

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»

В.В. Корниенко, И.Г. Борисенко

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Рекомендовано Сибирским региональным учебно-методическим
центром высшего профессионального образования
для межвузовского использования в качестве учебного пособия
для студентов, обучающихся по техническим направлениям
и специальностям*

Красноярск 2014

ББК 30.119

К67

Рецензенты:

*М.В. Матвеева, канд. пед. наук,
доцент кафедры ПСЖД КрИЖТ ИрГУПС
И.С. Корчма, канд. техн. наук, доцент,
зав. кафедрой станков и инструментов СибГТУ*

К67 Корниенко, В.В.

Инженерная графика: учеб. пособие / В.В. Корниенко, И.Г. Борисенко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 256 с.

Содержит необходимый теоретический курс с иллюстративным материалом к разделам дисциплины «Инженерная графика», содержащим основные принципы и общие правила изображений пространственных объектов в конструкторской документации. Наличие контрольных вопросов и примеров выполнения графических работ позволит облегчить самостоятельную работу.

Издание разработано в соответствии с ФГОС ВПО, а также может быть использовано студентами, обучающимися по программам ГОС ВПО.

Предназначено для студентов, обучающихся по техническим направлениям и специальностям.

ББК 30.119

© Корниенко В.В., Борисенко И.Г., 2014

© ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Основные правила оформления чертежей	5
1.1. Общие рекомендации по выполнению чертежей	5
1.2. Основные правила выполнения чертежей. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)	5
2. Геометрическое черчение	100
2.1. Геометрические построения, часто применяемые при выполнении чертежей	100
2.2. Сопряжения линий	108
2.3. Коробовые кривые	114
2.4. Лекальные кривые	116
3. Проекционное черчение	124
3.1. Изображение предметов на чертеже	124
3.2. Виды, разрезы, сечения.....	127
4. Аксонометрические проекции	145
4.1. Основные положения и понятия.....	145
4.2. Прямоугольная изометрическая проекция	147
4.3. Прямоугольная диметрическая проекция	158
5. Технический рисунок	168
5.1. Основные положения и понятия.....	168
5.2. Светотень на изображениях	170
5.3. Технические рисунки деталей машин	176
6. Эскизирование	180
6.1. Общие сведения	180
6.2. Последовательность выполнения эскиза	180
7. Чертеж общего вида и сборочные чертежи	187
7.1. Чертеж общего вида.....	187
7.2. Сборочный чертеж	190
8. Схемы	220
8.1. Общие правила выполнения схем.....	220
8.2. Электрические схемы.....	224
8.3. Кинематические схемы.....	241
8.4. Гидравлические схемы.....	247
8.5. Пневматические схемы.....	248
8.6. Оптические схемы.....	250
Заключение	253
Библиографический список	254

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика – одна из обязательных дисциплин, составляющих общетехническую подготовку специалиста с высшим образованием, хорошее освоение которой – необходимое условие углубленного овладения фундаментальными инженерными дисциплинами и эффективного использования компьютерных графических программ для автоматизации выполнения конструкторской документации.

Цель дисциплины – обучить студентов методам выполнения и чтения чертежей машин, механизмов и сооружений, анализа и синтеза геометрических форм предметов, сложных кривых линий и поверхностей, реализуемых в виде чертежей конкретных геометрических объектов, встречающихся в сельскохозяйственной технике; развить абстрактное, логическое и пространственное мышление.

В процессе изучения данной дисциплины студенту необходимо познакомиться с теоретическими основами построения изображений элементов пространства – точек, линий и поверхностей, а также приобрести навыки решения типовых задач, предусмотренных учебной программой. Наряду с изучением способов построения изображений, умением определять геометрические формы деталей по изображениям студенту необходимо приобрести практические навыки выполнения чертежей с учетом требований стандартов ЕСКД.

Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении курса инженерной графики, необходимы как в изучении общеинженерных и специальных технических дисциплин, так и в последующей практической инженерной деятельности. Овладение чертежом как средством выражения технической мысли и как производственным документом, происходит на протяжении всего процесса обучения в вузе.

В настоящем издании студенту предложена доступная трактовка требований основных стандартов ЕСКД из сборника общих правил выполнения чертежей, приведены принципы и практические приемы выполнения графических изображений, применяемых в конструкторских документах – технических рисунках, схемах, эскизах, чертежах.

Содержание учебного материала соответствует ФГОС ВПО по направлению 110800.62 «Агроинженерия» и вполне соответствует современному состоянию развития техники в АПК, уровню проектиро-

вания и конструирования механизмов, отвечающих требованиям времени, подготовке специалистов соответствующей квалификации.

1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.1. Общие рекомендации по выполнению чертежей

Все чертежи должны соответствовать государственным стандартам (ГОСТ) ЕСКД и отличаться четким и аккуратным выполнением. Чертежи выполняют на листах чертежной бумаги. Для этого необходимо иметь следующие инструменты и принадлежности: чертежную доску, рейсшину, готовальню, два треугольника (один – с углами 45°, 45° и 90°, другой – 30°, 60°, 90° и длиной катетов 130...200 мм), линейку длиной 250...300 мм, набор лекал разных типов, транспортир, чертежные карандаши (для построения чертежа рекомендуются карандаши марки Т или 2Т, для обводки чертежа – марки ТМ или М), мягкий ластик для удаления карандашных линий.

При выполнении чертежей источник света должен находиться слева и сверху от чертежной доски, так как в этом случае тень от правой руки и кромки треугольника не будет мешать проводить линию.

1.2. Основные правила выполнения чертежей.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

Единая система стандартов обеспечивает единство оформления и обозначения чертежей, правила учета и хранения чертежей, внесения в них изменений с обязательным распространением этих правил на все виды изделий и все отрасли промышленности.

Характерным для этой системы является то, что она охватывает не только графическую часть, но и включает все элементы, связанные с использованием иной технической документации.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) регламентирует положения, относящиеся к конструкторской документации. Комплексу стандартов ЕСКД в обозначении присвоен класс 2, который разбит на 10 классификационных групп – от 0 до 9, как показано в таблице 1.1.

Обозначение стандартов ЕСКД строится на классификационном принципе. В каждой группе может насчитываться 99 стандартов.

В курсе «Инженерная графика» изучают преимущественно стандарты третьей группы, выборочно – первой, четвертой и седьмой.

Таблица 1.1

Разделы стандартов ЕСКД

Шифр группы	Содержание стандартов в группе	Номера стандарта
0	Общие положения	ГОСТ 2.001-93 ... ГОСТ 2.004-88
1	Основные положения	ГОСТ 2.101-97 ... ГОСТ 2.124-85
2	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах	ГОСТ 2.201-80
3	Общие правила выполнения чертежей	ГОСТ 2.301-68 ... ГОСТ 2.321-84
4	Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения	ГОСТ 2.401-68 ... ГОСТ 2.430-85
5	Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений)	ГОСТ 2.501-88 ... ГОСТ 2.503-90
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации	ГОСТ 2.601-2006 ... ГОСТ 2.608-78
7	Правила выполнения схем	ГОСТ 2.701-2008 ... ГОСТ 2.797-81
8	Правила выполнения документов строительных и судостроения	ГОСТ 2.801-74 ... ГОСТ 2.857-75
9	Прочие стандарты	-

Пример обозначения стандарта «Обозначение шероховатости поверхностей»:

ГОСТ 2. 3 09 – 73

⏟ ⏟ ⏟ ⏟ ⏟

Год регистрации стандарта

Порядковый номер стандарта в группе

Код классификационной группы

Класс стандартов (стандарты ЕСКД)

Категория нормативно-технического документа

(государственный стандарт)

Номер стандарта состоит из цифры 2 (класс стандартов ЕСКД), отделенной точкой от последующего значения; цифры после точки (классификационная группа стандартов ЕСКД); двузначной цифры, определяющей порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры после тире, означающей год регистрации стандарта. Для стандартов, имеющих регистрацию после 2000 года, год указывается четырьмя цифрами.

1.2.1. Виды изделий

При выполнении конструкторской документации ГОСТ 2.101-97 устанавливает виды изделий всех отраслей промышленности. Изделие рассматривается как предмет производства с точки зрения комплекта конструкторских документов для его производства и эксплуатации. В связи с этим *изделием* называется любой предмет или совокупность предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

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

Изделие основного производства – изделие, предназначенное для поставки предприятием-изготовителем заказчику (потребителю). Изделие вспомогательного производства – изделие, предназначенное только для собственных нужд изготовляющего его предприятия.

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

С точки зрения выполнения конструкторской документации изделия, выпускаемые во всех отраслях промышленности, классифицируют по четырем видам:

- детали – вал, втулка, колесо, шкив и т.д.;
- сборочные единицы – подшипник, муфта, двигатель;
- комплексы – автоматическая линия, транспортер;
- комплекты – запасные части к станку, набор ключей и пр.

Детали составных частей не имеют. Сборочные единицы, комплекты и комплексы имеют составные части, перечень которых зависит от конкретного изделия.

Применительно к выполнению конструкторских документов изделия подразделяются на специфицированные – сборочные единицы, комплексы и комплекты и неспецифицированные – детали, не имеющие составных частей.

Понятие «составная часть» применяется только в отношении конкретного изделия, в состав которого она входит.

Деталью называется изделие, изготавливаемое из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла, литой корпус; пластина из биметаллического листа; печатная плата; маховичок из пластмассы (без арматуры); отрезок кабеля или провода заданной длины. К деталям также относятся вышеуказанные изделия, подвергнутые покрытиям (защитным или декоративным), независимо от вида, толщины и назначения покрытия, или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склепки, склейки, сшивки и т.п., например: винт, подвергнутый хромированию, трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона.

Сборочной единицей называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т.п.), например: автомобиль, редуктор, сварной корпус, маховичок из пластмассы с металлической арматурой.

К сборочным единицам при необходимости также относят:

а) изделия, для которых конструкцией предусмотрена разборка их на составные части предприятием-изготовителем, например, для удобства упаковки и транспортирования;

б) совокупность сборочных единиц и (или) деталей, имеющих общее функциональное назначение и совместно устанавливаемых на предприятии-изготовителе в другой сборочной единице, например: электрооборудование станка, автомобиля, вагона; комплект составных частей врезного замка (замок, запорная планка, ключи);

в) совокупность сборочных единиц и (или) деталей, имеющих общее функциональное назначение, совместно уложенных на предприятии-изготовителе в укладочные средства (футляр, коробку и т.п.), которые предусмотрено использовать вместе с уложенными в них изделиями, например: готовальня, комплект концевых плоскопараллельных мер длины.

Комплексом называется два и более специфицированных изделия взаимосвязанного назначения, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих специфицированных изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса. Например: цех-автомат, ракетный пусковой комплекс корабля и т.п.

В комплекс кроме изделий, выполняющих основные функции, могут входить детали, сборочные единицы и комплекты, предназначенные для вспомогательных операций, например, детали и сборочные единицы, предназначенные для монтажа комплекса на месте его эксплуатации; комплект запасных частей, укладочных средств и т.п.

Комплектом называется два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструментов и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры и т.п.

К комплектам также относятся сборочные единицы или детали, поставляемые вместе с набором других сборочных единиц или деталей, предназначенных для выполнения вспомогательных функций при эксплуатации этой сборочной единицы или детали.

1.2.2. Виды конструкторских документов

Виды и комплектность конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.102-2006.

К конструкторским документам (именуемым в дальнейшем словом «документы») относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

К графическим документам относят чертежи и схемы, к текстовым – спецификации, карты технического уровня, различные ведомости, таблицы, пояснительную записку и др.

Стандарт устанавливает следующие понятия и определения:

- основной конструкторский документ;
- основной комплект конструкторских документов;

- полный комплект конструкторских документов.

Основным конструкторским документом называют документ, который в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем конструкторскими документами полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав. Такими документами являются: для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификация, а для детали – чертеж детали. При этом устанавливается, что обозначение основного конструкторского документа одновременно является обозначением изделия.

Основным комплектом конструкторских документов изделия называется совокупность конструкторских документов, относящихся ко всему изделию в целом, например, сборочный чертеж, принципиальная электрическая схема, пояснительная записка.

Конструкторские документы составных частей в основной комплект не входят, например, в основной комплект сборочной единицы не входят чертежи и другие конструкторские документы составляющих его деталей и сборочных единиц.

Полный комплект конструкторских документов на изделие составляют (в общем случае) из следующих документов:

- основного комплекта конструкторских документов на данное изделие;

- основных комплектов конструкторских документов на все составные части данного изделия, примененные по своим основным конструкторским документам.

Номенклатура конструкторских документов, установленная ГОСТ 2.102-2006, приведена в таблице 1.2.

Чертеж детали содержит изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля, выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73, является обязательным документом в рабочей документации на детали и при необходимости может разрабатываться на стадии технического проекта.

Допускается не выполнять чертежи:

- на детали, изготавливаемые из фасонного или сортового материала отрезком под прямым углом и из листового материала резкой по окружности или по периметру прямоугольника без последующей обработки;

- на одну из деталей сборочной единицы в случаях, если эта деталь больших размеров и сложной конфигурации соединяется с дета-

лю менее сложной и меньших размеров запрессовкой, пайкой, сваркой, клепкой и т.п.;

Таблица 1.2

Виды документов

Код документа	Вид документа	Определение
–	Чертеж детали	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля
СБ	Сборочный чертеж	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. К сборочным чертежам также относят чертежи, по которым выполняют гидромонтаж и пневмомонтаж
ВО	Чертеж общего вида	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия
ГЧ	Теоретический чертеж	Документ, определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей
ГЧ	Габаритный чертеж	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами
МЭ	Электромонтажный чертеж	Документ, содержащий данные, необходимые для выполнения электрического монтажа изделия
МЧ	Монтажный чертеж	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения. К монтажным чертежам также относят чертежи фундаментов, специально разрабатываемых для установки изделия
УЧ	Упаковочный чертеж	Документ, содержащий данные, необходимые для упаковывания изделия
По ГОСТ 2.701	Схема	Документ, на котором показаны в виде условных изображений и обозначений составные части изделия и связи между ними
–	Спецификация	Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта
ВС	Ведомость спецификаций	Документ, содержащий перечень всех спецификаций составных частей изделия с указанием их количества и входимости
ВП	Ведомость покупных	Документ, содержащий перечень покупных из-

	ных изделий	делий, примененных в разрабатываемом изделии
--	-------------	--

Окончание табл. 1.2

Код документа	Вид документа	Определение
<i>ВИ</i>	Ведомость разрешения применения покупных изделий	Документ, содержащий перечень покупных изделий, разрешенных к применению в соответствии с ГОСТ 2.124-85
<i>ДП</i>	Ведомость держателей подлинников	Документ, содержащий перечень предприятий (организаций), на которых хранят подлинники документов, разработанных и (или) примененных для данного изделия
<i>ПТ</i>	Ведомость технического предложения	Документ, содержащий перечень документов, входящих в техническое предложение
<i>ЭП</i>	Ведомость эскизного проекта	Документ, содержащий перечень документов, входящих в эскизный проект
<i>ТП</i>	Ведомость технического проекта	Документ, содержащий перечень документов, входящих в технический проект
<i>ПЗ</i>	Пояснительная записка	Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснования принятых при его разработке технических и технико-экономических решений
<i>ТУ</i>	Технические условия	Документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах
<i>ПМ</i>	Программа и методика испытаний	Документ, содержащий технические данные, подлежащие проверке при испытаниях изделия, а также порядок и методы их контроля
<i>ТБ</i>	Таблица	Документ, содержащий в зависимости от его назначения соответствующие данные, сведенные в таблицу
<i>РР</i>	Расчет	Документ, содержащий расчеты параметров и величин, например, расчет размерных цепей, расчет на прочность и др.
По ГОСТ 2.601	Эксплуатационные документы	Документы, предназначенные для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия в процессе эксплуатации
По ГОСТ 2.602	Ремонтные документы	Документы, содержащие данные для проведения ремонтных работ на специализированных предприятиях
<i>И...</i>	Инструкция	Документ, содержащий указания и правила,

		используемые при изготовлении изделия (сборке, регулировке, контроле и т.п.)
--	--	--

- на деревянные детали, не сложные по конфигурации;
- на детали неразъемных соединений (сварных, паяных, клепанных, склеенных, обитых гвоздями и т.п.), входящих в состав изделий индивидуального производства;

- на детали изделий индивидуального производства, форма и размеры которых (длина, радиус сгиба и т.п.) устанавливаются по месту, например, отдельные части ограждений и настила, отдельные листы обшивки каркасов, полосы, трубы, доски, бруски и т.п.

Необходимые данные для изготовления и контроля деталей, на которые не выпускаются чертежи, указываются на сборочных чертежах и в спецификации.

Сборочный чертеж разрабатывается только на сборочные единицы на стадии рабочей документации в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73 и является обязательным конструкторским документом.

Чертеж общего вида разрабатывается только на проектных стадиях, при этом на стадии технического проекта является обязательным, а на стадии технического предложения и эскизного проекта для отдельных видов изделий может быть заменен соответствующей схемой, поясняющей принцип работы изделия, поскольку по этому документу изготовление изделия не производится. Выполняется чертеж общего вида в соответствии с требованиями ГОСТ 2.119-73.

Теоретический чертеж разрабатывается в соответствии с требованиями ГОСТ 2.102-2006 при необходимости, например, при плазово-шаблонном методе производства.

Габаритный чертеж разрабатывается по мере надобности в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73.

Монтажный чертеж разрабатывается при необходимости только в рабочей документации на сборочные единицы и комплексы в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73.

Схемы выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701-2008, ГОСТ 2.702-75, ГОСТ 2.703-68, ГОСТ 2.704-76. Обязательность выполнения отдельных видов схем (принципиальная, электрическая, гидравлическая, пневматическая и др.) должна определяться характером устройства изделия.

Спецификация составляется только в рабочей документации и является обязательным конструкторским документом. Допускается не

составлять спецификацию комплектов монтажных, сменных и запасных частей, инструмента, принадлежностей и материалов, упаковок, тары, если изделия и материалы, входящие в комплект, целесообразно записывать непосредственно в спецификацию изделия, для которого они назначаются.

Ведомость спецификаций служит для организации планирования запуска в производство специфицированных составных частей и подбора их спецификаций. Этот документ рекомендуется составлять в рабочей документации на комплексы и сборочные единицы, имеющие две и более ступени входимости составных частей и предназначенные для самостоятельной поставки. При передаче конструкторской документации предприятию-изготовителю составление ведомости спецификаций на эти изделия обязательно. Выполняется документ в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106-96.

Ведомость ссылочных документов содержит перечень документов, на которые имеются ссылки в конструкторских документах изделия. К ссылочным документам относятся нормали и руководящие технические материалы, устанавливающие отдельные требования к изделию (покрытию, термообработке, сварке, электрическому монтажу, гравировке и т.п.), а также технические условия на покупные изделия и материалы.

Эта ведомость составляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106-96 в рабочей документации на сборочные единицы, комплексы и комплекты только при передаче конструкторской документации предприятию-изготовителю изделия.

При передаче конструкторской документации по лицензиям в ведомость ссылочных документов следует включать также государственные стандарты.

Наличие ведомости ссылочных документов не устраняет необходимость ведения на предприятиях учета применяемости ссылочных документов, включая применяемость государственных стандартов, для обеспечения своевременного внесения изменений в конструкторские документы при изменении ссылочных документов.

При составлении *ведомости покупных изделий* следует учитывать, что к покупным относятся изделия, не изготавливаемые на данном предприятии, а получаемые в готовом виде, кроме получаемых в порядке кооперирования.

Ведомость покупных изделий является вторичным документом, служит для организации поставки покупных изделий и составляется

разработчиком документации по мере необходимости. Этот документ рекомендуется составлять только на изделия, предназначенные для самостоятельной поставки. Выполняется ведомость в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106-96.

Ведомость согласования применения изделий – документ, подтверждающий согласование с соответствующими организациями применение покупных изделий во вновь разрабатываемом изделии, например, ведомость согласования применения подшипников, ведомость согласования применения резисторов и др. Разрабатывается в соответствии с требованиями ГОСТ 2.124-85.

Ведомость держателей подлинников следует составлять в рабочей документации на сборочные единицы, комплексы и комплекты, имеющие самостоятельную поставку, и только в том случае, если держателями подлинников составных частей изделия является не одно предприятие. Составляется данная ведомость в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106-96.

Ведомости технического предложения, эскизного и технического проекта являются обязательными конструкторскими документами и выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.118-73, ГОСТ 2.119-73, ГОСТ 2.120-73.

Пояснительная записка составляется только на проектных стадиях разработки изделия и является обязательным конструкторским документом. Выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 и ГОСТ 2.106-96.

Технические условия – документ, отражающий интересующие потребителя технические параметры, качественные характеристики и комплектность изделия, методы их контроля и испытания, правила приемки, требования к маркировке, упаковке, хранению и транспортированию, гарантии поставщика и другие данные, определяющие эксплуатационные (потребительские) показатели изделия, обеспечивающие правильность их поставки и приемки потребителем.

Технические условия составляются только на стадии рабочей документации на изделия, предназначенные для самостоятельной поставки (реализации) потребителю. По согласованию потребителя (заказчика) и поставщика (разработчика конструкторской документации) технические условия могут быть составлены на отдельные составные части изделия. Выполняется документ в соответствии с требованиями ГОСТ 2.114-95, а порядок его согласования, утверждения и государственной регистрации определен ГОСТ 1.3-85.

Программа и методика испытаний, таблицы и расчеты должны разрабатываться по мере надобности, как и прочие документы, содержащие специфические требования или данные, необходимые для изготовления, эксплуатации и ремонта изделия и не включенные в другие конструкторские документы.

Номенклатура *таблиц, расчетов и документов прочих* при необходимости может устанавливаться отраслевыми стандартами в зависимости от характера и условий производства изделий. Выполняются данные документы в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 и ГОСТ 2.106-96.

Патентный формуляр – документ, отражающий результаты анализа отечественных и иностранных патентов, выявляющий предполагаемые изобретения, созданные в ходе разработки изделия, а также свидетельствующий о том техническом уровне, на котором разработано данное изделие. Патентный формуляр составляется на изделия, предназначенные к самостоятельной поставке потребителю. Разрабатывают документ в соответствии с требованиями ГОСТ 15.012-84.

Перечень изделий, при разработке которых должен составляться патентный формуляр, устанавливается соответствующими министерствами и ведомствами. К патентному формуляру на эти изделия должна быть приложена карта технического уровня соответствующей формы, выполненная в соответствии с требованиями ГОСТ 2.116-84.

Эксплуатационные и ремонтные документы составляются только на стадии рабочей документации. Номенклатура, обязательность и правила выполнения эксплуатационных документов устанавливаются в ГОСТ 2.601-2006, ремонтных документов – в ГОСТ 2.602-2006.

Для отдельных видов документов допускается совмещение в одном содержании двух и более документов. Габаритный чертеж может быть совмещен с чертежом детали; совмещенный документ выпускается под наименованием «чертеж детали». Габаритный и монтажный чертежи могут быть совмещены со сборочным чертежом; совмещенный чертеж выпускается под наименованием «сборочный чертеж». Расчеты могут быть совмещены с пояснительной запиской; совмещенный документ выпускается под наименованием «пояснительная записка».

Совмещенный документ должен соответствовать всем требованиям, предъявляемым к каждому из документов в отдельности.

Для удобства обращения и использования конструкторских документов всем документам (за исключением основных конструкторских, общетехнических и групповых документов) присвоены обозначения, состоящие из обозначения изделия, на которое они составляются и условного обозначения (шифра) документа.

В качестве шифра по возможности установлены начальные буквы наименования документа, что отвечает требованиям мнемоники, например:

СБ – сборочный чертеж;

КУ – карта технического уровня и качества продукции;

ПФ – патентный формуляр и т.п.

Состав конструкторских документов, разрабатываемых на конкретное изделие, имеющее самостоятельную поставку, выбирается разработчиком конструкторской документации в зависимости от характера устройства и сложности изделия и согласовывается с заказчиком, если последний является заказчиком конструкторской документации или заказчиком изделия и конструкторской документации на него.

Документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на проектные (техническое предложение, эскизный проект, технический проект) и рабочие (рабочая документация).

В зависимости от характера выполнения и их использования документы бывают следующих видов: оригиналы, подлинники, дубликаты, копии.

