучение содержания курса не должно, разумеется, исключать стремления к

наибольшему приближению учебных чертежей к производственным. Развитие науки и техники повышает требования к показателям качества продукции, что в свою очередь усложняет техническую документацию, насыщая чертежи разными сложными техническими решениями, условными знаками и символами. Знания и умения, приобретённые при изучении данного курса позволят далее составлять чертежи и другую конструкторскую документацию при помощи компьютерных технологий, в частности, в графической программе AutoCAD.

### **Литература:**

1. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение. Учебник для вузов – М.: Владос, 2002. – 472 с.
2. Михайленко В.Е. Пономарев А.М. Инженерная графика. Учеб. пособие для ВУЗов. – Киев: Вища школа, 1980. – 280 с.
3. Боголюбов С.К. Черчение. – М.: Машиностроение, 1989. – 336 с.
4. Боголюбов С.К. Инженерная графика.–М.: Машиностроение,2000. –352 с.
5. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. Учебник для ВТУЗов. – М.: Высшая школа, 1988. – 351 с.
6. Вышнепольский И.С. Техническое черчение. – М.: Высшая школа, 1981. – 216 с.



