

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

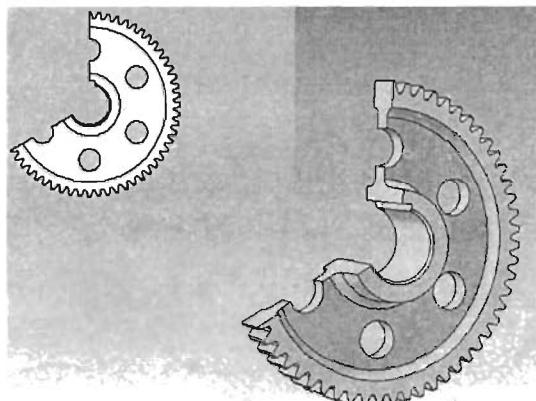
---

---

**М. Н. Краснов, Н. Ф. Барышев**

**РУКОВОДСТВО  
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ  
ГРАФИКЕ**

**Учебное пособие**



**ПЕНЗА 2008**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет»

---

---

М. Н. Краснов, Н. Ф. Барышев

Руководство  
для выполнения заданий  
по инженерной и компьютерной  
графике  
*Учебное пособие*



Пенза  
Издательство  
Пензенского государственного  
университета  
2008



УДК 744

К78

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра «Математика и инженерная графика»  
Пензенского артиллерийского инженерного института;

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой «Инженерная и компьютерная графика»  
ГОУВПО «Пензенская государственная технологическая академия»  
*A. B. Иванов*

**Краснов, М. Н.**

К78

Руководство для выполнения заданий по инженерной и компьютерной  
графике : учебное пособие / М. Н. Краснов, Н. Ф. Барышев ; под ред. проф.  
Е. М. Кирина. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. – 116 с.

Учебное пособие выполнено в соответствии с рабочими программами  
курса «Инженерная графика» для студентов различных специальностей. Во-  
просы выполнения конструкторских графических документов изложены в  
соответствии с требованиями государственных стандартов.

Рассмотрены основные приемы создания чертежей на компьютере с ис-  
пользованием графической системы КОМПАС-3D.

Работа подготовлена на кафедре «Начертательная геометрия и графика» и  
предназначена для студентов всех специальностей.

УДК 744

© Краснов М. Н., Барышев Н. Ф., 2008

© Издательство Пензенского государственного  
университета, 2008

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
Р а з д е л 1. Инженерная графика.....	6
1.1 Виды конструкторских документов.....	6
1.1.1 Изделия.....	8
1.1.2 Элементы детали.....	10
1.2 Правила оформления графических конструкторских документов.....	12
1.2.1 Форматы .....	12
1.2.2 Масштабы.....	14
1.2.3 Линии чертежа .....	14
1.2.4 Шрифты .....	16
1.2.5 Изображение изделий на чертеже .....	18
1.2.5.1 Разрезы.....	21
1.2.5.2 Условности и упрощения при выполнении разрезов.....	28
1.2.5.3 Сечения.....	29
1.2.6 Нанесение размеров на чертеже .....	30
1.2.6.1 Способы простановки размеров .....	34
1.2.6.2 Понятия о базах при простановке размеров .....	36
1.3 Геометрические построения на чертеже.....	37
1.3.1 Построение наклонного сечения .....	37
1.3.2 Построение изображений вырезов в деталях .....	39
1.3.3 Построение линий среза.....	42
1.4 Соединения деталей.....	43
1.4.1 Резьбовые соединения .....	44
1.4.1.1 Основные геометрические параметры резьбы .....	46
1.4.1.2 Изображение резьбы на чертежах .....	47
1.4.1.3 Обозначение резьбы .....	49
1.4.1.4 Крепёжные и соединительные детали.....	50
1.4.2 Шпоночные соединения .....	54
1.4.3 Сварные соединения.....	55
1.5 Выполнение рабочих чертежей деталей .....	59
1.5.1 Изображение типовых элементов деталей.....	59
1.5.2 Обозначение шероховатости поверхностей .....	64
1.5.3 Обозначение материалов и технических требований .....	66

1.6 Эскизирование деталей с натуры .....	67
1.7 Чертежи сборочных единиц.....	68
1.7.1 Выполнение сборочного чертежа.....	69
1.7.1.1 Нанесение размеров и номеров позиций.....	71
1.7.2 Спецификация .....	74
1.8 Деталирование чертежа общего вида.....	78
1.9 Правила выполнения схем .....	80
1.9.1 Электрические схемы .....	83
1.9.2 Кинематические схемы .....	85
<b>Р а з д е л 2. Компьютерная графика.....</b>	<b>88</b>
2.1. Интерфейс программы КОМПАС-3D .....	88
2.1.1 Типы документов КОМПАС-3D .....	89
2.1.2 Курсор и управление им.....	91
2.1.3 Использование контекстных меню.....	91
2.2 Настройка чертежа.....	92
2.3 Создание изображений на чертеже .....	94
2.3.1 Настройка масштаба чертежа .....	94
2.3.2 Установка системы координат.....	95
2.3.3 Создание графических примитивов .....	96
2.3.4 Управление изображением документа в окне .....	100
2.3.5 Выделение объектов и отмена выделения .....	101
2.4 Редактирование изображений на чертеже .....	103
2.4.1 Пример создания и редактирования чертежа детали «Вал».....	107
2.5 Использование библиотек КОМПАС-3D .....	113
<b>Список литературы.....</b>	<b>115</b>

## Предисловие

Инженерная и компьютерная графика относится к циклу общепрофессиональных учебных дисциплин, составляющих основу подготовки специалистов и бакалавров по инженерно-техническим специальностям.

Цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы приобрести знания, необходимые:

- для выполнения и чтения чертежей изделий на основе метода прямоугольного проецирования;
- для нанесения размеров с учетом основных положений конструирования и технологии;
- для съемки эскизов деталей с натуры;
- для выполнения сборочных чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД;
- для пользования стандартами и справочными материалами;
- для приобретения студентами навыков выполнения чертежей на компьютере.

Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении дисциплины, необходимы как при изучении общеинженерных и специальных дисциплин, так и в последующей профессиональной деятельности.

Инженерная и компьютерная графика является первой ступенью обучения студентов, на которой изучаются начальные правила выполнения и оформления конструкторской документации.

Учебное пособие разработано на основании государственных образовательных стандартов. В нём не конкретизируется содержание отдельных заданий, так как это определяется рабочей программой дисциплины для конкретной специальности.

В пособии подробно не излагаются стандарты ЕСКД, а лишь разъясняются их основные положения для правильного выполнения заданий при изучении дисциплины.

# Раздел 1

## Инженерная графика

### 1.1 Виды конструкторских документов

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями.

По ГОСТ 2.102–68 «Виды и комплектность конструкторских документов» к конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Конструкторские документы подразделяют на следующие основные виды:

- 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 (к сборочным чертежам также относят электромонтажные, гидромонтажные и пневмомонтажные чертежи);
- чертеж общего вида (ВО) – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Составляется на этапе эскизного и технического проектирования и за пределы конструкторского бюро, как правило, не выходит;
- габаритный чертеж (ГЧ) – документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;
- монтажный чертеж (МЧ) – документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения;

- теоретический чертёж (ТЧ) – документ, определяющий геометрическую форму (обводы изделия и координаты расположения составных частей);
- схема – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними;
- спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта;
- пояснительная записка – документ, содержащий описание устройства и принцип действия изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений;
- технические условия – документ, содержащий эксплуатационные показатели изделия и методы контроля его качества.

Помимо указанных документов к конструкторским документам относят различные ведомости, таблицы, расчеты, эксплуатационные, ремонтные и другие документы.

В зависимости от способа выполнения и характера использования конструкторские документы делят на следующие виды:

- оригиналы – документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников;
- подлинники – документы, оформленные подлинными установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющим многократное воспроизведение с них копий;
- дубликаты – копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, выполненные на любом материале, позволяющем снятие с них копий;
- копии – документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (дубликатом), и предназначенные для непосредственного использования при разработке, производстве, эксплуатации и ремонте изделия.

Если документы предназначены для разового использования в производстве, допускается их выполнять в виде эскиза.

Эскиз – чертёж временного характера, выполняемый без применения чертёжных принадлежностей в произвольном масштабе с сохранением пропорций детали.

В зависимости от стадии разработки документы подразделяются на проектные и рабочие. ГОСТ 2.103–68 устанавливает содержание отдельных стадий разработки:

- техническое предложение – совокупность конструкторских документов, содержащих техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания и различных вариантов решения вопроса;
- эскизный проект – совокупность конструкторских документов, содержащих принципиальное конструктивное решение и общее представление об устройстве и принципе работы изделия; эскизный проект служит основанием для разработки технического проекта;
- технический проект – совокупность конструкторских документов, содержащих окончательное техническое решение, дающих полное представление о работе изделия и содержащих данные для разработки рабочей документации.
- рабочая документация – совокупность документов, предназначенных для непосредственного изготовления, контроля, ремонта изделия и его составных частей.

### 1.1.1 Изделия

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Изделия в зависимости от их назначения делят на изделия основного и вспомогательного производства.

К изделиям основного производства относят изделия предприятия, предназначенные для реализации (поставки) другим предприятиям или в торговую сеть. Так, если предприятие изготавливает станки, инструменты, крепежные изделия для реализации, то их относят к изделиям основного производства.

К изделиям вспомогательного производства относят изделия, используемые для собственных нужд предприятия, изготавливающего их, т. е. инструменты, специальные приспособления, штампы, крепежные изделия и др., предназначенные для изготовления изделий основного производства этого предприятия.

Изделия, предназначенные для поставки (реализации) и одновременно используемые для собственных нужд предприятием, изготавлиющим их, относят к изделиям основного производства.

ГОСТ 2.101–68 устанавливает для всех отраслей промышленности виды изделий, на которые составляется конструкторская документация, и дает им определения.

Устанавливаются следующие виды изделий:

- детали;
- сборочные единицы;
- комплексы;
- комплекты.

В зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей изделия делят на неспецифицированные детали – не имеющие составных частей – и специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты) – состоящие из двух и более составных частей.

Понятие «составная часть» применяют только в отношении конкретного изделия, в состав которого она входит. Составной частью может быть любое изделие:

- деталь (втулка, корпус);
- сборочная единица (редуктор);
- комплекс (турбогенератор);
- комплект (запасные части или инструменты).

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например, валик из одного куска металла, литой корпус, маховик из пластмассы (без арматуры), печатная плата, отрезок кабеля или провода заданной длины, болт, шпилька, гайка. К деталям также относят из-

делия, подвергнутые покрытиям (защитным или декоративным) или изготовленные с применением местной сварки, пайки, клепки.

Сборочная единица – изделие или часть изделия, составные части которого соединены между собой с помощью сборочных операций (свинчивания, клёпки, сварки, пайки, запрессовки, склеивания). Например, автомобиль, станок, редуктор, сварной корпус, изделие из пластмассы с металлической арматурой, вентиль.

Комплекс – два или более изделия, не соединенные с помощью сборочных операций, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса, например, автоматизированная линия станков, электрическая подстанция, автозаправочная станция и т. п. 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.

Комплект – изделия, не соединенные на предприятии с помощью сборочных операций и представляющие собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например комплект запасных частей, измерительной аппаратуры и т. п.

К покупным относят изделия, не изготавляемые на данном предприятии, а получаемые им в готовом виде, например измерительные приборы (амперметры, вольтметры), крепежные изделия (болты, шпильки, гайки) и др.

### 1.1.2 Элементы детали

Часть детали, имеющая определенное назначение, называется элементом детали, например, фаска, галтель, буртик, ребро жёсткости, резьба, проточка, сквозное или глухое (нексквозное) отверстие, паз (шпоночный паз), лыска, центровое отверстие (рисунок 1.1).

Фаска – скошенное ребро стержня, бруска, листа или отверстия.

Галтель – криволинейная поверхность плавного перехода от меньшего сечения вала к плоской части заплечика или буртика.

Буртик – кольцевое утолщение вала, составляющее с ним одно целое. Плоские поверхности буртика называются заплечиками (заплечики в машиностроении – выступы на изделии для упора).

Ребро жёсткости – тонкая стенка, чаще всего треугольной формы, для усиления жёсткости конструкции.

Проточка – кольцевой желобок на стержне или кольцевая выточка в отверстии, технологически необходимая для выхода резьбонарезного инструмента или для других целей.

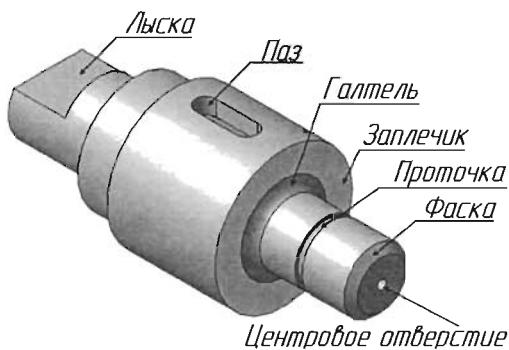


Рисунок 1.1

Паз – прорезь в виде продольной канавки на деталях.

Лыска – плоский срез на цилиндрической, конической или сферической части тела.

Центровое отверстие – специальное технологическое отверстие, высверливаемое в торцевой поверхности детали, обрабатываемой в центрах.

## 1.2 Правила оформления графических конструкторских документов

### 1.2.1 Форматы

Чертежи выполняют на листах бумаги определенного формата, что создает условия максимального удобства при хранении, комплектации и брошюровке конструкторских документов.

Форматы листов определяются размерами внешней кромки листа или рамки, которую выполняют сплошной тонкой линией (рисунок 1.2).

Применяют основные и дополнительные форматы. ГОСТ 2.301–68 предусматривает пять основных форматов: А0, А1, А2, А3 и А4 (таблица 1.1). Наибольшим основным форматом листа является А0 с размерами сторон  $1189 \times 841$  мм, площадь которого приблизительно равна  $1 \text{ м}^2$ , а отношение сторон составляет  $1:2^{0.5}$ . Остальные основные форматы получаются путем последовательного деления предыдущего большего формата на две равные части параллельно его меньшей стороне.

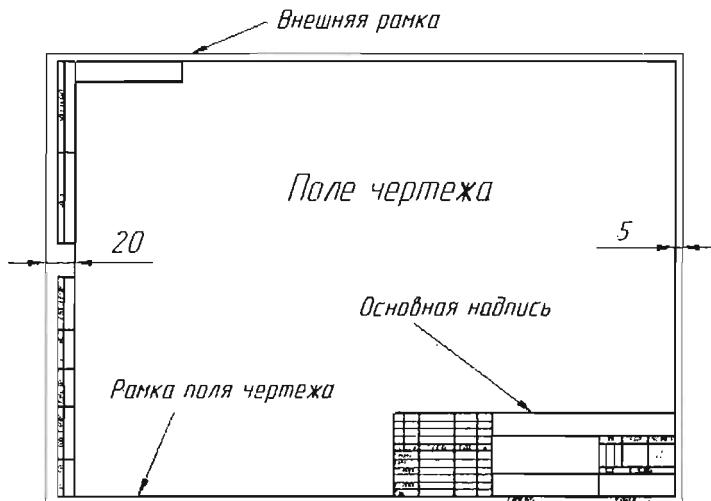


Рисунок 1.2

Т а б л и ц а 1.1

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

Дополнительные форматы образуются путем увеличения коротких сторон основных форматов на величину, кратную  $n$ . Коэффициент увеличения  $n$  должен быть целым числом. При обозначении дополнительных форматов указывают формат и через знак умножения – коэффициент: A4×3 (297×630).

ГОСТ 2.301–68 разрешает использовать основные форматы как длинной, так и короткой стороной вниз. Исключение составляет формат А4, который можно использовать только короткой стороной вниз. Не разрешается использовать формат А5 самостоятельно. Его необходимо применять только на листе формата А4.

Прежде чем приступить к разработке чертежа, необходимо выполнить внутреннюю рамку, т. е. определить рабочее поле чертежа. Рамка выполняется сплошной толстой основной линией. Слева должно быть оставлено поле для брошировки шириной 20 мм, справа, снизу и сверху по 5 мм (см. рисунок 1.1).

В правом нижнем углу внутренней рамки выполняется основная надпись по ГОСТ 2.104–68. Данный ГОСТ устанавливает форму, размеры, содержание, расположение граф основной надписи, а также размеры рамок на чертежах и схемах. Для всех чертежей установлена основная надпись, выполняемая по форме 1. Основную надпись, дополнительные графы к ней и рамки выполняют сплошными основными толстыми и тонкими линиями.

Выбор формата определяется сложностью конструкции изделия и его габаритами.

## 1.2.2 Масштабы

Не все изделия можно изобразить на чертеже в натуральную величину, так как одни изделия по своим размерам очень велики, другие – малы. Поэтому изображения одних изделий на чертежах приходится уменьшать в определенное число раз по отношению к их действительной величине, а изображения других изделий – увеличивать. Все эти изменения производят в соответствии с рекомендуемыми масштабами.

По ГОСТ 2.302–68 масштаб – это отношение линейных размеров изображения изделия к его действительным размерам. Масштабы изображений выбираются из ряда, представленного в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Натуральная величина	1 : 1
Масштаб уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75
Масштаб увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 15:1; 20:1; 25:1; 40:1; 50:1; 75:1

## 1.2.3 Линии чертежа

На чертежах применяют следующие типы линий (ГОСТ 2.303–68):

- сплошные – линии непрерывные;
- прерывистые – линии с постоянно повторяющимися одними и теми же элементами (например, штриховые);
- чередующиеся – линии с постоянно повторяющимися группами разных элементов (например штрихпунктирные).

Толщина сплошной толстой основной линии зависит от масштаба и сложности изображения, а также формата чертежа, но должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм.

Толщина линий должна быть неизменной по всей ее длине и одинаковой на всех изображениях, выполненных с применением одного и того же масштаба.

Наименования, начертания, назначение и толщина линий приведены на рисунке 1.3.

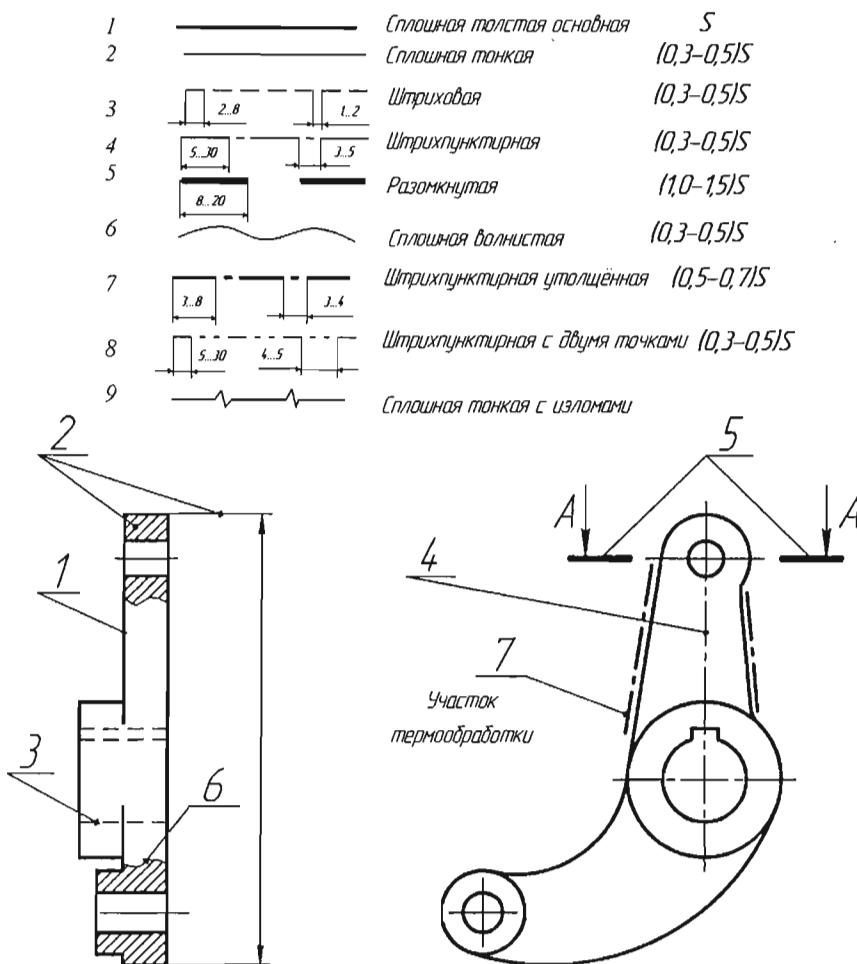


Рисунок 1.3

Прерывистые и чередующиеся линии должны выполняться в соответствии со следующими требованиями:

- длина штрихов и длина промежутков между штрихами или между штрихами и другими элементами одной и той же линии должны быть одинаковыми;
- штрихи штрихпунктирных линий должны выходить за контурные линии изображений на 2–5 мм;
- вместо штрихпунктирной линии допускается тонкая сплошная линия, если размер начертенного элемента на чертеже (окружности, квадрата, эллипса и т. п.) не более 12 мм;
- штрихпунктирные линии должны пересекаться штрихами.

#### 1.2.4 Шрифты

Каждый чертеж сопровождается общими и дополнительными поясняющими надписями, которые выполняются чертёжным шрифтом. ГОСТ 2.304–81 устанавливает конфигурацию и размеры букв и цифр, наносимых на всех конструкторских документах (рисунок 1.4).

Установлены два типа шрифта:

- А – основной шрифт с наклоном и без наклона;
- Б – широкий шрифт с наклоном и без наклона.

Наклон букв и цифр к строке – 75°. Различие между основным и широким шрифтами заключается только в ширине букв и цифр.

Приняты следующие размеры шрифтов, определяемые высотой  $h$  (в мм) прописных букв: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

На рисунке 1.4 представлены прописные и строчные буквы, а также арабские цифры основного шрифта с наклоном. Для лучшего восприятия формы и размеров букв, цифр и знаков их построение показано для шрифтов с наклоном на сетке с ячейками, имеющими форму параллелограмма с основанием и высотой, равными  $d$ , и углом при основании 75°.

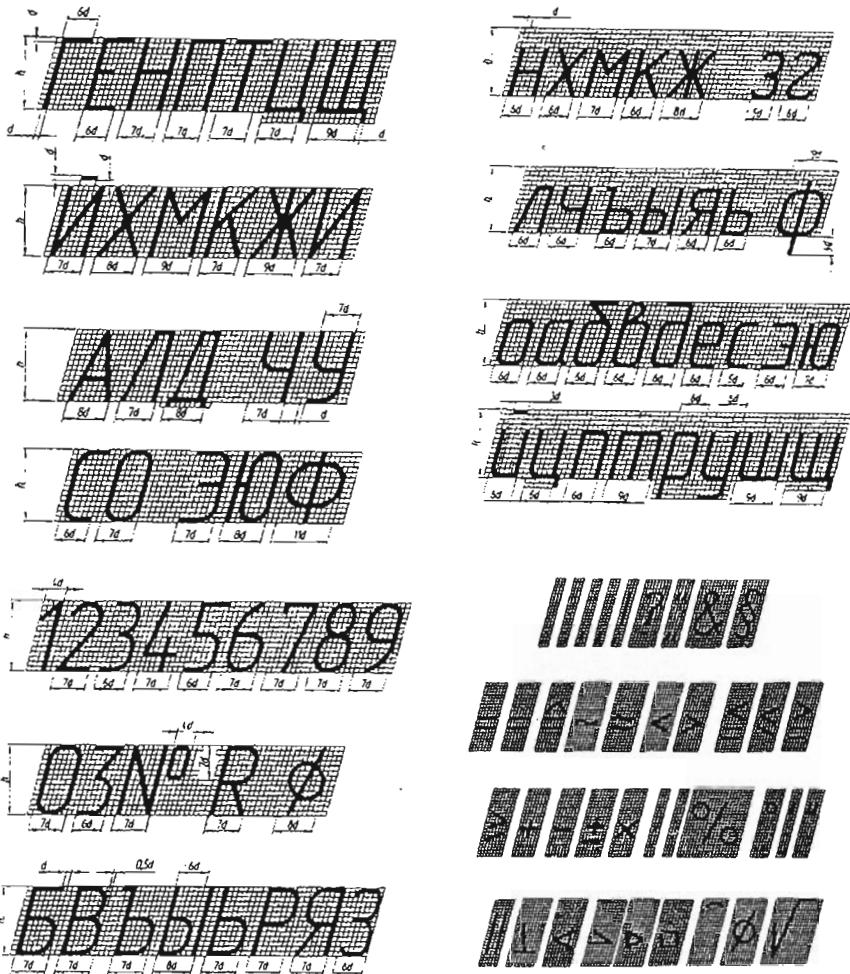


Рисунок 1.4

Прописная буква, применяемая в слове со строчными буквами, может иметь ширину и толщину линий строчных букв. Предельные отклонения размеров высоты букв и цифр  $\pm 0,5$  мм.

## 1.2.5 Изображение изделий на чертеже

Представление об изделии связано с изучением его формы. Форма определяется поверхностями, ограничивающими изделие. Задать на чертеже форму изделия – это значит построить проекционные изображения совокупности точек и линий, определяющих форму изделия и проекции ее контурных линий.

Изображение изделия на чертеже осуществляется по методу параллельного прямоугольного проецирования. Для аксонометрических проекций, кроме прямоугольного, применяют и косоугольное проецирование.

Вид – изображение видимой, обращенной к наблюдателю поверхности предмета (ГОСТ 2.305–68). Если необходимо пояснить чертеж, то на виде штриховыми линиями допускается указывать невидимый контур предмета, что позволяет уменьшить число видов.

Виды подразделяются на основные, дополнительные и местные.