Подлинник – документ, оформленный подлинными установленными подписями и выполненный на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с него копий. Допускается в качестве подлинника использовать оригинал, репрографическую копию или экземпляр документа, изданного типографским способом, завизированный подлинными подписями лиц, разработавших данный документ и ответственных за нормоконтроль.

Оригинал – документ, выполненный на любом материале и предназначенный для изготовления по нему подлинников.

Дубликат – копия подлинника, обеспечивающая идентичность воспроизведения подлинника, выполненного на любом материале, позволяющем снятие с него копий.

Копия – документ, выполненный способом, обеспечивающим его идентичность с подлинником (дубликатом), и предназначенный

для непосредственного использования при разработке, в производстве, эксплуатации и ремонте изделий.

Копиями являются также микрофильмы-копии, полученные с микрофильма-дубликата.

Документы, предназначенные для разового использования в производстве (документы макета, стендов для лабораторных работ и др.), допускается выполнять в виде эскизных конструкторских документов.

Правила выполнения эскизных конструкторских документов не должны отличаться от правил выполнения рабочих конструкторских документов, за исключением следующих:

- документы могут существовать только в оригиналах;
- документы могут быть обозначены по системе, отличной от обозначения рабочих конструкторских документов;
- в документах при необходимости могут приводиться различного вида технологические пояснения;
- в документах допускается не указывать массу изделия и его составных частей;
- в документах не указывают литеру;
- изменения в документы вносят любым принятым на предприятии-разработчике способом.

Эскизные конструкторские документы отличаются от эскизов.

Эскиз – набросок на бумаге какого-либо изделия или процесса с относящимися к ним пояснениями.

Эскизы, как правило, выполняют от руки и они не являются конструкторскими документами. Однако при выполнении эскизов необходимо придерживаться общих правил выполнения конструкторских документов и особенно правил выполнения чертежей для их однозначного понимания.

Правила выполнения и обращения эскизных документов необходимо отражать в отраслевых стандартах и стандартах предприятия.

1.2.3. Стадии разработки документации

Стандартизация – важнейший рычаг технического прогресса, основа улучшения качества продукции, сокращения времени и средств на ее создание.

Экономия времени и средств при создании новых образцов техники и их внедрении зависит от успешного развития многих направ-

лений стандартизации, одним из которых является стандартизация правил разработки, оформления и обращения конструкторской документации. В процессе создания конструкторской документации стадийность разработки занимает одно из важнейших мест.

В комплексе стандартов Единой системы конструкторской документации ГОСТ 2.103-68 устанавливает стадии разработки конструкторских документов для изделий всех отраслей промышленности, единую терминологию и основное содержание этапов выполнения работ на каждой из стадий.

Обязательность выполнения стадий и этапов разработки конструкторской документации устанавливается *техническим заданием* на разработку. Техническое задание является исходным документом при разработке изделия, устанавливает основное назначение, техническую характеристику и технико-экономические требования, предъявляемые к новому изделию; объем и вид документации, передаваемой заказчику и ряд других важнейших требований.

Техническое задание – это обычно результат научно-исследовательских работ или предварительного макетирования, оно аккумулирует в себе все важнейшие требования и исходные данные по будущему изделию.

Техническое задание передается конструкторскому подразделению предприятия, научно-исследовательского учреждения или отдельной проектной организации для дальнейшей разработки документации изделия.

Содержание и построение технического задания в значительной степени предопределяет целенаправленность и ход проектирования и разработки изделия в целом.

ГОСТ 2.103-68 определяет наименование каждой стадии разработки и этапы выполнения работ по каждой из них.

Первой стадией разработки конструкторской документации является *техническое предложение* – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий и патентные исследования.

Техническое предложение после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки эскизного (технического) проекта. Требования к выполнению документов на стадии технического предложения изложены в ГОСТ 2.118-73.

Техническое предложение должно содержать обзор существующих образцов аналогичных или близких по назначению изделий отечественного и зарубежного производства, оценку их конструктивных особенностей и эксплуатационных показателей, варианты процессов работы и компоновок будущего изделия, расчет производительности по каждому варианту.

В техническом предложении должны быть указаны преимущества и недостатки каждого варианта, даны технико-экономические показатели изделия в оптимальном варианте (сравнительные данные по производительности, срокам окупаемости и т.д.), общий вид изделия оптимального варианта, его краткое описание в части конструкции и действия.

Возможны случаи, когда в техническом задании дается четкое решение какого-либо вопроса, например, определяется оптимальный вариант, и проектанту в техническом предложении не требуется разрабатывать варианты компоновки и указывать оптимальный вариант.

В некоторых случаях техническое предложение может быть разработано научно-исследовательским учреждением или другой организацией, а дальнейшее проектирование по установленному оптимальному варианту передается проектной организации.

Второй стадией разработки конструкторской документации является *эскизный проект* – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия.

Эскизный проект после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации. Выполняется эскизный проект в соответствии с требованиями ГОСТ 2.119-73.

При разработке эскизного проекта производится конструкторская проработка оптимального варианта, выполняются в эскизном исполнении основные сборочные единицы изделия, уточняется его общий вид, разрабатывается кинематическая схема, циклограмма или предварительная принципиальная электрическая схема и другие ос-

новные конструкторские элементы в зависимости от специфики изделия.

В эскизном проекте приводится краткое описание конструкции и действия (работы) изделия, указывается уточненная производительность, дается технико-экономический расчет.

На стадии эскизного проектирования могут быть внесены предложения о разработке макетов отдельных сборочных единиц изделия (а в некоторых случаях и изделия в целом) для проверки новых или наиболее важных конструктивных решений.

Следующая стадия разработки – *технический проект*, определяемый стандартом как совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации.

Технический проект после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки рабочей конструкторской документации. Требования к выполнению документов на стадии технического проекта изложены в ГОСТ 2.120-73.

Технический проект должен обеспечить возможность последующей успешной (без значительных дополнительных проектных работ) разработки рабочей документации на изделие.

В техническом проекте необходимо дать описание конструкции изделия и принципа его действия (работы), обосновать выбор материалов, видов защитных покрытий, указать требования к точности сборки отдельных сборочных единиц и всего изделия, а также другие характерные для изделия технические данные.

Технический проект должен содержать описание всех схем и окончательный технико-экономический расчет.

В процессе разработки конструкторской документации наличие всех проектных стадий необязательно. Определяющим фактором в этом случае является степень новизны и сложности разрабатываемого изделия. Действующий, например, в станкостроении нормативный документ, определяющий трудоемкость проектных работ, основан именно на принципе новизны изделия (изделие новое по конструкции, создаваемое на базе имеющегося изделия, модернизируемое и т.д.) и его сложности (степени автоматизации).

С точки зрения новизны все изделия делятся на пять групп.

К первой группе относятся изделия, являющиеся воспроизведением существующих образцов, без существенных переделок или с небольшими переделками.

Вторая группа – изделия, представляющие собой конструктивные модификации существующих базовых моделей с использованием унифицированных устройств и механизмов или изделия, разрабатываемые путем модернизации существующих образцов.

К третьей группе относятся изделия, отличающиеся от существующих моделей и типов размерными параметрами.

В четвертую группу входят изделия новые по конструктивному оформлению, но предназначенные для выполнения распространенных в практике операций, изделия, при проектировании которых может быть необходима экспериментальная проверка конструктивных решений отдельных сборочных единиц.

К пятой группе отнесены изделия новые по конструктивному оформлению, основанные на принципиально новых конструктивных решениях, направление которых выявляется в результате экспериментальных проверок и научно-исследовательских работ.

Групп сложности по нормативному документу тоже пять.

Группа А – изделия с простой кинематикой, с нерегулируемыми скоростями главных движений, с неавтоматизированными вспомогательными процессами.

Группа Б – изделия со ступенчатыми переключениями скоростей и подач, децентрализованным управлением механизмами и кинематически не обусловленной производительностью.

Группа В – изделия, кинематика которых предусматривает ступенчатое или бесступенчатое регулирование скоростей при централизованном, но неавтоматизированном управлении. Вспомогательные операции не автоматизированы.

Группа Г – изделия автоматического и полуавтоматического типа, в которых полностью или частично автоматизированы рабочие и вспомогательные операции. Управление централизованного или преселективного типа.

Группа Д – изделия, в которых автоматизация операций осуществляется с применением электроники или специальных электрических или гидравлических схем, причем в таких изделиях зачастую предусматривается автоматическая перестройка режима работы в зависимости от физического состояния и свойств или размеров обрабатываемого предмета.

Если предстоит разработка документации на новое и сложное изделие, то предусматриваются все стадии разработки (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Стадии разработки конструкторской документации на изделия всех отраслей промышленности и этапы выполнения работ

Стадия разработки	Этапы выполнения работ
Техническое предложение	Подбор материалов. Разработка технического предложения с присвоением документам литеры «П». Рассмотрение и утверждение технического предложения
Эскизный проект	Разработка эскизного проекта с присвоением документам литеры «Э». Изготовление и испытание макетов (при необходимости). Рассмотрение и утверждение эскизного проекта
Технический проект	Разработка технического проекта с присвоением документам литеры «Т». Изготовление и испытание макетов (при необходимости). Рассмотрение и утверждение технического проекта
Рабочая конструкторская документация: а) опытного образца (опытной партии) изделия, предназначенного для серийного (массового) или единичного производства (кроме разового изготовления); б) серийного (массового) производства	Разработка конструкторской документации, предназначенной для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии), без присвоения литеры. Изготовление и предварительные испытания опытного образца (опытной партии). Корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца (партии) с присвоением документам литеры «О». Приемочные испытания опытного образца (опытной партии). Корректировка конструкторской документации по результатам приемочных испытаний опытного образца (опытной партии) с присвоением документам литеры «О ₁ ». При последующих (повторных) изготовлениях и испытаниях опытного образца (опытной партии) и соответствующей корректировке конструкторских документов им присваивают соответственно литеры «О ₂ », «О ₃ » и т.д. Изготовление и испытание установочной серии по документации с литерой «О ₁ ». Корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и испытания установочной серии, а также оснащения технологического процесса изготовления изделия, с присвоением документам литеры «А». Изготовление и испытания головной (контрольной) серии ус-

	тановившегося серийного или массового производства. Корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и испытания головной (контрольной) серии с присвоением литеры «Б» проверенным документам
--	--

Предполагается, что соответствующее сочетание групп новизны и сложности должно быть решающим при определении необходимых стадий конструкторской разработки.

Ранее разработанные конструкторские документы применяют при разработке новых или модернизации изготавливаемых изделий в следующих случаях:

– в проектной документации (техническом предложении, эскизном и техническом проектах) и рабочей документации опытного образца (опытной партии) – независимо от литерности применяемых документов;

– в конструкторской документации с литерами «О₁», «О₂», «А», «Б», если литерность применяемого документа та же или высшая.

Литерность полного комплекта конструкторской документации определяется низшей из литер, указанных в документах, входящих в комплект, кроме документов покупных изделий.

Разработка конструкторской документации для индивидуального производства выделена из общей таблицы в отдельный пункт стандарта, в котором сказано, что рабочим конструкторским документам для индивидуального производства присваивается литера «И».

Разработке рабочей документации для индивидуального производства может предшествовать выполнение отдельных стадий (техническое задание, техническое предложение, эскизный проект и т.д.) и соответствующие этапы работ.

Применение стандарта на стадии разработки конструкторской документации должно обеспечить однозначное понимание требований к содержанию работ на различных стадиях и этапах разработки проектной и рабочей документации, облегчить передачу документации из одной организации в другую, повысить ее качество и увеличить экономический эффект от внедрения новых изделий.

1.2.4. Форматы

Чертежи и другие конструкторские документы всех отраслей промышленности и строительства должны выполняться на листах определенных форматов стандартных размеров.

Форматы листов чертежей определяются размерами внешней рамки, выполняемой тонкой линией. Каждый чертеж оформляется рамкой поля чертежа, проведенной с трех сторон на расстоянии 5 мм от границы формата, а с четвертой (левой) стороны – на расстоянии 20 мм для брошюровки в альбом (рис. 1.1). В правом нижнем углу каждого листа вплотную к рамке выполняется основная надпись, форма, размеры и содержание которой приведены на рисунке 1.3. Как правило, в левом верхнем углу формата располагается дополнительная графа, содержащая обозначение чертежа, повернутое на 180° .

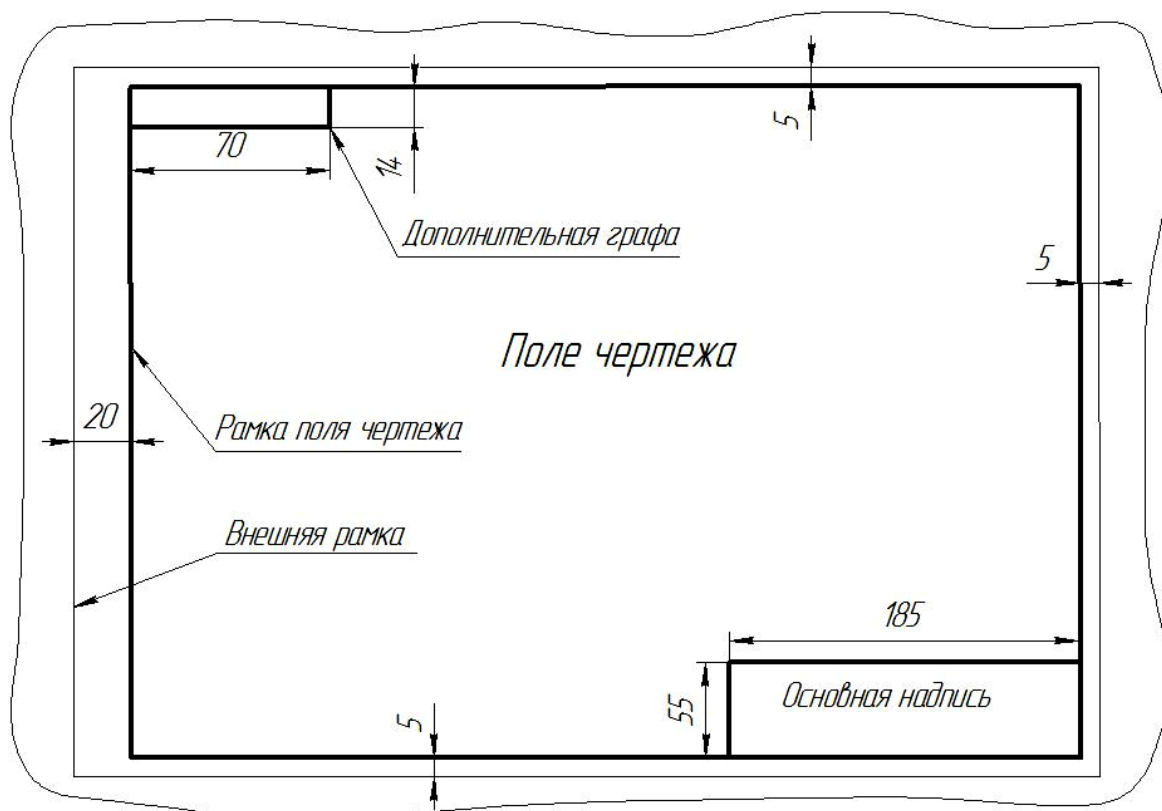


Рис. 1.1. Оформление чертежа

ГОСТ 2.301-68 установил следующие зависимости параметров форматов: площадь формата А0 равна 1 м^2 , а стороны относятся как $1:\sqrt{2}$; если одна из сторон формата будет стороной квадрата, то другая – его диагональю (рис. 1.2, а). Такое соотношение сторон выбрано из следующих соображений:

– прямоугольник с соотношением сторон $1:\sqrt{2}$ просто построить при помощи циркуля и линейки;

– легко получить любой другой формат, опять же при помощи линейки и циркуля. Каждый меньший последующий формат получается делением пополам предыдущего формата параллельно его меньшей стороне (рис. 1.2, б и табл. 1.4) или делением большей стороны пополам.

Обозначение и размеры основных форматов чертежа приведены в таблице 1.4.

Дополнительные форматы образуются путем увеличения сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата А4. Обозначение производного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности согласно таблице 1.5, например, А0×2, А4×8 и т.д.

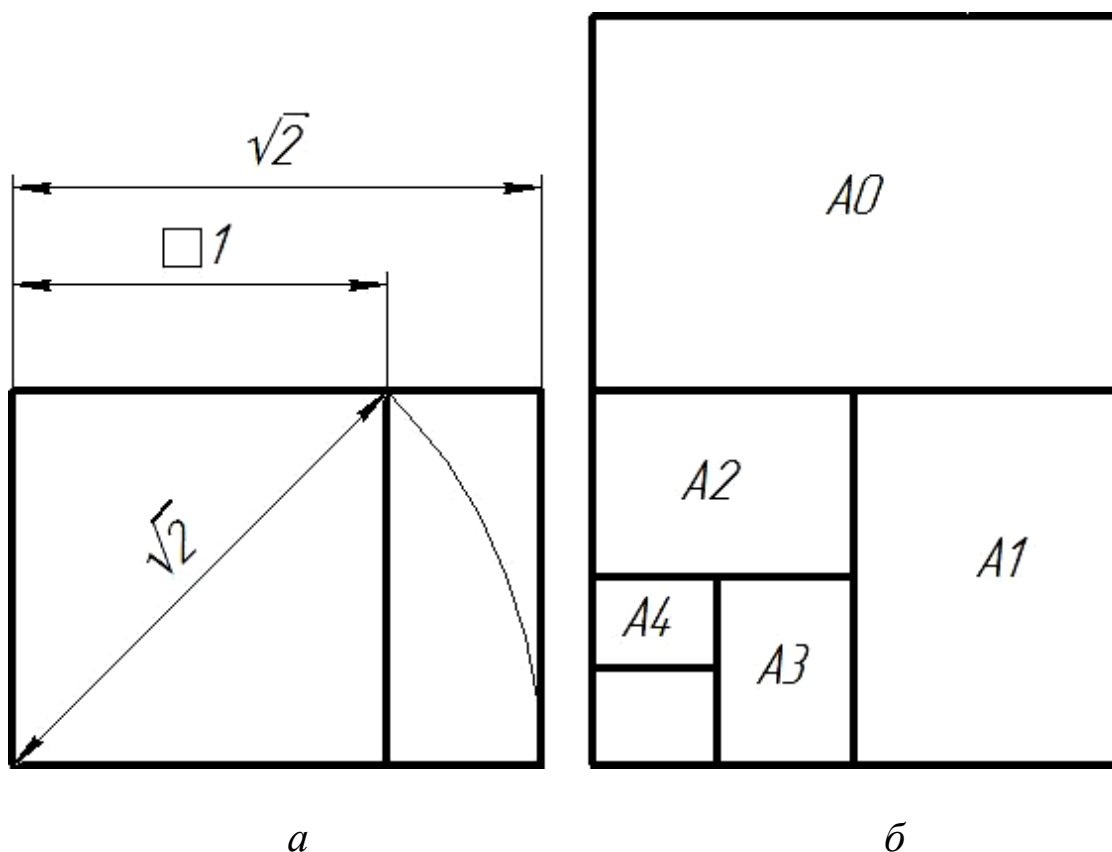


Рис. 1.2. Форматы чертежа

Таблица 1.4

Основные форматы чертежа

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

Иногда допускается применение формата А5 с размерами сторон 148×210. Такая необходимость может возникнуть при изображении графически простых деталей. Меньшего формата, чем А5, получить невозможно, так как не останется места для основной надписи (рис. 1.1).

Таблица 1.5

Размеры дополнительных форматов чертежа (мм)

Кратность	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189×1682	-	-	-	-
3	1189×2523	841×1783	594×1261	420×891	297×630
4	-	841×2378	594×1682	420×1189	297×841
5	-	-	594×2102	420×1486	297×1051
6	-	-	-	420×1783	297×1261
7	-	-	-	420×2080	297×1471
8	-	-	-	-	297×1682

1.2.5. Основные надписи

Формы, размеры и порядок заполнения основной надписи и дополнительных граф к ней в чертежах, схемах и текстовых документах устанавливает **ГОСТ 2.104-2006**.

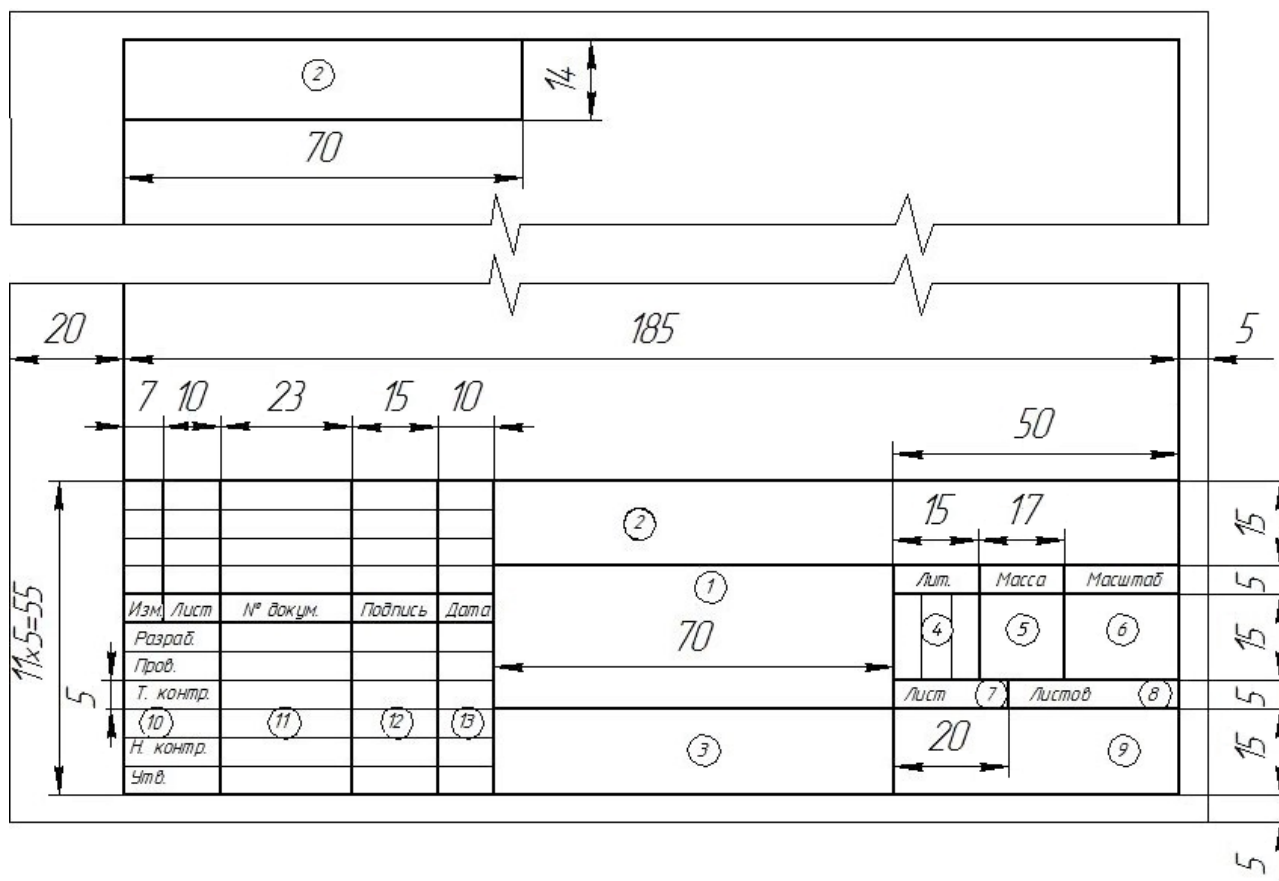


Рис. 1.3. Основная надпись, форма 1

Основная надпись, дополнительные графы к ней и рамки выполняются сплошными основными и сплошными тонкими линиями, а именно: тонкие линии наносятся там, где вносятся фамилии и подписи лиц, ответственных за разработку данной детали или изделия, графы литеры, остальные линии – основные.

Основная надпись всегда располагается в правом нижнем углу формата, горизонтально, вплотную к рамке (см. рис. 1.1).

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи, дополнительных граф к ней, а также размеры рамок на чертежах и схемах должны соответствовать *форме 1* (см. рис. 1.3), а в текстовых документах должны соответствовать *форме 2* (рис. 1.4) и *форме 2а* (рис. 1.5) указанного выше ГОСТа:

1 – наименование чертежа (начинается с существительного в единственном числе);

2 – обозначение чертежа (в учебных чертежах состоит из индекса раздела курса, номера задания, варианта, порядкового номера чертежа, например, ИГ01.22.001);

3 – обозначение материала (заполняют только на чертежах и эскизах деталей);

- 4 – литера чертежа в соответствии с этапом выполнения работ (на учебных чертежах используют литеру «У»);
- 5 – масса изделий (на учебных чертежах не указывается);
- 6 – масштаб;
- 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
- 8 – количество листов (графу заполняют только на первом листе, если документ состоит из одного листа, указывают 1);
- 9 – наименование предприятия, выпустившего чертеж (на учебных чертежах указывают наименование учебного заведения и шифр группы, например, КрасГАУ гр. М-12);
- 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписавшим чертеж;
- 11 – фамилии лиц, подписавших чертеж (указывают без инициалов);
- 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- 13 – даты, когда были сделаны подписи.

Форма 2 – основная надпись для текстовых конструкторских документов на первом или заглавном листе (рис. 1.4).

Форма 2а – основная надпись для текстовых конструкторских документов на втором и последующих листах (рис. 1.5). Допускается форму 2а применять для второго и последующих листов чертежей и схем.

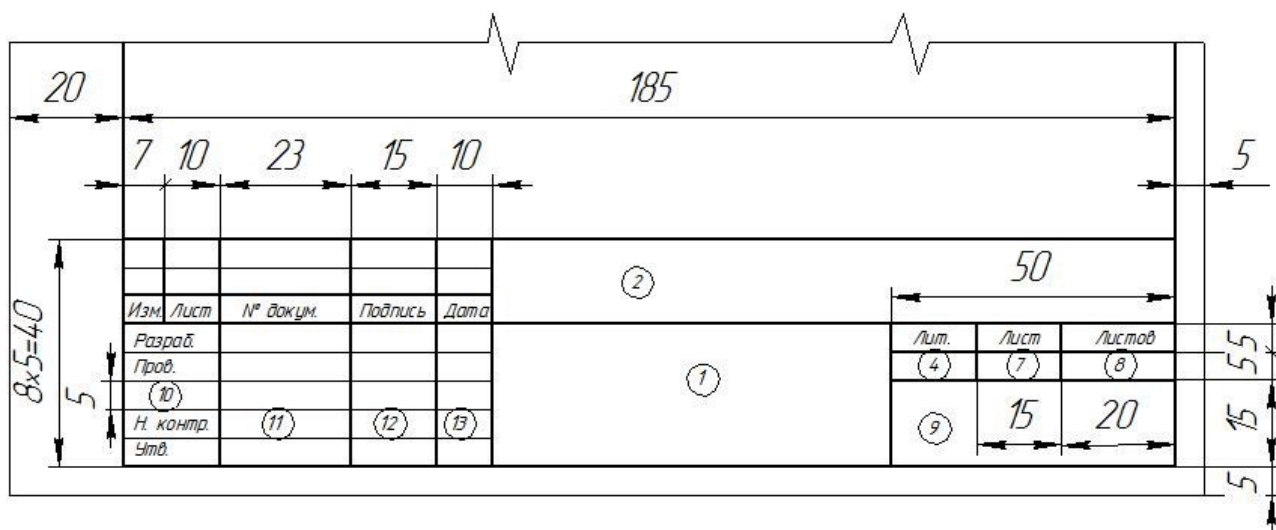


Рис. 1.4. Основная надпись, форма 2

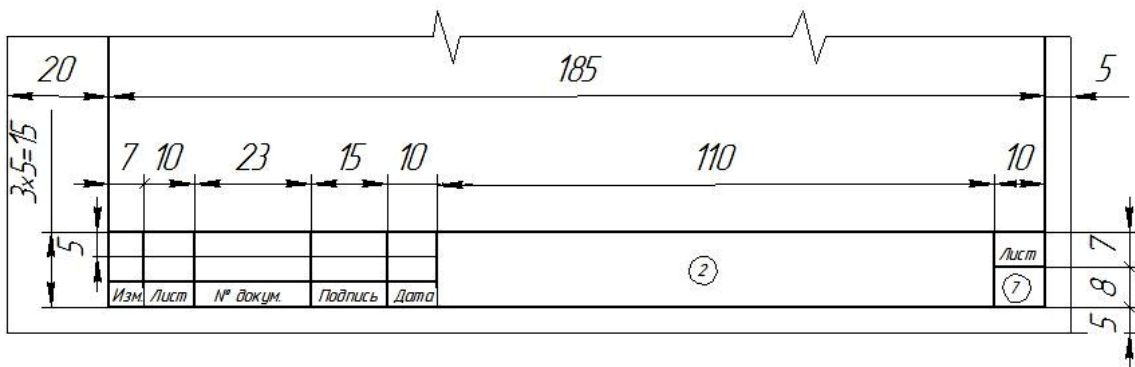


Рис. 1.5. Основная надпись, форма 2а

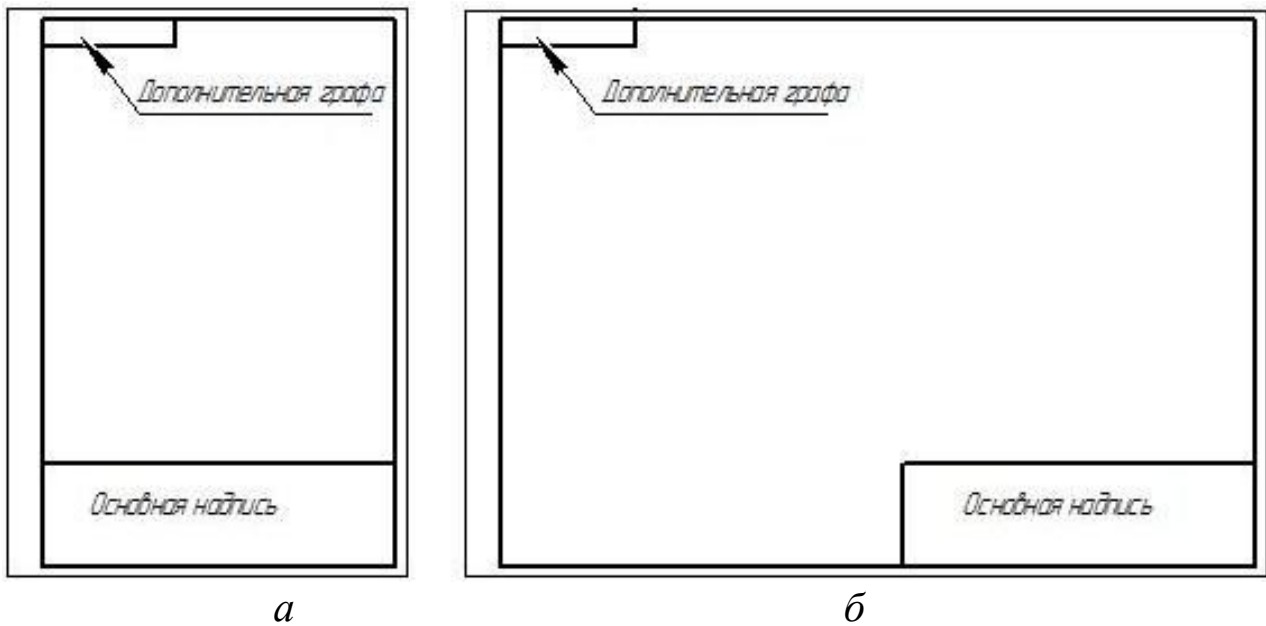


Рис. 1.6. Расположение основной надписи и дополнительной графы

На формате А4 основную надпись размещают только вдоль короткой стороны, дополнительную графу в левом верхнем углу – вдоль короткой стороны (рис. 1.6, а).

На форматах больше А4 при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа дополнительная графа располагается, как показано на рисунке 1.6, б.

На форматах больше А4 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа дополнительная графа располагается, как показано на рисунке 1.7.

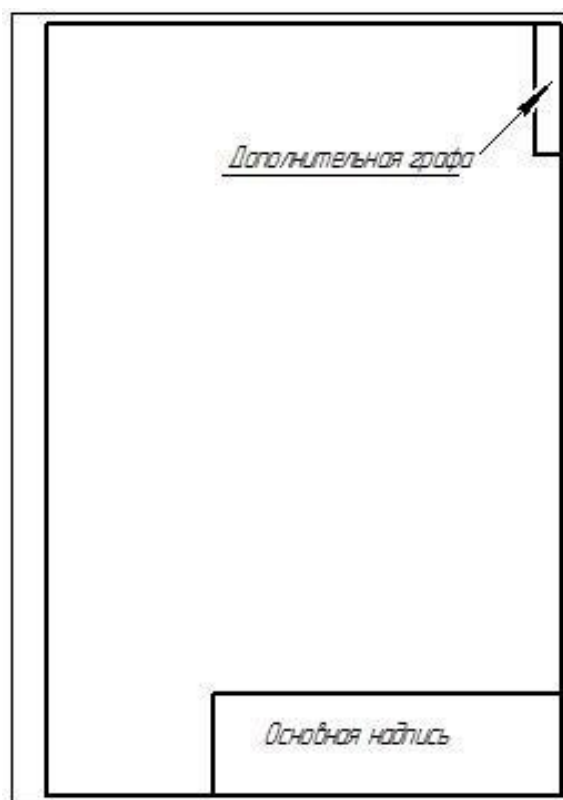


Рис. 1.7. Расположение основной надписи и дополнительной графы

1.2.6. Спецификация

Основным конструкторским документом, определяющим состав изделия (сборочной единицы, комплекса, комплекта), является его спецификация, которая необходима как для непосредственного изготовления изделия, так и для комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство составных частей, входящих в изделие.

Форму, размеры и порядок заполнения спецификации устанавливает **ГОСТ 2.108-96** (рис. 1.8).

Основная надпись по ГОСТ 2.104-2006, форма 2

Формат	Экст	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание

Рис. 1.8. Спецификация

Каждая сборочная единица независимо от ее состава, назначения, применяемости и структурной связи с другими изделиями может стать предметом самостоятельного производственного планирования

любого предприятия, поэтому необходимо иметь спецификацию на каждую сборочную единицу.

Для исключения дублирования данных, содержащихся в документации, и в то же время учитывая необходимость обеспечения соответствующими данными производства для выполнения сборочных работ, а также органов производственного планирования предприятия, спецификацию сборочной единицы следует выполнять на отдельных листах в виде самостоятельного конструкторского документа в соответствии с требованиями ГОСТ 2.108-96. Она должна содержать составные части, непосредственно входящие в специфицируемое изделие, а также перечень конструкторских документов, непосредственно относящихся к специфицируемому изделию в целом и к его неспецифицируемым составным частям. Специфицированные составные части, входящие в данное изделие, в его спецификации не раскрываются, так как они имеют свои спецификации.

В основной надписи спецификации (см. рис. 1.4) в графе 1 записывают наименование специфицируемой сборочной единицы, одинаковое с указанным на соответствующем сборочном чертеже. В графе 2 указывают тот же индекс, что имеет сборочный чертеж, только без шифра (спецификация не имеет условного обозначения).

Спецификация выполняется на листах формата А4. Заполняют спецификацию сверху вниз. Разделы спецификации располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. В спецификации указывают заголовки только тех разделов, составные части которых входят в изделие. Наименование раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают сплошной тонкой линией. После каждого раздела оставляют несколько свободных строк для дополнительных записей.

Графы спецификации заполняются следующим образом.

Графа «Формат» необходима для подбора подлинников, которые должны храниться поформатно. В ней указывают форматы документов, обозначения которых записаны в графе «Обозначение». Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в этой графе пишут «БЧ» (без чертежа). В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» эта графа не заполняется.

Графа «Зона» облегчает использование сборочных чертежей больших форматов, поля которых разбивают на зоны в соответствии с ГОСТ 2.104-2006. На учебных чертежах эта графа не заполняется.

В графе «Позиция» указываются порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие в последовательности записи их в спецификации. В разделах «Документация» и «Комплекты» эта графа не заполняется.

В графе «Обозначение» указываются обозначения записываемых документов в соответствии с ГОСТ 2.201-80. В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» эта графа не заполняется.

В графе «Наименование» указывается в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Комплекты» – наименование записываемых в спецификацию составных частей; в разделе «Документация» – только наименование документа, например, «*Сборочный чертеж*», «*Пояснительная записка*»; в разделе «Стандартные изделия» указывают наименование и обозначение изделий в соответствии со стандартами, например, «*Болт М12×70 ГОСТ 7805-70*».

В пределах каждой категории стандартов на стандартные изделия запись производят по одноименным группам, в пределах каждой группы – в алфавитном порядке возрастания обозначений стандарта, в порядке возрастания размеров или основных параметров изделия. Например, группу крепежных изделий нужно записывать в такой последовательности: болты, винты, гайки, шайбы, шпильки и т.д. В разделе «Материалы» указывают обозначение материалов, установленных в стандартах и технических условиях на эти материалы.

В графе «Количество» указывается количество составных частей изделия, записываемых в данную спецификацию, на одно специфицируемое изделие, а в разделе «Материалы» – общее количество материалов на одно изделие с указанием единицы измерения.

В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения для производства, а также для изделий, документов, материалов, внесенных в спецификацию.

Для сборочной единицы, состоящей из небольшого числа составных частей, графическое изображение которой может быть размещено на формате А4 вместе с ее спецификацией, стандарт допускает совмещение сборочного чертежа со спецификацией, которую следует выполнять по той же форме, что и спецификацию, выполняемую на отдельных листах.

1.2.7. Масштабы

Все чертежи выполняют в масштабах, утвержденных **ГОСТ 2.302-68**.

Масштабы изображений в чертежах в зависимости от сложности и величины изображаемых изделий или их составных частей, а также от вида чертежа нужно выбирать из представленного в таблице 1.6 ряда.

Таблица 1.6

Масштабы (ГОСТ 2.302-68)

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т.д.

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, помещают справа от надписи, относящейся к изображению, в круглых скобках. Например: А (1:2), А-А (1:2).

1.2.8. Линии




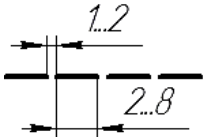
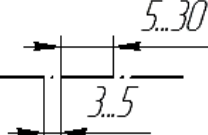
Все чертежи выполняют линиями различного типа и толщины, причем толщина линий зависит от величины, сложности и назначения чертежа.

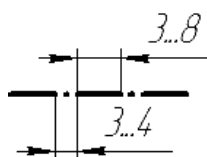
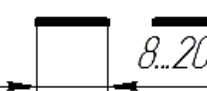
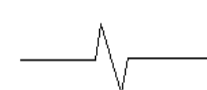
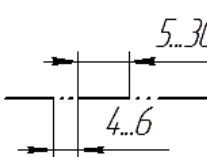
ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах (рис. 1.9).

Указанный стандарт устанавливает назначение и начертание девяти типов линий, это – сплошная (основная, тонкая, волнистая и тонкая с изломами), штриховая, штрихпунктирная (тонкая, утолщенная и с двумя точками) и разомкнутая линии (табл. 1.7).

Сплошная тонкая линия предназначена для построений, выносных и размерных линий, штриховки разрезов и сечений, линии контура наложенного сечения, линии-выноски, полки линий-выносок и др. (табл. 1.7). *Расстояние между линиями штриховки принимают от 1 до 10 мм в зависимости от величины площади штриховки.*

Линии (ГОСТ 2.303-68)

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		S	Линии видимого контура. Линии перехода видимые. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2. Сплошная тонкая		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линия контура наложенного сечения. Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии-выноски. Полки линий-выносок и подчеркивание надписей. Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях. Линии перехода воображаемые. Следы плоскостей, линии построения характерных точек
3. Сплошная волнистая		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза
4. Штриховая		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии невидимого контура. Линии перехода невидимые
5. Штрихпунктирная тонкая		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии осевые и центровые. Линии сечения, являющиеся осями симметрии для вынесенных и наложенных сечений

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
6. Штрихпунктирная утолщенная		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{2}{3}S$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию. Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
7. Разомкнутая		От S до $1\frac{1}{2}S$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломом		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линия сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Волнистой линией показывают линии обрыва и линии разграничения вида и разреза.

Штриховую линию применяют для изображения на чертежах линий невидимого контура.

Штрихпунктирной тонкой линией проводят осевые и центровые линии, линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.

Штрихпунктирная тонкая линия с двумя точками применяется для изображения линий сгиба и частей изделий в крайних или промежуточных положениях, а также для изображения развертки, совмещенной с видом.

Утолщенная штрихпунктирная линия применяется для обозначения поверхности, подлежащей термической обработке или нанесения покрытия.

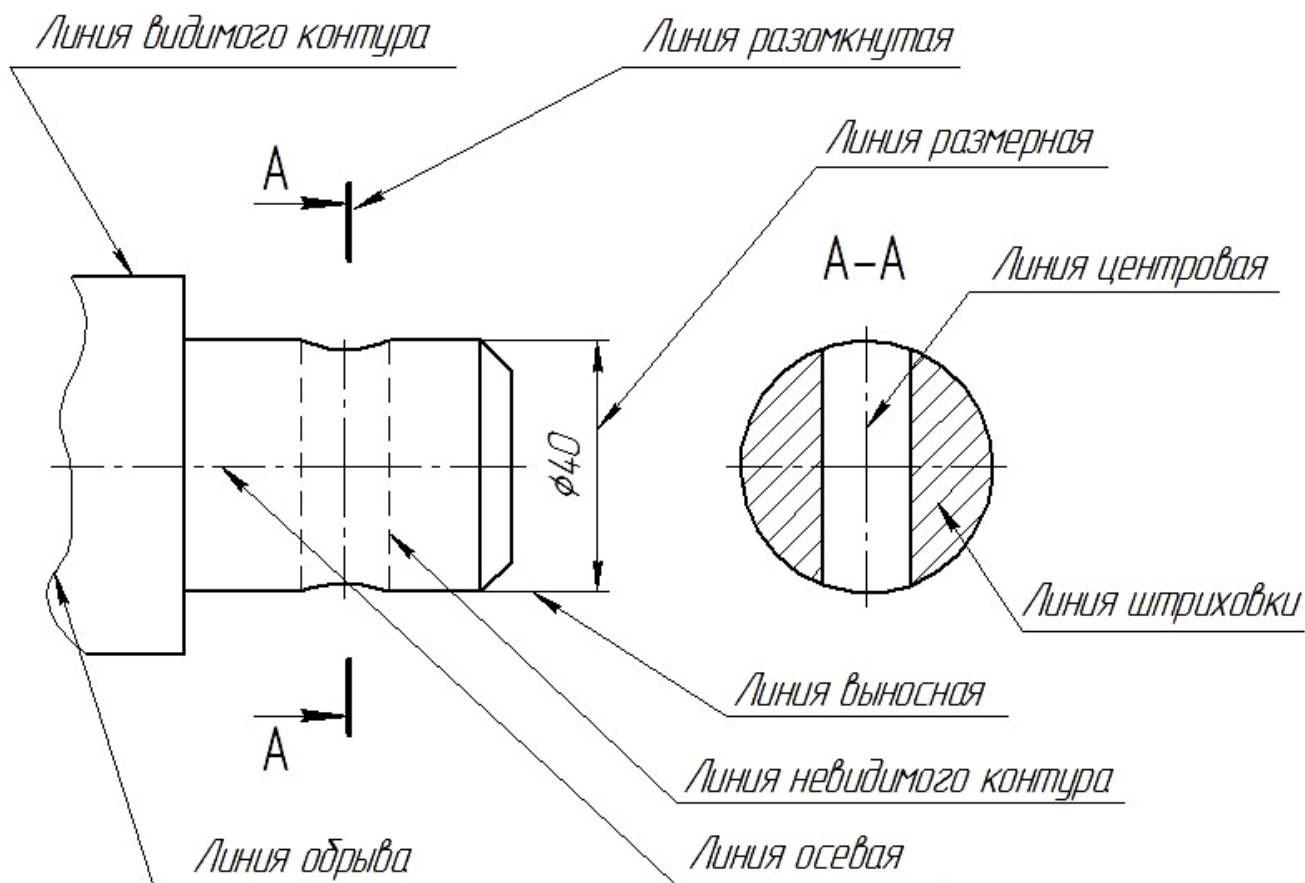


Рис. 1.9. Типы линий

Длину штрихов в штриховых линиях следует выбирать в пределах от 2 до 8 мм в соответствии с толщиной линий, а расстояние между штрихами примерно 1...2 мм.

Длина штрихов в штрихпунктирных тонких линиях должна быть в пределах от 5 до 30 мм, при малых изображениях длину штрихов рекомендуется выбирать меньшей длины. Промежутки между штрихами в этих линиях рекомендуется брать для линии с одной точкой от 3 до 6 мм, а с двумя точками – примерно 4...6 мм.

Длина штрихов в штрихпунктирных утолщенных линиях должна быть в пределах от 3 до 8 мм, при малых изображениях длину штрихов рекомендуется выбирать меньшей величины. Промежутки между штрихами в этих линиях рекомендуется выбирать от 3 до 5 мм.

Разомкнутую линию применяют для обозначения линий разрезов и сечений (см. рис. 1.8, А–А). Длину штрихов в этих линиях следует выбирать в пределах от 8 до 20 мм в зависимости от величины изображения.

При выполнении чертежа следует руководствоваться следующими требованиями:

- толщина линий одного типа должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже, вычерченных в одном масштабе;
- штрихи в линии должны быть приблизительно одинаковой длины;
- штриховые и штрихпунктирные линии должны начинаться и заканчиваться штрихами, которые рекомендуется выводить за контур изображения предмета на 3 ... 5 мм;
- штриховые и штрихпунктирные линии должны пересекаться между собой и другими линиями чертежа штрихами;
- если диаметр окружности в изображении менее 12 мм, то штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими;
- центр окружности во всех случаях должен определяться пересечением штрихов.

1.2.9. Шрифты чертежные

ГОСТ 2.304-81 регламентирует правила написания шрифтов (букв, цифр, условных знаков). Необходимость строгого соблюдения этого ГОСТа продиктована проблемой быстрого и безошибочного распознавания надписей невооруженным глазом или вооруженным, или «читающим» устройством в различных условиях (при различной освещенности, когда наблюдатель неподвижен, а движется чертеж, или наоборот). Кроме того, чертежи со временем могут изнашиваться, и надписи становятся менее четкими. Ошибки при чтении размерных чисел недопустимы. Поэтому к качеству шрифта на чертежах предъявляют особые требования.

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.304-81 шрифты, применяемые при оформлении чертежей и других технических документов всех отраслей промышленности и строительства, установлены двух типов: тип А с толщиной линии 1:14 (табл. 1.8) и тип Б с толщиной 1:10 (табл. 1.9) с наклоном под углом 75° к основанию строки (рис. 1.10) или без наклона (рис. 1.11).

Устанавливаются следующие размеры шрифта (высота прописной буквы в миллиметрах): 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Применение шрифта типа А с размером 1,8 не рекомендуется и допускается только для типа Б.