Основной вид – это вид, полученный проецированием предмета на шесть основных плоскостей проекций. В качестве основных плоскостей проекций принимаются шесть граней пустотелого куба, внутри которого размещается предмет, и его проецируют на внутренние поверхности куба (рисунок 1.5).

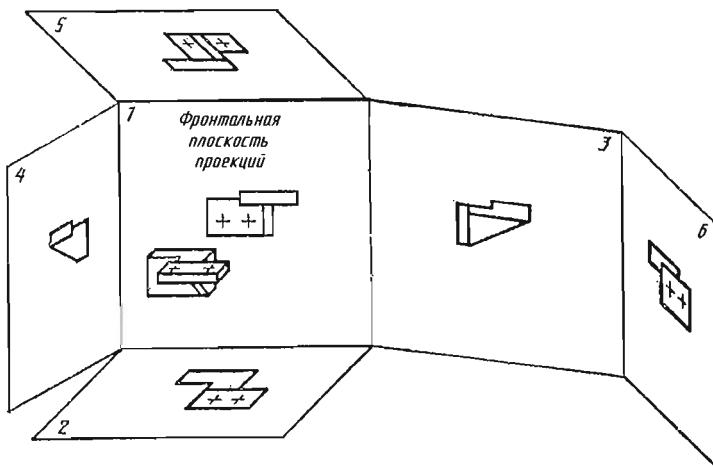


Рисунок 1.5

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.

Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций (рисунок 1.6):

1 – вид спереди (главный вид); 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу.

При выполнении чертежа изделия число видов необходимо брать наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете. Виды должны располагаться в проекционной связи.

Дополнительный вид – это вид, получаемый проецированием предмета на дополнительную плоскость проекций, не параллельную ни одной из основных плоскостей проекций.

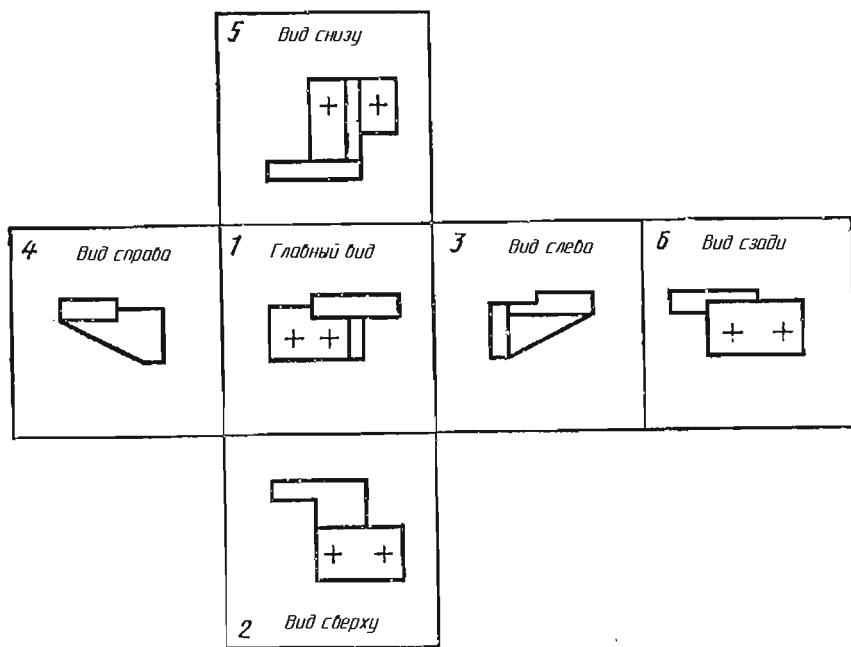


Рисунок 1.6

Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади не находятся в непосредственной (прямой) проекционной связи с главным видом, то направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой, а над видом делается надпись по типу *A* (рисунок 1.7).

В отличие от дополнительного вида для изображения на чертеже отдельного, ограниченного места поверхности предмета применяется местный вид, позволяющий выявить форму и размеры определенного элемента предмета, например форму ребра, отверстия, паза и т. п. Располагают местные виды без сохранения проекционной связи с основным изображением на свободном поле чертежа с надписью типа *Д* (см. рисунок 1.7).

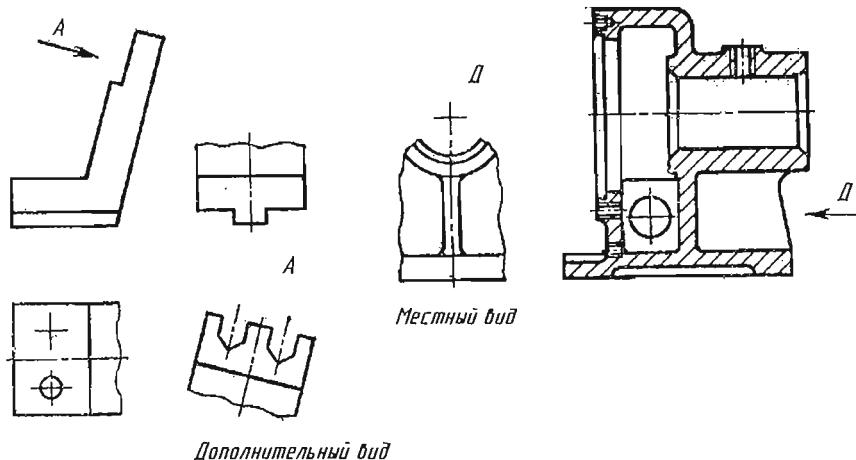


Рисунок 1.7

В тех случаях, когда невозможно на основном изображении показать мелкие элементы предмета со всеми подробностями, применяют выносные элементы.

Выносным элементом называется дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и других данных. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может

отличаться от него по содержанию (например, изображение может быть видом, а выносной элемент – разрезом).

При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, прямоугольником и т. п. с обозначением выносного элемента на полке линии-выноски буквой русского алфавита. У выносного элемента следует указывать букву и масштаб по типу, как показано на рисунке 1.8. Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

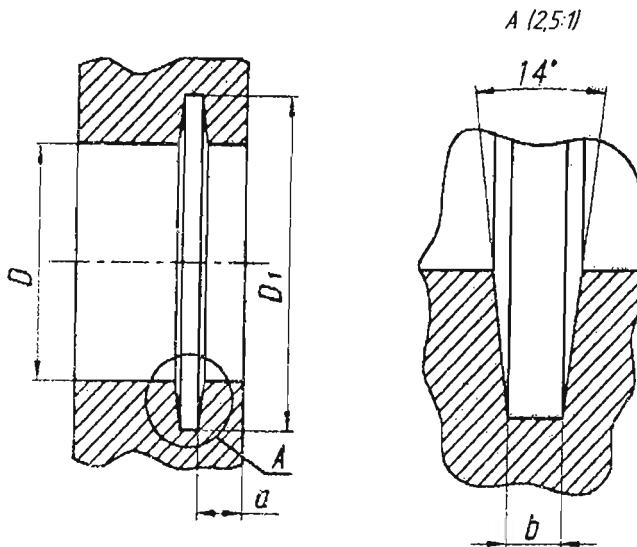


Рисунок 1.8

### 1.2.5.1 Разрезы

При сложном внутреннем строении изделия на чертежах применяют разрезы.

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями (рисунок 1.9).

На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и что расположено за ней (видимую часть).

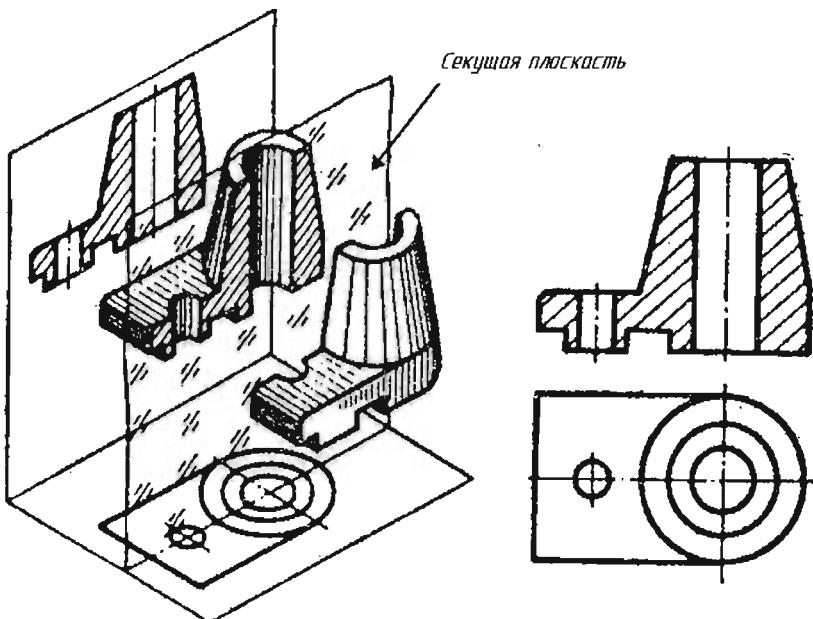


Рисунок 1.9

Внутренние очертания предмета на разрезе изображают сплошными основными линиями. То, что попадает непосредственно в секущую плоскость, называется сечением и выделяется на чертеже штриховкой, зависящей от материала, из которого изготовлен предмет.

Чтобы выполнить разрез предмета, необходимо:

- в определенном месте мысленно провести секущую плоскость;
- часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удалить;
- оставшуюся часть спроектировать на соответствующую плоскость проекций и изобразить либо на месте одного из основных видов, либо на свободном месте поля чертежа;
- в случае необходимости обозначить разрез соответствующей надписью.

Согласно ГОСТ 2.305 –68 положение секущих плоскостей указывают на чертеже линией сечения. Для обозначения линии сечения применяют разомкнутую линию с длиной штриха 8...20 мм и толщиной от 1,0  $S$  до 1,5  $S$  со стрелками, представленными на рисунке 1.10.

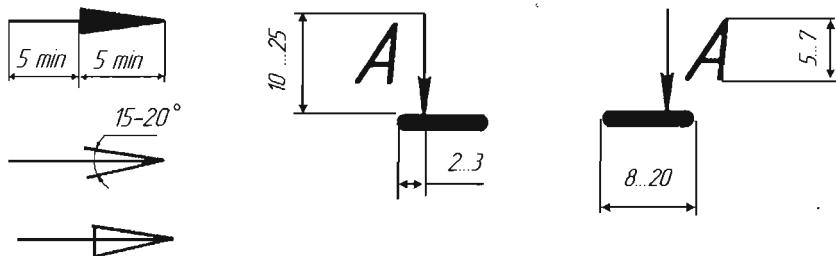


Рисунок 1.10

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контура изображения или каких-либо других линий чертежа.

На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки наносят на расстоянии 2...3 мм от конца штриха, перпендикулярно к нему с внешней стороны. У начала и конца линии ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буква наносится около стрелок, указывающих направление взгляда, с внешней стороны.

Разрез должен быть отмечен надписью типа  $A-A$  (рисунок 1.11).

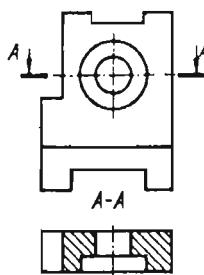


Рисунок 1.11

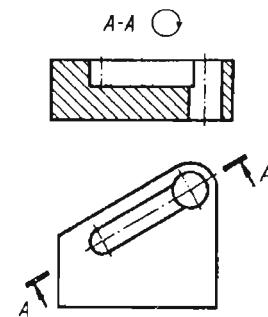
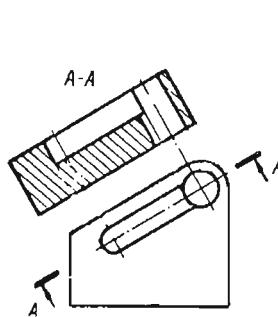


Рисунок 1.12

Для обозначения на чертежах разрезов применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением Й, О, Х, Ъ, Ы, Ъ. Буквенные обозначения выбирают в алфавитном порядке. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза.

Разрезы, как правило, выполняют на месте соответствующих основных видов. Если необходимо на основной плоскости проекций показать наружное устройство предмета, разрез допускается располагать в любом месте поля чертежа.

В зависимости от расположения секущей плоскости относительно плоскостей проекций разрезы разделяются на следующие:

- горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций. Разрез называется продольным, если секущая плоскость направлена вдоль длины или высоты предмета, и поперечным, если секущая плоскость направлена перпендикулярно к длине или высоте предмета.
- наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого. Такой вид разреза применяют для выявления внутреннего устройства предметов, имеющих наклонные поверхности.

Наклонный разрез, как правило, строят в соответствии с направлением взгляда, указанного стрелками на линии сечения (рисунок 1.12). В случае необходимости наклонный разрез допускается располагать в любом месте поля чертежа и поворачивать до положения, принятого для главного вида, добавляя знак «поворнуто».

В зависимости от числа секущих плоскостей, с помощью которых получается данный разрез, разрезы разделяют на простые и сложные.

Простым называется разрез, выполненный одной секущей плоскостью (см. рисунок 1.9). К простым также относятся разрезы, совмещенные с видом, например, соединение части вида и части соот-

ветствующего разреза, соединение половины вида и половины разреза. Такая условность выполнения машиностроительных чертежей сокращает количество изображений, объем чертежной работы и обеспечивает полную ясность внешней и внутренней форм предмета. При соединении на одном изображении части вида и части соответствующего разреза их разделяют сплошной волнистой линией.

Если деталь имеет симметричную форму, можно не показывать всю деталь в разрезе полностью, а изображать разрез только одной половины детали и внешний вид другой половины (рисунок 1.13). В указанном случае разделом служит осевая линия, причем половину разреза следует выполнять справа от вертикальной оси симметрии или ниже горизонтальной оси симметрии.

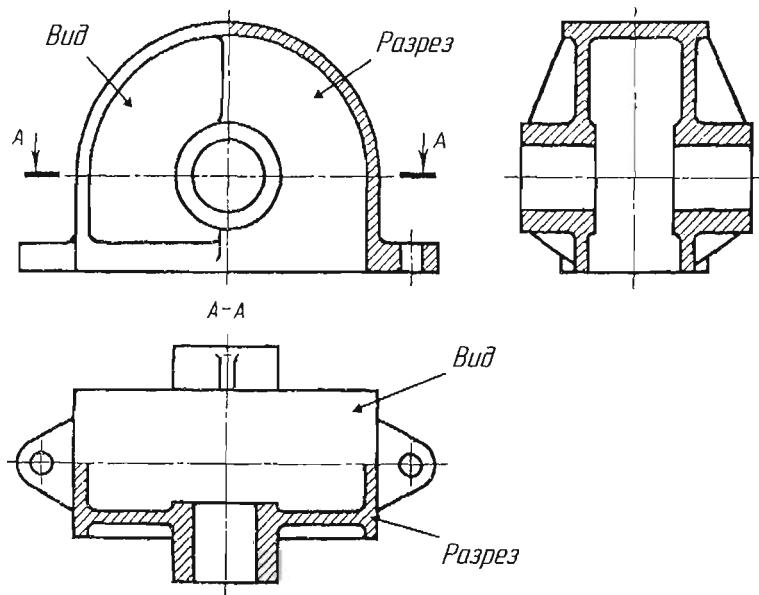


Рисунок 1.13

В целях упрощения чертежа не следует в этих случаях показывать штриховыми линиями невидимые части.

При изображении деталей симметричной формы, у которых какие-либо линии контура, например проекции ребер, совпадают с осью симметрии, допускается соединять часть вида и часть разреза,

разделяя их сплошной волнистой линией (рисунок 1.14). Волнистая линия не должна совпадать с какой-либо другой линией изображения или быть её продолжением.

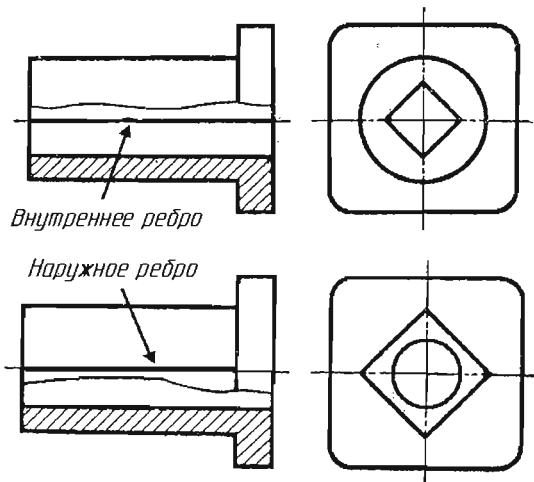


Рисунок 1.14

Для выявления конструктивных особенностей детали в отдельном ограниченном месте применяют местные разрезы, как показано на рисунке 1.15. Местный разрез, выполненный на виде, ограничивается тонкой волнистой линией и на чертеже не обозначается.

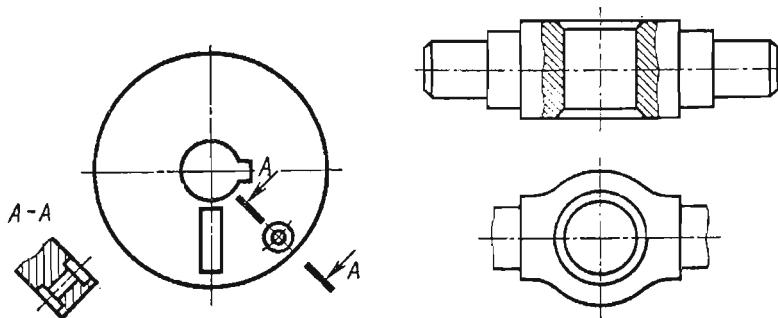


Рисунок 1.15

Сложным называется разрез, выполненный несколькими секущими плоскостями, совмещенными с плоскостью чертежа.

Сложные разрезы бывают ступенчатыми (рисунок 1.16), если секущие плоскости параллельны между собой, и ломанными, если секущие плоскости взаимно пересекаются (рисунок 1.17).

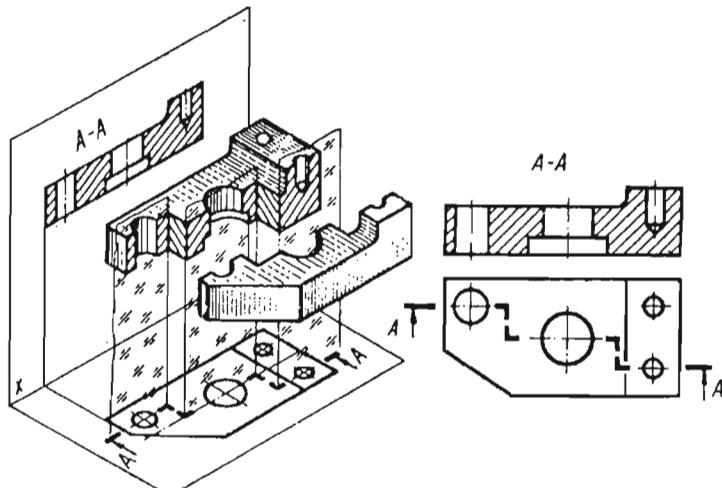


Рисунок 1.16

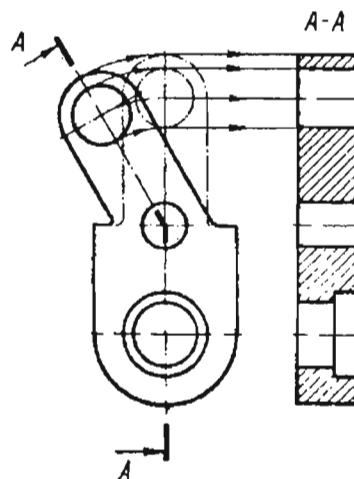


Рисунок 1.17

При выполнении сложных разрезов секущие плоскости условно совмещаются в одну плоскость без указания границ совмещённых плоскостей.

При сложном разрезе секущие плоскости обязательно указывают линией сечения, которую отмечают штрихами разомкнутой линии. Штрихи этой линии в ступенчатых разрезах указывают на перегибах под прямым углом. На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда.

У начала и конца линии сечения, а при необходимости у мест перехода плоскостей ставят одну и ту же букву русского алфавита.

### 1.2.5.2 Условности и упрощения при выполнении разрезов

Спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки и выступы, ребра жесткости и т. п. изображаются разрезанными, но не заштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси и длинной стороны такой части детали. Незаштрихованные части деталей отделяются от частей, сопрягающихся с ними, линиями контура (сплошными основными), как показано на рисунках 1.18 и 1.19.

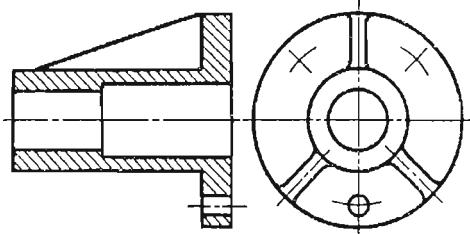


Рисунок 1.18

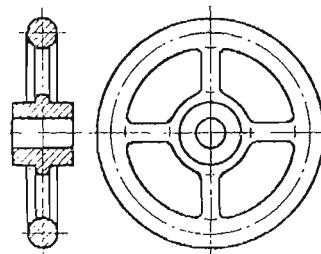


Рисунок 1.19

Если в указанных частях деталей имеются углубления, отверстия и т. п., то для их изображения применяются местные разрезы (рисунок 1.20) или эти места оформляются в виде выносных элементов.

Части и элементы детали, расположенные за секущей плоскостью и проецирующиеся с искажением формы, на разрезе не изображают-

ся. На рисунке 1.18 ниже горизонтальной оси ребро жесткости не изображено.

Если на круглой части детали (фланце, приливе), на торцах цилиндрических и конических частей деталей имеются отверстия и секущая плоскость не проходит через ось ни одного отверстия, то одно отверстие, если оно не сквозное и нецилиндрическое по всей длине, вводится в плоскость разреза (рисунок 1.21).

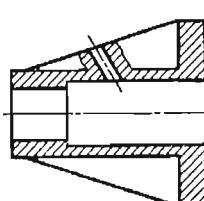


Рисунок 1.20

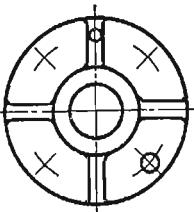
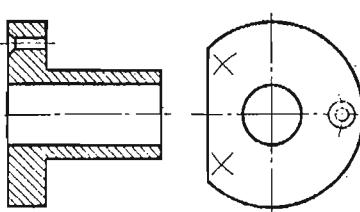


Рисунок 1.21



Сквозные, цилиндрические по всей длине отверстия в разрез не вводятся (см. рисунок 1.20).

### 1.2.5.3 Сечения

Сечением называют изображение, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями.

Сечение входит как составная часть в каждый разрез, но может существовать и как самостоятельное изображение.

На сечении указывают лишь то, что находится непосредственно в самой секущей плоскости, и не изображают то, что расположено за ней.

Таким образом, для получения сечения необходимо:

- в определенном месте предмета провести секущую плоскость;
- фигуру, полученную в плоскости, повернуть в положение, параллельное плоскости проекций;
- на свободном месте поля чертежа изобразить полученное сечение и, в случае необходимости, оформить сечение соответствующей надписью.

Правила выполнения и обозначения линий сечения, т. е. следа сечущей плоскости, те же, что и для разрезов.

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяются на вынесенные и наложенные (рисунок 1.22).

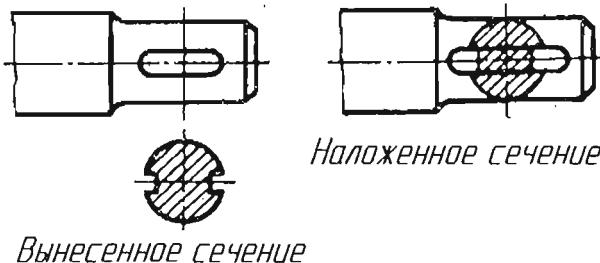


Рисунок 1.22

Вынесенным называется сечение, если оно выполнено отдельно от основного изображения. Контур вынесенного сечения изображают сплошной основной линией.

Наложенным называется сечение, если фигура сечения наложена на изображение предмета в месте сечения, т. е. фигура сечения совмещена с соответствующим видом. Контур наложенного сечения изображают сплошной тонкой линией.

При выполнении чертежей вынесенные сечения являются предпочтительными.

### 1.2.6 Нанесение размеров на чертеже

Размер – числовое значение линейной или угловой величины в выбранных единицах. Нанесение размеров на чертеже – одна из наиболее важных и ответственных стадий его выполнения. Правильно нанести размеры на чертеже, не имея производственного опыта изготовления детали, очень сложно.

В настоящем разделе рассматриваются только основные правила и требования нанесения размеров, определяемые ГОСТ 2.307–68.

Все размеры изделия, необходимые для его изготовления и контроля, должны быть указаны на чертеже. В общем случае их можно разделить на линейные и угловые (рисунок 1.23).

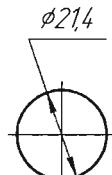
Размеры		
линейные		угловые
	Длина, ширина	
	Диаметр	
	Радиус	
	Хорда	
	Дуга	
	Угол	

Рисунок 1.23

Линейные размеры составляют основную долю числовых характеристик в обеспечении взаимозаменяемости. По допустимой точности числового значения размеры могут быть:

- номинальные – основные расчётные размеры;
- предельные – ограничивающие отклонение геометрической формы детали от номинальных размеров (наибольший и наименьший);
- действительные – размеры, получаемые после окончательной обработки детали. Действительные размеры детали отличаются от номинальных, но должны находиться в пределах, определённых наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Наносить размеры следует только после построения всех видов, разрезов и сечений. Нанесение размеров на чертежах следует выполнять в два этапа:

- выбор размеров, которые следует нанести на чертеже;
- нанесение размеров согласно требованиям ГОСТ 2.307 –68.

Выбор размеров основывается на анализе геометрии форм, составляющих деталь. Анализ геометрической формы детали, т. е. мысленное расчленение её на простые геометрические элементы, определяет порядок построения проекций и простановку размеров формы этих элементов.