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПР

СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

абвгдежзийклмнопрст

уфхцчшщъыьэюя

12345678903

Рис. 1.10. Шрифт типа А с наклоном

À Á Â Ã Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ð

Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ ß

à á â ã ä å æ ç è é ê ë ì í î ï ð ñ ò

ó ô õ ö ÷ ø ù ú û ü ý þ ÿ

12345678903

Рис. 1.11. Шрифт типа Б без наклона

Основные параметры шрифта типа А с толщиной линии 1:14

Параметр шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм							
				2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
Размер шрифта – высота прописных букв	<i>h</i>	(14/14) <i>h</i>	14 <i>d</i>	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
Ширина прописных букв и арабских цифр	<i>g</i>	(7/14) <i>h</i>	7 <i>d</i>	1,3	1,4	2,1	3,5	4,9	7,0	9,8	
Ширина прописных букв А, Д, Х, Ы, Ю	<i>g</i>	(8/14) <i>h</i>	8 <i>d</i>	1,4	1,6	2,4	4,0	5,6	8,0	11,2	
Ширина прописных букв Е, С и цифр 3, 5	<i>g</i>	(6/14) <i>h</i>	6 <i>d</i>	1,1	1,2	1,8	3,0	4,2	6,0	8,4	
Ширина прописных букв Ж, М, Ш, Щ, Ъ	<i>g</i>	(9/14) <i>h</i>	9 <i>d</i>	1,6	1,8	2,7	4,5	6,3	9,0	12,6	
Ширина прописной буквы Ф	<i>g</i>	(11/14) <i>h</i>	11 <i>d</i>	2,0	2,2	3,3	5,5	7,7	11,0	15,4	
Ширина цифры 1	<i>g</i>	(4/14) <i>h</i>	4 <i>d</i>	0,7	0,8	1,2	2,0	2,8	4,0	5,6	
Высота строчных букв	<i>c</i>	(10/14) <i>h</i>	10 <i>d</i>	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
Ширина строчных букв	<i>g</i>	(6/14) <i>h</i>	6 <i>d</i>	1,1	1,2	1,8	3,0	4,2	6,0	8,4	
Ширина строчных букв м, ъ, ы, ю	<i>g</i>	(7/14) <i>h</i>	7 <i>d</i>	1,3	1,4	2,1	3,5	4,9	7,0	9,8	
Ширина строчной буквы ж	<i>g</i>	(8/14) <i>h</i>	8 <i>d</i>	1,4	1,6	2,4	4,0	5,6	8,0	11,2	
Ширина строчных букв т, ф, ш, щ	<i>g</i>	(9/14) <i>h</i>	9 <i>d</i>	1,6	1,8	2,7	4,5	6,3	9,0	12,6	
Ширина строчных букв з, с	<i>g</i>	(5/14) <i>h</i>	5 <i>d</i>	0,9	1,0	1,5	2,5	3,5	5,0	7,0	
Расстояние между буквами	<i>a</i>	(2/14) <i>h</i>	2 <i>d</i>	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	
Минимальное расстояние между основаниями строк	<i>b</i>	(22/14) <i>h</i>	22 <i>d</i>	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0	
Минимальное расстояние между словами	<i>e</i>	(6/14) <i>h</i>	6 <i>d</i>	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	
Толщина линий шрифта	<i>d</i>	(1/14) <i>h</i>	<i>d</i>	0,18	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,4	

Основные параметры шрифта типа Б с толщиной линии 1:10

Параметр шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм							
				1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Размер шрифта – высота прописных букв	h	$(10/10) h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Ширина прописных букв, кроме указанных ниже и цифры 4	g	$(6/10) h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Ширина прописных букв Г, Е, З, С и цифр 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9	g	$(5/10) h$	$5d$	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Ширина прописных букв А, Д, М, Х, Ы, Ю	g	$(7/10) h$	$7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Ширина прописных букв Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ	g	$(8/10) h$	$8d$	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0
Ширина цифры 1	g	$(3/10) h$	$3d$	0,5	0,8	1,0	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
Высота строчных букв	c	$(7/10) h$	$7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Ширина строчных букв, кроме указанных ниже	g	$(5/10) h$	$5d$	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Ширина строчных букв м, ъ, ы, ю	g	$(6/10) h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Ширина строчных букв ж, т, ф, ш, щ	g	$(7/10) h$	$7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Ширина строчных букв з, с	g	$(4/10) h$	$4d$	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0
Расстояние между буквами	a	$(2/10) h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Минимальное расстояние между основаниями строк	b	$(17/10) h$	$17d$	3,4	4,0	6,0	8,5	12	17,0	24,0	34,0
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10) h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Толщина линий шрифта	d	$(1/10) h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

Нижние горизонтальные отростки у прописных и строчных букв Ц и Щ типов А и Б делают за счет промежутков между смежными буквами, а вертикальные (также черта над Й) – за счет промежутка между строками.

При выполнении надписей шрифтом вначале необходимо построить карандашом вспомогательную сетку (рис. 1.12) в виде тонких линий, а затем от руки нанести на эту сетку буквы и цифры тонкими линиями. Необходимая толщина линий букв и цифр достигается при обводке мягким карандашом.

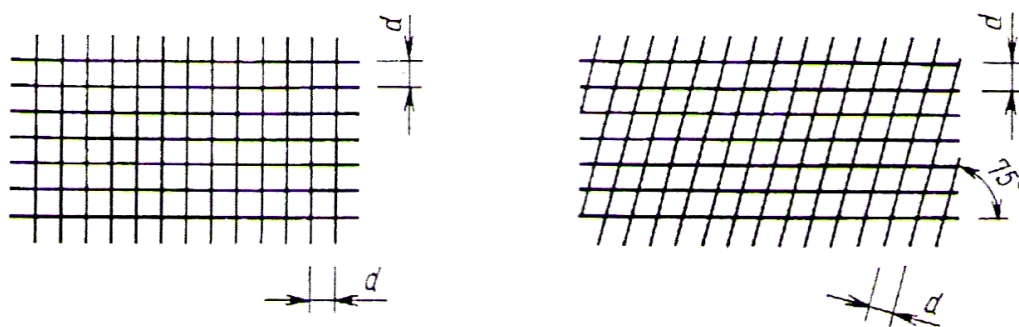


Рис. 1.12. Вспомогательная сетка

На рисунке 1.13 показано построение шрифта типа А (рис. 1.13, а) и типа Б (рис. 1.13, б) по вспомогательной сетке.

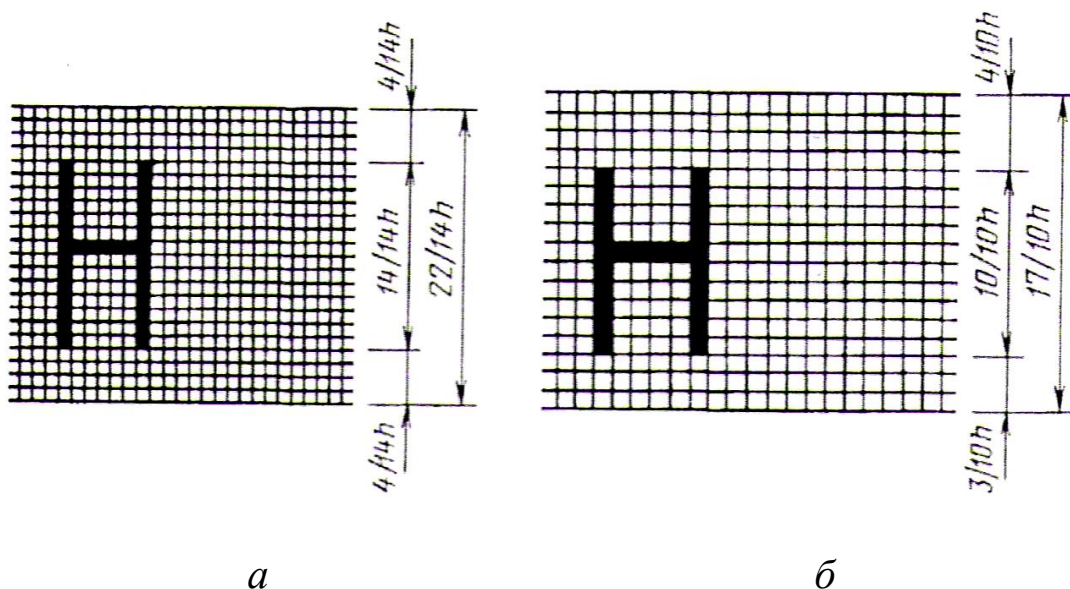


Рис. 1.13. Построение шрифта по вспомогательной сетке

Стандарт предусматривает следующие термины, обозначения и определения (рис. 1.14):

1. Размер шрифта h – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах.

2. Высота прописных букв h измеряется перпендикулярно к основанию строки. Высота строчных букв c определяется из отношения их высоты (без отростков k) к размеру шрифта h , например, $c=(7/10)h$.

3. Ширина буквы g , толщина линии шрифта d , расстояние между буквами a и минимальное расстояние между строками b определяются в зависимости от типа шрифта (табл. 1.5 и 1.6).

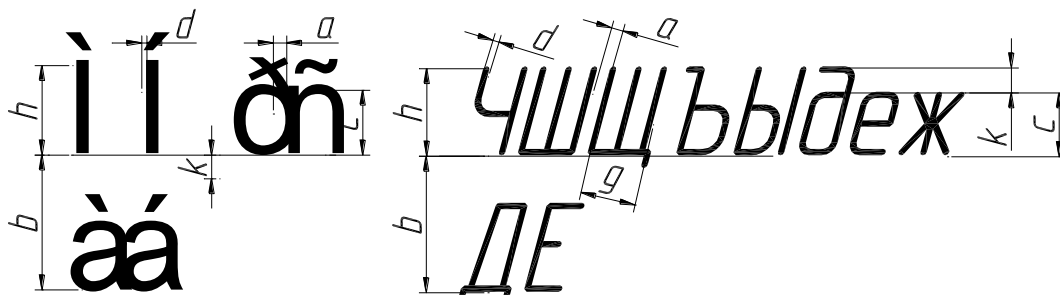


Рис. 1.14. Обозначения при построении шрифта

При выполнении чертежей часто используются специальные знаки, правила нанесения которых приведены на рисунке 1.15.

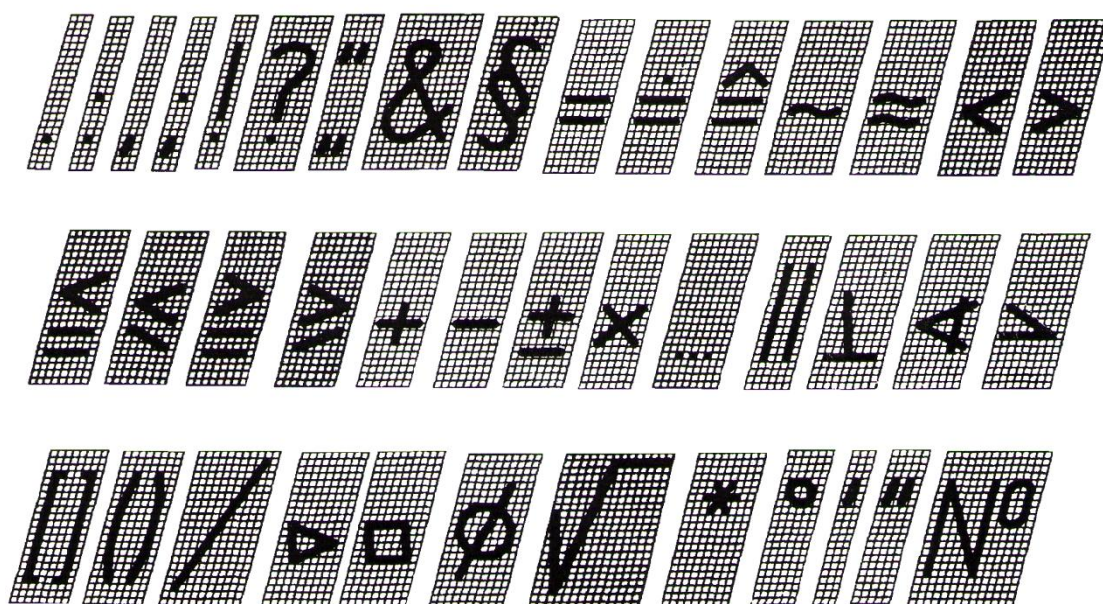


Рис. 1.15. Построение специальных знаков (тип А с наклоном)

При нанесении знака « \emptyset » перед размерным числом высота окружности знака должна быть равна $(5/7)h$, где h – высота размерного числа, а высота наклонного штриха должна быть равна высоте размерного числа и угол наклона 60° .

При нанесении знака «□» перед размерным числом высота знака должна быть равна $(5/7)h$.

При нанесении знака «R» перед размерным числом высота знака должна быть равна h – высоте размерного числа.

Пример начертания цифр и знаков чертежного шрифта представлен на рисунке 1.16.



Рис. 1.16. Начертание цифр и специальных знаков

Дроби, показатели, индексы и предельные отклонения выполняются шрифтом на одну ступень меньшим, чем размер шрифта основной величины, или одинакового размера с ним (рис. 1.17). Десятичные знаки следует отделять четко выполненной запятой (в виде черты), оставляя для нее достаточный промежуток между смежными цифрами.

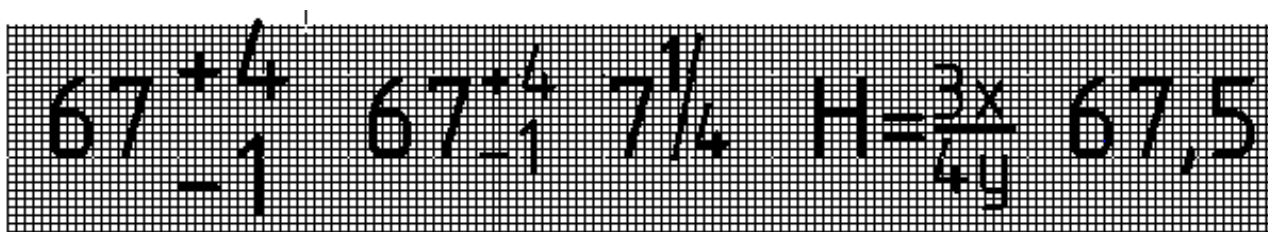


Рис. 1.17. Начертание дробей по вспомогательной сетке

Применение шрифта размера, меньшего чем 3,5, при нанесении размерных чисел на чертежах, выполненных в карандаше, не допускается.

1.2.10. Нанесение размеров

Простановка размеров на чертеже является одной из важнейших операций, поэтому необходимо познакомиться с правилами их нанесения.

Нанесение размеров на чертеже регламентируется ГОСТ 2.307-68. Основанием для определения величины изображен-

ного изделия и его элементов служат размерные числа, проставленные на чертеже. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Требование минимальности простановки размеров обусловлено тем, что лишний размер увеличивает время чтения чертежа из-за его загруженности. Пропуск или ошибка в размерах приводят к браку при изготовлении изделия. Повторять размеры одного и того же элемента детали на изображениях не допускается.

Размеры выражают геометрические величины объектов, расстояния и углы между ними, координаты отдельных точек. Величина изображенного на чертеже изделия и его элементов (частей) определяется размерными числами, нанесенными на чертеже.

Числовые значения величин должны выбираться из ряда нормальных линейных размеров по ГОСТ 6636-69 (табл. 1.10).

Размеры подразделяются на линейные и угловые. Линейные определяют длину, ширину, высоту, толщину, диаметр и радиус элементов детали. Угловые определяют углы между линиями и плоскостями элементов детали, а также углы между элементами.

Линейные размеры на чертежах указываются в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 45° , $45^\circ 30'$, $60^\circ 45' 30''$.

Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах.

Размеры на чертеже наносят без учета масштаба изображения, т.е. значения размерных чисел определяют действительные размеры, которые должно иметь изготовленное изделие.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями, ограничиваемыми с обоих или одного концов стрелками или засечками.

Размерная линия – это отрезок, графически выражающий величину, а также ориентацию размера. Размерные линии (рис. 1.18, а) проводят параллельно тому отрезку, линейный размер которого наносят. Выносные линии, а также заменяющие их осевые, проводят перпендикулярно размерным линиям. В случаях, подобных изображению на рисунке 1.18, б, выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовывали параллелограмм.

Таблица 1.10

Нормальные линейные размеры по ГОСТ 6636-69 (в мм)

Ряд				Дополнительные размеры	Ряд				Дополнительные размеры	Ряд				Дополнительные размеры	
Ra 5	Ra 10	Ra 20	Ra 40		Ra 5	Ra 10	Ra 20	Ra 40		Ra 5	Ra 10	Ra 20	Ra 40		
1,0	1,0	1,0	1,0	1,25 1,35 1,45 1,55 1,65 1,75 1,85 1,95 2,05 2,15 2,30	6,3	6,3	6,3	6,3	6,2	40	40	40	40	41 44 46 49 52 55 58 62 65 70 73 78 82 88 92 98 102 108 112 115 118 135 145 155 165 175 185 195 205 215 230	
		1,1	1,1					7,1	7,1	7,0			45		45
	1,2	1,2	1,2				8,0	8,0	8,0	7,8		50	50		50
		1,4	1,4					9,0	9,0	8,8			56		56
1,6	1,6	1,6	1,6			10	10	10	10	9,8	63	63	63		63
		1,8	1,8					11	11	10,8			71		71
	2,0	2,0	2,0				12	12	12	11,8		80	80		80
		2,2	2,2					14	14	13,5			90		90
2,5	2,5	2,5	2,5			16	16	16	16	15,5	100	100	100		100
		2,8	2,8					18	18	17,5			110		110
	3,2	3,2	3,2			20	20	20	18,5		125	125	125		
		3,6	3,6				22	22	19,5			140	140		
4,0	4,0	4,0	4,0		25	25	25	25	20,5	160	160	160	160		
		4,5	4,5				28	28	21,5			180	180		
	5,0	5,0	5,0			32	32	32	23,0		200	200	200		
		5,6	5,6				36	36	27			220	220		
		6,0	6,0				38	38	29			240	240		

При выборе размеров предпочтение должно отдаваться рядам с более крупной градацией (ряд Ra 5 следует предпочитать ряду Ra 10 и т.д.)

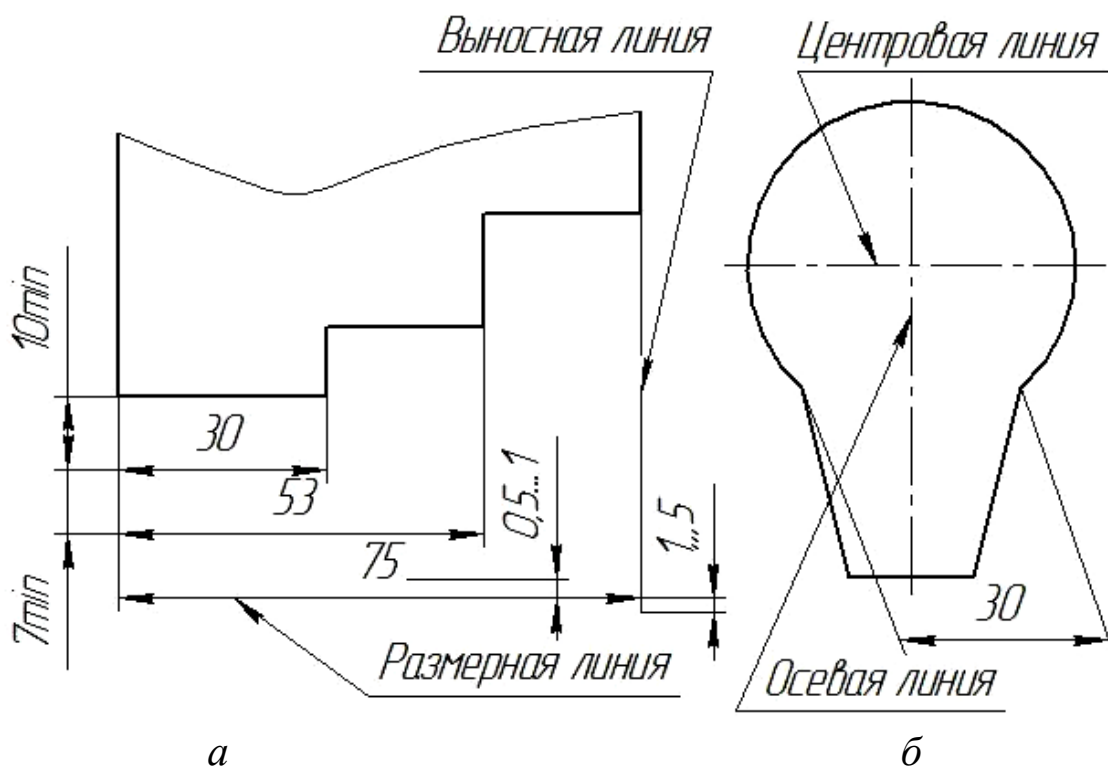


Рис. 1.18. Расположение на чертеже размерных линий и чисел

Размерные линии не должны являться продолжениями линий контура, центровых и выносных линий. Размерную линию желательно наносить вне контура изображения. Размерные и выносные линии следует выполнять сплошными тонкими линиями. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Расстояние между контурной и размерной линией должно быть не менее 10 мм, а между размерными линиями не менее 7 мм. Выносные линии должны выходить за концы стрелок или засечек на 1...5 мм (см. рис. 1.18, а).

Размерный текст обычно состоит из размерного числа. При необходимости в размерный текст могут включаться различные специальные обозначения, а также допуски. Размерные числа наносят над размерной линией как можно ближе к ее середине, причем промежуток между размерным числом и размерной линией должен быть 0,5...1 мм (см. рис. 1.18, а). В пределах одного чертежа размерные числа выполняют шрифтом одного размера. На учебных чертежах рекомендуется применять шрифт размером 3,5 или 5 мм. Предпочтительная высота размерных чисел равна 5 мм.

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси

симметрии (рис. 1.19) или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета.

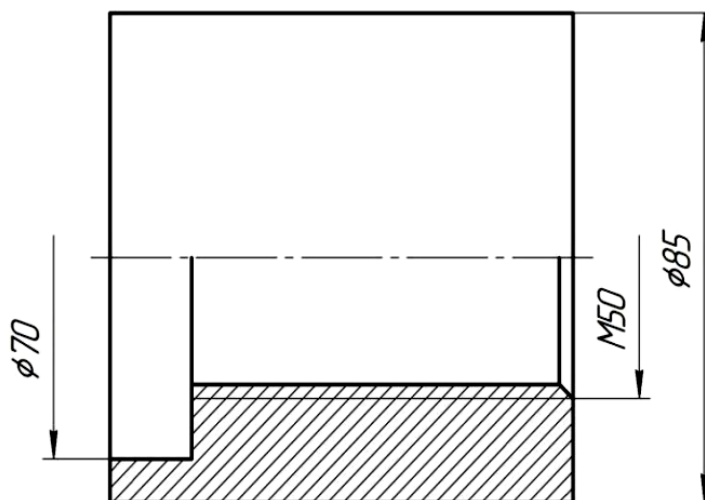


Рис. 1.19. Размещение размеров на симметричном предмете

Величину стрелки выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже.

Форма, размер стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рисунке 1.20.

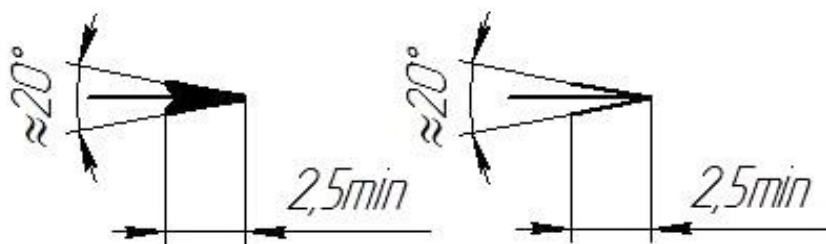


Рис. 1.20. Форма и размер стрелки размерной линии

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально (рис. 1.21).

При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят concentrically to the arc, а выносные линии – параллельно биссектрисе угла, и над размерным числом наносят знак « \frown », как показано на рисунке 1.22.

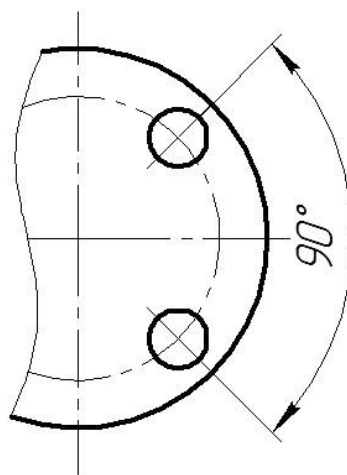


Рис. 1.21. Нанесение размера угла

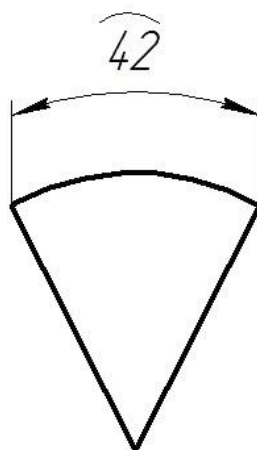


Рис. 1.22. Нанесение размера дуги

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно к размерным (рис. 1.23).

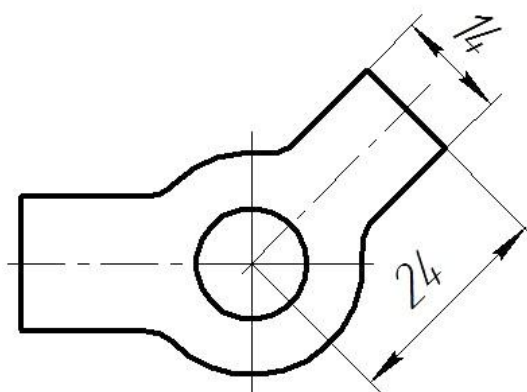


Рис. 1.23. Нанесение линейных размеров

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 1.24).

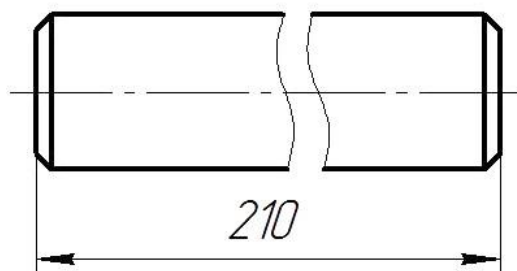


Рис. 1.24. Нанесение размера изделия с разрывом

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные (или за контурные, осевые, центровые и т.д.) и стрелки наносят так, как показано на рисунке 1.25.

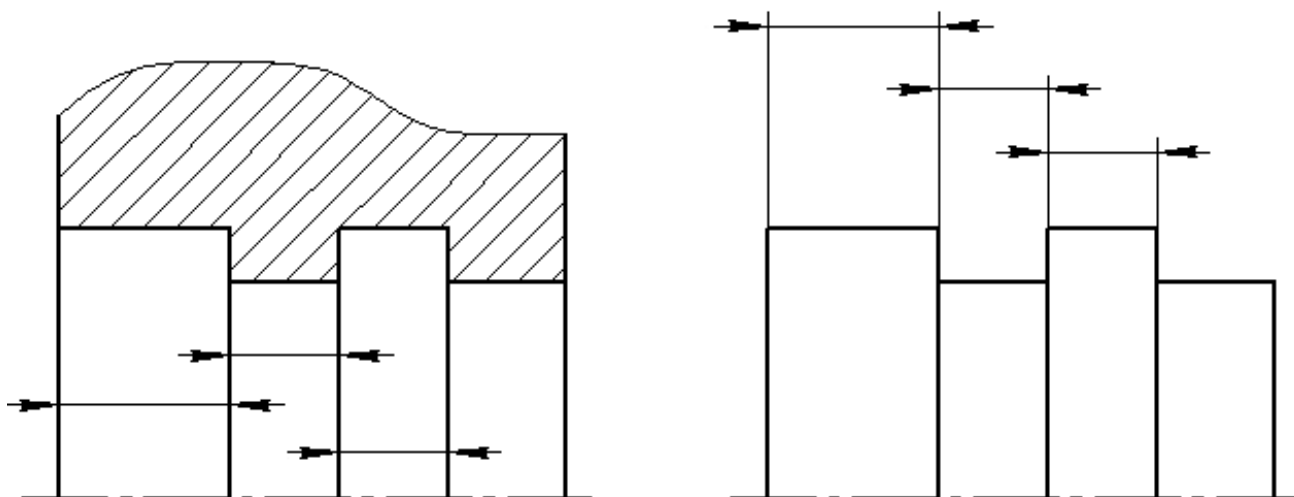


Рис. 1.25. Размещение стрелок при недостаточной длине размерных линий

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменить засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рис. 1.26, а) или четко наносимыми точками (рис. 1.26, б).

При нанесении нескольких параллельных (рис. 1.27) или концентрических (рис. 1.28) размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.

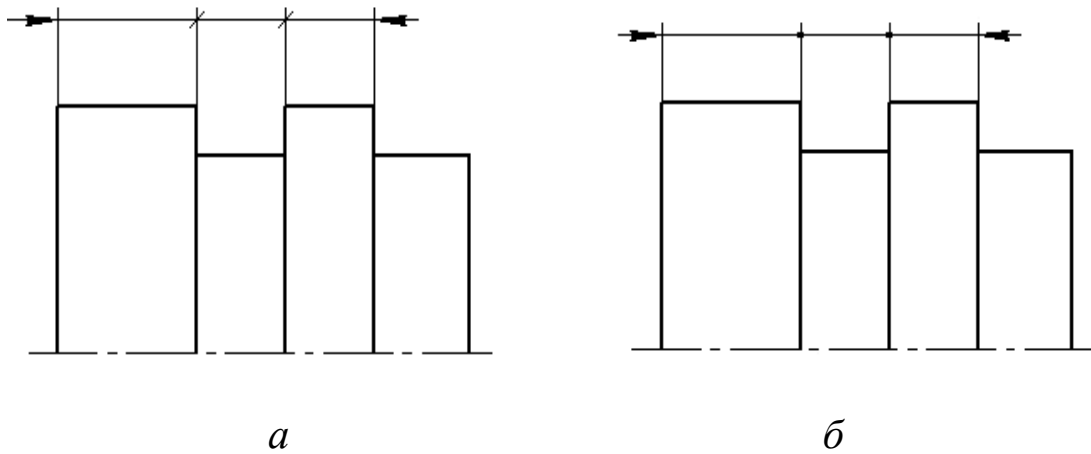


Рис. 1.26. Нанесение размерных линий цепочкой при их недостаточной длине

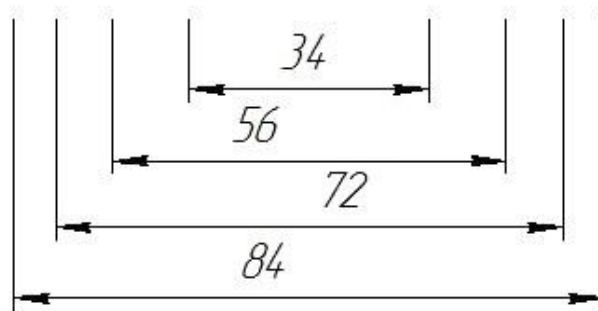


Рис. 1.27. Размещение параллельных размерных линий

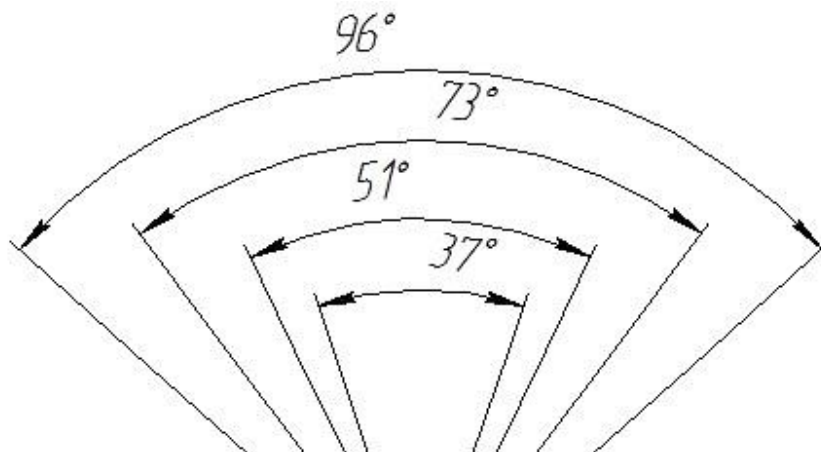


Рис. 1.28. Размещение концентрических размерных линий

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают так, как показано на рисунке 1.29, причем все размерные числа и надписи должны читаться со стороны основной надписи или при повороте формата вправо. Данное требование продиктовано тем, что изображения в основном располагают относительно основной надписи так, как располагается деталь на

станке при ее изготовлении. Если необходимо указать размер в заштрихованной зоне, то размерное число наносят на полке линии-выноски (рис. 1.29).

Для указания размера угла размерная линия проводится в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально. Знаки градусов наносят на уровне высоты цифры размерного числа (рис. 1.30).

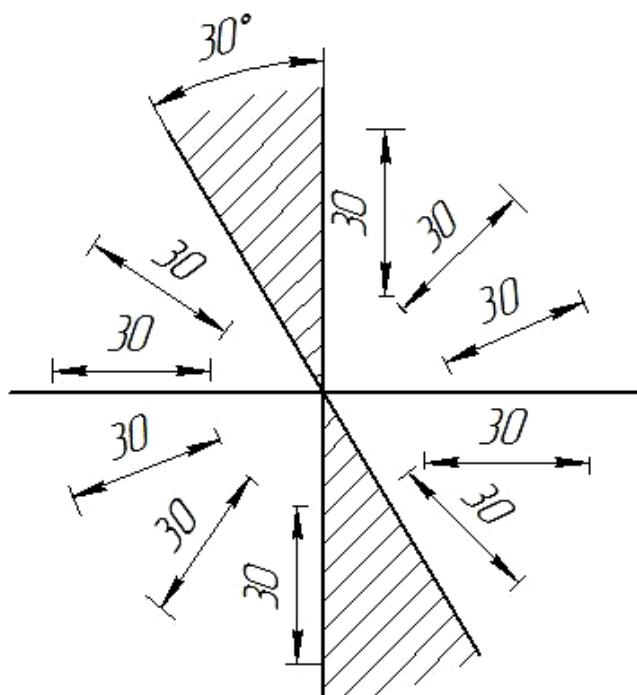


Рис. 1.29. Нанесение размерных чисел линейных размеров при различных наклонах размерных линий

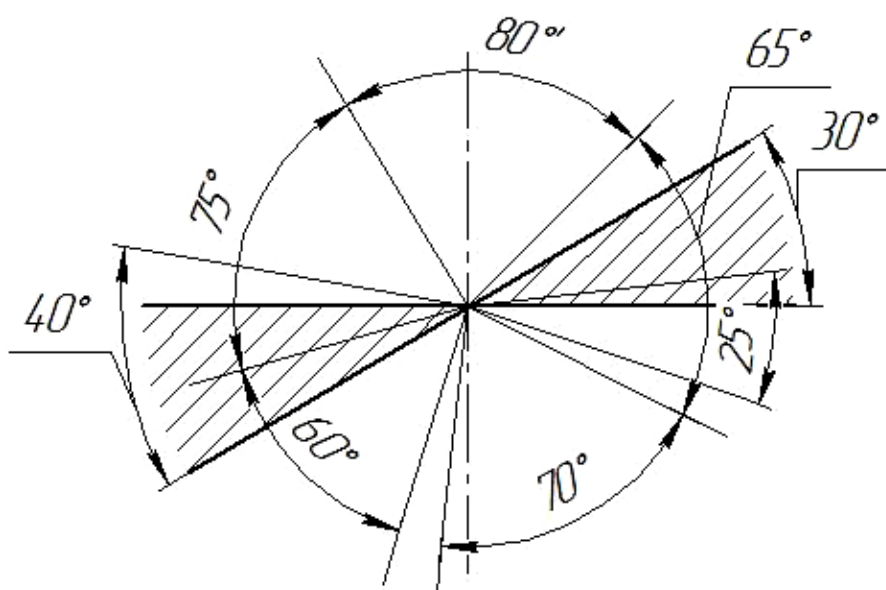


Рис. 1.30. Нанесение размерных чисел угловых размеров при различных наклонах размерных линий

В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа угловых размеров наносятся над размерными линиями со стороны их выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии, – со стороны вогнутости размерных линий. Размерное число, расположенное в отмеченной штрихами зоне, должно располагаться на горизонтальной полке линии-выноски (размеры 30° и 40°) (рис. 1.30).

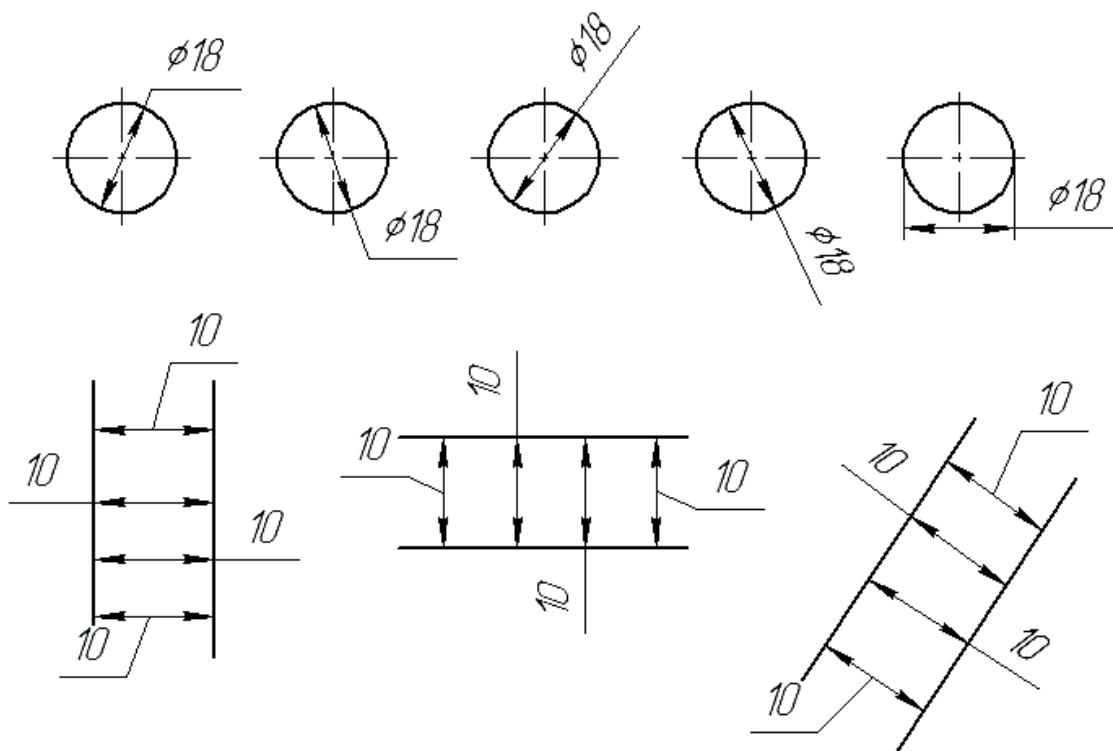


Рис. 1.31. Нанесение размеров при недостатке места над размерной линией

При указании размера диаметра всегда перед размерным числом наносят знак « \varnothing » (см. рис. 1.31, 1.32), высота которого равна высоте цифр размерных чисел. Знак представляет собой окружность, пересеченную косой чертой под углом 60° к размерной линии.

Если для написания размерного числа над размерной линией недостаточно места, то размеры наносят так, как показано на рисунке 1.31.

Если недостаточно места для нанесения стрелок, то размеры наносят так, как показано на рисунке 1.32.

Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяется наибольшим удобством чтения (см. рис. 1.31, 1.32).

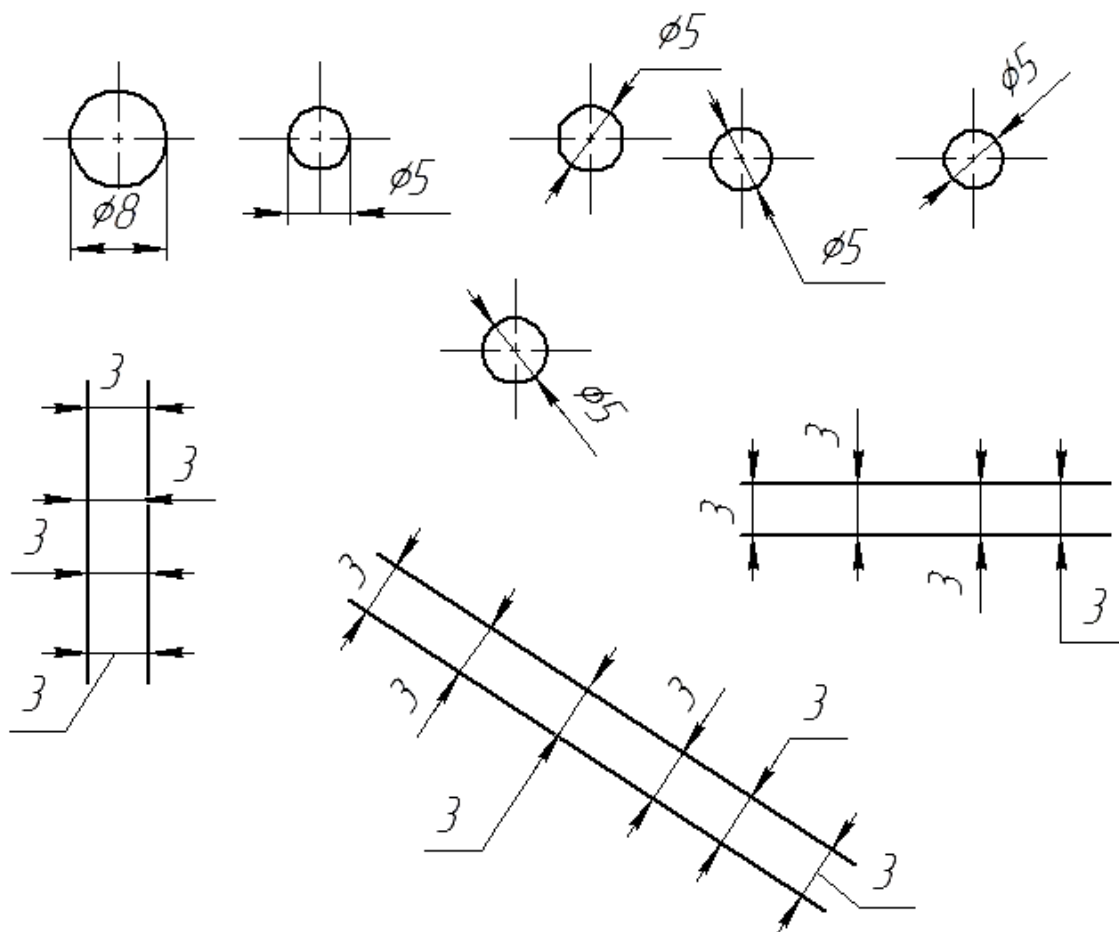


Рис. 1.32. Нанесение размеров при недостатке места для нанесения стрелок

Размерные числа нельзя разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.

В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии (рис. 1.33, а) и линии штриховки (рис. 1.33, б) прерывают.

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно, более наглядно (рис. 1.34).

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R* (рис. 1.35).

Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то центр изображают в виде пересечения центровых или выносных линий.

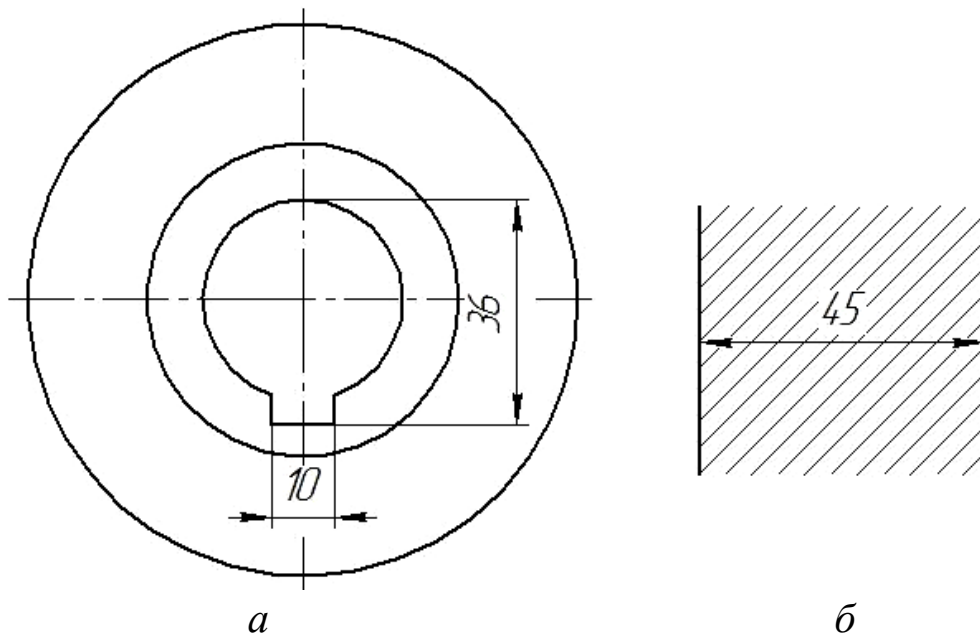


Рис. 1.33. Нанесение размерных чисел на осевой линии и штриховке

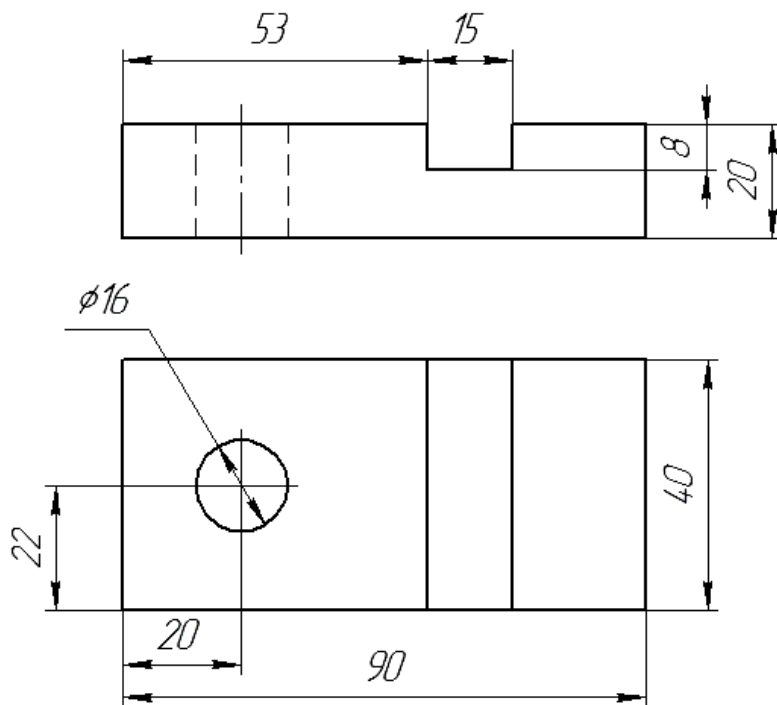


Рис. 1.34. Нанесение размеров, относящихся к одному конструктивному элементу

При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию можно приближать к дуге, а размерную линию радиуса показывать с изломом под углом 90° (рис. 1.35, *a*).

Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рис. 1.35, б).

При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой (рис. 1.35, в).

При совпадении центров нескольких радиусов их размерные линии допускается не доводить до центра, кроме крайних (рис. 1.35, г).

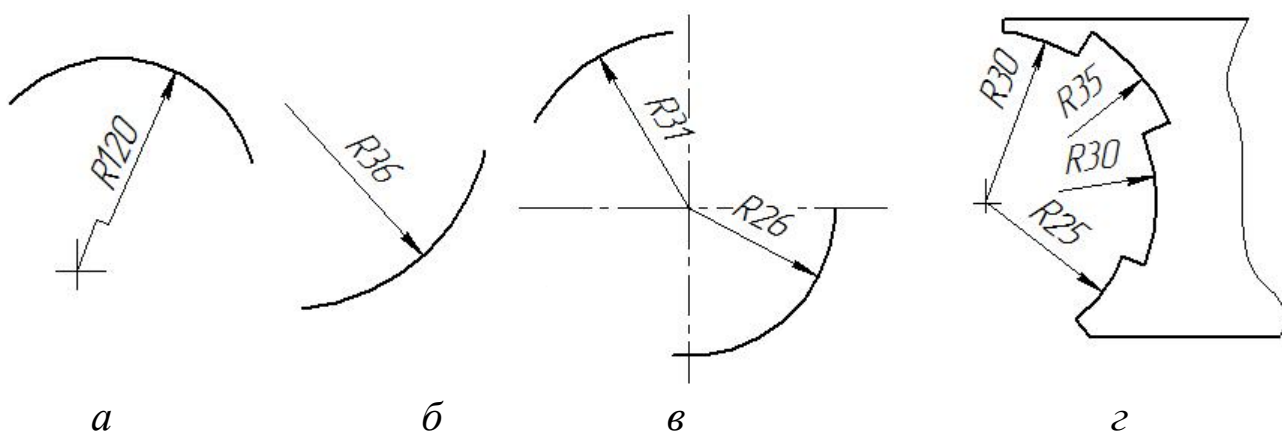


Рис. 1.35. Нанесение размеров радиусов

Размеры радиусов наружных скруглений наносят, как показано на рисунке 1.36, а, размеры внутренних скруглений – как на рисунке 1.36, б.