Один и тот же размер на разных изображениях чертежа, как правило, не повторяется.

Размеры на чертежах указываются выносными линиями, размерными линиями и размерными числами. Выносные и размерные линии проводят сплошной тонкой линией толщиной  $S/3...S/2$ , где  $S$  – толщина линии видимого контура.

Размерные линии ограничивают стрелками. Величины элементов стрелок выбирают в зависимости от толщины сплошных основных линий видимого контура и вычерчивают одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рисунке 1.24.

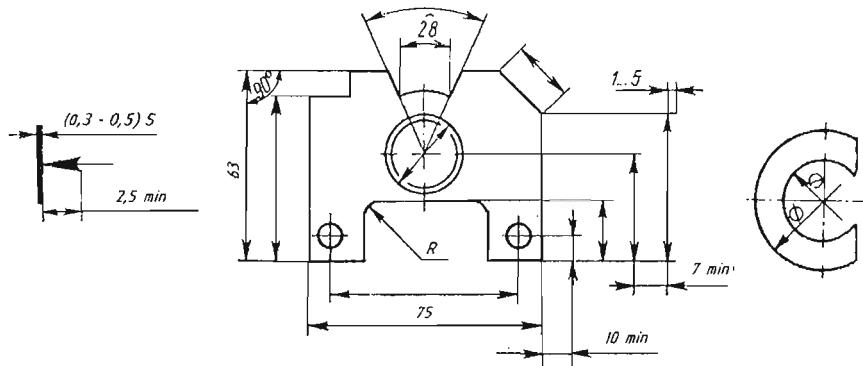


Рисунок 1.24

Стрелки должны упираться остр暹ом в соответствующие линии. Выход выносной линии за стрелку должен составлять 1...5 мм.

Размерные линии, числа нужно размещать так, чтобы они не затеняли чертеж; предпочтительнее наносить размеры с внешней стороны контура изображения.

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным.

Размерные линии по возможности не должны пересекаться между собой. Выносные линии между собой могут пересекаться.

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

Расстояние первой размерной линии от параллельной ей контурной должно быть не меньше 10 мм, а расстояние между параллельными размерными линиями – не менее 7 мм (см. рисунок 1.24).

Если изображение симметрично и показано до оси или с обрывом, размерные линии проводят несколько дальше оси или линии обрыва предмета.

Величина изображаемого изделия определяется размерными числами, нанесенными на чертеже, независимо от того, в каком масштабе выполнено изображение.

Размерные числа на горизонтальных размерах наносят над размерной линией параллельно ей и возможно ближе к ее середине; на вертикальных размерах – слева от размерной линии параллельно ей.

При нанесении нескольких параллельных размерных линий размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.

Линейные размеры на чертежах указываются в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например:  $12^{\circ}45' 15''$ .

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа.

Не допускается применять для размерных чисел простые дроби, за исключением размеров в дюймах.

При указании размера диаметра применяют знак  $\varnothing$ , который ставится перед размерным числом.

Перед размерным числом радиуса следует размещать прописную латинскую букву  $R$ .

Перед размерным числом радиуса или диаметра сферы допускается добавлять слово «Сфера» или знак  $\bigcirc$ , если на чертеже трудно отличить ее от других поверхностей, например: Сфера  $R\ 8$ ,  $\bigcirc\ R10$ .

Не рекомендуется наносить размеры там, где элемент показан линиями невидимого контура.

При расположении размеров на чертеже рекомендуется:

- располагать размеры, определяющие величину наружных очертаний или внутренних контуров, на тех видах (разрезах, сечениях), где эти контуры наиболее отчетливо выявлены. При равных возможностях предпочтение отдается главному виду;
- показывать раздельно размеры внешних и внутренних контуров, группируя их на различных местах одного изображения;
- группировать размеры, относящиеся к одному и тому же элементу предмета, в одном месте;
- размеры диаметров, цилиндрических и конических поверхностей указывать на том изображении, где их очерковые образующие показаны прямыми линиями.

Каждый размер указывается на чертеже только один раз и на том изображении, где данный элемент изделия показан наиболее ясно.

#### 1.2.6.1 Способы простановки размеров

По характеру расположения на чертеже различают цепной и координатный способы простановки размеров.

При цепном способе размеры проставляются последовательно один за другим и выполняются также последовательно. При этом на точность выполнения размера каждого элемента детали не влияют ошибки выполнения предыдущих размеров, но размер между элементами будет включать сумму ошибок выполнения размеров, расположенных между этими элементами (рисунок 1.25). Например, ошибка размера между плоскостями  $B_2-B_6$  определится суммой ошибок размеров  $L_2, L_3, L_4, L_5$ .

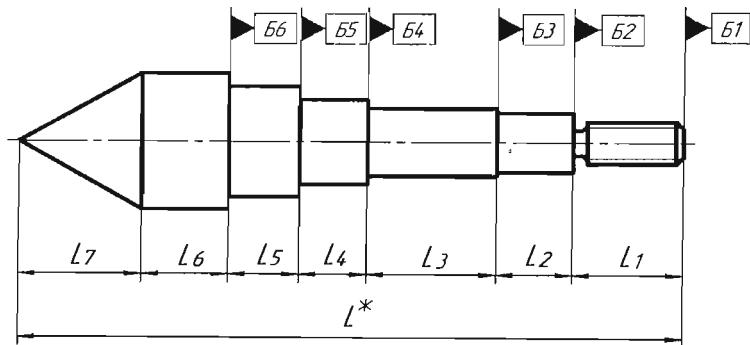


Рисунок 1.25

Цепной способ простановки размеров применяется для деталей, изготавляемых с помощью комплексного инструмента, а также при простановке межцентровых расстояний.

Нанесение размеров в виде замкнутой цепи не допускается, за исключением случаев, когда один из размеров цепи указан как справочный. Справочные размеры на чертежах отмечают значком ( \* ) и на поле чертежа записывают: «\* Размеры для справок».

При координатном способе размеры проставляются от выбранных баз (рисунок 1.26).

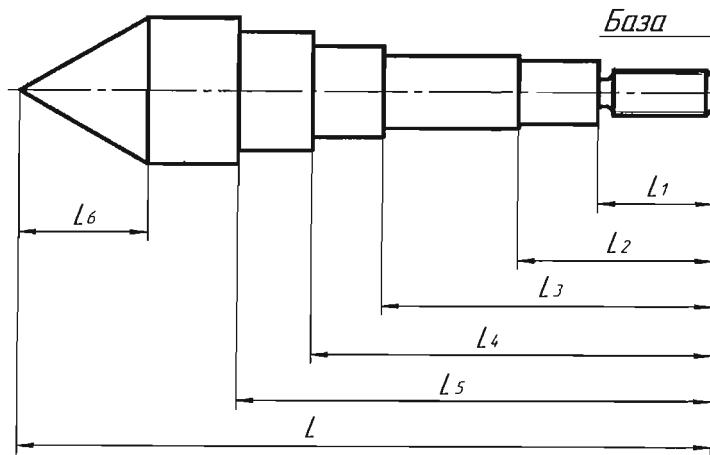


Рисунок 1.26

### 1.2.6.2 Понятия о базах при простановке размеров

Базами называют те геометрические элементы детали, относительно которых проставляются размеры других геометрических элементов детали.

За базы при простановке размеров обычно принимаются следующие элементы детали (рисунок 1.27):

- плоскости, с которых начинается обработка, например торцевые плоскости, и которыми данная деталь соприкасается с другими деталями;
- линии – оси симметрии и прямые линии кромок детали, которые могут служить осями координат для отсчета размеров;
- точка и ось (точка – полюс системы полярных координат, ось – база для отсчета углов).

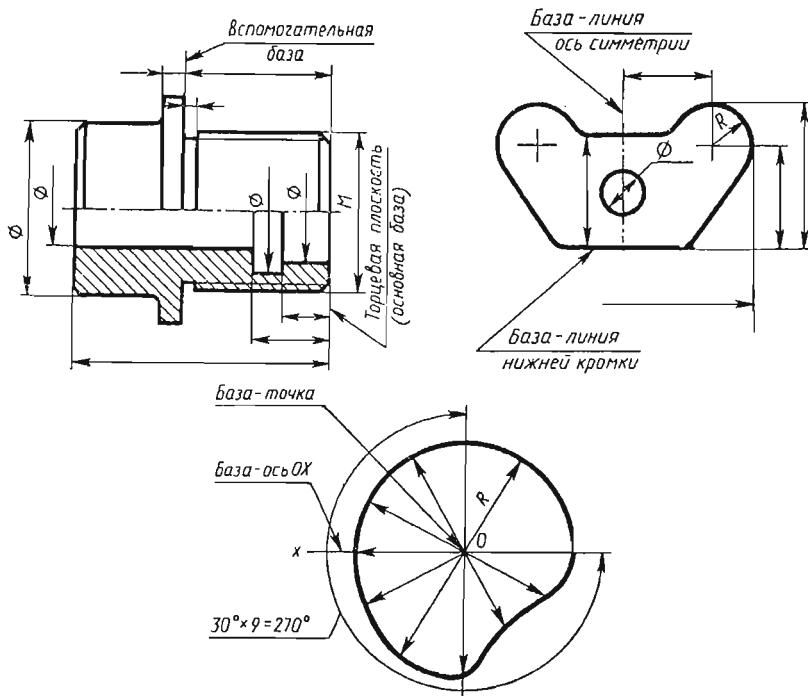


Рисунок 1.27

В ряде случаев отдельные элементы деталей не обязательно могут быть заданы от какой-либо одной основной базы. Иногда удобнее размеры некоторых элементов деталей отсчитывать от вспомогательных баз, которые должны быть связаны размерами с основной базой.

Правила выбора баз для нанесения размеров стандартом не предусматриваются, поэтому геометрию одного и того же элемента детали можно задать простановкой размеров от различных баз и различными способами.

Чтобы повысить точность изготовления отдельных элементов детали, применяют одновременно цепной и координатный способы простановки размеров.

## 1.3 Геометрические построения на чертеже

Построением называется графический способ решения геометрических задач при выполнении чертежей, например, построение линии пересечения поверхности тела плоскостью.

### 1.3.1 Построение наклонного сечения

Наклонное сечение – это изображение фигуры, полученной при мысленном рассечении предмета плоскостью, не параллельной ни одной плоскости проекций.

При построении наклонного сечения на основных проекционных видах оно изображается в искажённом виде. Поэтому задача на построение наклонного сечения сводится к изображению его натуральной величины.

Величину его определяют одним из способов: вращением или переменой плоскостей проекций. Наиболее удобным является способ перемены плоскостей проекций, так как позволяет построить вынесенное сечение на свободном поле чертежа. Суть способа заключается в том, что при неизменном положении предмета одна из плоскостей проекций заменяется новой, перпендикулярной к заменяемой и параллельной секущей плоскости.

Для построения натуральной величины наклонного сечения необходимо использовать два проекционных вида. Целесообразно предварительно оценить сечения геометрических элементов, составляющих предмет и попадающих в секущую плоскость.

Порядок построения наклонного сечения, представленного на рисунке 1.28, следующий:

1. На главном виде отмечают характерные точки пересечения секущей плоскости  $B-B$  с поверхностью детали ( $1'', 2'', 3'', \dots, 11''$ ).
2. По линиям связи на виде сверху находят проекции этих характерных точек ( $1', 2', 3', \dots, 11'$ ).

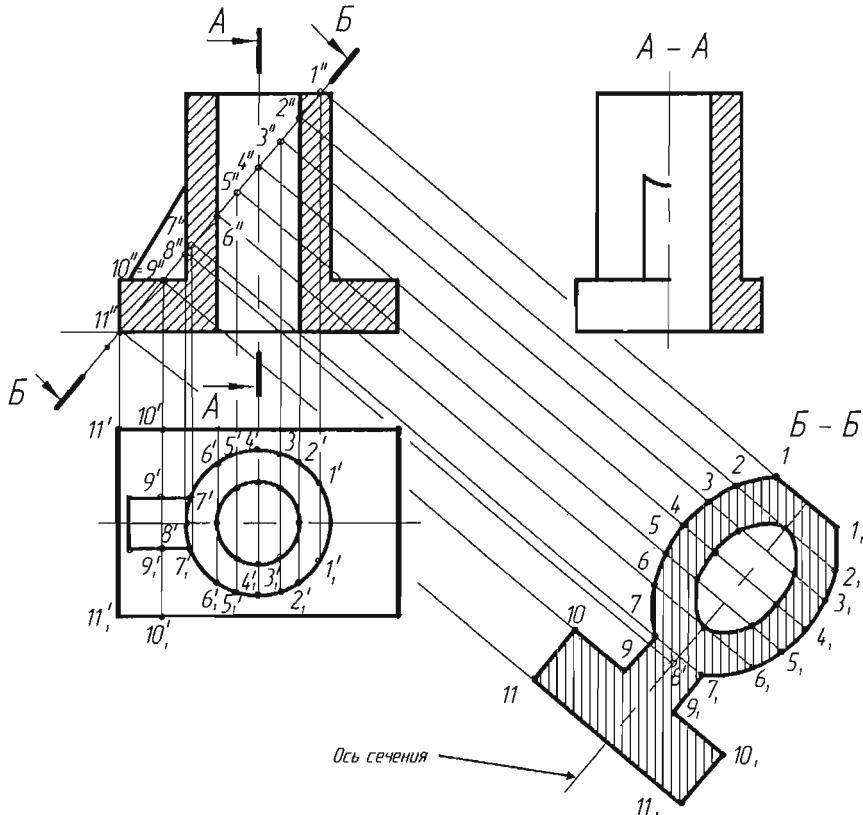


Рисунок 1.28

3. Из характерных точек на главном виде перпендикулярно секущей плоскости проводят линии связи.

4. На свободном поле чертежа параллельно секущей плоскости проводят ось симметрии сечения так, чтобы она пересекала линии связи.

5. На линиях связи наклонного сечения симметрично осям откладывают отрезки, величина которых определяется на виде сверху. Так отрезок  $I-I$ , сечения равен отрезку  $I'-I'$ , на виде сверху.

6. Найденные точки соединяют и получают натуральную величину наклонного сечения. Полученное сечение штрихуется.

### 1.3.2 Построение изображений вырезов в деталях

При выполнении чертежей деталей часто приходится встречаться с изображениями различных вырезов и отверстий, как например, на рисунке 1.29, выполнение которых невозможно без геометрических построений. На представленном примере конус имеет отверстие треугольной формы, поверхностями которого являются плоскости.

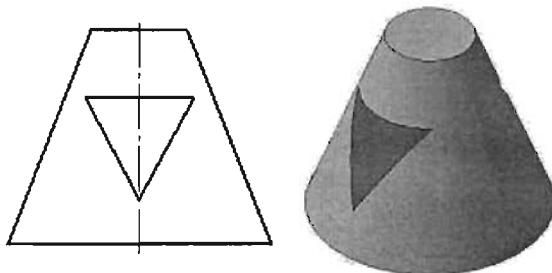


Рисунок 1.29

Линия пересечения каждой плоскости с поверхностью конуса определяется точками, принадлежащими одновременно каждой из них.

Точки, определяющие линию пересечения, находят способом вспомогательных секущих плоскостей, называемых посредниками. В каждом случае выбирают такие плоскости-посредники, которые пересекают заданные поверхности по простым линиям – прямым или окружностям.

Иногда одна и та же задача может быть решена с помощью различных плоскостей-посредников. Поэтому перед ее решением необходимо проанализировать форму сечения и выбрать такие плоскости-посредники, которые позволят выполнить построение с меньшим количеством плоскостей.

При построении ортогонального чертежа следует учитывать, что проекции линий пересечения всегда располагаются в пределах площади наложения одноименных проекций пересекающихся поверхностей и не могут выходить за ее пределы.

Порядок построения линий пересечения продемонстрирован на рисунке 1.30 и заключается в следующем.

1. На главном виде отмечают опорные точки  $1''$ ,  $2''$ ,  $3''$ ,  $5''$  и промежуточные  $4''$ ,  $6''$ . Чем больше будет назначено промежуточных точек, тем точнее будет построение.

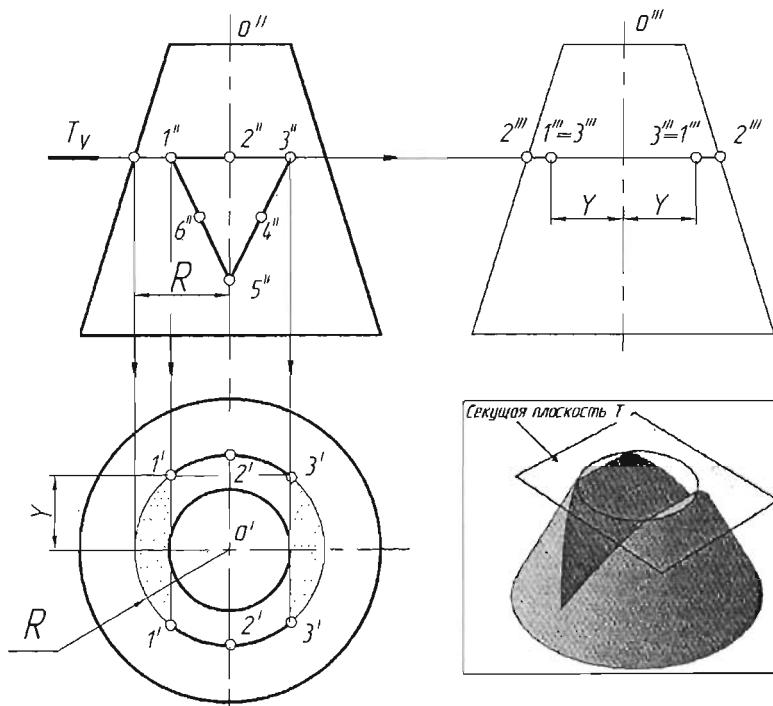


Рисунок 1.30

2. Через опорные точки  $1''$ ,  $2''$ ,  $3''$  проводят секущую плоскость, так чтобы в сечении получилась простая линия. В данном случае горизонтальная плоскость  $T$  в сечении даёт окружность радиуса  $R$ .

3. На виде сверху строят сечение заданного радиуса и по линиям связи в построенном сечении определяют положение опорных точек  $1'$ ,  $2'$ ,  $3'$  с учётом их симметричного расположения на поверхности конуса.

4. По линии связи, используя координату  $Y$ , находят положение опорных точек  $1'''$ ,  $2'''$ ,  $3'''$  на виде слева.

5. Проводят следующую вспомогательную плоскость  $P$  через промежуточные точки  $4''$ ,  $6''$  и повторяют построение точек на видах сверху и слева, затем следующую секущую плоскость  $S$  через опорную точку  $5''$  и вновь повторяют построение.

6. Найденные опорные точки последовательно соединяют  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 1$  с учётом формы линии пересечения и её видимости. При необходимости выполняют требуемые разрезы (рисунок 1.31).

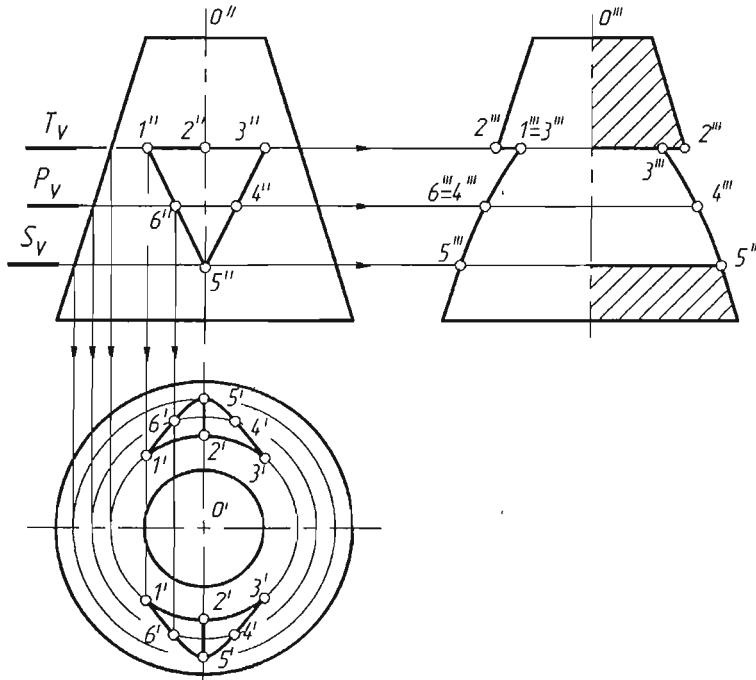


Рисунок 1.31

### 1.3.3 Построение линий среза

Линиями среза называют линии пересечения поверхностей вращения плоскостями, параллельными их оси (рисунок 1.32).

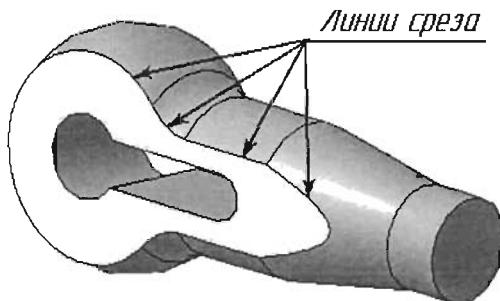


Рисунок 1.32

Эти линии на чертежах строят по точкам, как и все другие линии плоских сечений.

На рисунке 1.33 показано построение проекций линий среза на примере головки тяги. Ее поверхность сочетает сферу, тор, цилиндр и конус, попарно касающиеся по окружностям. Линии среза образованы в результате пересечения головки двумя фронтальными плоскостями  $\alpha$  и  $\beta$ , симметрично расположенными относительно оси ее поверхности. Эти плоскости пересекают сферу, тор, цилиндр и частично конус. Горизонтальные и профильные проекции линии среза совпадают со следами-проекциями  $(\alpha_H)$ ,  $(\beta_H)$  и  $(\alpha_W)$ ,  $(\beta_W)$  соответственно.

Сфера пересекается плоскостями по окружности радиуса  $R$ , определяемого на горизонтальной (вид сверху) и профильной проекциях (вид слева). В точке  $2''$  на фронтальной проекции дуга окружности переходит в линию среза тора, в точке  $4''$  в линию среза цилиндра, в точке  $5''$  в линию среза конуса. Фронтальную проекцию  $7''$  крайней правой точки линии среза конуса находят по горизонтальной проекции  $7'$ , получаемой от плоскости  $\beta$ . Для нахождения фронтальных проекций  $2'', 3'', 4'', 5''$  и  $6''$  промежуточных точек линии среза используют профильные плоскости  $T$ ,  $P$ ,  $S$ ,  $Q$ ,  $W$  и профильную проекцию головки. Построения показаны стрелками.

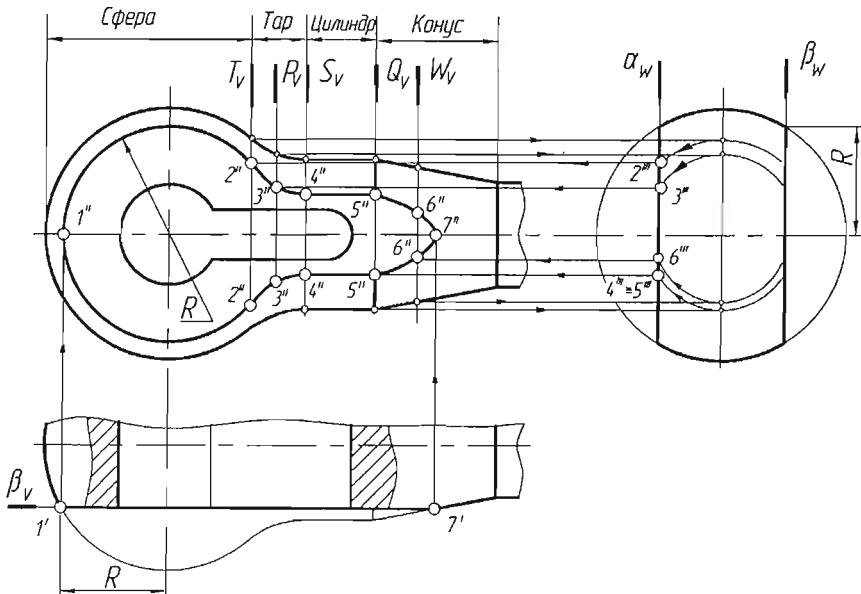


Рисунок 1.33

## 1.4 Соединения деталей

Под соединением следует понимать закрепление двух или более деталей в определенной последовательности для выполнения совместных действий.

Согласно ГОСТ 23887–79 соединения подразделяются на следующие виды:

- разъемные, т. е. такие, которые можно многократно разъединять, не повреждая детали. К таким соединениям можно отнести резьбовые, шпоночные, шлицевые и клиновые;
- неразъемные – выполняемые с помощью сварки, пайки, заклепок, склейки и т. д. Такие соединения можно разъединить, только нарушив один из элементов конструкции;
- прессовые соединения занимают промежуточное между разъемными и неразъемными, представляющие собой соединения со-

ставных частей изделия с гарантированным натягом, вследствие того, что размер охватываемой детали больше соответствующего размера охватывающей детали. Они могут быть разобраны, но в большинстве случаев сопрягаемые поверхности оказываются поврежденными, что снижает надежность соединения при повторной сборке.

#### 1.4.1 Резьбовые соединения

Наиболее распространённым видом разъёмных соединений является резьбовое соединение, позволяющее осуществлять сборку и разборку соединяемых деталей многократно без их повреждения. По ГОСТ 23887-79 резьбовыми называют соединения составных частей изделия с применением детали, имеющей резьбу. Они используются также для преобразования движения, например в ходовых и грузовых винтах.