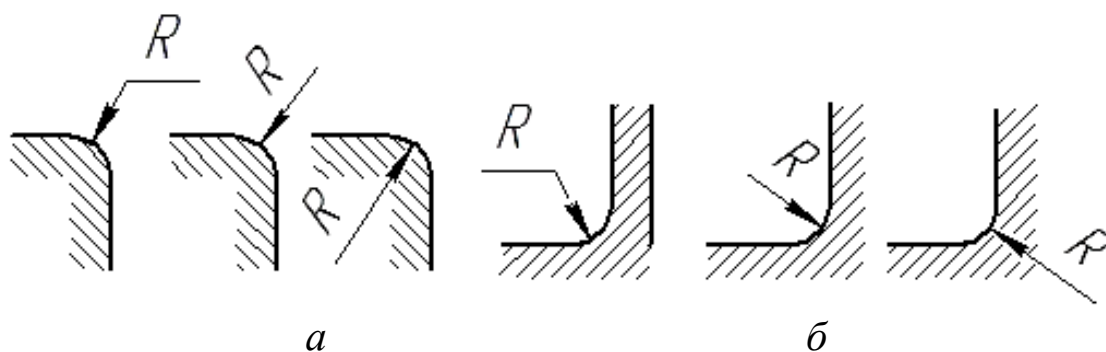


Рис. 1.36. Нанесение радиусов наружных и внутренних скруглений

Радиусы скруглений, размер которых в масштабе чертежа 1 мм и менее, на чертеже не изображают, а размеры наносят, как показано на рисунке 1.37.

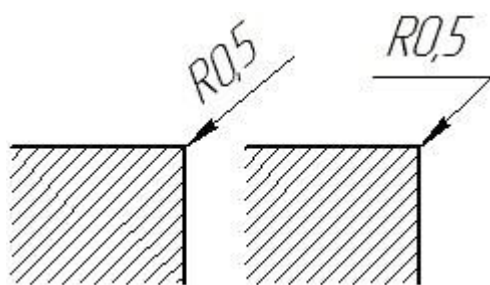


Рис. 1.37. Радиусы скруглений с размером в масштабе чертежа 1 мм и менее

Способ нанесения размерных чисел при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяется наибольшим удобством чтения.

Размеры одинаковых радиусов допускается указывать на общей полке (рис. 1.38).

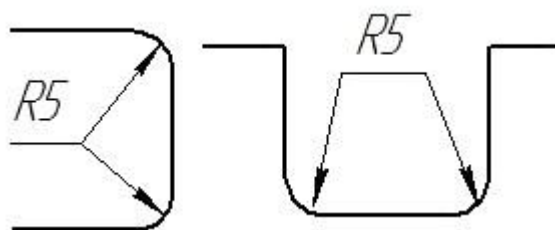


Рис. 1.38. Нанесение размеров одинаковых радиусов

Перед размерным числом диаметра или радиуса сферической поверхности (или ее части) наносят соответственно знак « \varnothing » или букву R без надписи «Сфера» (рис. 1.39, а). Чтобы на чертеже было легче отличить сферическую поверхность от других поверхностей (например, от цилиндрической), перед размерным числом диаметра или радиуса сферической поверхности допускается наносить знак « \textcircled{R} » (рис. 1.39, б) или слово «Сфера» (рис. 1.39, в). Диаметр знака сферы равен знаку размерных чисел на чертеже.

Размеры элементов квадратной формы наносят, как показано на рисунке 1.40, причем знак квадрата должен выглядеть как квадрат (не параллелограмм и не прямоугольник). Высота знака « \square » (квадрата) должна быть равна $\frac{5}{7}$ высоты размерных чисел на чертеже.

При выполнении чертежей способом компьютерной графики знак « \square » проставляется автоматически, равным высоте размерных чисел (рис. 1.40).

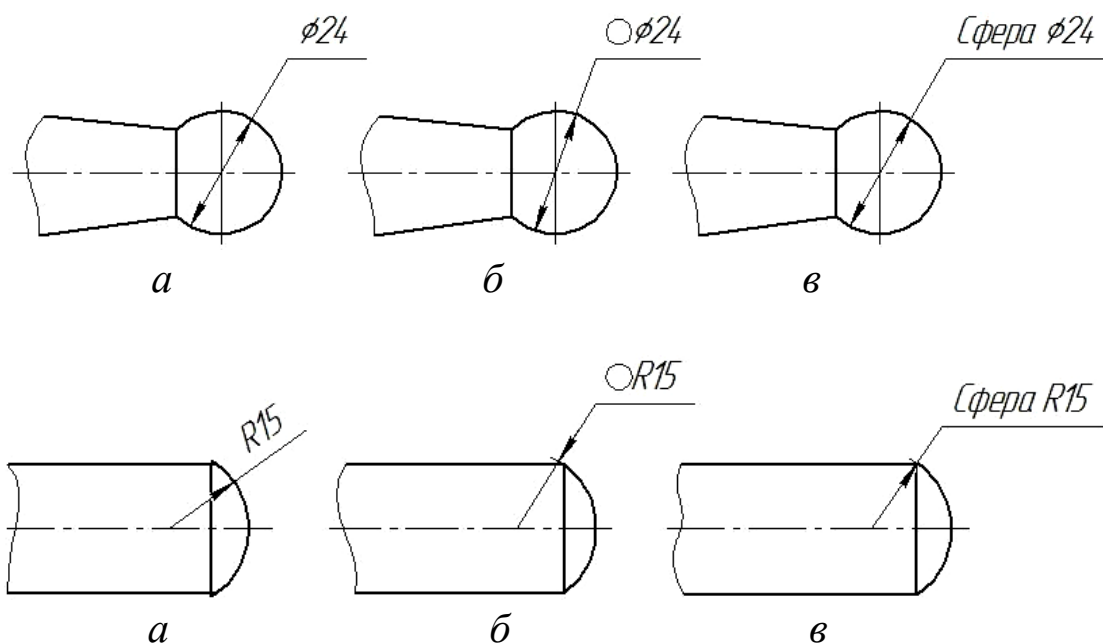


Рис. 1.39. Нанесение размеров элементов сферической формы

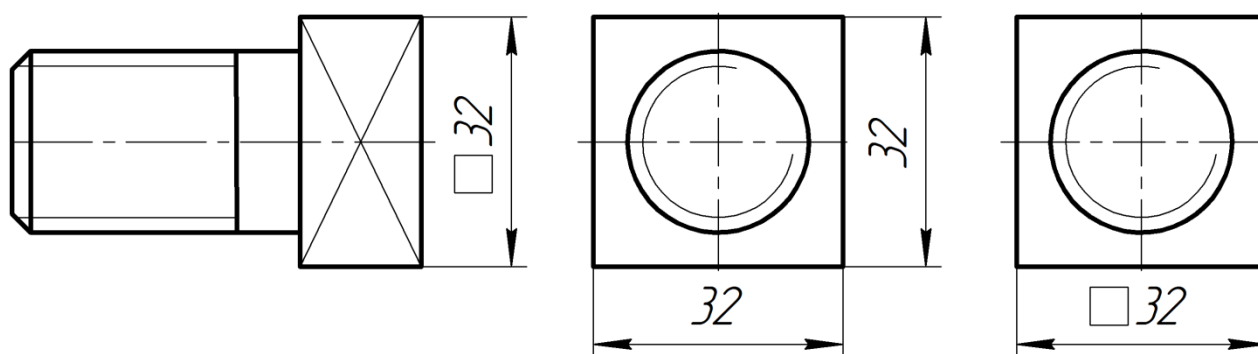


Рис. 1.40. Нанесение размеров элементов квадратной формы

Перед размерными числами, характеризующими конусность, наносят специальный знак « \sphericalangle », острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рис. 1.41).

Знак конуса и конусность в виде соотношения следует наносить над основной линией или на полке линии-выноски (рис. 1.41).

Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рисунке 1.42. Если деталь имеет несколько одинаковых фасок на цилиндрической (или конической) поверхности разного диаметра, то размер фаски наносят только один раз, с указанием их количества под размерной линией (рис. 1.42, б). Когда деталь имеет две симметрично расположенные одинаковые фаски на одинаковых диаметрах, то размер фаски наносят один раз, без указания их количества (рис. 1.42, а).

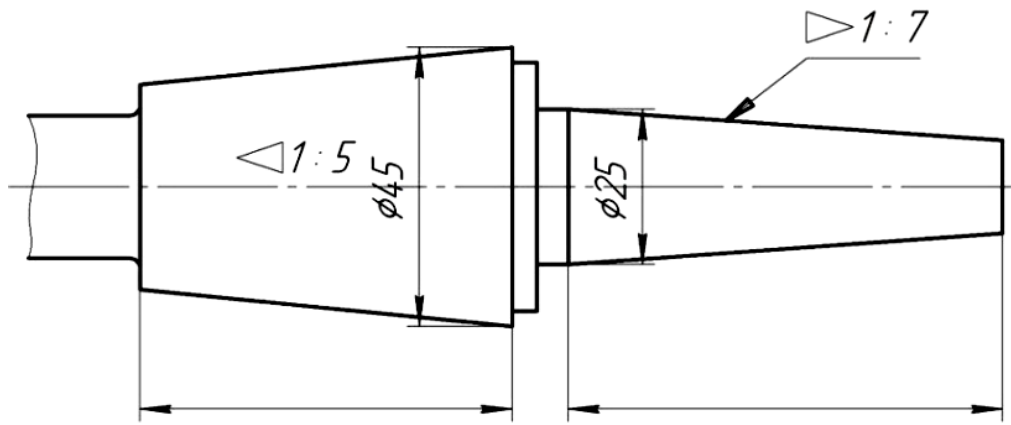


Рис. 1.41. Нанесение параметра конусности

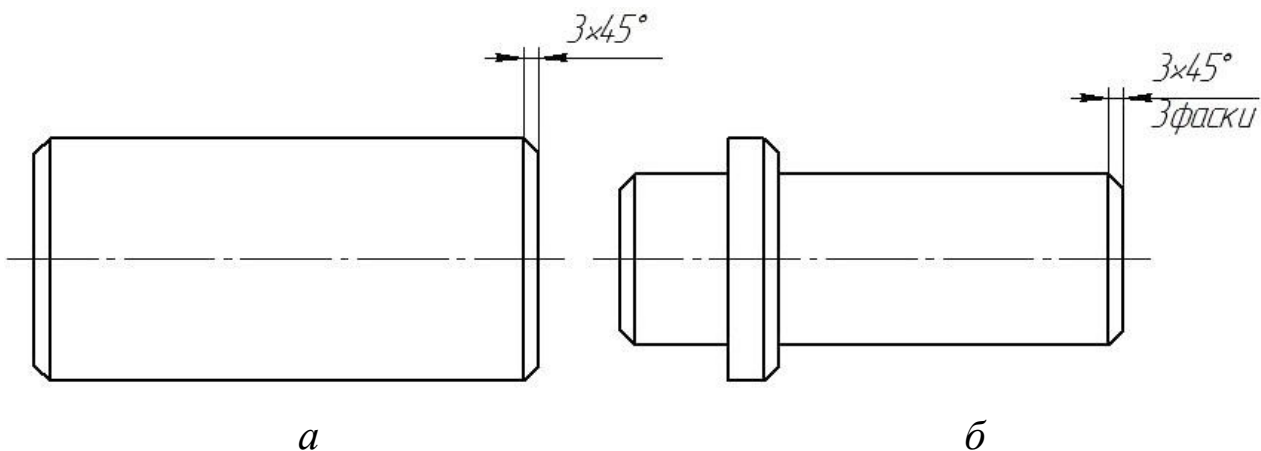


Рис. 1.42. Нанесение размеров фасок под углом 45°

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам – линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами. Нанесение размеров углов показано на рисунках 1.43 и 1.44.

При расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т.п.) на одной оси или на одной окружности размеры, определяющие взаимное расположение, наносят одним из следующих способов:

- а) заданием размеров между смежными элементами цепочкой (рис. 1.45);
- б) заданием линейных размеров от общей базы (рис. 1.46);
- в) заданием угловых размеров (рис. 1.47);
- г) заданием размеров нескольких групп элементов от нескольких общих баз (рис. 1.48).

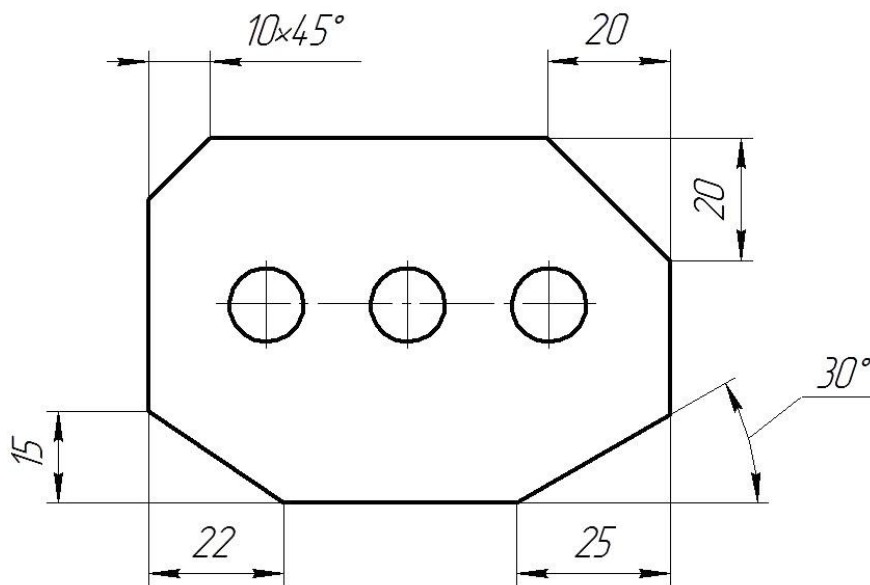


Рис. 1.43. Нанесение размеров фасок, имеющих углы, отличные от 45°

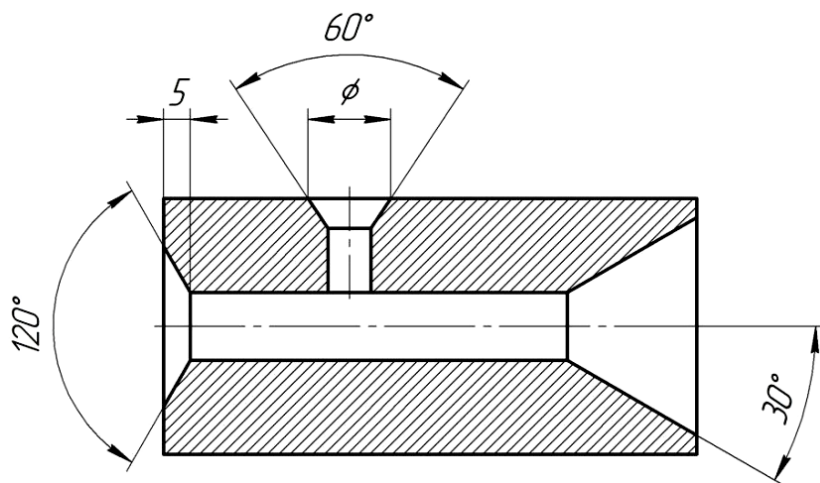


Рис. 1.44. Нанесение размеров фасок, имеющих углы, отличные от 45°

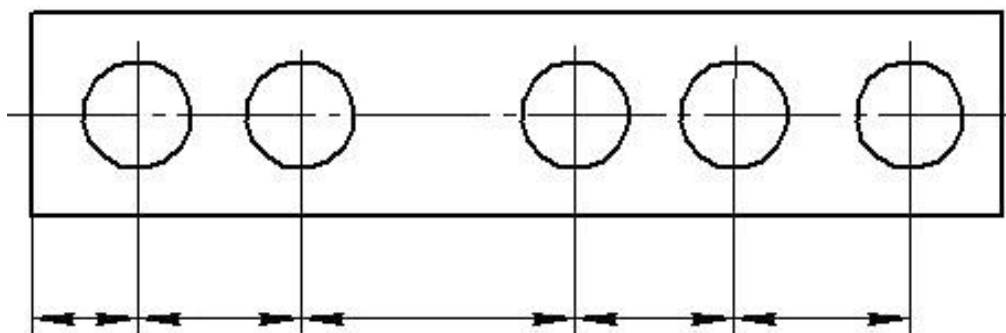


Рис. 1.45. Задание размеров цепочкой

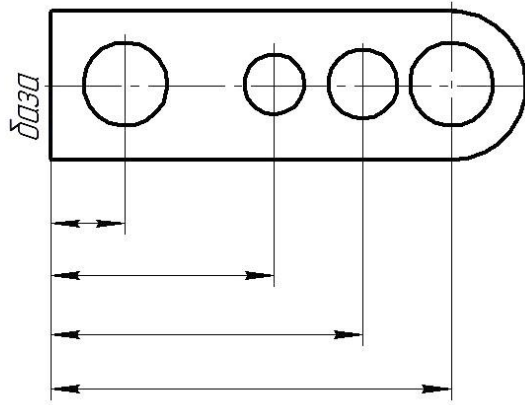


Рис. 1.46. Задание линейных размеров от общей базы

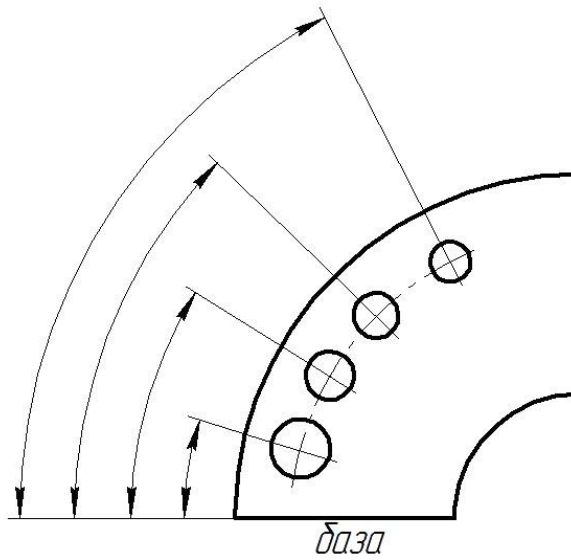


Рис. 1.47. Задание угловых размеров от общей базы

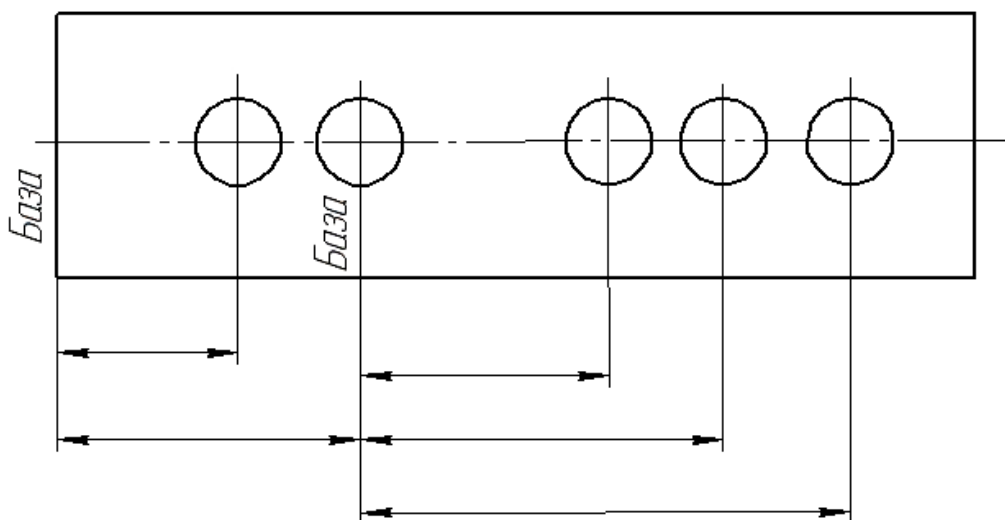


Рис. 1.48. Задание размеров от нескольких общих баз

Размеры на чертежах не наносят в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из элементов указывается как справочный (рис. 1.49). *Справочными* называют размеры, нанесенные на чертеже, но не подвергающиеся контролю. Справочные размеры на чертеже отмечаются знаком «*».

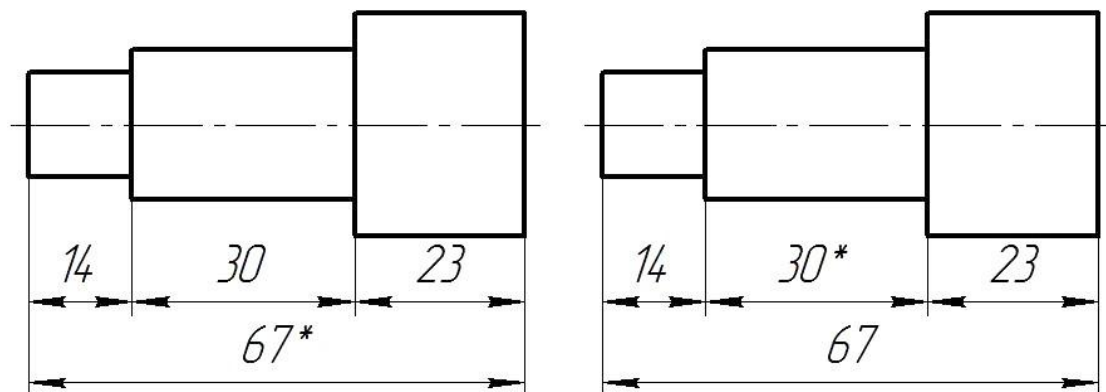


Рис. 1.49. Нанесение справочных размеров

Размеры, определяющие положение симметрично расположенных элементов у симметричных изделий, наносят, как показано на рисунках 1.50, 1.51.

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 1.52, 1.53). Полку линии-выноски необходимо вычерчивать горизонтально, параллельно основной надписи.

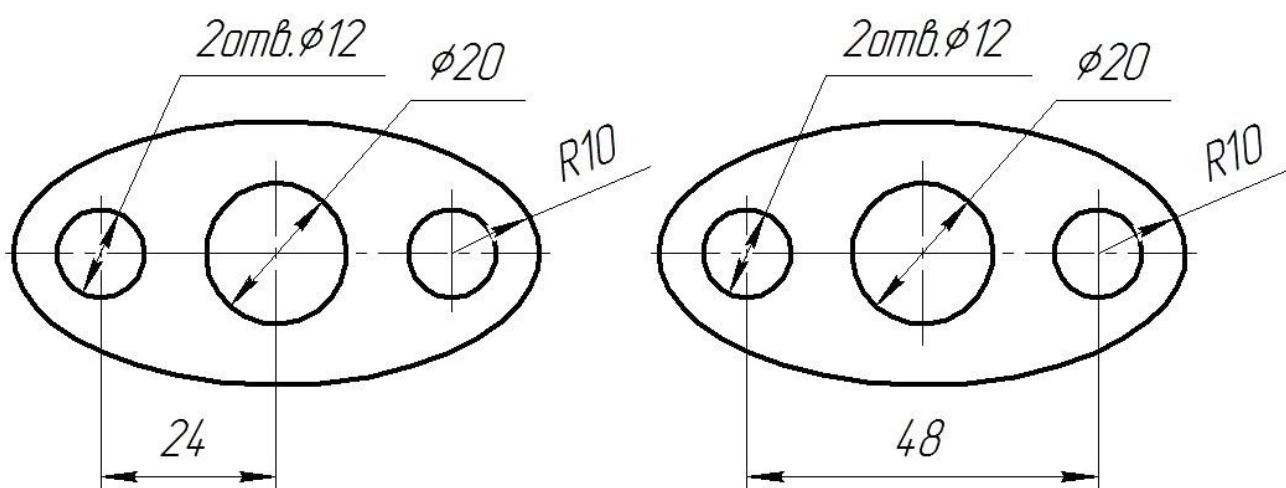


Рис. 1.50. Нанесение размеров симметрично расположенных элементов

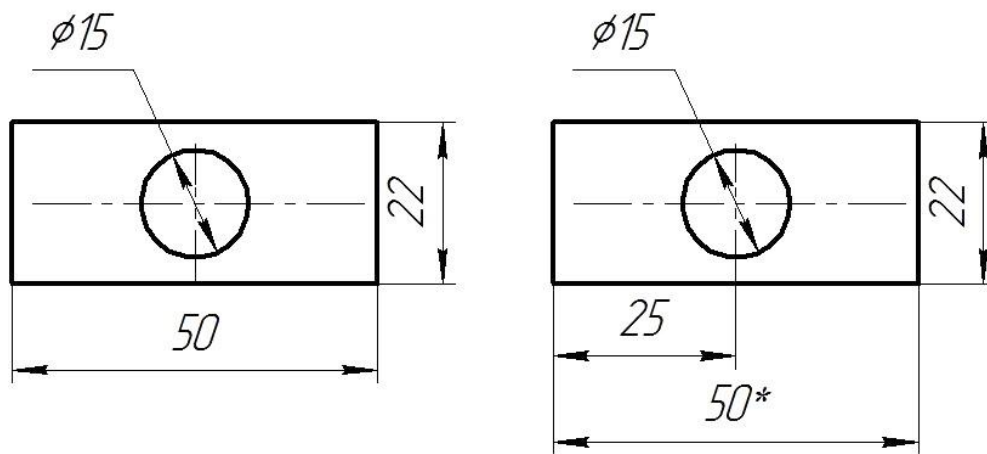


Рис. 1.51. Нанесение размеров симметрично расположенных элементов

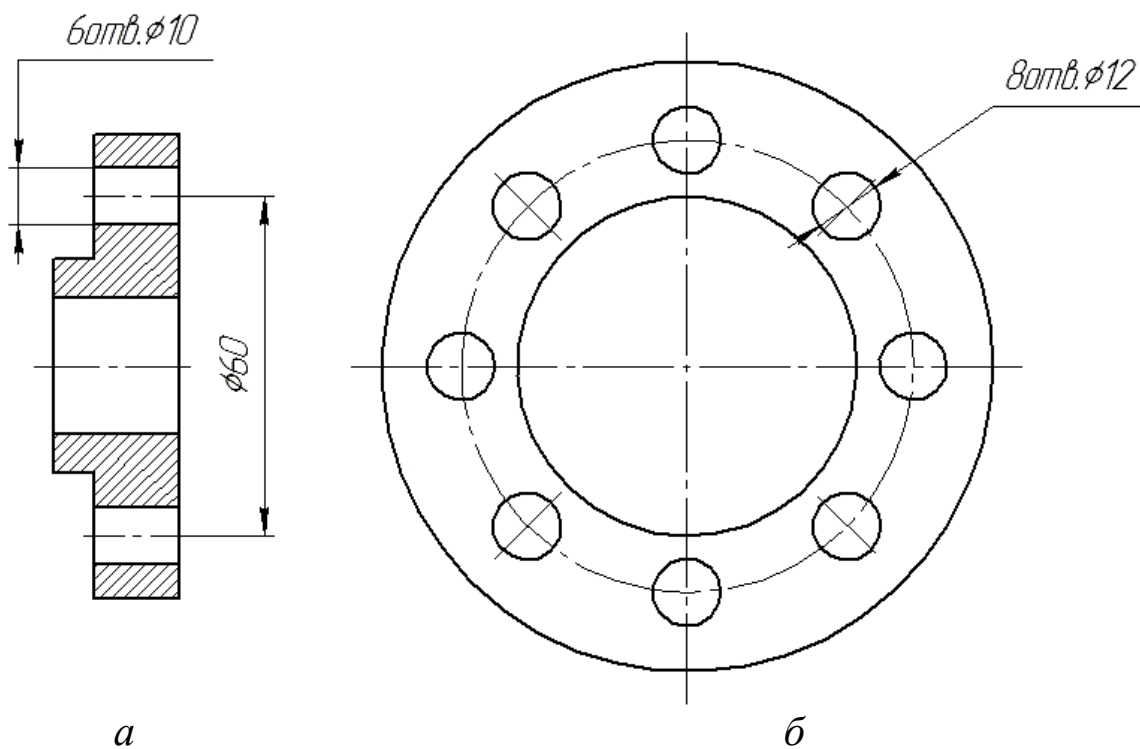


Рис. 1.52. Нанесение размеров нескольких одинаковых элементов

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми изделиями (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка линейных размеров, как показано на рисунке 1.53, угловых размеров – на рисунке 1.54.

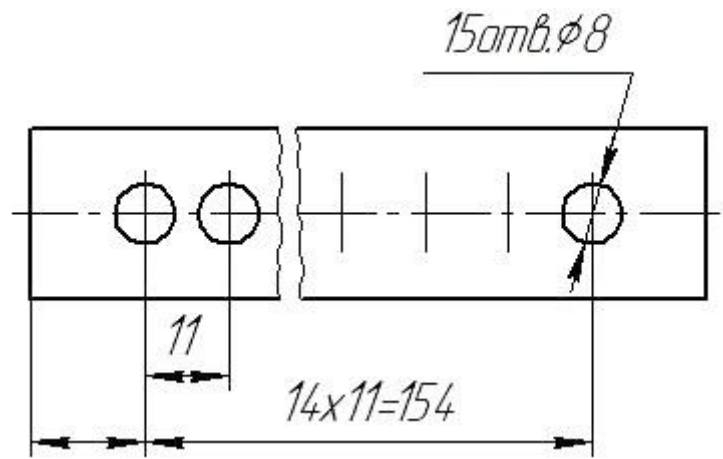


Рис. 1.53. Нанесении линейных размеров между равномерно расположенными элементами

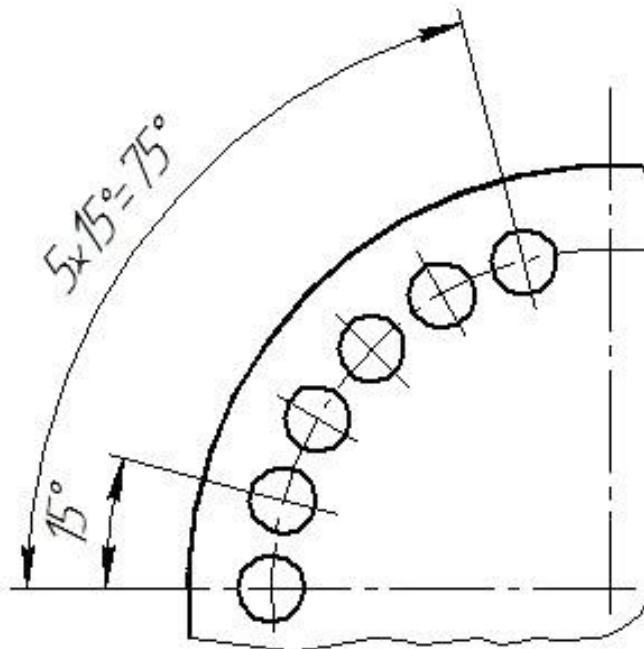


Рис. 1.54. Нанесении угловых размеров между равномерно расположенными элементами

При нанесении размеров одинаковых элементов, например, отверстий (рис. 1.55, 1.56), расположенных в разных частях изделия:

а) рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка (рис. 1.55, а) или эти элементы соединены тонкими сплошными линиями (рис. 1.55, б);

б) рассматривают как разные элементы, если между ними есть промежуток и они не соединены тонкими сплошными линиями (рис. 1.56) – в этом случае указывают полное количество элементов.

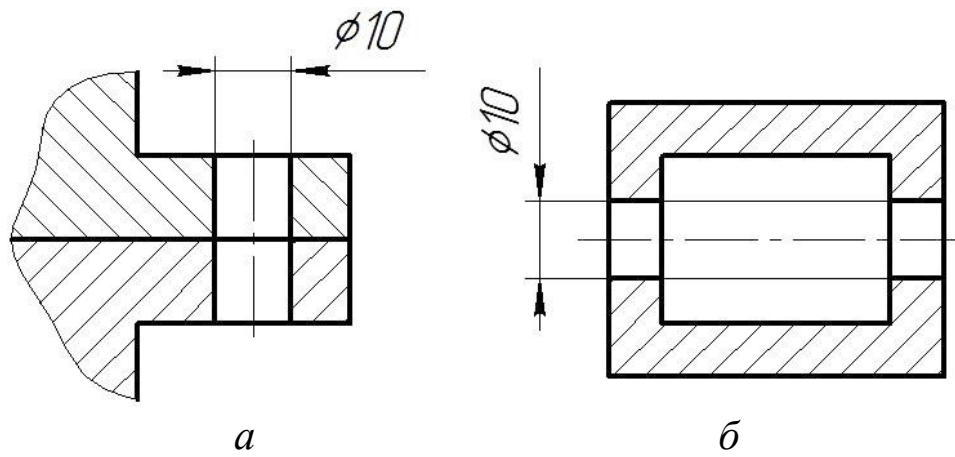


Рис. 1.55. Нанесение размеров одинаковых элементов

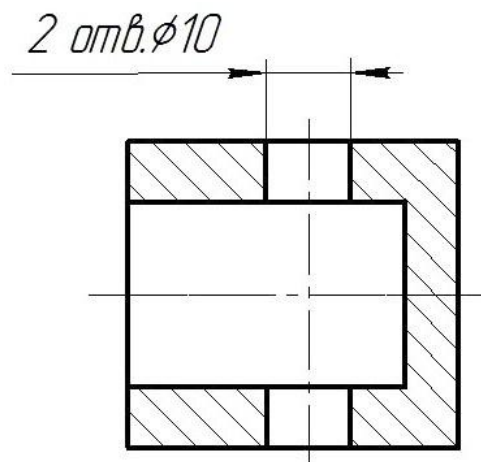


Рис. 1.56. Нанесение размеров одинаковых элементов

При изображении детали в одной проекции (рис. 1.57) размер ее толщины наносят, как показано на рисунке 1.57, а, длины – на рисунке 1.57, б.

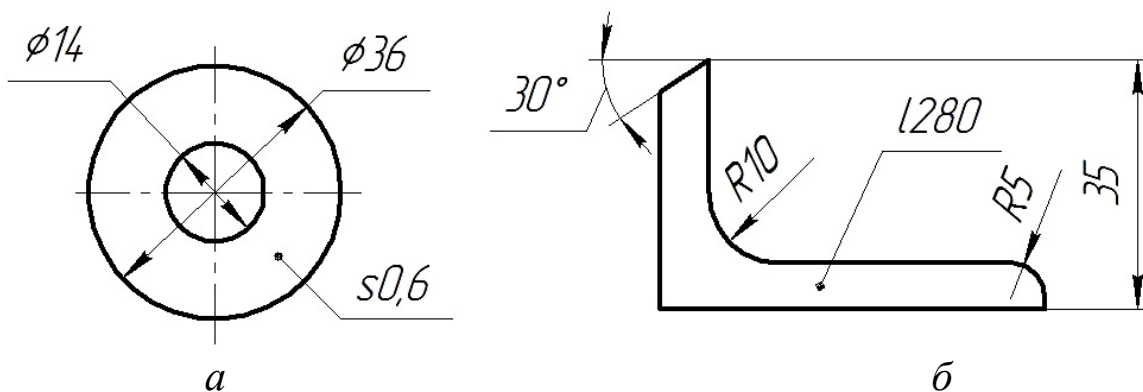


Рис. 1.57. Нанесение размера толщины или длины детали

Размер детали или отверстия прямоугольного сечения может быть указан на полке линии-выноски размерами сторон через знак умножения, как показано на рисунке 1.58. При этом на первом месте должен быть указан размер той стороны прямоугольника, от которой проводится линия-выноска.

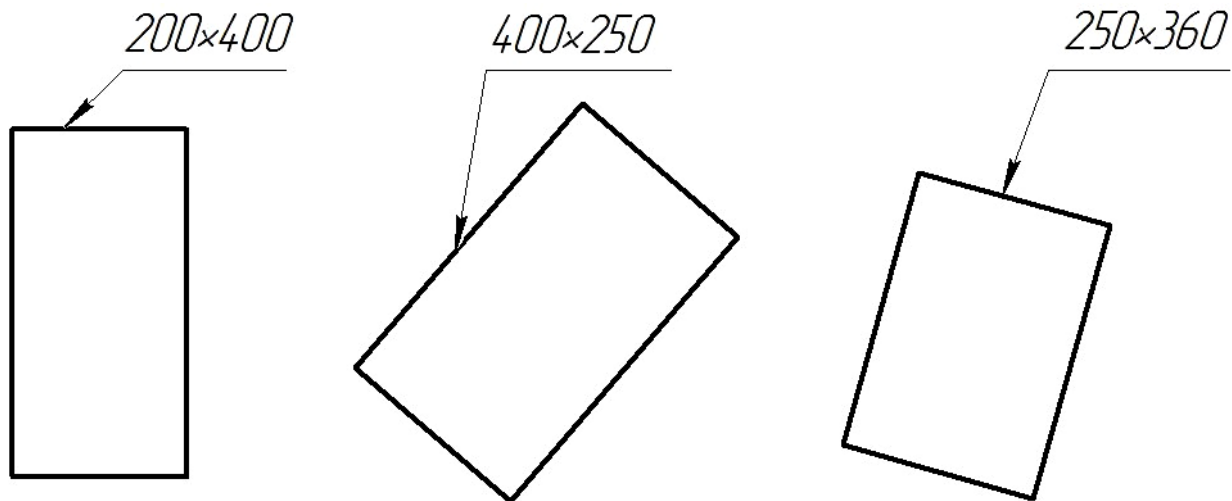


Рис. 1.58. Нанесение размеров детали или отверстия прямоугольного сечения

Допускается не наносить размеры радиуса дуги окружности сопрягающихся параллельных линий (рис. 1.59).

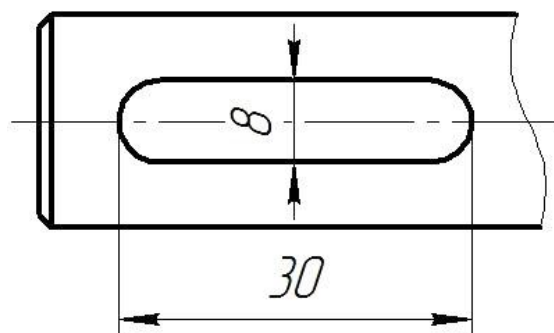


Рис. 1.59. Нанесение размеров паза

На чертежах необходимо проставлять габаритные размеры. *Габаритными размерами* называют размеры, определяющие предельные величины внешних очертаний изделий. К габаритным размерам относятся размеры длины, ширины, высоты изделия. Габаритные размеры всегда больше других, поэтому их на чертеже располагают дальше от изображения, чем остальные.

При нанесении размеров на изображениях в аксонометрических проекциях выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии – параллельно измеряемому отрезку (рис. 1.60).

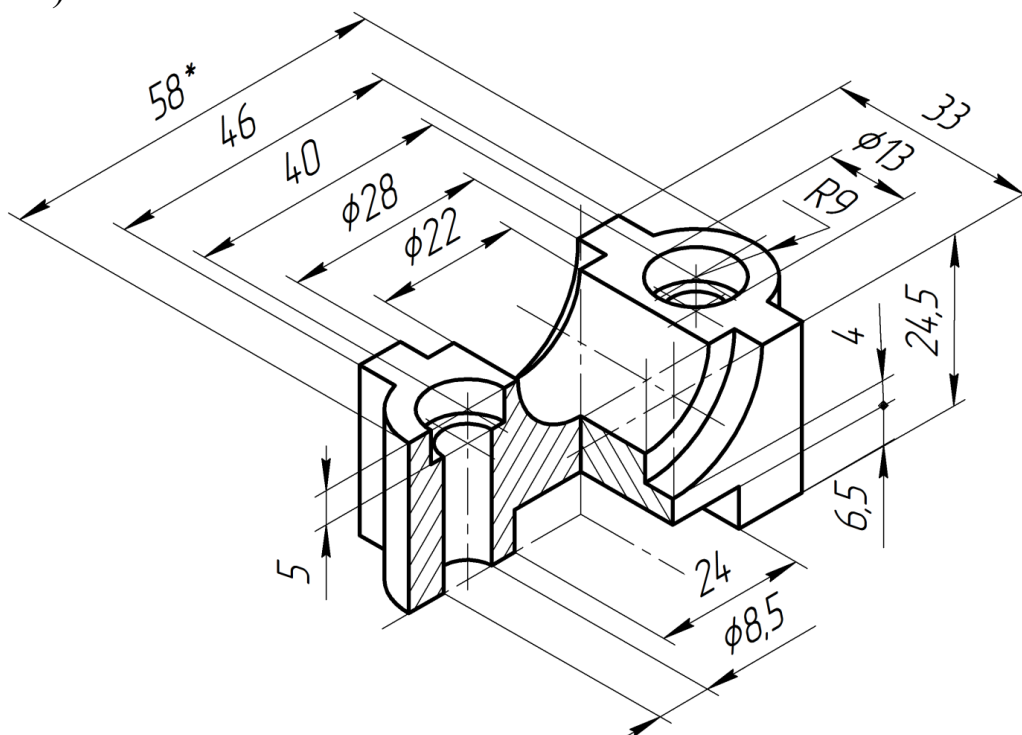


Рис. 1.60. Нанесение размеров на аксонометрических проекциях

1.2.11. Указание предельных отклонений размеров

Для всех размеров, нанесенных на рабочих чертежах, указывают предельные отклонения.

Допускается не указывать предельные отклонения:

а) для размеров, определяющих зоны различной шероховатости одной и той же поверхности, зоны термообработки, покрытия, отделки, накатки, насечки, а также диаметры накатанных и насеченных поверхностей. В этих случаях непосредственно у таких размеров наносят знак «≈»;

б) для размеров деталей изделий единичного производства, задаваемых с припуском на пригонку.

Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров. Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа при условии, что эта запись однозначно определяет значения и знаки пре-

дельных отклонений. Допускается записи о неуказанных предельных отклонениях размеров дополнять поясняющими словами, например: «*Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002: H14, h14, $\pm t_2/2$* ».

Общая запись о предельных отклонениях размеров с неуказанными допусками должна содержать условные обозначения предельных отклонений линейных размеров в соответствии с ГОСТ 25346-89 (для отклонений по квалитетам) или по ГОСТ 30893.1-2002 (для отклонений по классам точности). Симметричные предельные отклонения, назначаемые по квалитетам, следует обозначать $\pm IT/2$ с указанием номера квалитета.

Обозначения односторонних предельных отклонений по квалитетам, назначаемые только для круглых отверстий и валов, дополняют знаком диаметра \varnothing , например, $\varnothing H14, \varnothing h14, \pm IT/2$.

Неуказанные предельные отклонения радиусов закруглений, фасок и углов не оговариваются отдельно, а должны соответствовать приведенным в ГОСТ 30893.1-2002 в соответствии с квалитетом или классом точности неуказанных предельных отклонений линейных размеров. В случае необходимости дополнительного указания общих допусков линейных размеров ссылка должна содержать номер стандарта и буквенное обозначение класса точности, например для класса средней точности: «*Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – m*» или «*ГОСТ 30893.1 – m*» (m – класс точности «средний» общих допусков линейных размеров по ГОСТ 30893.1-2002).

Если все предельные отклонения линейных размеров указаны непосредственно после номинальных размеров (общая запись отсутствует), то неуказанные предельные отклонения радиусов закруглений, фасок и углов должны соответствовать приведенным в ГОСТ 30893.1-2002 для квалитетов от 12 до 16 и на чертеже не оговариваются.

Предельные отклонения линейных размеров указывают на чертежах условными обозначениями полей допусков в соответствии с ГОСТ 25346-89, например, 18H7, 18e8, или числовыми значениями, например, $18^{+0,018}$, $18_{-0,018}$, или условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках их числовых значений, например: 18H7^(+0,018), 12e8_(-0,059)^(-0,032).

Допускается числовые значения предельных отклонений указывать в таблице, расположенной на свободном поле чертежа.

При указании номинальных размеров буквенными обозначениями поля допусков пишут после тире, например, D – H11.

Если предельные отклонения размеров записывают условными обозначениями, то их числовые значения употребляют в следующих случаях:

– при назначении предельных отклонений (установленных стандартами на допуски и посадки) размеров, не включенных в ряды нормальных линейных размеров, например, $41,5 H7^{(+0,025)}$;

– при назначении предельных отклонений, условные обозначения которых не предусмотрены ГОСТ 25347-82, например, для пластмассовых деталей с предельными отклонениями по ГОСТ 25349-82;

– при назначении предельных отклонений размеров уступов с несимметричным полем допуска.

Предельные отклонения угловых размеров указывают только числовыми значениями.

При записи предельных отклонений числовыми величинами верхние отклонения помещают под нижними. Предельные отклонения, равные нулю, не указывают. При симметричном расположении поля допуска абсолютную величину отклонений указывают один раз со знаком « \pm »; при этом высота цифр, определяющих отклонения, должна быть равна высоте шрифта номинального размера, например: $63 \pm 0,23$.

Предельные отклонения, указываемые числовыми величинами, выраженными десятичной дробью, записывают до последней значащей цифры включительно, выравнивая количество знаков в верхнем и нижнем отклонении добавлением нулей.

Предельные отклонения размеров деталей, изображенных на сборочном чертеже, показывают одним из следующих способов (рис. 1.61):

– в виде дроби, в числителе которой записывают условное обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе – условное обозначение поля допуска вала;

– в виде дроби, в числителе которой записывают числовые величины предельных отклонений отверстия, а в знаменателе – числовые значения предельных отклонений вала;

– в виде дроби, в числителе которой записывают условное обозначение поля допуска отверстия с указанием справа в скобках его числового значения, а в знаменателе – условное обозначение поля допуска вала с указанием справа в скобках его числового значения;

– в виде записи, в которой указывают предельные отклонения только одной из сопрягаемых деталей. В этом случае необходимо пояснить, к какой детали относятся эти отклонения.

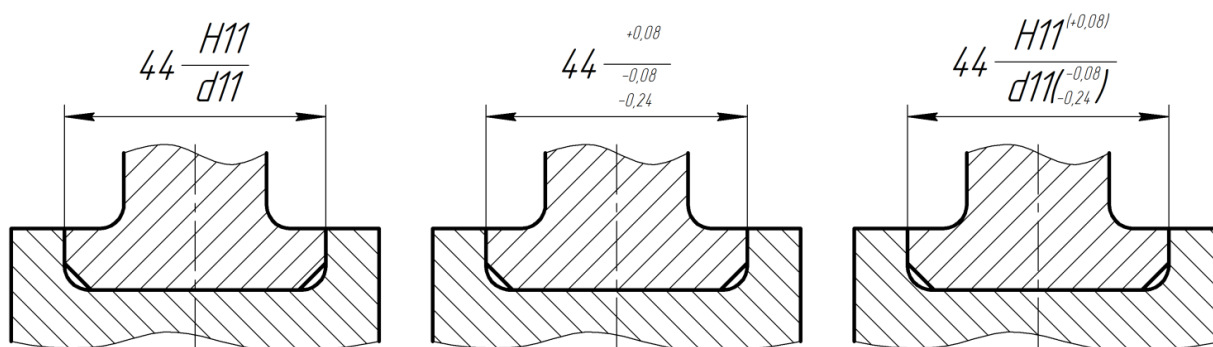


Рис. 1.61. Указание предельных отклонений на чертежах сборочных единиц

Когда для участков поверхности с одним номинальным размером назначают разные предельные отклонения, границу между ними наносят сплошной тонкой линией, а номинальный размер указывают с соответствующими предельными отклонениями для каждого участка отдельно. Через заштрихованную часть изображения линию границы между участками проводить не следует (рис. 1.62).

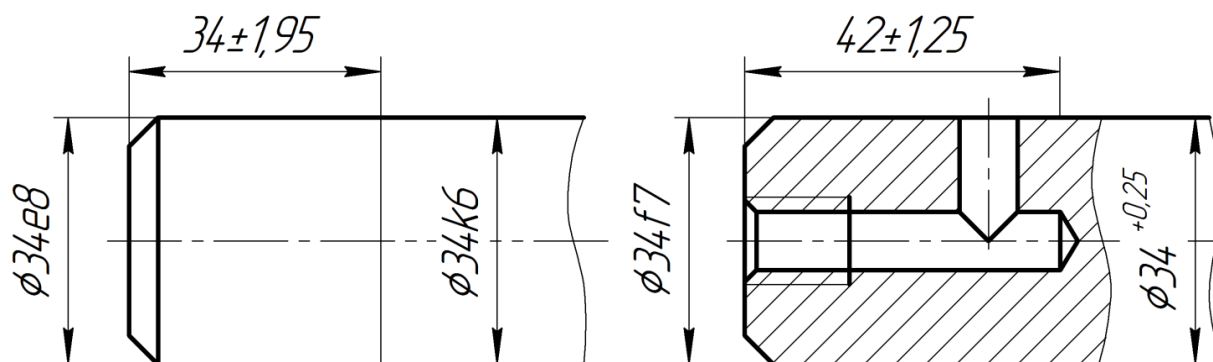


Рис. 1.62. Нанесение предельных отклонений на определенном участке

Если необходимо указать только один предельный размер (второй ограничен в сторону увеличения или уменьшения каким-либо условием), после размерного числа указывают соответственно *max* или *min*.