Под резьбой понимают поверхность (совокупность выступов и впадин), образованную при винтовом движении плоского контура (рисунок 1.34) по цилиндрической или конической поверхности, с образованием заданного профиля.

В зависимости от формы профиля резьбу называют треугольной, трапециoidalной, квадратной или круглой.

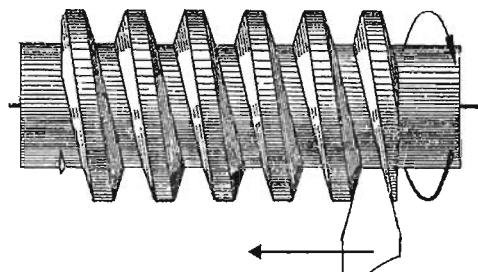


Рисунок 1.34

Если подъём винтового выступа на видимой стороне идёт слева направо, резьба называется правой, если подъём винтового выступа идёт справа налево – левой.

Если по поверхности перемещаются одновременно два и более плоских профиля, равномерно расположенные по окружности относительно друг друга, то образуются многозаходные резьбы.

На рисунке 1.35 показаны конструктивные элементы резьбы, которые выполняются или образуются при её нарезании. К ним относятся фаски, проточки, сбеги и недорезы.

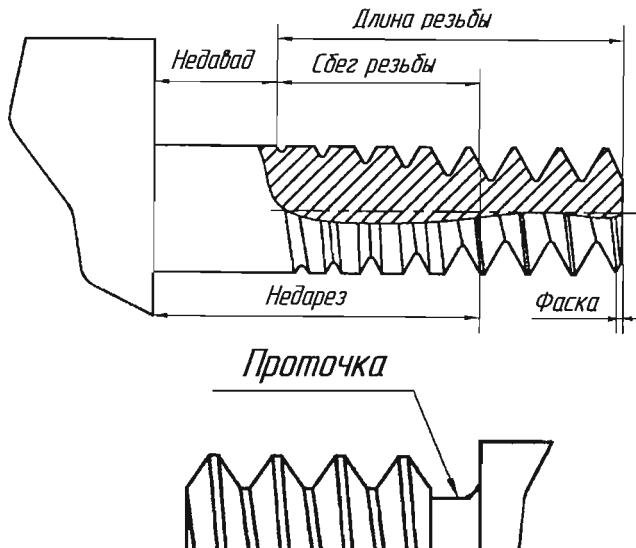


Рисунок 1.35

Фаска представляет собой коническую поверхность, образующая которой составляет с осью резьбы угол  $45^\circ$ . Фаски упрощают процесс нарезания резьбы и облегчают соединение между собой резьбовых деталей.

Сбег резьбы – участок в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, где резьба имеет неполный профиль.

Проточкой называют канавку, выточенную на месте сбега резьбы и предназначенную для выхода резьбообразующего инструмента при изготовлении резьбы полного профиля.

Фаски, сбеги, недорезы, размеры внутренних и внешних проточек определяются по ГОСТ 10549–80.

#### 1.4.1.1 Основные геометрические параметры резьбы

Геометрические параметры резьбы – это размеры, значения которых определяют её эксплуатационные характеристики и различают её в пределах одного вида. Основными геометрическими параметрами резьбы являются (рисунок 1.36):

а)  $d$  (для болта) и  $D$  (для гайки) – наружный диаметр резьбы – диаметр воображаемого цилиндра (конуса для конической резьбы), описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней. Обычно он равняется номинальному диаметру и используется при обозначении резьбы;

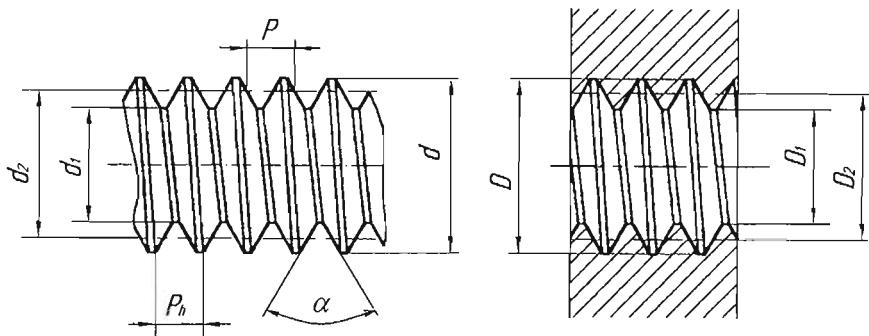


Рисунок 1.36

б)  $d_2$  ( $D_2$ ) – средний диаметр резьбы – диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, пересекающего витки резьбы таким образом, что ширина выступов резьбы и ширина впадин оказываются равными;

в)  $d_l$  ( $D_l$ ) – внутренний диаметр резьбы;

г)  $P$  – шаг резьбы, расстояние между соседними, одноименными сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (для конической резьбы – проекция на ось резьбы отрезка, соединяющего соседние вершины профиля резьбы);

д)  $P_h$  – ход резьбы, расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля. В однозаходной резьбе равня-

ется шагу ( $P_h = P$ ), а в многозаходной – шагу, умноженному на число заходов:  $n$ ,  $P_h=nP$ ;

- е)  $\alpha$  – угол профиля – угол между боковыми сторонами профиля.

#### 1.4.1.2 Изображение резьбы на чертежах

При изображении резьбы на чертеже всех профилей и назначений в соответствии с ГОСТ 2.311–68 принята условность, когда винтовую линию заменяют двумя линиями – сплошной основной и тонкой (рисунок 1.37).

Наружная резьба изображается сплошной основной линией по наружному диаметру и сплошной тонкой – по внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, тонкую линию проводят на  $\frac{3}{4}$  окружности, причем эта линия может быть разомкнута в любом месте (не допускается начинать сплошную тонкую линию и заканчивать ее на осевой линии).

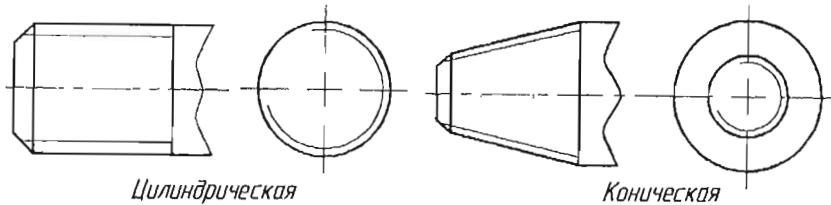
Расстояние между тонкой линией и сплошной основной не должно быть меньше 0,8 мм и больше шага резьбы, а фаска на этом виде не изображается. На стержне сплошная тонкая линия должна пересекать линию границы фаски.

Границу резьбы наносят в конце полного профиля резьбы (до начала сбега) сплошной основной линией, если она видна. Штриховку в сечениях проводят до сплошной основной линии, т. е. до наружного диаметра наружной резьбы и внутреннего диаметра внутренней. Сбег резьбы при необходимости изображают сплошной тонкой линией.

Внутренняя резьба изображается сплошной основной линией по внутреннему диаметру и сплошной тонкой – по наружному. Если при изображении глухого отверстия конец резьбы располагается близко к его дну, то допускается изображать резьбу до конца отверстия.

Резьбу с нестандартным профилем следует изображать, как показано на рисунке 1.37.

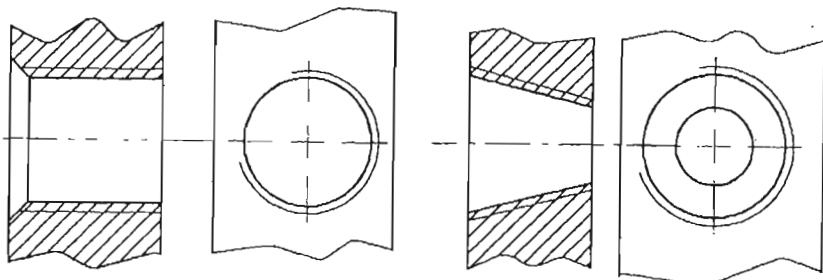
*Резьба на стержне*



Цилиндрическая

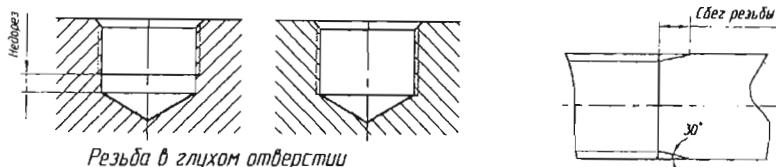
Коническая

*Резьба в отверстии*

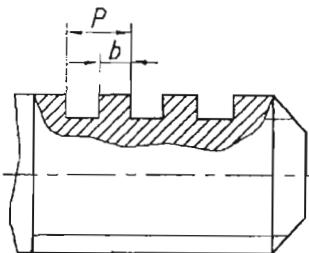


Цилиндрическая

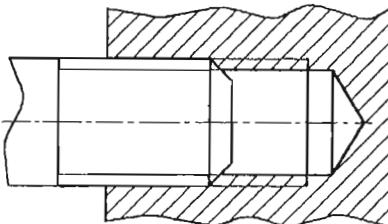
Коническая



Резьба в глухом отверстии



Резьба с нестандартным профилем



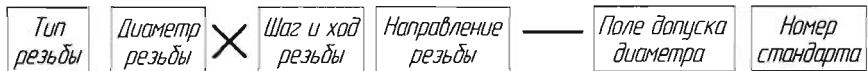
Резьбовое соединение

Рисунок 1.37

При изображении отверстия, в которое ввинчен стержень, резьбу в отверстии на разрезах в плоскости, параллельной его оси, показывают только в той части, которая не закрыта резьбой стержня.

### 1.4.1.3 Обозначение резьбы

Чтобы указать резьбу на чертеже, к её изображению добавляют надпись в виде условного обозначения, установленного стандартами. В общем случае обозначение резьбы включает в себя информацию, структура представления которой показана на рисунке.



В таблице 1.3 даны основные типы резьб и их условные обозначения по ГОСТу.

Для всех типов резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, обозначения относятся к наружному диаметру и проставляются в соответствии правилами нанесения размеров на чертеже. Размерные линии для обозначения резьбы на цилиндрических стержнях и в отверстиях всегда относят к наружному диаметру резьбы.

Размер конических резьб и трубной цилиндрической вследствие условного параметра диаметра резьбы наносят только на полке линии-выноски и обозначаются в дюймах ( $1'' = 25,4$  мм).

Т а б л и ц а 1.3

Тип резьбы	Метрическая	Грубая цилиндрическая	Трапециoidalная	Упорная	Метрическая коническая	Грубая коническая наружная	Грубая коническая внутренняя	Коническая дюймовая
Условное обозначение	M	G	Tr	S	MK	R	RC	K
ГОСТ	9150-81	6357-81	9484-81	10177-82	25229-82	6211-81	6211-81	6111-52

Шаг резьбы не указывают для метрической резьбы с крупным шагом и для дюймовых резьб, в остальных случаях он указывается. Для

многозаходных резьб в обозначение резьбы входит ход резьбы, а шаг проставляется в скобках, например, M24×3(P1).

Направление резьбы указывают только для левой резьбы латинскими буквами *LH*.

Обозначение поля допуска диаметра резьбы состоит из цифры, показывающей степень точности, и буквы, обозначающей основное отклонение. Согласно ГОСТ 16093–81 предпочтительными полями допусков являются для наружной резьбы – *bg*, а для внутренней – *6H*. Указание поля допуска на чертеже обязательно.

Примеры нанесения обозначений резьб на чертежах показаны на рисунке 1.38.

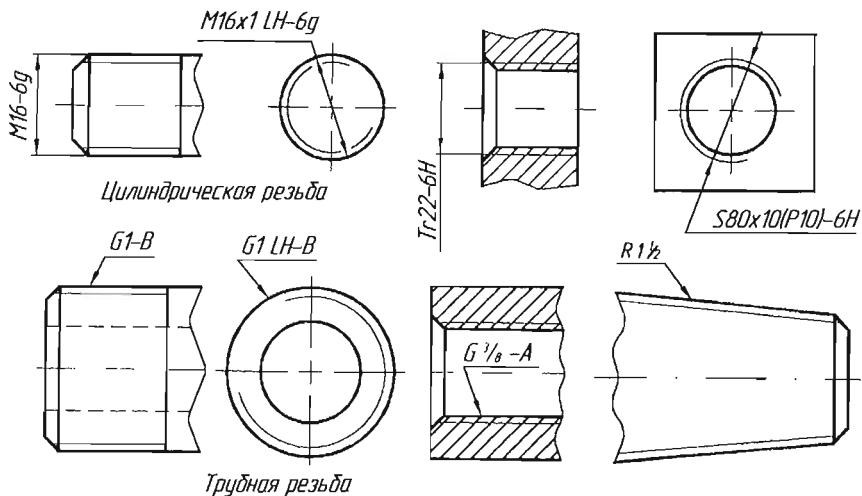


Рисунок 1.38

#### 1.4.1.4 Крепёжные и соединительные детали

Основными крепежными и соединительными деталями резьбовых соединений являются болты, винты, шпильки, гайки, шайбы, фитинги и стопорные устройства, предохраняющие детали от самоотвинчивания.

Болт – цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом. Болты используют в комплекте с гайкой; при этом нарезать резьбу в соединяемых деталях не требуется.

Винт – цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом, которым он ввертывается в резьбовое отверстие одной из скрепляемых деталей. Иногда винт может не иметь головки.

Шпилька – цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах, причем одним концом она ввертывается в одну из скрепляемых деталей, а на другой конец её навертывается гайка.

Гайка – деталь с резьбовым отверстием, навертываемая на болт или шпильку и служащая для соединения скрепляемых при помощи болта или шпильки деталей соединения.

Шайба – кольцо, подкладываемое под гайку, а также головку винта или болта для предохранения поверхности детали от задира при затягивании гайки, для увеличения опорной поверхности и в некоторых случаях для стопорения.

Фитинги – детали для соединения труб в системах газо-, водо- и теплоснабжения, а также в системах смазки машин. К ним относятся угольники, тройники, муфты, контргайки и т. д.

При изображении на чертежах различают конструктивное, упрощенное и условное изображения крепежных изделий и их соединений. Так, при конструктивном изображении размеры крепежных изделий (болтов, винтов, гаек, шпилек и т. п.) и их элементов выбирают из соответствующих стандартов и изображают по действительным размерам. Выбор других видов изображения (упрощенного или условного) зависит от назначения и масштаба чертежа.

Если изображение изделия выполнено на чертеже в достаточно крупном масштабе и соединения болтом, шпилькой, винтом не выглядят слишком мелкими, то их изображают упрощенно. Упрощенное изображение состоит в том, что размеры крепежных изделий определяют по условным соотношениям в зависимости от номинального (наружного) диаметра резьбы. При упрощенном изображении (рисунок 1.39) не показываются фаски, резьба изображается нарезанной на всю длину болта или винта, у шпильки не изображается гладкая часть, у винта шлиц изображается утолщённой линией. При изобра-

жении резьбы на плоскости, перпендикулярной оси резьбы, у болтов, шпилек и винтов не изображается линия внутреннего диаметра, а у гаек – линия наружного диаметра резьбы.

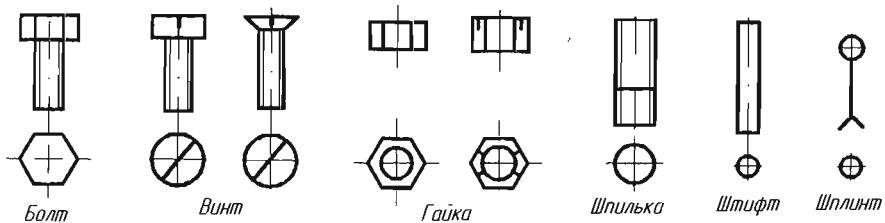


Рисунок 1.39

В том случае, когда стержни крепежных изделий на чертеже равны 2 мм и менее (при масштабе уменьшения), все соединение следует изображать условно, как показано на рисунке 1.40. Но и в этом случае изображение должно полно отражать характер соединения.

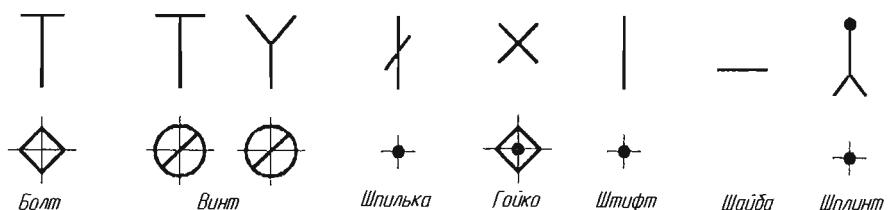
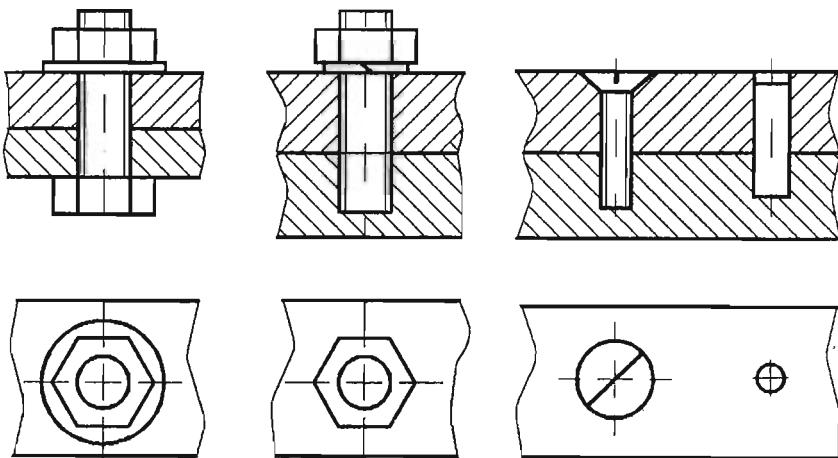


Рисунок 1.40

На рисунке 1.41 приведены примеры упрощенного изображения болтового, шпилечного и винтового со штифтом соединений. В этом случае при изображении резьбового соединения не показывается зазор между крепёжной деталью и стенками отверстий соединяемых деталей. Ширина грани гайки и головки болта принимается равной наружному диаметру резьбы.

Соединительные части – фитинги (рисунок 1.42) – при сборке трубопроводов позволяют соединять сразу несколько труб, устраивать ответвления под разными углами, переходы с одного диаметра на другой и т. д.



Соединения:  
болтовое      шпилечное      винтовое со штифтом

Рисунок 1.41



Рисунок 1.42

Прежде чем приступить к изображению трубных соединений, необходимо по соответствующему стандарту, по значению диаметра условного прохода  $D_u$  определить размеры соединительных деталей и труб. Если чертёж трубного соединения выполняют как конструктивный, то вычерчивают все элементы соединительных частей – буртики, рёбра, фаски и т. д. На рисунке 1.43 показан пример изображения трубного соединения, выполненный мифтой.

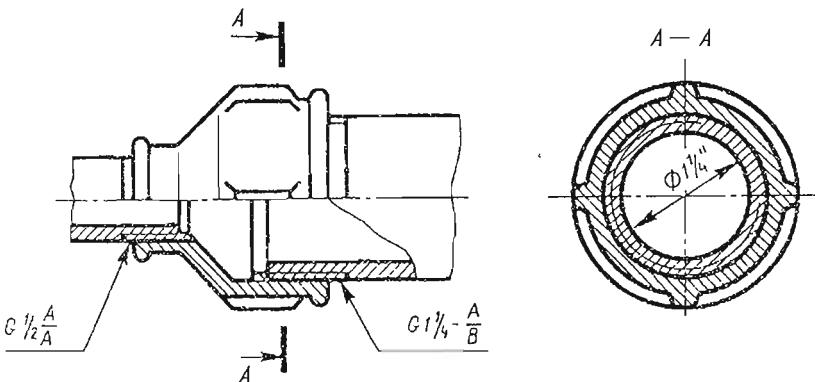


Рисунок 1.43

#### 1.4.2 Шпоночные соединения

Шпонки применяют для разъемного соединения деталей (шкивов, маховиков, зубчатых колес и т. п.) с валом для передачи крутящего момента и осевой силы. Шпоночные соединения состоят из вала, шпонки и детали (колеса, втулки и т. п.), подлежащей соединению с валом. В таком соединении шпонка входит одновременно в паз вала и в паз «колеса». При работе соединения боковые грани шпонки передают вращение от вала колесу или наоборот. Форма и размеры паза в обеих деталях должны соответствовать поперечному сечению шпонки.

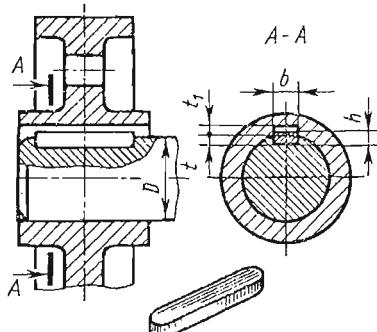
Форма и размеры шпонок стандартизированы и зависят от диаметра вала и ширины ступицы колеса.

По конструкции они разделяются на следующие:

- призматические;
- сегментные;
- клиновые.

Шпоночное соединение вычерчивают в двух видах. На главном виде, как правило, изображается местный продольный разрез, на другом виде – поперечный разрез, как показано на рисунке 1.44.

Шпонка призматическая ГОСТ 8789-68



Шпонка сегментная ГОСТ 8795-68

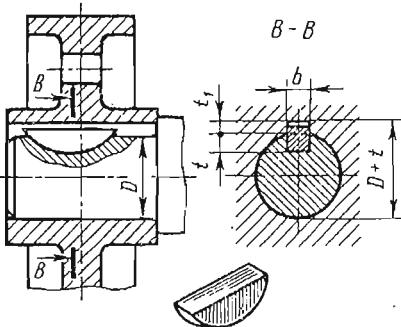


Рисунок 1.44

В продольном разрезе, согласно ГОСТ 2.305–68, шпонка не разрезается.

### 1.4.3 Сварные соединения

Сварка является основным способом получения неразъемных соединений в машиностроении. Сваркой называют процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми деталями, при их местном или общем нагреве или пластическом деформировании.

Существует несколько видов сварки. Наибольшее распространение получила дуговая электросварка, которая состоит в том, что место сварки двух деталей расплавляется до жидкого состояния электрической дугой и при этом добавляется расплавленный металл электрода или проволоки. После остывания расплавленного металла в месте соединения двух деталей образуется сварной шов.

ГОСТ 2601–74 устанавливает терминологию для всех видов сварки, ГОСТ 2.312–72 – условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

Различают следующие виды сварных соединений (рисунок 1.45):

- стыковое;
- тавровое;
- угловое;
- нахлесточное.

Сварные швы классифицируются по протяженности на непрерывные, прерывистые и точечные.

### Сварные соединения

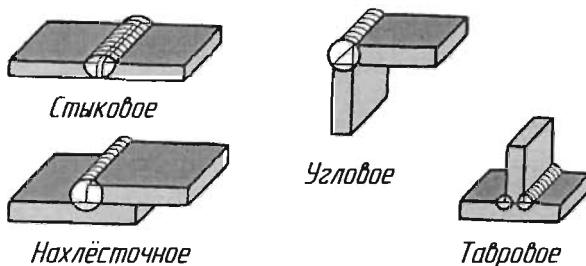


Рисунок 1.45

Швы могут быть односторонними и двусторонними. Характер выполнения шва зависит от толщины свариваемых деталей.

На чертежах видимый шов сварного соединения изображают сплошной основной линией (рисунок 1.46), невидимый шов – штриховой линией. Видимую одиночную сварную точку изображают условным знаком.

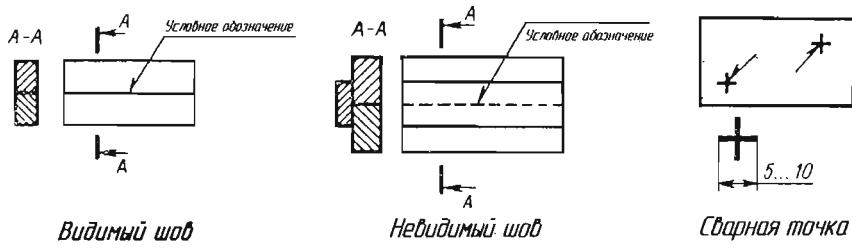


Рисунок 1.46

Для указания места расположения шва сварного соединения применяют линию-выноску с односторонней стрелкой, которая выполняется сплошной тонкой линией. Наклон линии-выноски к линии шва рекомендуется выполнять под углом 30...60°. Линия-выноска заканчивается горизонтальной полкой, на которой проставляются обозначения шва сварного соединения.

В сварных соединениях различают лицевую и обратную сторону шва. За лицевую сторону одностороннего шва принимают сторону, с

которой производят сварку. За лицевую сторону двустороннего шва с несимметрично подготовленными кромками деталей принимают сторону, с которой производят сварку основного шва, а с симметрично подготовленными кромками – любую сторону.

Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны или под полкой линии-выноски, проводимой от обратной стороны.

Структура условного обозначения стандартного шва для ручной дуговой сварки приведена на рисунке 1.47. Вспомогательные знаки показаны на рисунке 1.48.

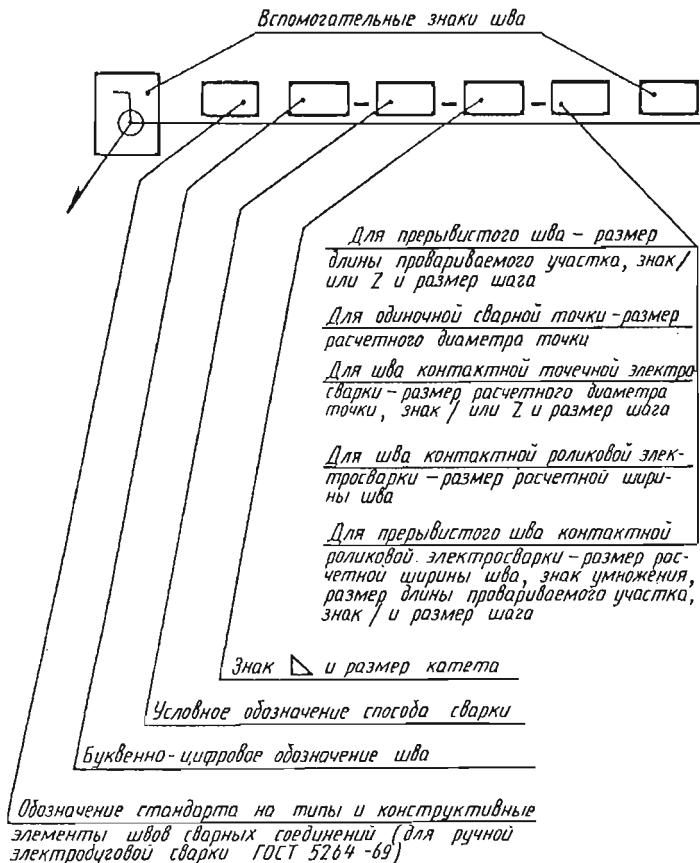
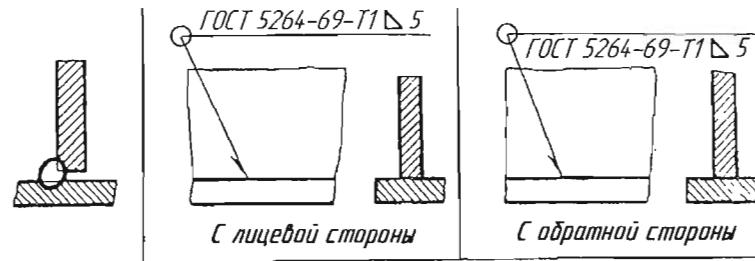


Рисунок 1.47

Знак	Значение вспомогательного знака
$\Omega$	Усиление шва снять
$\text{---}$	Наплывы и неровности шва обработать с плодным переходом к основному металлу
/	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением
Z	Шов прерывистый или точечный с шагматным расположением
O	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3    5 мм
—	Шов по незамкнутой линии
Г	Шов выполнен при монтаже изделия

Рисунок 1.48

Пример условного обозначения шва по соответствующему стандарту показан на рисунке 1.49.



Шов таврового соединения без скоса кромок, односторонний, выполняемый электродуговой ручной сваркой по замкнутой линии, катет шва 5мм

Рисунок 1.49

## 1.5 Выполнение рабочих чертежей деталей

Рабочий чертёж детали – конструкторский графический документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

Основные требования к выполнению чертежей деталей определены в ГОСТ 2.109–73, в соответствии с которым каждая деталь выполняется на отдельном формате. Поле чертежа должно быть заполнено изображениями и надписями на 70...80 %.

Рабочий чертёж детали должен содержать:

- минимальное, но достаточное число изображений, включая виды, разрезы, сечения, выносные элементы, полностью раскрывающих конструкцию детали;
- необходимые размеры;
- требования к шероховатости поверхностей;
- сведения о материале, термической обработке, покрытиях;
- технические требования.

### 1.5.1 Изображение типовых элементов деталей

При конструировании многих деталей широко используют типовые элементы, такие, как фаски, проточки, канавки, шпоночные пазы и т. д. Подобные элементы имеют стандартные формы и размеры. Многие из них на чертежах деталей изображаются упрощённо или условно. Для точной передачи формы и простановки размеров иногда их выполняют в увеличенном масштабе.

Фаски – конические или плоские узкие срезы (притупления) острых кромок деталей. Фаски применяют для облегчения процесса сборки, предохранения рук от порезов, придания изделиям эстетического вида.

Изображения и нанесение размеров фасок на поверхностях вращения и гранных поверхностях показано на рисунке 1.50

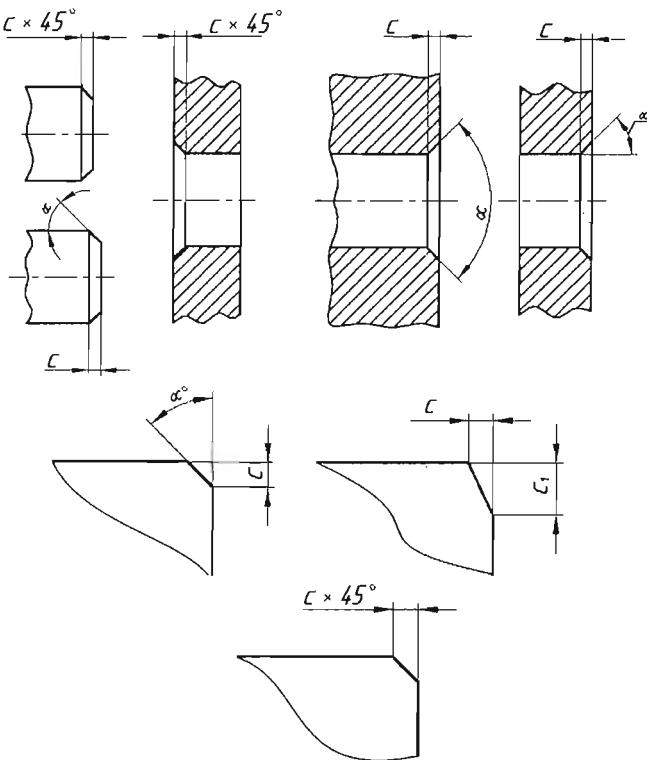


Рисунок 1.50

Шпоночные пазы изображают всегда в двух видах. На рисунке 1.51 показаны изображения паза под призматическую шпонку на валу и на втулке, а также изображения паза под сегментную шпонку.

Линию пересечения боковых стенок с поверхностью вала заменяют на изображении проекцией крайней образующей вала. Допускается не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности паза под призматическую шпонку (см. рисунок 1.5,а).

Канавки под уплотнительные кольца из фетра и войлока выполняют по ГОСТ 11641–73. Размеры трапециoidalного профиля канавки рекомендуется наносить на выносном элементе в увеличенном масштабе (рисунок 1.52).

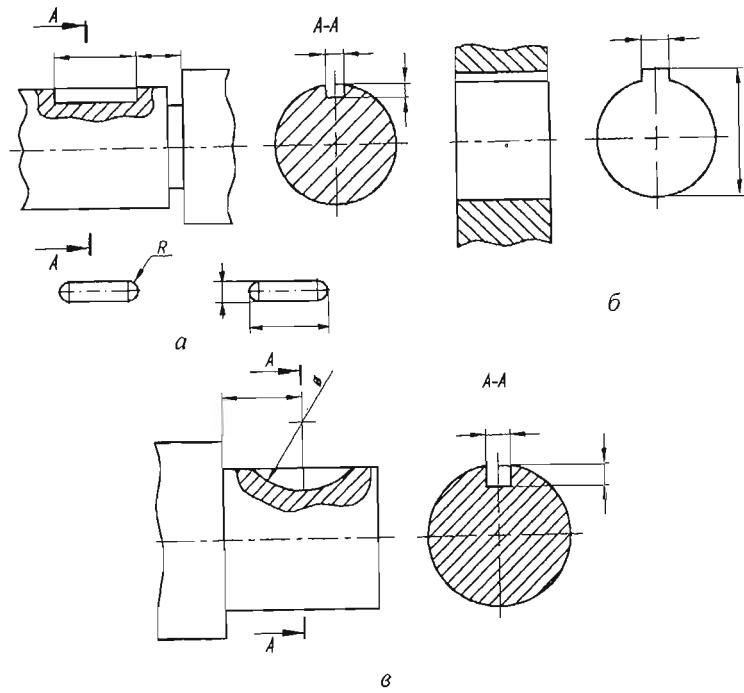


Рисунок 1.51

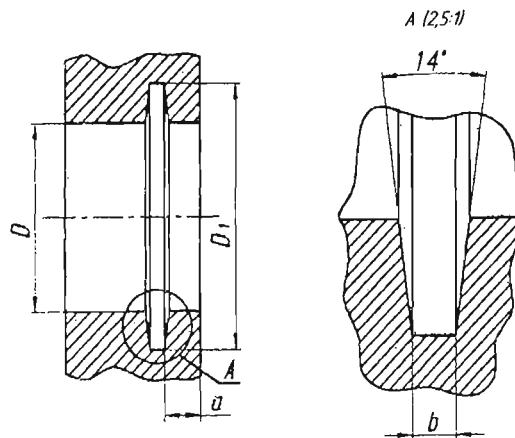


Рисунок 1.52

Рифления наносят с целью предотвращения проскальзывания пальцев руки при вращении детали. На чертеже их изображают как показано на рисунке 1.53 и согласно ГОСТ 21474–75 указывают тип рифления (прямое или сетчатое) и его шаг.

Бобышки (приливы) у литых деталей (рисунок 1.54) облегчают обработку опорных поверхностей под головки болтов, гаек и т. п. Размеры бобышек устанавливает ГОСТ 12876–67.

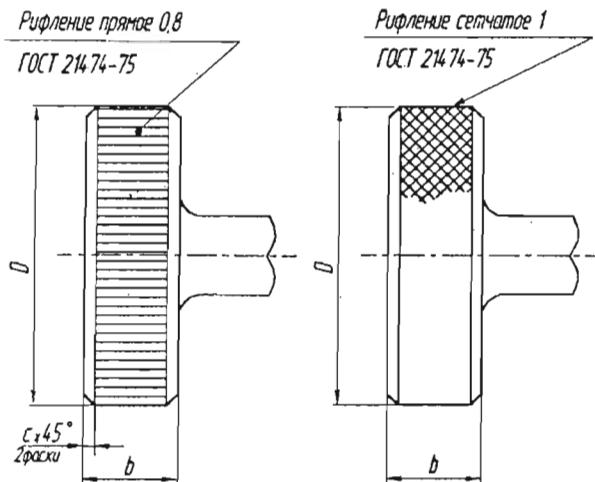


Рисунок 1.53

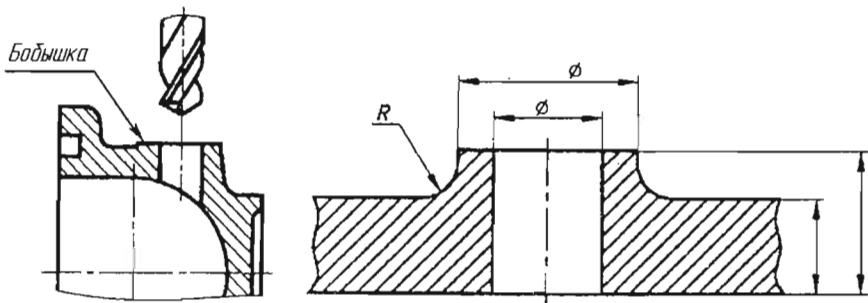


Рисунок 1.54

Детали, для изготовления которых требуется токарная обработка (тела вращения), рекомендуется располагать горизонтально, т. е. основная надпись чертежа должна быть расположена параллельно ее геометрической оси (рисунок 1.55). При этом в правую сторону следует направить тот конец детали, который дает наиболее удобное положение детали для ее обработки, а больший габарит ее изображения располагать по направлению большей стороны поля чертежа.

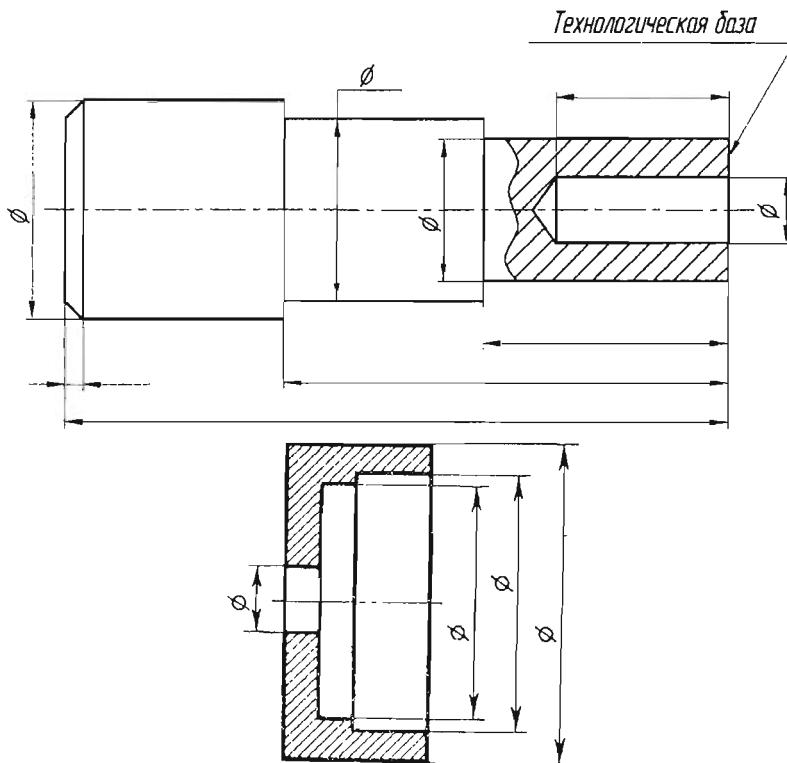


Рисунок 1.55

При наличии на детали внутренних расточек главный вид, на котором выполнен фронтальный разрез, следует располагать так, чтобы наибольший диаметр расточки был расположен справа.

## 1.5.2 Обозначение шероховатости поверхностей

Шероховатость поверхности – это совокупность неровностей с относительно малыми шагами, образующих рельеф поверхности детали и рассматриваемых в пределах базовой длины. Термины и определения шероховатости поверхности приведены в ГОСТ 25142–82.

ГОСТ 2789–73 устанавливает номенклатуру, параметры и характеристики шероховатостей, а ГОСТ 2.309–73 – обозначения шероховатости поверхностей на чертежах.

Требования к шероховатости поверхности устанавливают одним или несколькими параметрами, когда это необходимо для обеспечения эксплуатационных свойств поверхности. Установлены числовые значения для следующих параметров, определяющих шероховатость поверхностей:

- $R_a$  – среднее арифметическое отклонение профиля;
- $R_z$  – высота неровностей профиля по десяти точкам.

При указании на чертежах параметр  $R_a$  является предпочтительным.

Шероховатость поверхностей обозначается знаками, изображенными на рисунке 1.56. Высота знака  $h$  должна быть приблизительно равна высоте цифр размерных чисел. Высота  $H$  равна  $(1,5\dots 5)h$ . Толщина линий знаков приблизительно равна половине толщины основной линии, применяемой на чертеже.

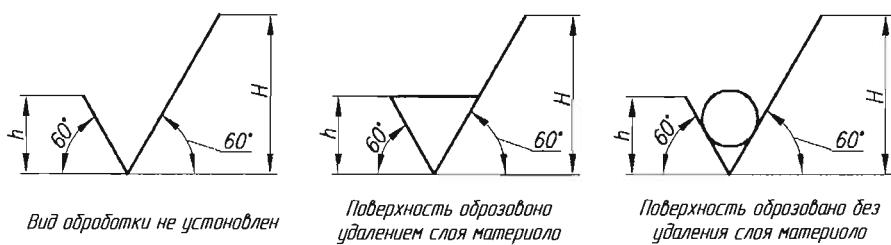


Рисунок 1.56

Структура обозначения шероховатости поверхности на чертежах приведена на рисунке 1.57.

Обозначение шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях видимого контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерным линиям) или на полках линий-выносок. Допускается при недостатке места располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рисунок 1.58).

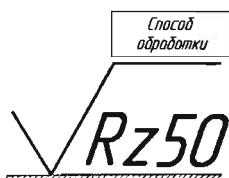


Рисунок 1.57

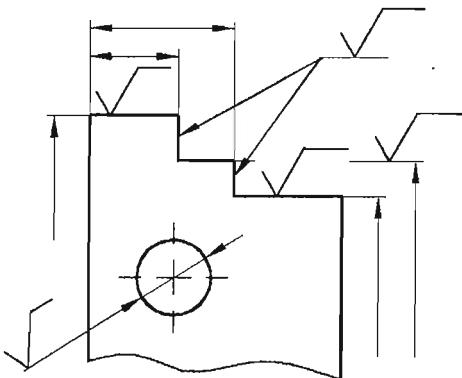


Рисунок 1.58

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей детали обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображение не наносят (рисунок 1.59). Размеры и толщина линий знака, выносимого в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесённых на изображение.

При указании одинаковой шероховатости для части поверхностей изделия в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости и знак шероховатости, заключённый в скобки. Это означает, что все поверхности, на которых не нанесены обозначения, должны иметь шероховатость, указанную перед знаком в скобках (рисунок 1.60). Размеры знака, взятого в скобки и обозначающего «остальное», должны быть одинаковы с размерами знаков, нанесённых на изображении.

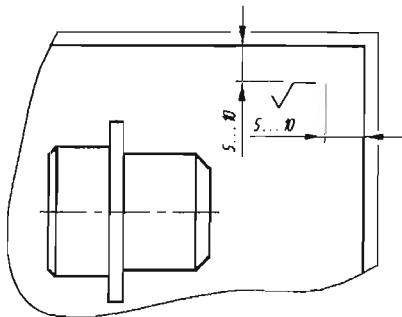


Рисунок 1.59

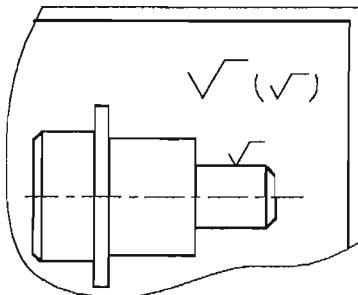


Рисунок 1.60

### 1.5.3 Обозначение материалов и технических требований

На чертежах деталей и другой конструкторской документации следует указывать те материалы, из которых изготовлены детали (при вычерчивании с натуры) или из которых детали должны быть изготовлены (при деталировке).

В обозначение материала включаются следующие качественные характеристики: наименование и марка материала по ГОСТу и номер стандарта, его химический состав, механические свойства, которые указываются в графе «Материал» основной надписи.

Допускается исключать из записи материала слова: сталь, чугун, бронза и другие в тех случаях, когда материал имеет условное обозначение: Ст, СЧ, Бр и др.

Примеры обозначения:

1. Ст3 ГОСТ 380–94 – сталь углеродистая обыкновенного качества;
2. Сталь 45 ГОСТ 1050–88 – сталь углеродистая качественная;
3. Сталь 12Х2Н4А ГОСТ 4543–71 – сталь легированная;
4. СЧ25 ГОСТ 1412–85 – серый чугун;
5. Бр АЖМц 10-3-1,5 ГОСТ 613–79 – бронза;
6. Д16 ГОСТ 4784–79 – дюралюминий.

Технические требования на чертеже излагаются, группируя вместе однородные и близкие по смыслу по возможности в такой последовательности:

- 1) требования, предъявляемые к материалу заготовки, термической обработке и свойствам материала готовой детали;
- 2) размеры, предельные отклонения размеров, формы взаимного расположения поверхностей, массы и т. п.;
- 3) требования к качеству поверхностей, их отделке и покрытию;
- 4) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- 5) требования к настройке и регулировке изделия;
- 6) требования к качеству изделия;
- 7) условия и методы испытаний;
- 8) указание о маркировании и клеймении;
- 9) правила транспортирования и хранения;
- 10) особые условия эксплуатации.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию, и каждый пункт записывается с новой строки. Текстовую часть располагают над основной надписью. Ширина колонки не более 185 мм.

Для форматов более А4 допускается размещать надпись в две колонки. При выполнении чертежа на нескольких листах текстовую часть помещают только на первом листе независимо от того, на каких листах находятся изображения, к которым относятся указания.

## 1.6 Эскизирование деталей с натуры

Эскиз – это чертёж временного характера, который служит для разового изготовления деталей или выполнения по нему рабочих чертежей.

К эскизу предъявляются такие же требования, как и к чертежу. Отличается он от чертежа техникой исполнения, так как выполняется без применения чертёжных принадлежностей и в произвольном масштабе с соблюдением пропорций детали.

Эскизы деталей с натуры рекомендуется выполнять по этапам в следующем порядке:

1. Ознакомление с деталью. Анализ формы детали в целом и мысленное её расчленение на составляющие элементы, определение названия и материала.
2. Выбор главного вида и других необходимых изображений.
3. Выбор формата листа. Формат листа определяется по ГОСТ 2.301–68 в зависимости от величины выбранных изображений детали. Эти изображения должны позволять чётко отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения. Эскизы могут выполняться на бумаге в клетку или на миллиметровке. На выбранном формате наносится рамка поля чертежа.
4. Компоновка изображений на листе. Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают на глаз соотношение габаритных размеров детали и наносят на эскизе тонкими линиями габаритные прямоугольники будущих изображений. 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.
5. Построение изображений. Внутри прямоугольников наносят тонкими линиями изображения элементов детали. При этом необходимо соблюдать пропорции и обеспечивать проекционную связь изображений.
6. Оформление изображений. Убедившись в правильности построенных изображений, удаляют все вспомогательные линии, обводят линии контура, штрихуют разрезы и сечения.
7. Нанесение размерных линий и условных знаков.
8. Нанесение размерных чисел. Производят обмер элементов детали и вписывают размерные числа.
9. Оформление эскиза. Заполняется основная надпись и, если необходимо, указываются технические требования.

## 1.7 Чертежи сборочных единиц

Сборочный чертеж – это графический документ, содержащий изображение изделия и другие данные, необходимые для его сборки

(изготовления) и контроля. К сборочным чертежам также относят гидромонтажные, пневмомонтажные и электромонтажные чертежи.

Согласно ГОСТ 2.109–73 сборочный чертеж должен содержать следующую информацию:

1. Изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля после сборки сборочной единицы. Допускается помещать на чертеже схему соединения или расположения составных частей изделия.

2. Размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу в процессе сборки.

3. Указания о характере сопряжения разъемных частей изделия, если точность сопряжения обеспечивается не заданными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п.; на чертеже могут быть приведены указания о способе соединения неразъемных частей (сварных, паяных и др.).

4. Номера позиций составных частей, входящих в изделие.

5. Основные характеристики изделия.

6. Габаритные, установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

Сборочный чертёж сопровождается спецификацией, в которую вносят перечень составных частей, входящих в изделие, и разрабатываемые к нему конструкторские документы.

### 1.7.1 Выполнение сборочного чертежа

На сборочном чертеже должно быть показано, из каких деталей состоит изделие, их взаимное расположение и взаимодействие. Как правило, сборочные чертежи выполняют с разрезами, позволяющими выявить характер соединения деталей. Разрез на сборочном чертеже представляет собой совокупность разрезов отдельных деталей, входящих в сборочную единицу. Если в продольный разрез попадают такие детали, как винты, болты, шпильки, шпонки, непустотелые ва-

лы и т. п., то на разрезе такие детали показывают условно нерассечёнными и вычерчивают как виды (рисунок 1.61). В поперечных разрезах такие детали показывают рассечёнными и штрихуют.

При штриховке сечений деталей на сборочном чертеже необходимо соблюдать следующие требования.

1. Сечения двух, трех и более соприкасающихся деталей заштриховывают линиями штриховки 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 изображений, на которых эти сечения расположены.

2. Наклонные параллельные прямые линии штриховки должны проводиться к линиям рамки чертежа под углом 45°.

3. В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона и направления следует изменять расстояние между линиями штриховки или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другим, не изменения угла их наклона.

При штриховке «в клетку» (изоляционные материалы) для смежных сечений двух деталей расстояния между линиями штриховки в каждом сечении должны быть разными.

Сварные, паяные kleёные изделия в сборе с другими изделиями из однородного материала в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями сплошными основными линиями (рисунок 1.62).

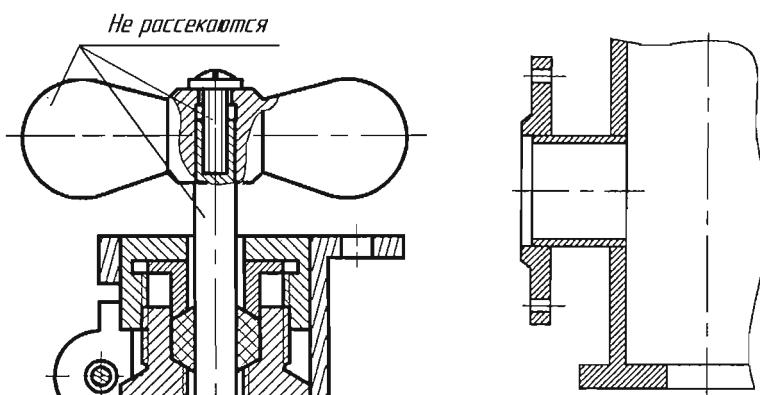


Рисунок 1.61

Рисунок 1.62

Сборочные чертежи следует выполнять, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов Единой системы конструкторской документации (рассмотренными ранее), а также с некоторыми дополнительными упрощениями, которые установлены ГОСТ 2.109–73.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

- 1) фаски, галтели, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;
- 2) зазоры между стержнем и отверстием;
- 3) недорез резьбы и конусную часть глухого отверстия;
- 4) лекальные кривые линии перехода, заменяя их дугами окружностей или прямыми линиями.

#### 1.7.1.1 Нанесение размеров и номеров позиций

Размеры, наносимые на сборочных чертежах, можно разделить на две группы:

1. Размеры, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному сборочному чертежу;
2. Размеры, не подлежащие выполнению по данному сборочному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом (справочные размеры). Как уже было отмечено, справочные размеры указывают на чертеже знаком (\*). В технических требованиях чертежа о таких размерах делают запись: «\* *Размеры для справок*».

Первая группа размеров включает:

- 1) монтажные размеры, определяющие взаимное расположение составных частей (деталей) в изделии, например расстояния между осями валов, монтажные зазоры;
- 2) эксплуатационные размеры, указывающие крайние положения движущихся частей изделий, например ход поршня, рычага, клапана двигателя;
- 3) размеры элементов деталей (и шероховатость поверхностей), которые выполняются в процессе или после сборки, например путем механической обработки после сварки, клепки, пайки, запрессовки;

4) размеры сопрягаемых элементов деталей, которые обуславливают характер соединения, например сопрягаемый размер с предельными отклонениями диаметра вала и подшипника.

Вторая группа размеров включает:

1) габаритные размеры, определяющие предельные внешние (или внутренние) очертания изделия, например высоту, длину и ширину изделия или его наибольший диаметр. Если один из этих размеров является переменным вследствие перемещения деталей, то следует указывать оба предельных значения размеров – наибольший и наименьший;

2) установочные и присоединительные размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливают на месте монтажа или присоединяют к другому изделию, например размеры центровых окружностей на фланцах, по которым расположены отверстия и диаметры отверстий под болты, расстояния между отверстиями крепления, присоединительные размеры резьбы; другие параметры, служащие элементами внешней связи, например модуль, число зубьев, угол наклона и направление зубьев зубчатых колес, межосевые расстояния и т. п.

Имеются некоторые особенности в нанесении размеров на сборочных чертежах:

1. Размеры и шероховатость поверхностей, относящиеся к отдельным деталям, на сборочных чертежах не указывают.

2. Если для обеспечения сопряжения деталей требуется пригонка, то на сборочных чертежах должны быть сделаны надписи: *Деталь № ...; Пригнать по месту с размером ...; Притереть и т. п.*

3. Если регулировка изделия производится в процессе сборки и требуется точная фиксация одной детали по отношению к другой, должна быть сделана надпись *Под стопорный винт № ...; Сверлить и нарезать* и т. п., как показано на рисунке 1.63.

4. Предельные отклонения размеров сопрягающихся деталей указываются в виде дроби: в числителе наносится обозначение и числовые величины отклонений отверстия (охватывающие детали), а в знаменателе – обозначение и числовые величины отклонений вала (охватываемой детали), как показано на рисунке 1.64.

5. Габаритные размеры, являющиеся суммарными для размеров отдельных деталей (изменяющихся в больших пределах), указываются *от... до...*.

Каждая деталь изделия на сборочном чертеже имеет своё обозначение – индивидуальный номер, называемый номером позиции.

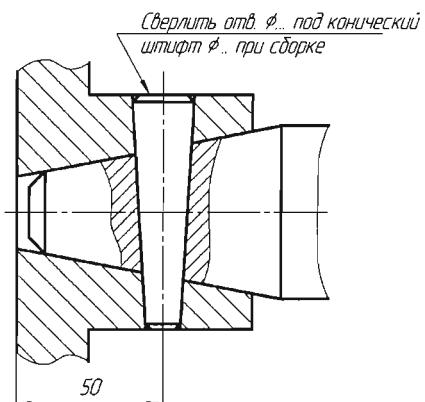


Рисунок 1.63

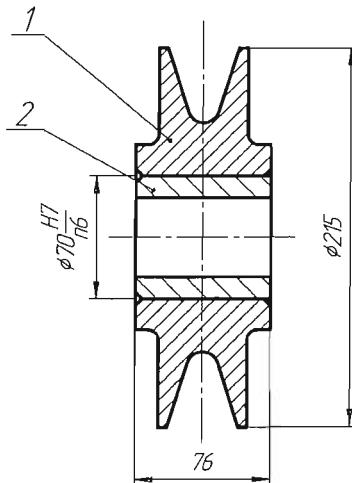


Рисунок 1.64

Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Одним концом линия-выноска должна заходить на изображение указываемой составной части изделия и заканчиваться точкой, другим – соединяться с горизонтальной полкой. У зачерненных или узких площадей точку заменяют стрелкой (поз. 2 на рисунке 1.65).

Линии-выноски и полки проводят тонкими линиями. Полки располагают параллельно основной надписи вне контура изображения и группируют в колонки и строчки по возможности на одной линии.

Линии-выноски не должны пересекать изображения других составных частей изделия, пересекаться между собой и пересекать (по

возможности) размерные и выносные линии, быть параллельными линиям штриховки.

Разрешается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы деталей с отчетливо выраженной и исключающей различное понимание взаимосвязью. При этом на верхней полке (рисунок 1.66) указывают номер позиции той детали, на изображении которой линия-выноска начинается точкой или стрелкой.

Номера позиций записывают размером шрифта большим, чем размер шрифта, принятый для размерных чисел, и указывают на тех изображениях, на которых соответствующие части изображаются как видимые, как правило, один раз.

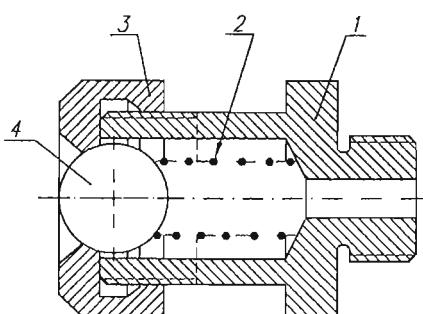


Рисунок 1.65

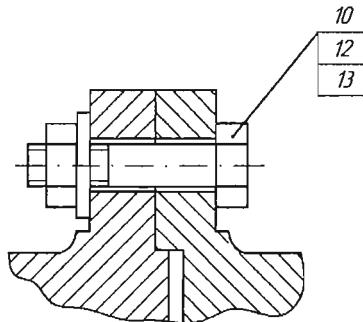


Рисунок 1.66

Числовые значения номеров позиций на сборочном чертеже представляют после того, как будет выполнена спецификация.

## 1.7.2 Спецификация

Спецификация – текстовый конструкторский документ, в виде таблицы (рисунок 1.67), определяющий состав сборочной единицы и перечень материалов, необходимых для планирования производства и изготовления деталей, входящих в состав сборочной единицы.

Номер документа	Страницы	Зона	Поз.	Обозначение		Наименование		Кол.	Примечание
				Рисунок	Номер	Номер	Наименование		
<u>Документация</u>									
44					ЛГУ 516.000 СБ		Сборочный чертеж	1	
<u>Детали</u>									
44			1	ЛГУ 516.001			Корпус	1	
44			2	ЛГУ 516.002			Прокладка	1	
44			3	ЛГУ 516.003			Штицер	1	
44			4	ЛГУ 516.004			Хомут	1	
44			5	ЛГУ 516.005			Втулка накидная	1	
44			6	ЛГУ 516.006			Гайка накидная	1	
44			7	ЛГУ 516.007			Шток	1	
44			8	ЛГУ 516.008			Рукоятка	1	
<u>Стандартные изделия</u>									
		9					Болт М8-6g x 85,58 ГОСТ 7798-70	1	
		10					Винт М6-6g x 16,68 ГОСТ 17473-80	1	
		11					Гайка М8-6H58 ГОСТ 15521-70	1	
		12					Шайба 6 ГОСТ 11371-78	1	
<u>Материалы</u>									
		13					Набивка сальника - волокно пеньковое ГОСТ 9993-78	0,014	к2
<u>Лист № 1 из 1</u>									
Имя Лист. № документа				Разраб.	№ докум.	Подп.	Плато	ЛГУ 516.000	
				Проб.				Lист.	Лист
				Изм. контр.					Листов
				Утв.					1
<u>Вентиль угловой</u>									

Рисунок 1.67

Согласно ГОСТ 2.106–96 спецификацию выполняют на отдельных листах формата А4. На первом листе спецификации основная надпись выполняется по форме 2, а на последующих – по форме 2а.

Спецификация может содержать разделы, которые располагают в следующем порядке:

- Документация;
- Комплексы;
- Сборочные единицы;
- Детали;
- Стандартные изделия;
- Материалы.

Наличие разделов определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывают в графе «Наименование» и подчёркивают тонкой линией. Ниже каждого заголовка раздела оставляют свободную строку, а в конце каждого раздела – не менее одной строки для возможных дополнительных записей. Ширина строк – не менее 8 мм.

На рисунке 1.67 показана спецификация к сборочному чертежу, представленному на рисунке 1.68.

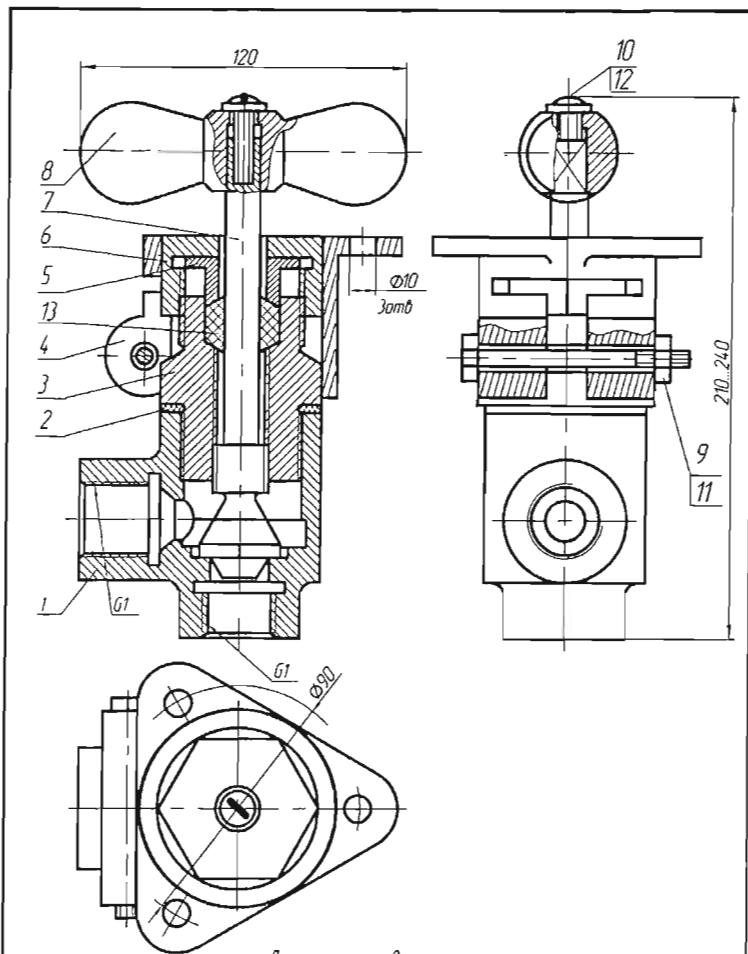
В раздел «Документация» вносят документы, составляющие комплект документов специфицируемого изделия: сборочный чертёж, габаритный чертёж, пояснительная записка, технические условия и т. п.

Применительно к учебным чертежам в этот раздел включают сборочный чертёж и в некоторых случаях схему деления изделия на составные части.

В разделе «Сборочные единицы» указываются сборочные единицы, входящие в специфицируемое изделие.

В раздел «Детали» вносят детали, непосредственно входящие в изделие (т. е. не входящие в состав перечисленных выше сборочных единиц). Запись сборочных единиц и деталей производят в порядке возрастания цифр, входящих в их обозначение.

Раздел «Стандартные изделия» включает изделия, применённые по государственным и отраслевым стандартам.



Деталь позиция 8 не показана

ПГУ 516.000 СБ			
Изм	Лист	№ докум.	Падп.
Разраб			
Ревиз.			
Техн.чт			
Изм-р			
Чтд			

**Вентиль угловой**  
Сборочный чертеж

Лист	Масса	Масшт.
		1:1

Рисунок 1.68

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединяемых по функциональному назначению (подшипники качения, крепёжные изделия и т. п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований (например болты, винты, гайки, шпильки, шплинты), в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения – в порядке возрастания основных параметров или размеров, например, диаметра, длины.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Это могут быть провода, шнуры, прессматериалы, лаки, краски, припои, смазка и т. д.

## 1.8 Деталирование чертежа общего вида

Чертеж общего вида выполняется, как правило, на стадии технического проекта, но может также выполняться на стадии технического предложения и эскизного проекта. Чертеж общего вида является основой для разработки рабочей документации: спецификаций, чертежей деталей и сборочных чертежей всего изделия или отдельных сборочных единиц.

Чертёж общего вида содержит значительно больше информации об изделии, чем сборочный чертёж. В учебных целях чертёж общего вида, дополненный спецификацией, может служить документом для деталирования.

Деталирование – процесс выполнения рабочих чертежей или эскизов деталей по чертежу сборочной единицы.

Процессу деталирования предшествует чтение чертежа общего вида. Прочесть чертёж, значит представить форму и размеры изделия в целом, разобраться во взаимном расположении деталей, способах их соединения между собой, установить функциональное назначение и т. д.

При деталировании чертежа общего вида рекомендуется следующий порядок работы:

1. Находят намеченную для деталирования деталь на всех изображениях чертежа сборочной единицы и определяют её внешнюю и внутреннюю формы.

2. Выбирают главный вид. Положение главного изображения детали на рабочем чертеже может и не соответствовать ее положению на главном изображении чертежа сборочной единицы. Следует учитывать, что детали, обрабатываемые обточкой и расточкой (оси, втулки, валы, штоки и пр.), изображают на главном виде горизонтально, т. е. в том положении, в каком они обрабатываются на станках.

3. Определяют необходимое количество изображений детали. Следует иметь в виду, что количество и характер изображений детали на рабочем чертеже может не соответствовать числу изображений на чертеже сборочной единицы.

4. Выбирают масштаб изображения детали. При деталировании не обязательно придерживаться одного и того же масштаба изображения для всех деталей, входящих в чертеж сборочной единицы. Мелкие или сложные по форме детали изображают в более крупном масштабе.

5. Выбирают необходимый формат листа бумаги для выполнения чертежа детали и производят компоновку видов, т. е. размещение изображений детали на выбранном формате.

6. В тонких линиях вычерчивают все необходимые изображения (виды, разрезы, сечения и т. д.).

7. Проводят выносные и размерные линии.

8. Снимают размеры детали с чертежа общего вида и наносят размерные числа.

При исполнении рабочего чертежа необходимо помнить следующее:

1. Детали на рабочих чертежах, выполняемых по чертежу общего вида, следует изображать в том виде, в каком они поступают на сборку, т. е. до выполнения указанных технологических операций при сборке изделия. Технологические операции по запрессовке, расклепыванию, развалцовыванию, обжатию, сверлению и нарезанию, скреплению деталей болтами, шпильками и винтами выполняются при сборке изделия. В технических требованиях к чертежу общего вида эти операции, как правило, оговариваются.

2. На чертежах сборочных единиц с учетом рекомендаций ГОСТ 2.315-68 некоторые части и элементы деталей показываются упрощенно, условно или вообще не показываются, а на рабочих чер-

тежах эти детали должны быть показаны без упрощений и, если они стандартизованы, с указанием номеров стандартов.

3. Размеры под шпоночные пазы, шлицы, гнезда под установочные и крепежные винты и шпильки должны быть вычерчены в соответствии со стандартами на эти элементы.

4. Упрощенно изображенные на чертеже общего вида гнезда для шпилек и винтов, без недорезов, фасок и запаса резьбы, на рабочем чертеже должны изображаться без упрощений в соответствии с ГОСТ 2.318-81.

## 1.9 Правила выполнения схем

Схемой называется конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

ГОСТ 2.701-84 устанавливает виды и типы схем, а также общие требования к выполнению схем.

Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия (установки), подразделяют на следующие виды (обозначаются буквами): электрические – Э, гидравлические – Г, пневматические – П, кинематические – К и др.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие типы (обозначаются цифрами): структурные – 1, функциональные – 2, принципиальные (полные) – 3, соединений (монтажные) – 4, подключения – 5, общие – 6, расположения – 7, объединенные – 0.

Схемам присваивают шифр, который состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы (например, Э3 – схема электрическая принципиальная).

Элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение (резистор, трансформатор, насос, распределитель, муфта и т. п.).

Устройство – совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, плата, шкаф, механизм, разделительная панель

и т. п.). Устройство может не иметь в изделии определенного функционального назначения.

Функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию.

Функциональная часть – элемент, устройство, функциональная группа.

Функциональная цепь – линия, канал, тракт определенного назначения (канал звука, видеоканал, тракт СВЧ и т. п.).

Линия взаимосвязи – отрезок линии, указывающей на наличие связи между функциональными частями изделия.

Установка – условное наименование объекта в энергетических сооружениях, на который выпускается схема, например, главные цепи.

Структурная схема определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Структурные схемы разрабатывают при проектировании изделий (установок) на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием (установкой).

Функциональная схема разъясняет определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или в изделии (установке) в целом. Функциональными схемами пользуются для изучения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке, контроле и ремонте.

Принципиальная (полная) схема определяет полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дает детальное представление о принципах работы изделия (установки). Принципиальными схемами пользуются для изучения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке, контроле и ремонте. Они служат основанием для разработки других конструкторских документов, например, схем соединений (монтажных) и чертежей.

Схема соединений (монтажная) показывает соединение составных частей изделия (установки) с помощью провода, жгута, кабеля или трубопровода, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т. п.). Схемами соединений пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь чертежей, определяющих про-

кладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии (установке), а также для осуществления присоединений и при контроле, эксплуатации и ремонте изделий (установок).

Схема подключения показывает внешние подключения изделия. Схемами подключения пользуются при разработке других конструкторских документов, а также для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации.

Общая схема определяет составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Общими схемами пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации. Общую схему на сборочную единицу допускается разрабатывать при необходимости.

Схема расположения определяет относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости также жгутов, проводов, кабелей, трубопроводов и т. п. Схемами расположения пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при эксплуатации и ремонте изделий (установок).

Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями, установленными ГОСТ 2.301–68 и ГОСТ 2.004–79; при этом основные форматы являются предпочтительными. При выборе форматов следует учитывать объем и сложность проектируемого изделия (установки); необходимую степень детализации данных, обусловленную назначением схемы; условия хранения и обращения схем; особенности и возможности техники выполнения, репродуцирования и (или) микрофильмирования схем; возможность обработки схем средствами вычислительной техники.

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 (установки) не учитывают или учитывают приближенно.

Графические обозначения элементов (устройств, функциональных групп) и соединяющие их линии связи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

При выполнении схем применяют следующие графические обозначения: условные графические обозначения, установленные в стандартах Единой системы конструкторской документации, а также построенные на их основе; прямоугольники; упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические).

При необходимости применяют нестандартизированные условные графические обозначения. При применении нестандартизированных условных графических обозначений и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

Условные графические обозначения элементов выполняют с размерами, установленными в стандартах на условные графические обозначения. Линии графических обозначений на схемах 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  $90^\circ$ , если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания. Допускается условные графические обозначения поворачивать на угол, кратный  $45^\circ$ , или изображать зеркально повернутыми.

Линии связи выполняют толщиной 0,2...1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий 0,3...0,4 мм.

Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее число изломов и взаимных пересечений.

### 1.9.1 Электрические схемы

Электрической схемой называют графическое изображение электрических цепей, изображенных в соответствии с общепринятыми условными обозначениями, и связей между элементами устройства, раскрывающих электрический принцип работы изделия.

На электрических схемах указывают взаимное расположение отдельных элементов устройства и порядок соединения их линиями электрической связи (например проводами, жгутами, шинами) с источниками тока и между собой. Чем меньше подробностей содержит электрическая схема, тем она яснее, выразительнее и тем легче выделить в ней то

главное и принципиальное, что относится к устройству изделия в целом. Правила выполнения их установлены ГОСТ 2.702–75.

Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов, выполненный в виде таблицы (образец таблицы приведен в рисунке 1.69). В необходимых случаях продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторив головку таблицы.

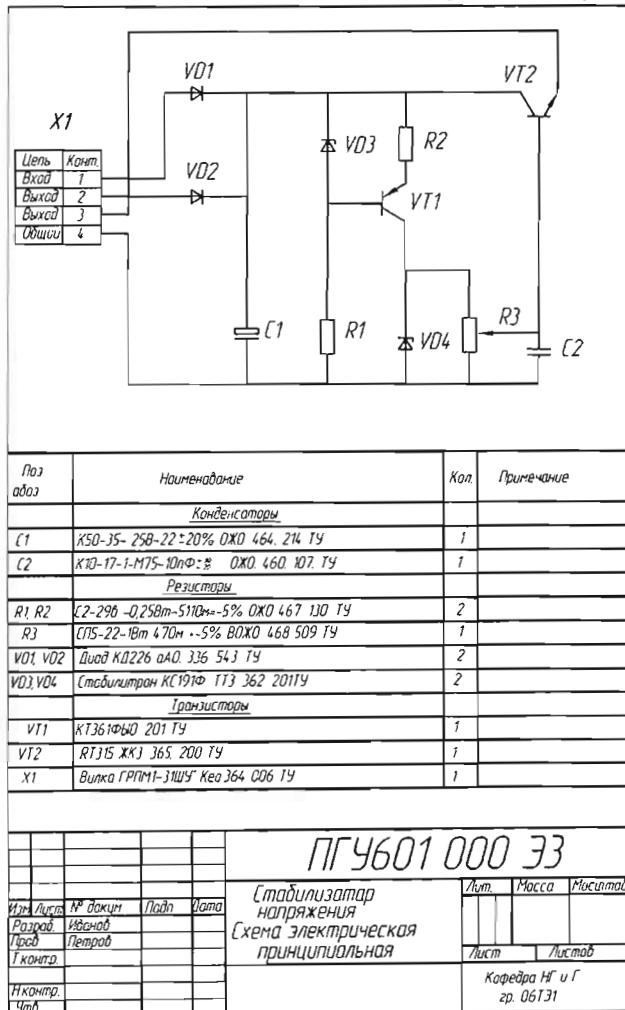


Рисунок 1.69

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4, а основную надпись – по ГОСТ 2.104–68 (форма 2 и 2а).

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке. В пределах каждой группы элементы располагают по возрастанию порядковых номеров; для облегчения внесения изменений оставляют несколько незаполненных строчек между отдельными группами элементов. Элементы одного типа с одинаковыми параметрами и последовательными порядковыми номерами записывают в перечень в одну строку и указывают общее количество таких элементов.

Наименования элементов, имеющих одинаковую первую часть позиционных обозначений, записывают в графе «Наименование» в виде общего заголовка (например конденсаторы). Заголовок записывают в графе «Наименование» и подчеркивают сплошной тонкой линией.

### 1.9.2 Кинематические схемы

Кинематическая схема представляет собой чертеж, на котором при помощи условных обозначений и контурных очертаний элементов дается упрощенное изображение кинематической связи между отдельными звеньями данного механизма или изделия (рисунок 1.70).

Кинематическая схема показывает последовательность передачи движения от двигателя (источника движения) через передаточный механизм к исполнительным органам изделия.

ГОСТ 2.703–68 устанавливает правила выполнения кинематических схем. Условные графические обозначения элементов кинематических схем и обозначения движений регламентированы ГОСТ 2.770–63.

В зависимости от основного назначения различают следующие кинематические схемы: принципиальные, структурные, функциональные.

На принципиальной схеме изделия должна быть представлена вся совокупность кинематических элементов и их соединений, предназначенных для осуществления, регулирования, управления и контроля заданных движений исполнительных органов; должны быть отра-

жены кинематические связи (механические и немеханические), предусмотренные внутри исполнительных органов, между отдельными парами, цепями и группами, а также связи с источником движения.

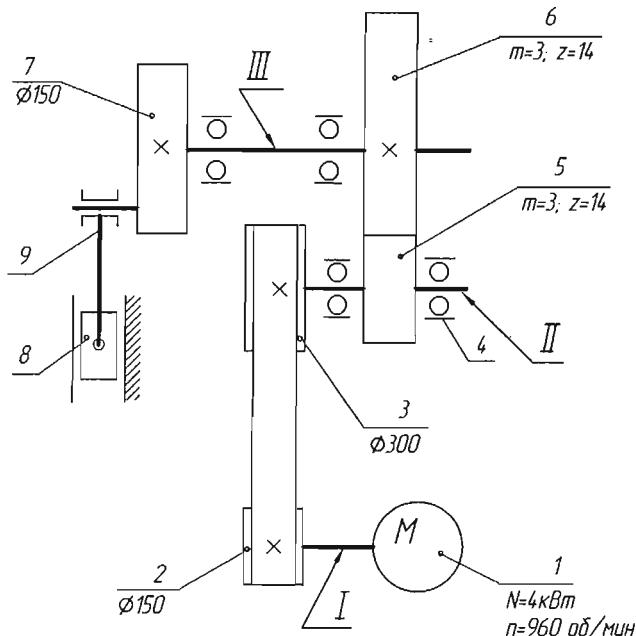


Рисунок 1.70

Принципиальную схему изделия вычерчивают, как правило, в виде развертки. Допускается принципиальные схемы вписывать в контур изображения изделия, а также вычерчивать в аксонометрических проекциях.

Все элементы на схеме изображают условными графическими обозначениями или упрощенно в виде контурных очертаний.

Механизмы, отдельно собираемые и самостоятельно регулируемые, допускается изображать на принципиальной схеме изделия без внутренних связей.

ГОСТ 2.704-76 Гидравлические и пневматические схемы устанавливает правила выполнения гидравлических и пневматических схем.

Гидравлические и пневматические схемы в зависимости от их основного назначения разделяются на следующие типы: структурные, принципиальные и соединения.

На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними.

Функциональные части на схеме изображают сплошными основными линиями в виде прямоугольников или условных графических обозначений.

Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. На линиях взаимосвязей рекомендуется указывать направление потоков рабочей среды.

На принципиальной схеме изображают все гидравлические и пневматические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных гидравлических (пневматических) процессов и все гидравлические (пневматические) связи между ними.

Элементы и устройства на схеме изображают в виде условных графических обозначений. Все элементы и устройства изображают на схемах, как правило, в исходном положении: пружины – в состоянии предварительного сжатия, электромагниты – обесточенными и т. п.

В технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы или всю схему вычерчивать в выбранном рабочем положении с указанием на поле схемы положения, для которого изображены эти элементы или вся схема.

## Раздел 2

### Компьютерная графика

#### 2.1 Интерфейс программы КОМПАС-3D

КОМПАС-3D – многодокументная программа. В ней могут быть одновременно открыты окна всех типов документов КОМПАС:

- моделей;
- чертежей;
- фрагментов;
- текстовых документов;
- спецификаций.

Каждый документ может отображаться в нескольких окнах.

Команды вызываются из главного меню, контекстного меню или с помощью кнопок на инструментальных панелях.

Главное меню системы (рисунок 2.1) служит для вызова команд. Вызов некоторых из них возможен также с помощью кнопок инструментальных панелей.

По умолчанию главное меню располагается в верхней части окна. При выборе пункта меню раскрывается перечень команд этого пункта. Некоторые из команд имеют собственные подменю.

Для вызова команды (выполнения соответствующего ей действия) необходимо щёлкнуть левой кнопкой мыши на ее название.

Для выбора документа необходимо вызвать диалог создания новых документов (см. рисунок 2.1).

Этот диалог появляется на экране после вызова команды «Файл – Создать» или при нажатии кнопки «Создать» на стандартной панели.

В нем можно указать тип создаваемого документа или выбрать шаблон для нового документа.

Если использование шаблона не требуется, необходимо выбрать тип документа на вкладке «Новые документы» и нажать кнопку «OK» для создания документа заданного типа или по заданному шаблону.



Рисунок 2.1

### 2.1.1 Типы документов КОМПАС-3D

Тип документа, создаваемого в программе КОМПАС-3D, зависит от вида информации, хранящейся в этом документе. Каждому типу документа соответствует расширение имени файла и собственная пиктограмма.

Чертеж – основной тип графического документа в КОМПАС-3D. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись и внутреннюю рамку. Чертеж системы КОМПАС-3D всегда содержит один лист заданного пользователем формата. В файле чертежа КОМПАС-3D могут содержаться не только чертежи (в понимании ЕСКД), но и схемы, плакаты и прочие графические документы. Файл чертежа имеет расширение *.cdw*.

Фрагмент – вспомогательный тип графического документа в КОМПАС-3D. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием внутренней рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т. д.). Файл фрагмента имеет расширение *.frw*.

Текстовый документ – документ, содержащий текстовую информацию. Текстовый документ оформляется внутренней рамкой и основной надписью. Он может быть многостраничным. В текстовом

документе могут создаваться пояснительные записки, извещения, технические условия и т. п. Файл текстового документа имеет расширение *.kdw*.

Спецификация – документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы. Спецификация оформляется внутренней рамкой и основной надписью. Она часто бывает многостраничной. Файл спецификации имеет расширение *.sprw*.

Деталь – модель изделия, изготовленного из однородного материала без применения сборочных операций. Файл детали имеет расширение *.m3d*.

Сборка – модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением. В состав сборки могут также входить другие сборки (подсборки) и стандартные изделия. Файл сборки имеет расширение *.a3d*.

При работе с документом любого типа на экране отображаются главное меню и несколько панелей инструментов: Стандартная, Вид, Текущее состояние, Компактная (рисунок 2.2).

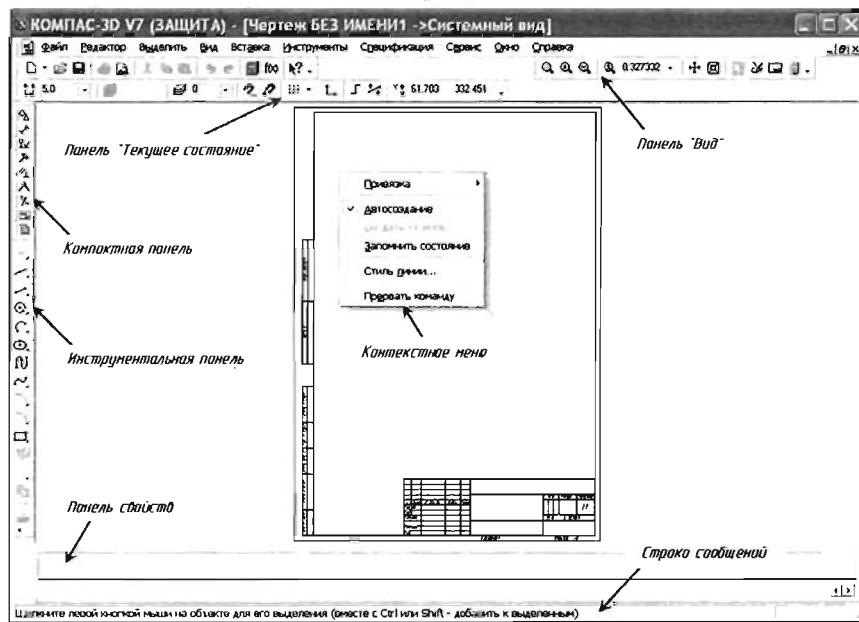


Рисунок 2.2

Состав меню и панелей зависит от типа активного документа. Команды, управляющие отображением инструментальных панелей, находятся в меню «Вид – Панели инструментов».

Пользователь может изменять состав главного меню и системных инструментальных панелей, а также создавать собственные панели. Для вызова диалога, позволяющего произвести эту настройку, служит команда «Сервис – Настройка интерфейса».

### 2.1.2 Курсор и управление им

Курсор – это главный инструмент при работе с системой КОМПАС-3D. С помощью курсора пользователь вызывает команды, вычерчивает и редактирует различные объекты, указывает точки и выполняет множество других действий.

Основной способ управления курсором – это его перемещение мышью. Передвигать курсор можно также, используя клавиши со стрелками на основной или расширенной клавиатуре. В этом случае перемещение будет не произвольным, как в случае использования мыши, а дискретным.

В графических документах минимальное перемещение курсора при нажатии на кнопку со стрелкой зависит от установленного шага курсора. Для изменения шага курсора используется специальное поле на панели «Текущее состояние».

В текстовых документах и спецификациях при нажатии на кнопку со стрелкой курсор перемещается на один символ или на одну строку.

Форма и размер курсора могут быть настроены пользователем с помощью команды «Сервис – Параметры – Система – Графический редактор – Курсор».

### 2.1.3 Использование контекстных меню

Команды для выполнения многих часто используемых действий можно вызвать из контекстного меню (см. рисунок 2.2).

Эти меню появляются на экране при нажатии правой кнопки мыши. Состав меню будет разным для различных ситуаций. В нем будут собраны наиболее типичные для данного момента работы команды.

Таким образом, при выполнении различных действий можно быстро обратиться к нужной команде не только через главное меню или инструментальные панели, но и через контекстные меню, причем последний способ является наиболее быстрым.

## 2.2 Настройка чертежа

Перед созданием текущего чертежа изделия необходимо произвести настройку его параметров:

- формата;
- отрисовки толщины линий;
- отрисовки размеров и т. д.

Настройка параметров текущего чертежа производится в диалоговом окне, показанном на рисунке 2.3, вызовом команды «Сервис – Параметры» из главного меню.

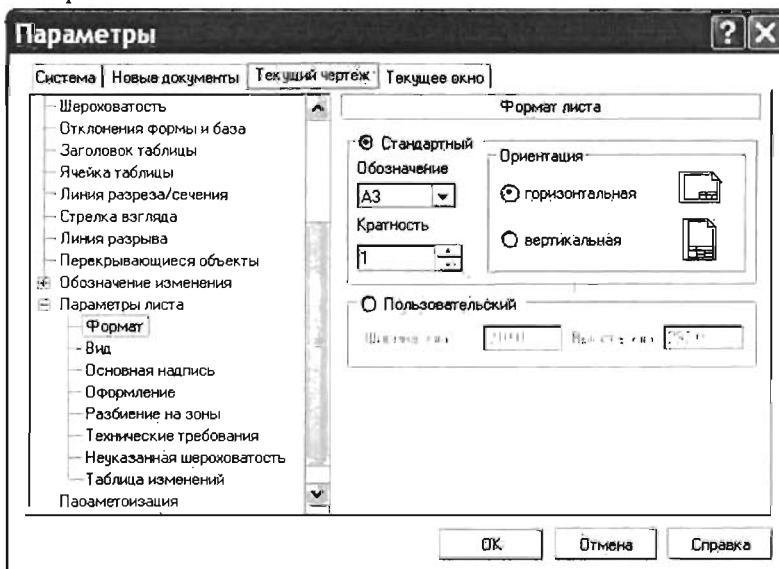


Рисунок 2.3

Установка формата производится в окне «Текущий чертёж – Параметры листа – Формат».

Настройка размеров производится в окне «Текущий чертёж – Размеры – Параметры» (рисунок 2.4). Для настройки толщины отображения на экране и отрисовки линий при выводе на печать необходимо перейти на закладку «Система – Графический редактор – Системные линии» (рисунок 2.5).

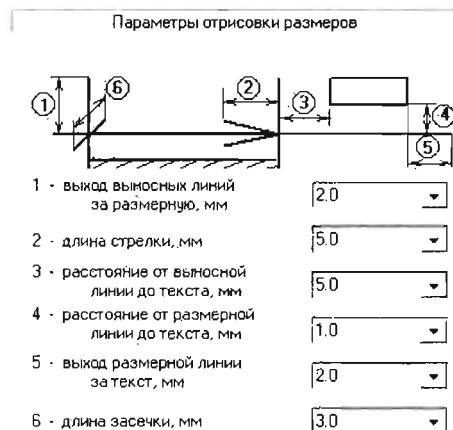


Рисунок 2.4

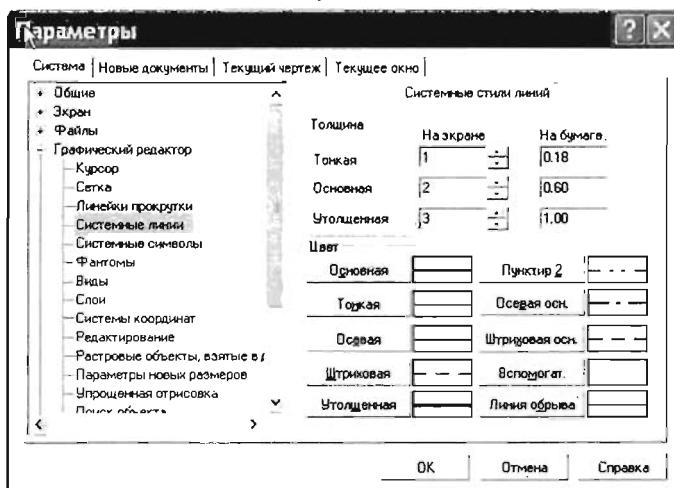


Рисунок 2.5

## 2.3 Создание изображений на чертеже

### 2.3.1 Настройка масштаба чертежа

В системе КОМПАС-3D используется метрическая система мер. Расстояния между точками на плоскости в графических документах и между точками в пространстве вычисляются и отображаются в миллиметрах. При этом пользователь всегда работает с реальными размерами (в масштабе 1:1).

После настройки параметров нового чертежа можно сразу приступить к созданию изображений, если чертёж выполняется в масштабе 1:1. Если чертёж необходимо выполнить в другом масштабе, то следует произвести настройку вида изображения. В отличие от технического черчения видом в системе КОМПАС-3D является любое изолированное изображение на чертеже.

Для создания нового вида необходимо вызвать команду «Вставка-Вид» или нажать кнопку «Создать новый вид» (рисунок 2.6) на инструментальной панели «Ассоциативные виды».

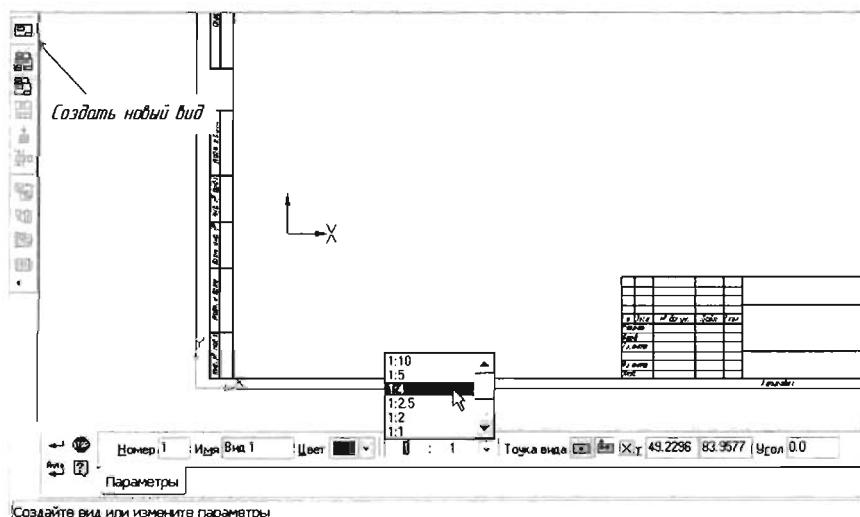


Рисунок 2.6

На чертеже отобразится фантом значка начала координат, а на «Панели свойств» появятся элементы управления для задания свойств текущего вида. Из раскрывающегося списка «Масштаб» необходимо выбрать требуемое значение и установить фантом значка начала координат в необходимое место на чертеже. При необходимости на чертеже можно создавать несколько системных видов.

### 2.3.2 Установка системы координат

При работе в системе КОМПАС-3D используются декартовы правые системы координат.

Начало абсолютной системы координат чертежа всегда находится в левой нижней точке габаритной рамки формата.

Для удобства работы пользователь может создавать в графических документах произвольное количество локальных систем координат и оперативно переключаться между ними

Команда «Локальная система координат» позволяет создавать в текущем виде чертежа или во фрагменте различные локальные системы координат, устанавливать любую из них в качестве текущей системы координат (СК), а также изменять их параметры.



Для вызова команды необходимо нажать кнопку «Локальная СК» (ЛСК) на панели текущего состояния или выбрать ее название в меню «Вставка–Локальная СК». После этого курсор принимает форму осей системы координат. Необходимо задать точку начала отсчета создаваемой ЛСК и угол поворота ее осей. Эти параметры можно указать мышью или ввести в соответствующие поля панели свойств.

В поле «Имя ЛСК» можно ввести произвольное имя для облегчения ее последующего поиска и выбора из списка.



Зафиксировать созданную систему координат кнопкой «Создать объект» на панели специального управления.



Чтобы отказаться от создания системы координат, необходимо нажать кнопку «Прервать команду» на панели специального управления или клавишу «Esc».

После создания ЛСК она автоматически будет установлена в качестве текущей системы координат. Ее имя появится в окне «Выбор ЛСК».

- ✓ В этом окне содержится список имеющихся в документе локальных систем координат. Чтобы сделать какую-либо из них текущей, необходимо выделить ее имя в списке и нажать кнопку «Текущая локальная СК».



Чтобы удалить какую-либо из систем координат, необходимо выделить ее имя в списке и нажать кнопку «Удалить».

Если панель свойств расположена горизонтально, то для открытия и закрытия окна работы с ЛСК требуется нажать кнопку «Выбор ЛСК».

Чтобы задать параметры отрисовки символа начала ЛСК, необходимо нажать кнопку «Настройка...» на панели свойств. На экране появится диалог настройки параметров отрисовки осей координат.

### 2.3.3 Создание графических примитивов

Для создания изображений на чертеже необходимо активизировать инструментальную панель «Геометрия» кнопкой, находящейся на «Компактной панели» (рисунок 2.7), или вызвать команду «Инструменты – Геометрия – ...» и назначить тип геометрического примитива.

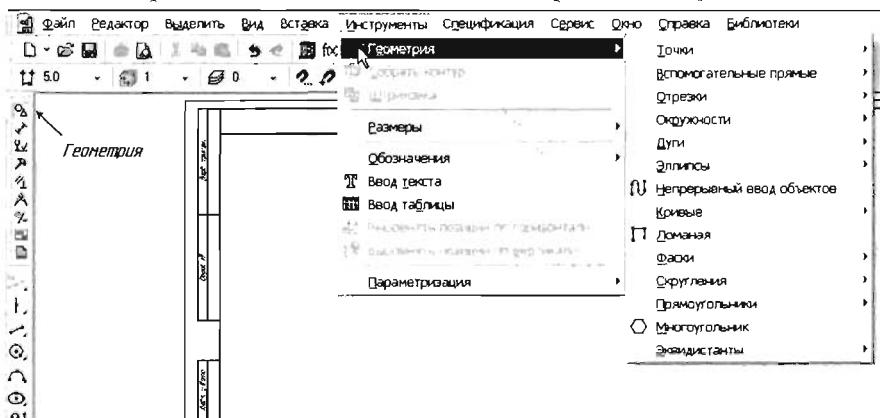


Рисунок 2.7

После этого будет активизирована «Панель свойств», которая служит для ввода параметров и задания свойств геометрических примитивов при их создании и в дальнейшем редактировании.

В состав панели свойств входят:

1. Заголовок.
2. Панель специального управления.
3. Вкладки.
4. Область выбора вкладки.

Включение и отключение панели свойств производятся командой «Вид – Панели инструментов – Панель свойств».

Панель свойств может находиться в «плавающем» или «прикрепленном» состоянии. «Прикрепление» возможно только к правой, левой или нижней границе главного окна КОМПАС-3D. Для прикрепления панели свойств к нужной границе окна можно воспользоваться командами из контекстно-зависимого меню, вызываемого щелчком правой кнопкой мыши на поле панели свойств.

Панель специального управления (рисунок 2.8) находится в верхней или левой части панели свойств.

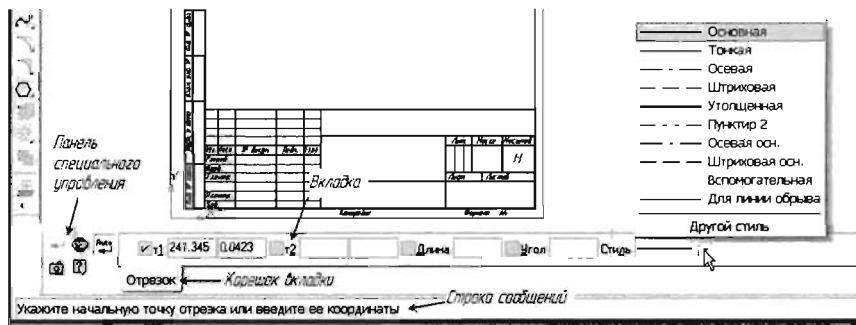


Рисунок 2.8

На панели специального управления расположены кнопки, с помощью которых выполняются специальные действия, такие, как ввод объекта, прерывание текущей команды, включение автоматического создания объекта, вызов справки по текущему действию и т. д. Набор кнопок зависит от выполняемой команды.

На вкладках панели свойств расположены элементы управления процессом выполнения команды. Количество вкладок зависит от конкретной команды. Если вкладок несколько, для активизации нужной вкладки необходимо щелкнуть мышью на ее «корешке» в нижней части панели.

При создании геометрического примитива необходимо обращать внимание на строку сообщений, которая расположена ниже панели свойств. В строке сообщений (если ее показ не отключен при настройке системы) отображаются подсказки по текущему действию или описание выбранной команды.

Перед тем, как создать геометрический примитив, необходимо назначить стиль линии из списка «Стиль» на панели свойств (см. рисунок 2.8). Вспомогательная линия на печать не выводится и может использоваться как линия проекционной связи. По окончании создания чертежа эти линии могут быть удалены командой «Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки» из главного меню.

Построение геометрических примитивов может осуществляться либо непосредственным указанием курсором их параметров на чертеже, либо вводом параметров с клавиатуры в соответствующие поля панели свойств, либо комбинированным способом.

Наиболее простым и наглядным приёмом построения является прямое указание курсором граничных точек отрезка на поле графического документа. В этом случае при создании отрезка выполняется последовательная фиксация его начальной точки, а затем конечной точки нажатием левой кнопки мышки. Для позиционирования в нужную точку необходимо использовать все предоставляемые в КОМПАС-3D функции привязок (рисунок 2.9).

Для отображения и ввода параметров с клавиатуры предназначены специальные поля, отображаемые на панели свойств (рисунок 2.10).

Чтобы ввести значение параметра в поле на панели свойств, следует активизировать это поле. Для этого можно щелкнуть мышью по нужному полю.

Можно также активизировать поле, используя клавиатурные комбинации. В имени поля одна из букв или цифр подчеркнута. Чтобы активизировать поле, необходимо нажать клавишу «Alt» и, не отпус-

кая ее, клавишу подчеркнутого символа. Это общее правило для активизации всех полей: необходимо найти имя поля, в имени подчеркнутый символ и нажать клавиши «Alt» + «символ».

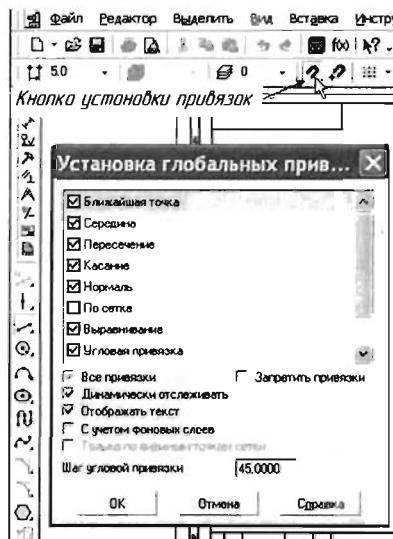


Рисунок 2.9



Рисунок 2.10

Рассмотрим вариант создания геометрического примитива на примере «Отрезок».

1. Нажать кнопку «Отрезок» на панели «Геометрия».
2. На запрос системы «Укажите начальную точку отрезка или введите её координаты» установить курсор в точку чертежа, откуда предполагается строить отрезок, и зафиксировать левой кнопкой мыши.
3. На запрос системы «Укажите конечную точку отрезка или введите её координаты» с помощью комбинации клавиш «Alt» + «Д»

активизировать поле «Длина» и отпустить обе клавиши. Поле будет выделено цветом и в нём появится мерцающая вертикальная черта текстового курсора. Поле готово к вводу данных.

4. Ввести значение длины отрезка и нажать клавишу «Enter». Поле будет зафиксировано. При вводе параметров в поле нельзя перемещать мышь до фиксации введённых значений. В противном случае система будет отслеживать перемещение мыши.

5. Комбинацией клавиш «Alt» + «У» активизировать поле «Угол», ввести значение угла и нажать клавишу «Enter».

6. Если нет необходимости строить другой отрезок нажать кнопку «Прервать команду» на Панели специального управления или клавишу «Esc».

#### 2.3.4 Управление изображением документа в окне

Команды управления изображением расположены в группе команд «Вид – Масштаб» (рисунок 2.11). В зависимости от типа активного документа набор этих команд может быть различным. Основные из них можно вызвать с помощью кнопок панели «Вид».

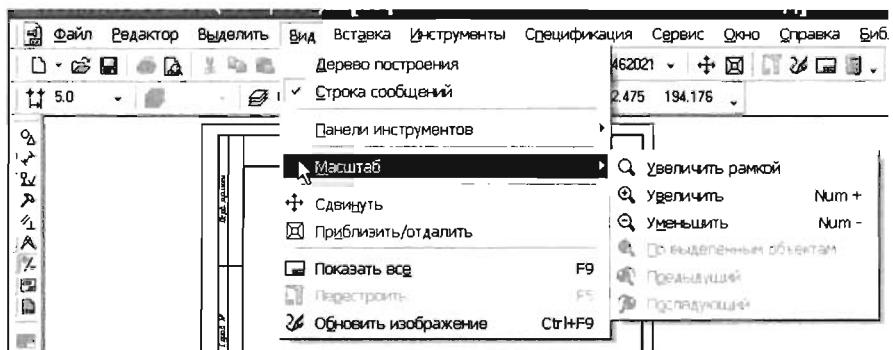


Рисунок 2.11

При работе с графическими документами можно вернуться к одному из предыдущих масштабов отображения в окне.



Чтобы вернуться к предыдущему масштабу, необходимо нажать кнопку «Предыдущий масштаб» или вызвать соответствующую команду из меню «Вид – Масштаб».



Чтобы вновь перейти к следующему масштабу окна, нажать кнопку «Последующий масштаб» или вызовите соответствующую команду из меню «Вид – Масштаб». Количество переходов к предыдущим и последующим масштабам не ограничено.

### 2.3.5 Выделение объектов и отмена выделения

Во время работы с КОМПАС-3D-документами пользователь выполняет различные операции над объектами: редактирует их, копирует, перемещает, поворачивает и т. д.

Большинство команд геометрических построений требуют выделения нужных объектов до своего запуска, например, операции копирования и поворота затрагивают именно те объекты, которые были выделены перед вызовом команды.

Выполнение команд форматирования текста возможно как с применением выделения (в этом случае будет отформатирован выделенный текст), так и без него (в этом случае форматируется вновь набираемый текст).

КОМПАС-3D предоставляет пользователю самые разнообразные возможности выделения объектов и, соответственно, отмены их выделения как с помощью мыши, так и с помощью команд меню.

Для выделения объектов мышью необходимо выполнить следующее.

1. Подвести курсор к нужному объекту. «Ловушка» курсора при этом должна захватывать объект.

2. Щелкнуть левой кнопкой мыши.

Цвет объекта изменится: он будет отрисован тем цветом, который установлен для выделенных объектов в настройках системы.

Если нужно выделить несколько объектов, необходимо нажать клавишу «Shift» и, удерживая её нажатой, одновременно щелкать

левой кнопкой мыши на нужных объектах. После окончания выделения отпустить клавишу «Shift».

Можно выделить несколько объектов другим способом – с помощью прямоугольной рамки. Для этого необходимо установить курсор на свободное место (так, чтобы он не захватывал никаких объектов), нажать левую кнопку мыши и перемещать курсор, удерживая кнопку нажатой. На экране будет отображаться рамка, следующая за курсором. Захватить несколько объектов этой рамкой и отпустить кнопку мыши. Все объекты, целиком попавшие внутрь рамки, будут выделены.

Чтобы отменить выделение объекта, щелкните левой кнопкой мыши в любом месте вне этого объекта. Выделение будет снято, и объект прорисуется своим нормальным цветом.

КОМПАС-3D позволяет выделять самые различные объекты и их комбинации с помощью команд, собранных на странице меню «Выделить». На этой же странице находятся команды для отмены выделения объектов.

После вызова любой из команд на панели специального управления появляется кнопка «Прервать команду», с помощью которой можно завершить текущую команду выделения.

При вызове другой команды селектирования выделение с указанных ранее объектов не снимается.

После того, как нужные объекты выделены, с ними можно выполнять различные операции – удалять, перемещать, копировать, заносить в буфер обмена и т. д.

Иногда объект, который требуется выбрать, расположен близко к другим объектам, или наложен на них, или скрыт под ними. При этом трудно (а иногда и вовсе невозможно) указать его курсором.

Для выбора любого из близко расположенных (в том числе наложенных друг на друга) объектов служит команда «Перебор объектов», вызываемая из контекстного меню. Команда доступна, когда система ожидает указания объекта или происходит выделение объекта, а в «ловушку» курсора попадает более одного объекта.

После вызова команды объекты можно перебирать, нажимая клавишу «Пробел» или вызывая команду «Следующий объект» из контекстного меню.

Когда объект, который требуется выделить, будет подсвечен, для выхода из режима перебора объектов необходимо вызвать команду «Закончить перебор объектов» из контекстного меню или перейти к выполнению другой команды.

Если происходит указание объекта в процессе выполнения какой-либо команды, то после подсвечивания нужного объекта можно вызвать команду «Выбрать подсвеченный объект» из контекстного меню. Система вернется в режим команды, для которой ранее указывался объект.

Для выхода из режима перебора без указания объекта необходимо вызвать команду «Отказ от перебора» из контекстного меню.

## 2.4 Редактирование изображений на чертеже

При разработке чертежа невозможно обойтись без корректировки объектов, которые могут полностью или частично изменить изображение детали. Некоторые процедуры редактирования являются частью процесса создания чертежа, например копирование объекта вместо его повторного вычерчивания. Другие операции приводят к изменению большого количества объектов, например перенос целого фрагмента чертежа при необходимости освободить место для новых объектов. Часто возникает потребность в удалении каких-то фрагментов, переносе, повороте или изменении масштаба.

В системе КОМПАС-3D возможны следующие способы редактирования объектов:

- перемещение объектов с помощью мыши;
- редактирование объектов с помощью изменения положения характерных точек, которые возникают после выделения объекта (рисунок 2.12);
- редактирование объектов путём изменения их параметров в панели «Свойства»;
- редактирование объектов с использованием кнопки «Редактор» главного меню;
- редактирование с использованием команд инструментальной панели «Редактирование» (см. рисунок 2.12).

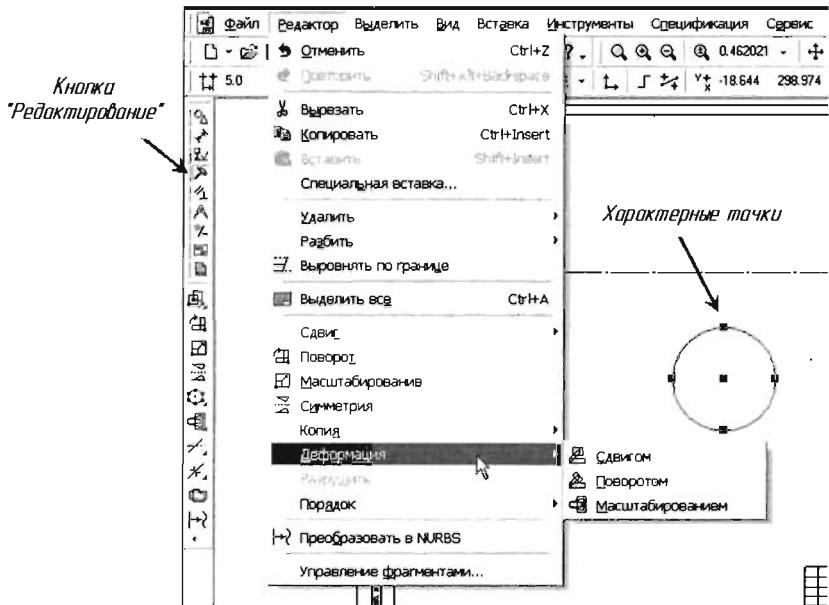


Рисунок 2.12

Следует помнить, что часть команд редактирования доступна только после выделения объектов.

Эффективное использование редактирования при создании чертежей деталей приводит к сокращению времени на создание чертежей. Основные команды, ускоряющие работу, содержатся в инструментальных панелях «Редактирование» и «Параметризация».

Например, многие детали могут содержать как простые, так и достаточно сложные однотипные элементы (рисунок 2.13).

В этом случае целесообразно не создавать каждый элемент последовательно, а использовать команду копирования. Порядок действий при копировании элемента следующий:

1. Создать элемент детали для копирования и выделить его (рисунок 2.14).
2. Активизировать панель «Редактирование» и вызвать команду «Копия по окружности» или вызвать команду из главного меню (рисунок 2.15).

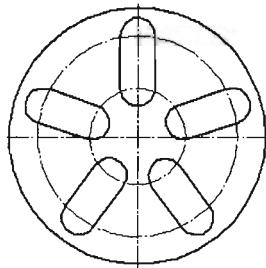


Рисунок 2.13

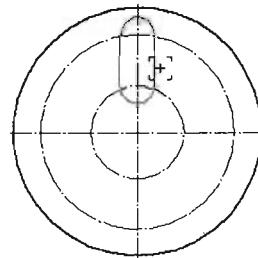


Рисунок 2.14

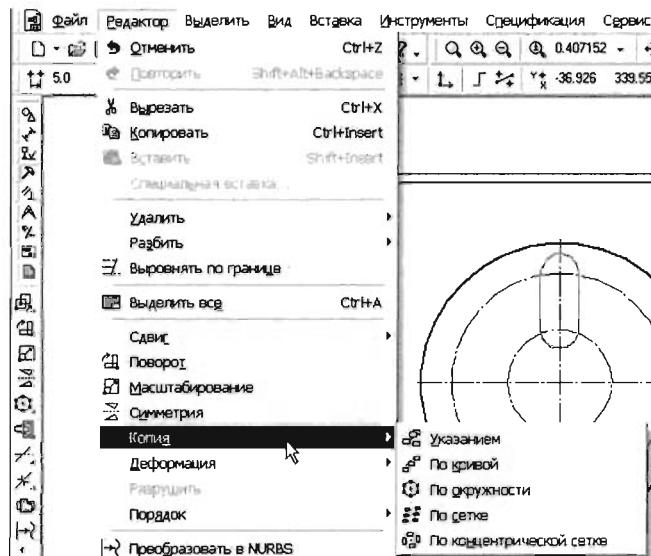


Рисунок 2.15

3. Указать центр копирования. В поле «Количество копий» ввести общее количество элементов и установить режим. На чертеже отобразится фантомом массива. Для фиксации копий нажать кнопку «Создать объект».

При создании однотипных объектов или объектов с повторяющимися параметрами можно также использовать геометрический калькулятор. Он вызывается щелчком правой кнопки мыши по соответствующему полю параметра объекта в панели свойств при его создании.

Рассмотрим ситуацию, когда необходимо создать несколько одинаковых отверстий в детали, показанной на рисунке 2.16:

1. Вызвать команду «Окружность».
2. Подвести курсор в поле «Радиус» и щёлкнуть правой кнопкой мыши для вызова геометрического калькулятора. В меню геометрического калькулятора выбрать команду «Радиус» (рисунок 2.17).

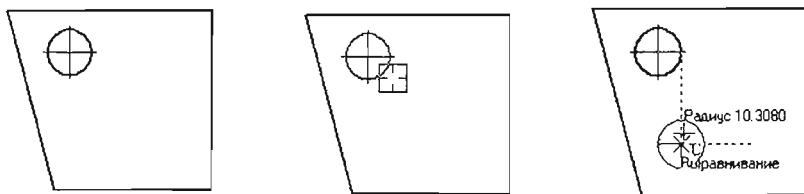


Рисунок 2.16

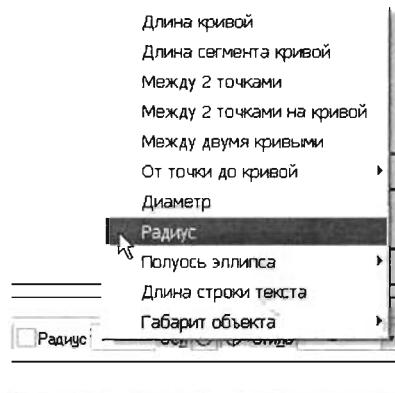


Рисунок 2.17

На запрос системы «Укажите окружность или дугу для измерения радиуса» курсором указать существующую окружность. Значение радиуса будет снято и зафиксировано.

3. Указать местоположение центра нового отверстия (см. рисунок 2.16) и прервать команду.

С другими командами редактирования чертежей можно познакомиться в справочной системе КОМПАС-3D.

#### 2.4.1 Пример создания и редактирования чертежа детали «Вал»

Рассмотрим последовательность создания чертежа.

1. Создать новый документ – «Чертёж». Установить формат А4.
2. На компактной панели активизировать инструментальную панель «Геометрия».
3. Вызвать команду «Отрезок». Установить стиль линии «Осенняя». В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку отрезка или введите её координаты» нажать «Alt» + «1», в выделенном поле (координата X) ввести 55, нажать кнопку «Tab» и ввести число 210 (координата Y) и затем «Enter».
4. В ответ на запрос системы «Укажите конечную точку отрезка или введите её координаты» нажать «Alt»+«Д», ввести число 100 и нажать «Enter». Затем «Alt» + «У», число 0 и «Enter». Прервать команду.
5. Нажать кнопку «Локальная СК». На запрос системы «Укажите точку начала отсчёта локальной системы координат или введите её координаты» нажать «Alt» + «Т», в выделенном поле ввести число 55, нажать «Tab» и ввести число 210, нажать «Enter». Нажать сочетание клавиш «Alt» + «У», в активированном поле ввести значение 0 и нажать «Enter». Прервать команду. Указать точку начала ЛСК и направление осей можно с помощью курсора и привязок (рисунок 2.18).
6. Вызвать команду «Непрерывный ввод объектов». Установить тип линии «Основная». При вычерчивании только горизонтальных и вертикальных отрезков целесообразно включить кнопку «Ортогональное черчение». Для указания начала отрезка нажать клавиши «Alt» + «1», затем 5,0 «Tab» 0.0 «Enter». Показать курсором направление отрезка, нажать клавиши «Alt» + «Д» и ввести численное значение его длины (15). Нажать два раза «Enter». Аналогично построить другие отрезки, определяющие контур вала, по размерам на рисунке 2.19.



Рисунок 2.18

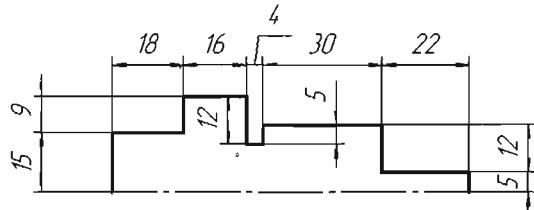


Рисунок 2.19

7. Вызвать команду «Фаска». В панели свойств выбрать тип фаски «Фаска по длине и углу» (рисунок 2.20), в поле «Длина» установить 2,5, в поле «Угол» –  $45^\circ$  и курсором на торцах будущего чертежа вала последовательно указать отрезки для построения фаски с фиксацией каждого левой кнопкой мыши.

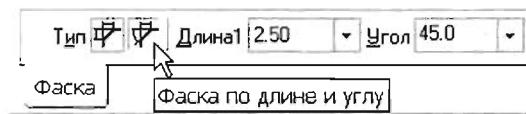


Рисунок 2.20

8. Вызвать команду «Отрезок» и построить границы фасок.  
9. Активизировать инструментальную панель «Редактирование». Выбрать команду «Выровнять по границе» (рисунок 2.21).

На запрос системы «Укажите кривую-границу для выравнивания» выделить курсором осевую линию (рисунок 2.22).



Рисунок 2.21

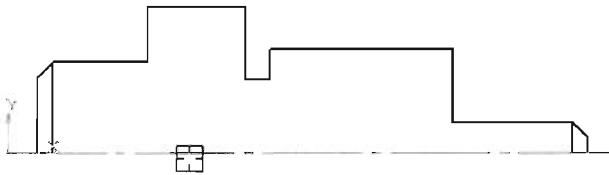


Рисунок 2.22

На запрос системы «Укажите кривую, которую нужно выровнять» последовательно курсором указать вертикальные отрезки (рисунок 2.23). Прервать команду.

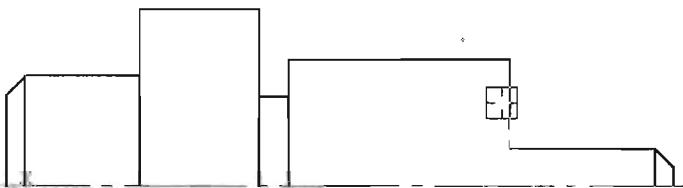


Рисунок 2.23

10. Любым способом выделить контур вала на чертеже, например, командой «Выделить – По стилю кривой – Основная – ОК».

11. Нажать кнопку «Симметрия» на панели «Редактирование». На запрос системы «Укажите первую точку на оси симметрии или введите её координаты» нажать кнопку выбора базового объекта (рисунок 2.24) и указать осевую линию.



Рисунок 2.24

12. Активизировать инструментальную панель «Геометрия» и вызвать команду «Кривая Безье». В поле «Стиль» установить «Для линии обрыва». На запрос системы «Укажите начальную точку на кривой» с помощью привязки выбрать точку на левом торце вала и далее построить кривую, как показано на рисунке 2.25.

Нажать кнопки «Создать объект» и «Прервать операцию».

13. Активизировать панель «Редактирование» и вызвать команду «Усечь кривую». Указанием курсора удалить элементы фаски (рисунок 2.26).

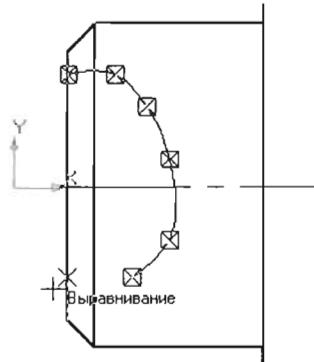


Рисунок 2.25

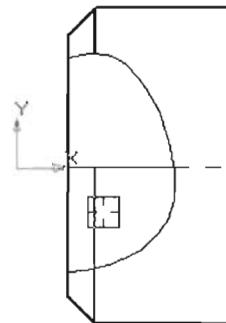


Рисунок 2.26

14. Активизировать панель «Геометрия» и начертить отверстие (рисунок 2.27).

Вызвать команду «Штриховка», в панели свойств установить её параметры и указать курсором точку внутри области (рисунок 2.28). Нажать кнопки «Создать объект» и «Прервать операцию».

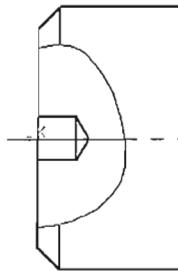


Рисунок 2.27

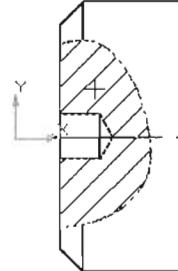


Рисунок 2.28

15. Активизировать панель «Размеры» и выбрать команду «Линейный от общей базы» (рисунок 2.29).

На запрос системы «Укажите базовую точку размеров» курсором выбрать нижнюю точку правого торца вала (рисунок 2.30) и зафик-

сировать левой кнопкой мыши. Затем указать вторую точку (размер фаски). Нажать на белое поле окна «Текст» и установить необходимый размерный текст (рисунок 2.31).

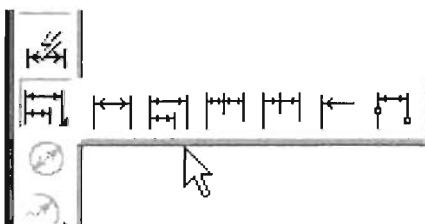


Рисунок 2.29

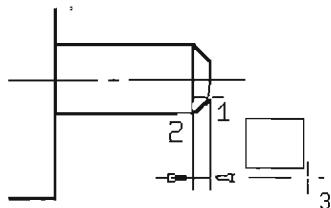


Рисунок 2.30

Перейти на закладку «Параметры» панели свойств, нажать кнопку «Размещение размерной надписи» и выбрать способ размещения надписи (рисунок 2.32). Курсором установить положение размерной линии и надписи. Затем указать вторую точку привязки следующего размера и так далее. Аналогичным образом проставить необходимые диаметральные размеры (рисунок 2.33).



Рисунок 2.31

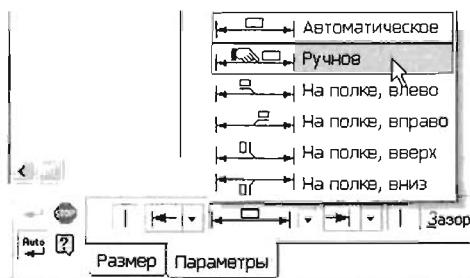


Рисунок 2.32

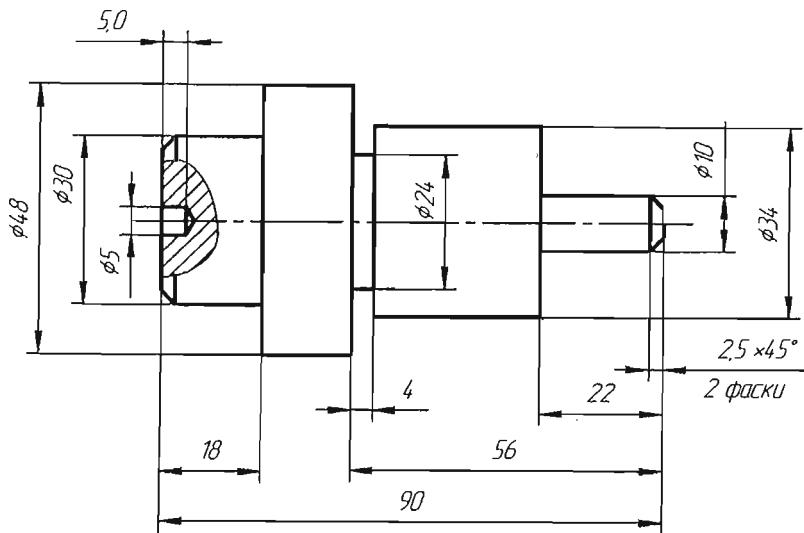


Рисунок 2.33

16. Заполнить основную надпись (рисунок 2.34). Для этого два раза щёлкнуть левой кнопкой мыши по основной надписи, поставить мерцающий курсор в необходимое поле и ввести текст.

					ЛГЧ 000.001		
Чл. лист	№ докум.	Подп.	Этап		Лит	Масса	Масштаб
Разраб	Храснов						1:1
Проб	/						
Г констр					Лист	Листов	
Н констр							
Утв					Ст3 ГОСТ 380-94		

Рисунок 2.34

## 2.5 Использование библиотек КОМПАС-3D

Значительно сокращает и упрощает создание чертежей использование библиотек КОМПАС-3D, в которых содержатся изображения стандартных деталей и типовых элементов в параметрическом виде.

 Для работы и управления библиотеками необходимо вызвать менеджера библиотек (рисунок 2.35) из меню «Сервис–Менеджер библиотек» или нажать кнопку «Менеджер библиотек» на стандартной панели.

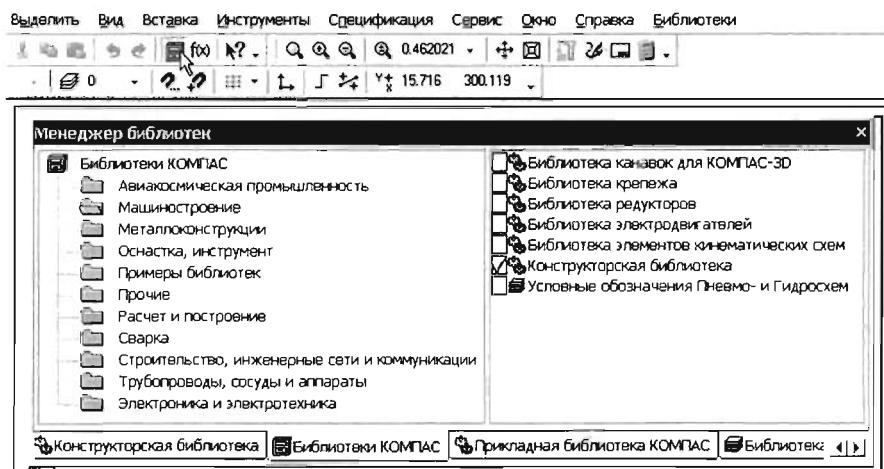


Рисунок 2.35

С помощью менеджера можно подключать, отключать и запускать библиотеки, выбирать режим их работы (рисунок 2.36).

Рассмотрим вариант использования конструкторской библиотеки на примере создания фрагмента задания «Болтовое соединение».

1. Создать документ – чертёж, установить формат листа А3, ориентация – горизонтальная.
2. Вызвать менеджера библиотек. Раскрыть раздел «Машиностроение», включить опцию «Конструкторская библиотека» и активизировать появившуюся на панели вкладку конструкторской библиотеки.

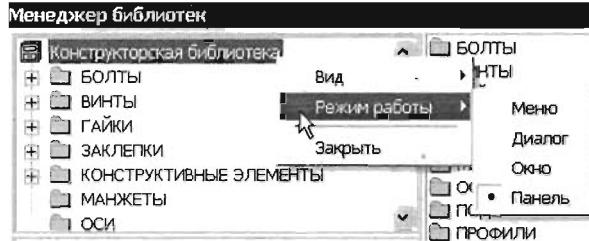


Рисунок 2.36

3. В списке элементов библиотеки выбрать «Крепёжный элемент» и дважды щёлкнуть по его названию.
4. В диалоговом окне крепёжного элемента (рисунок 2.37) установить диаметр резьбы, толщину скрепляемых деталей и выбрать вид изображения. Включить опцию «Отверстие» и «Автоподбор».

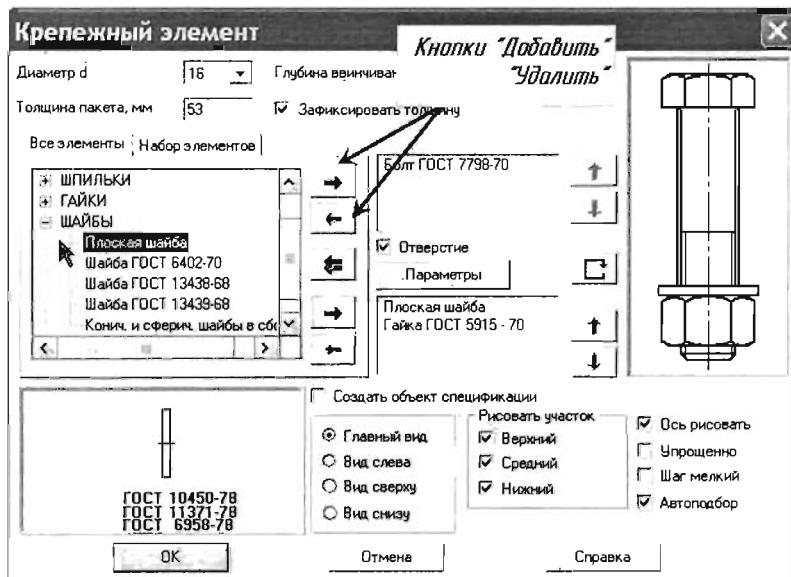


Рисунок 2.37

Если необходимо изменить параметры какой-либо крепёжной детали, добавить или удалить детали, то в левом диалоговом окне раскрыть список элементов, выбрать требуемый и кнопками «Добавить»

или «Удалить» произвести редактирование. Нажать кнопку «OK».

5. На экране отобразится фантом крепёжного элемента и диалоговое окно «Крепёжный элемент» (рисунок 2.38).



Рисунок 2.38

С использованием привязки установить элемент на чертеже. Для изменения режима привязки необходимо два раза щёлкнуть по названию команды привязки.

6. Активизировать панель «Геометрия» и завершить создание фрагмента, как показано на рисунке 2.39.

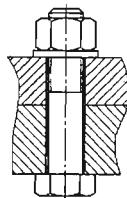


Рисунок 2.39

## Список литературы

1. ГОСТы. Единая система конструкторской документации. – М. : Изд-во стандартов.
2. Чертёжно-графический редактор КОМПАС-3D: практ. руководство. – СПб. : АСКОН, 2001. – 474 с.

*Краснов Михаил Николаевич, Барышев Николай Федорович*

Руководство  
для выполнения заданий  
по инженерной и компьютерной  
графике  
*Учебное пособие*

Редактор *Т. В. Веденеева*  
Технический редактор *Н. А. Вьялкова*  
Корректор *С. Н. Сухова*  
Компьютерная верстка *М. Б. Жучковой*

ИД № 06494 от 26.12.01

Сдано в производство 29.05.08. Формат 60x84<sup>1/16</sup>.  
Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,74  
Уч.-изд. л. 8,04. Тираж 120. Заказ № 352. "С" 63.

---

Издательство Пензенского государственного университета.  
440026, Пенза, Красная, 40.