Предельные отклонения расположения осей отверстий можно показать двумя способами:

– позиционными допусками осей отверстий в соответствии с требованиями ГОСТ 2.308-2011;

– предельными отклонениями размеров, координирующих оси.

Если допуски расположения осей зависимые, то после предельных отклонений размеров, координирующих оси, указывают знак зависимого допуска \diamond .

Если необходимо ограничить колебания размера одинаковых элементов одной детали в пределах части поля допуска или величину накопленной погрешности расстояния между повторяющимися элементами, то эти данные указывают в технических требованиях.

Предельные размеры можно указывать также на сборочных чертежах для зазоров, натягов, мертвых ходов и т.п., например: «*Осевое смещение кулачков выдержат в пределах 0,6...1,4 мм*».

На элементы металлических деталей, изготовленных резанием, для которых на чертеже не указаны допуски формы и расположения поверхностей, при неуказанных предельных отклонениях размеров распространяются положения ГОСТ 30893.2-2002.

1.2.12. Указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

ГОСТ 2.308-79 устанавливает правила указания допусков отклонения формы и расположения поверхностей – погрешности геометрической формы детали и взаимного расположения ее поверхностей. Отклонение действительной формы и расположения поверхностей от номинальной (расчетной) возникает при обработке детали из-за неточности и деформации обрабатывающего оборудования, приспособлений и инструмента, деформации обрабатываемого изделия, неравномерности припуска на обработку, неоднородности материала заготовки и др. Большие отклонения искажают характер сопряжения деталей при сборке и ухудшают качество работы механизма и машины в целом. Все это заставляет ограничивать величины возможных отклонений формы и расположения поверхностей допусками, числовые значения которых предусмотрены ГОСТ 24643-81. Термины и определения допусков формы и расположения поверхностей приведены в ГОСТ 24642-81:

Отклонение от округлости – наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности (рис. 1.63, б).

Отклонение от перпендикулярности плоскостей – отклонение угла между плоскостями от прямого угла, выраженного в линейных единицах на длине нормируемого участка: торцевое биение – торцевая плоскость детали не перпендикулярна оси вращения (рис. 1.63, з); радиальное биение – несовпадение оси вращения детали с геометрической осью (рис. 1.63, в).

Отклонение от прямолинейности в плоскости – наибольшее расстояние от точек профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка (рис. 1.63, д).

Отклонение от соосности – наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности вращения и осью базовой поверхности на длине нормируемого участка (рис. 1.63, е).

Отклонение от цилиндричности – наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка (рис. 1.63, ж).

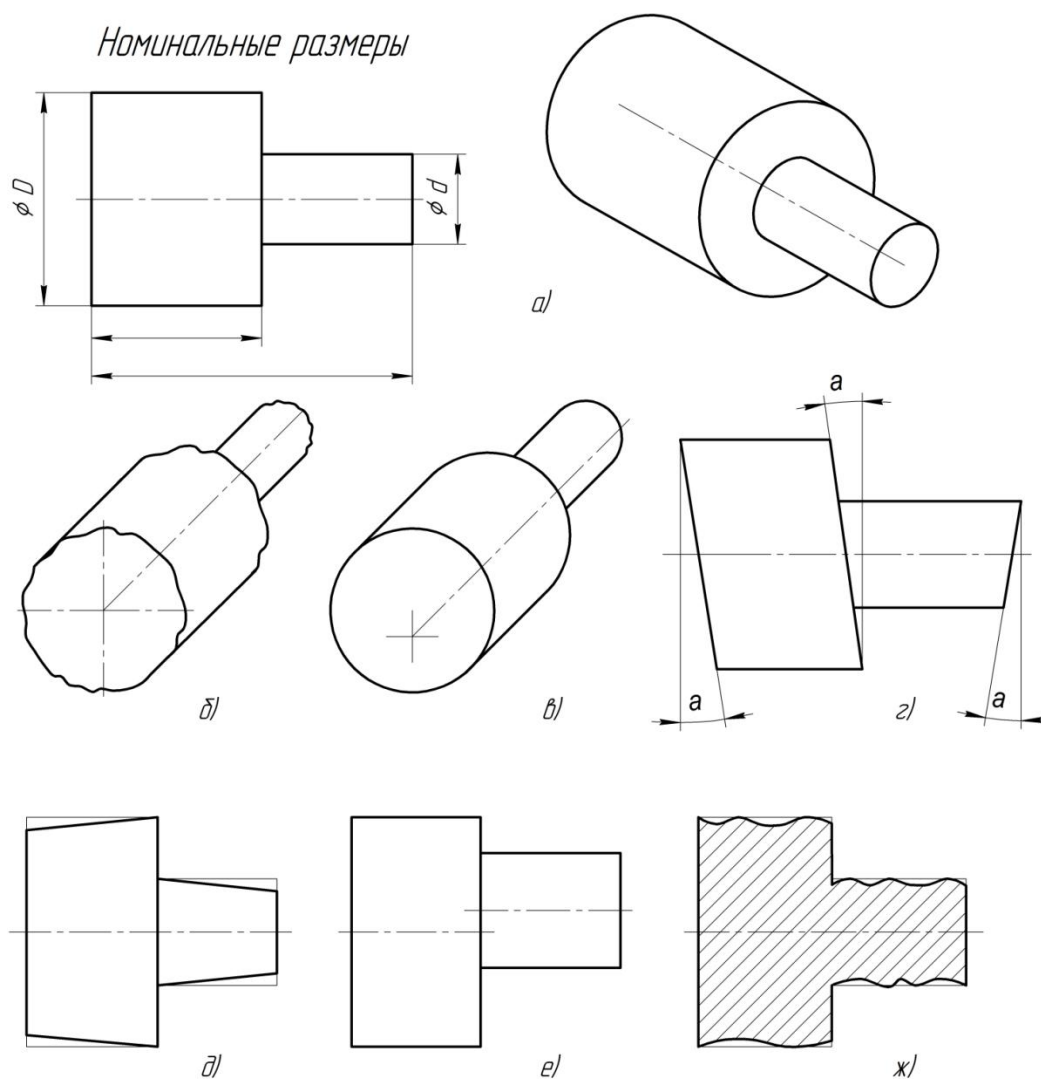


Рис. 1.63. Отклонения формы и расположения поверхностей

Допуски формы и расположения поверхностей указываются на чертежах условными обозначениями.

Вид допуска формы или расположения поверхностей должен быть обозначен на чертеже знаками (графическими символами), приведенными в таблице 1.11.

Таблица 1.11

Обозначение на чертеже вида допуска формы и расположения поверхностей условными знаками (графическими символами)

Группа допуска	Вид допуска	Условный знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	\sphericalangle
	Допуск плоскостности	∇
	Допуск круглости	Ⓜ
	Допуск цилиндричности	Ⓢ
	Допуск профиля продольного сечения	TM
Допуск расположения	Допуск параллельности	П
	Допуск перпендикулярности	\perp
	Допуск наклона	·
	Допуск соосности	┌
	Допуск симметричности	^
	Позиционный допуск	∇
	Допуск пересечения осей	↔
Суммарные допуски*	Допуск радиального биения; допуск торцового биения; допуск биения в заданном направлении	⇐
	Допуск полного радиального или торцового биения	⇑
	Допуск формы заданного профиля	⇒
	Допуск формы заданной поверхности	⇓

*Суммарные допуски формы и расположения, для которых не установлены отдельные графические знаки, обозначают знаками составных допусков и располагают в прямоугольной рамке в следующей последовательности: знак допуска расположения, знак допуска формы.

Знак и числовое значение допуска или обозначение базы вписывают в прямоугольную рамку, разделенную на две и более части, в следующем порядке (слева направо): в первой – знак допуска, во второй – числовое значение допуска в миллиметрах, в третьей и последующих – буквенное обозначение базы (баз).

Рамки вычерчивают сплошными тонкими линиями. Размеры рамки должны обеспечивать возможность четкого вписывания всех данных с учетом требований репрографии. Высота цифр и букв, вписываемых в рамки, должна быть равна размеру шрифта размерных чисел (рис. 1.64).

Рамку располагают горизонтально. В необходимых случаях допускается вертикальное расположение рамки. Пересекать рамку какими-либо линиями не допускается.

Рамку соединяют с элементом, к которому относится допуск, сплошной тонкой линией, заканчивающейся стрелкой. Соединительная линия может быть прямой или ломаной, но направление ее отрезка, заканчивающегося стрелкой, должно соответствовать направлению измерения отклонения. В необходимых случаях допускается проводить соединительную линию от последней части рамки.

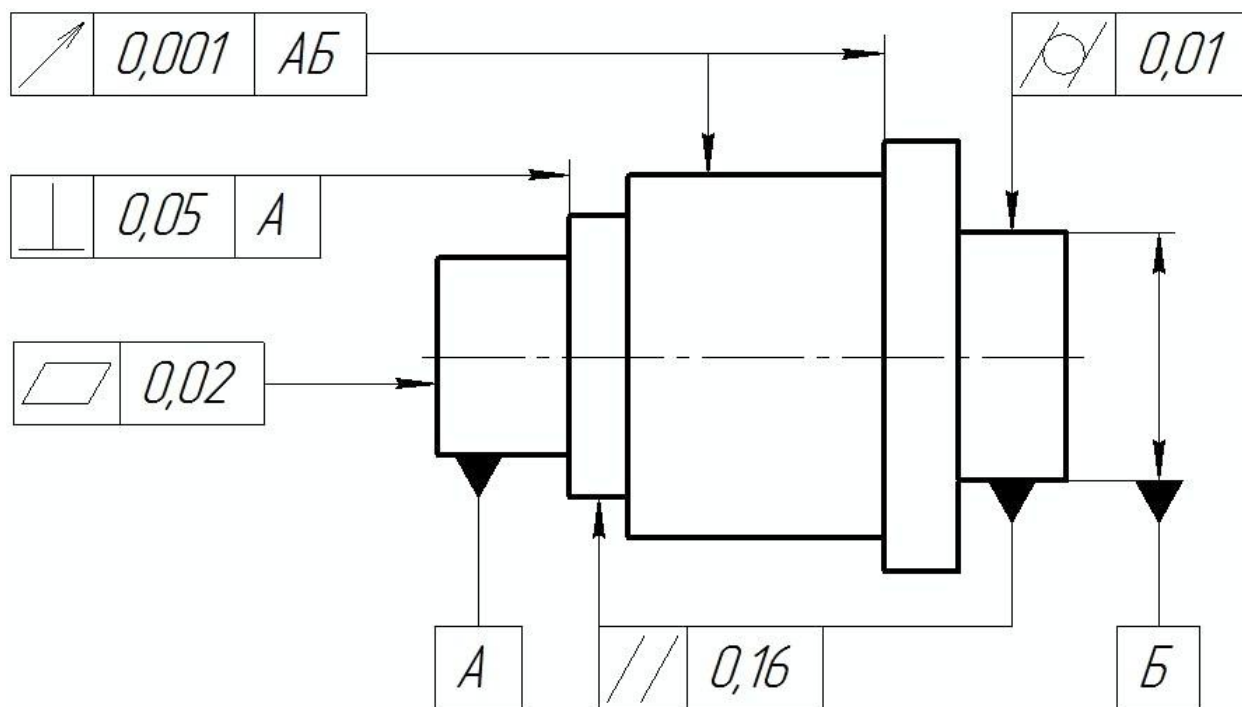


Рис. 1.64. Примеры указания на чертежах допусков формы и расположения

Если допуск относится к поверхности или ее профилю, то рамку соединяют с контурной линией поверхности или ее продолжением, при этом соединительная линия не должна быть продолжением размерной линии.

Если допуск относится к оси или плоскости симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии. При недостатке места стрелку размерной линии допускается совмещать со стрелкой соединительной линии.

Если размер элемента указан уже один раз, то на других размерных линиях данного элемента, используемых для условного обозначения допуска формы или расположения, его не указывают. Размерную линию без размера следует рассматривать как составную часть этого условного обозначения.

Если допуск относится к общей оси или плоскости симметрии и из чертежа ясно, для каких элементов данная ось (плоскость симметрии) является общей, то рамку соединяют с осью.

Перед числовым значением допуска необходимо указывать:

– знак « ϕ », если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают диаметром;

– знак « R », если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают радиусом;

– знак « T », если допуски симметричности, пересечения осей, формы заданного профиля и заданной поверхности, а также позиционные допуски (для случая, когда поле позиционного допуска ограничено двумя параллельными прямыми или плоскостями) указывают в диаметральном выражении;

– знак « $T/2$ » для тех же видов допусков, если их указывают в радиусном выражении;

– слово «сфера», знаки « \ominus », « \oslash » или « R », если поле допуска сферическое.

Числовое значение допуска формы и расположения поверхностей относится ко всей длине.

Если допуск относится к любому участку поверхности заданной длины (или площади), то заданную длину (или площадь) указывают рядом с допуском и отделяют от него наклонной линией, которая не должна касаться рамки.

Если необходимо назначить допуск на всей длине поверхности и на заданной длине, то второй допуск указывают под первым допуском. Если допуск должен относиться к участку, расположенному в

определенном месте элемента, то этот участок обозначают штрихпунктирной линией и ограничивают размерами.

Если необходимо задать выступающее поле допуска расположения, то после числового значения допуска указывают символ ®. Контур выступающей части нормируемого элемента ограничивают тонкой сплошной линией, а длину и расположение выступающего поля допуска – размерами.

Повторяющиеся одинаковые или разные виды допусков, обозначаемые одним и тем же знаком, имеющие одинаковые числовые значения и относящиеся к одним и тем же базам, допускается указывать один раз в рамке, от которой отходит одна соединительная линия, разветвляемая затем ко всем нормируемым элементам.

Если необходимо задать для одного элемента два разных вида допуска, допускается их объединять двойной горизонтальной рамкой.

Если для поверхности требуется указать одновременно условное обозначение допуска формы или расположения и ее буквенное обозначение, используемое для нормирования другого допуска, то рамки с обоими условными обозначениями допускается располагать рядом на соединительной линии.

Допуски формы и расположения симметрично расположенных элементов на симметричных деталях указывают один раз.

Базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют при помощи соединительной линии с рамкой. При выполнении чертежей с помощью выводных устройств ЭВМ допускается треугольник, обозначающий базу, не зачернять. Современные графические редакторы (последние версии «Компас») имеют в составе своих инструментов стандартные значки баз.

Треугольник, обозначающий базу, должен быть равносторонним с высотой, приблизительно равной размеру шрифта размерных чисел.

Если базой является поверхность или ее профиль, то основание треугольника располагают на контурной линии поверхности или на ее продолжении (см. рис. 1.64). При этом соединительная линия не должна быть продолжением размерной линии.

Если базой является ось или плоскость симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии.

В случае недостатка места стрелку размерной линии допускается заменять треугольником, обозначающим базу.

Если базой является общая ось или плоскость симметрии и из чертежа ясно, для каких поверхностей данная ось (плоскость симметрии) является общей, то треугольник располагают на общей оси.

Если нет необходимости выделять ни одну из поверхностей как базу, то треугольник заменяют стрелкой.

Если размер элемента уже указан один раз, то на других размерных линиях данного элемента, используемых для условного обозначения базы, его не указывают. Размерную линию без размера следует рассматривать как составную часть условного обозначения базы.

Если базой является ось центровых отверстий, то рядом с обозначением базовой оси делают надпись: «*Ось центров*».

Если базой является определенное место элемента, то оно должно быть определено размерами. Если базой является определенная часть элемента, то ее обозначают штрихпунктирной линией и ограничивают размерами.

Когда соединение рамки с базой или другой поверхностью, к которой относится отклонение расположения, затруднено или затемняет чертеж, поверхность обозначают прописной буквой, вписываемой в третью часть рамки. Эту букву вписывают в рамку, которую соединяют с обозначаемой поверхностью линией, заканчивающейся треугольником, если обозначают базу, или стрелкой, если обозначаемая поверхность не является базой. При этом букву следует располагать параллельно основной надписи.

Если два или несколько элементов образуют объединенную базу и их последовательность не имеет значения (например, они имеют общую ось или плоскость симметрии), то каждый элемент обозначают самостоятельно и все буквы вписывают подряд в третью часть рамки.

Если необходимо задать допуск расположения относительно комплекта баз, то буквенные обозначения баз указывают в самостоятельных частях (третьей и далее) рамки. В этом случае базы записывают в порядке убывания числа степеней свободы, лишаемых ими (рис. 1.65).

Линейные и угловые размеры, определяющие номинальное расположение и (или) номинальную форму элементов, ограничиваемых допуском, при назначении позиционного допуска, допусков наклона и формы заданной поверхности или профиля, указывают на чертежах без предельных отклонений и заключают в прямоугольные рамки.

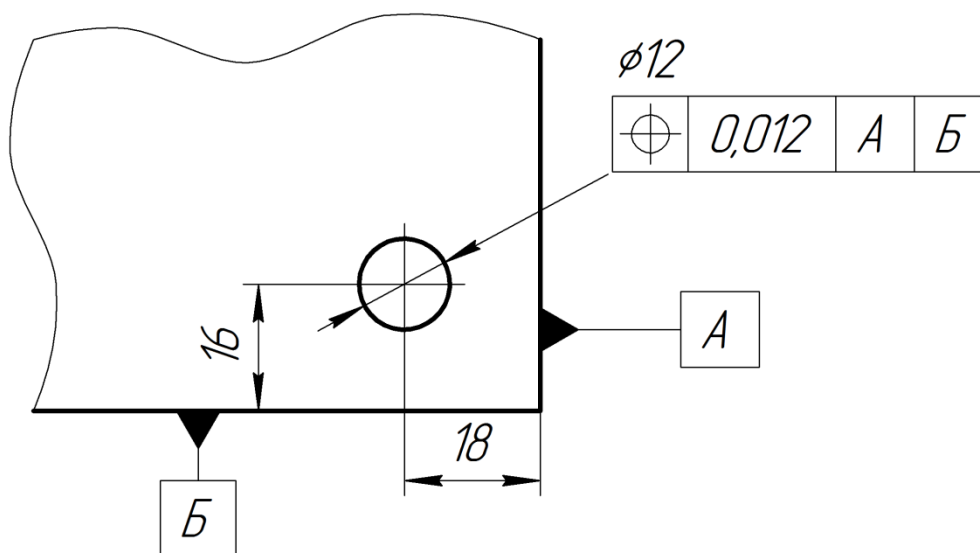


Рис. 1.65. Задание допуска расположения относительно комплекта баз

Зависимые допуски формы и расположения обозначают условным знаком « \diamond », который помещают:

- после числового значения допуска, если зависимый допуск связан с действительными размерами рассматриваемого элемента;
- после буквенного обозначения базы или без буквенного обозначения в третьей части рамки, если зависимый допуск связан с действительными размерами базового элемента;
- после числового значения допуска и буквенного обозначения базы или без буквенного обозначения в третьей части рамки, если зависимый допуск связан с действительными размерами рассматриваемого и базового элементов.

Если допуск расположения или формы не указан как зависимый, то его считают независимым.

Для допусков формы и расположения поверхностей, не предусмотренных таблицей 1.11, вид допуска может быть указан текстом в технических требованиях. В этом случае текст должен содержать:

- наименование допуска;
- указание поверхности или другого элемента, для которого задается допуск (для этого используют буквенное обозначение поверхности или конструктивное наименование, определяющее соответствующие поверхности);
- числовое значение допуска в миллиметрах;
- указание о зависимых допусках формы и расположения (в соответствующих случаях).

1.2.13. Обозначение шероховатости поверхностей

Шероховатость поверхности – это совокупность неровностей с относительно малыми шагами, измеряемых на определенной базовой длине (рис. 1.66).

Шероховатость поверхности является одной из основных геометрических характеристик качества поверхности деталей, оказывающих влияние на эксплуатационные показатели. В условиях эксплуатации машины или прибора внешним воздействиям в первую очередь подвергаются поверхности их деталей. Износ трущихся поверхностей, зарождение трещин усталости, смятие, коррозионное и эрозионное разрушения, разрушение в результате кавитации и др. – это процессы, протекающие на поверхности деталей и в некотором прилегающем к поверхности слое. Естественно, что придание поверхностям деталей специальных свойств способствует существенному повышению показателей качества машин в целом и в первую очередь показателей надежности.

Качество поверхности является одним из важнейших факторов, обеспечивающих высокие эксплуатационные свойства деталей машин и приборов, и обуславливается свойствами металла и методами обработки.

Шероховатость поверхности, согласно требованиям ГОСТ 2789–73, оценивают шестью параметрами:

Высотными – Ra , Rz , $Rmax$.

Ra – среднее арифметическое отклонение профиля (среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля y_1, y_2, \dots, y_n в пределах базовой длины l);

Rz – высота неровностей профиля по 10 точкам (сумма средних арифметических абсолютных отклонений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наиболее глубоких впадин профиля в пределах базовой длины);

$Rmax$ – максимальная высота неровностей профиля.

Шаговыми – Sm , S , t_p .

Sm – средний шаг неровностей;

S – средний шаг неровностей по вершинам;

t_p – относительная опорная длина.

Чем больше значение параметра, тем большие неровности образует профиль поверхности.

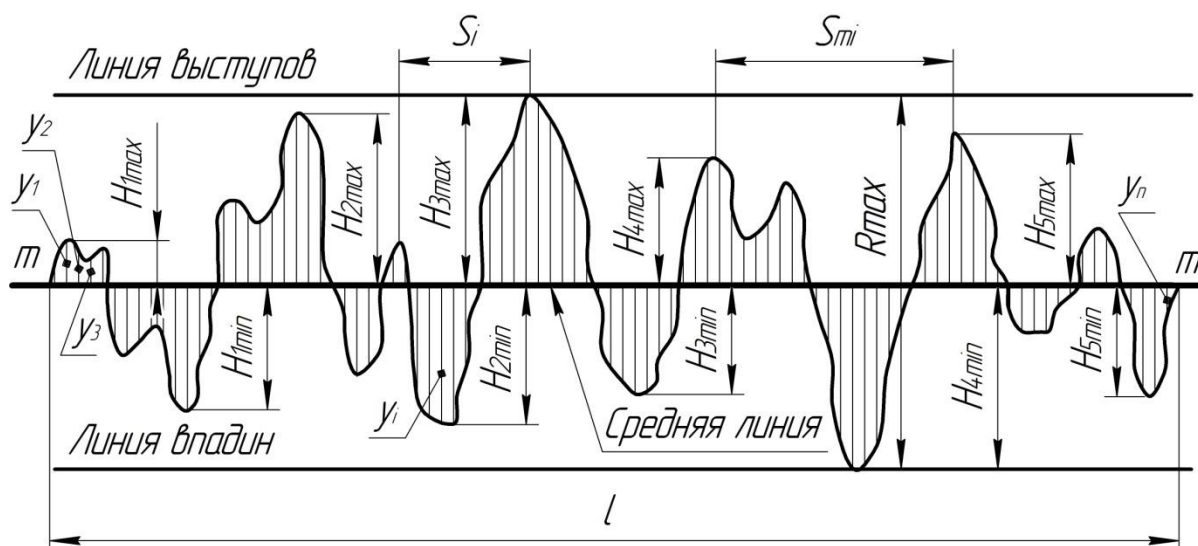


Рис. 1.66. Профиль шероховатости поверхности

Для обозначения шероховатости параметр Ra является предпочтительным.

Нормальные значения средних арифметических отклонений профиля Ra следует выбирать из таблицы 1.12, а нормальные значения высоты неровностей профиля по 10 точкам Rz и наибольшей высоты неровностей профиля $Rmax$ – из таблицы 1.13.

Таблица 1.12

**Среднее арифметическое отклонение профиля Ra
по ГОСТ 2789–73, мкм**

<u>100</u>	10	1	<u>0,1</u>	0,01
80	8	<u>0,8</u>	0,08	0,008
63	<u>6,3</u>	0,63	0,063	-
<u>50</u>	5	0,5	<u>0,05</u>	-
40	4	<u>0,4</u>	0,04	-
32	<u>3,2</u>	0,32	0,032	-
<u>25</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>	-
20	2	<u>0,2</u>	0,02	-
16	<u>1,6</u>	0,16	0,016	-
<u>12,5</u>	1,25	0,125	<u>0,012</u>	-
<i>Предпочтительные значения параметров подчеркнуты</i>				

Таблица 1.13

Высота неровностей профиля по 10 точкам R_z и наибольшая высота неровностей профиля R_{max} по ГОСТ 2789–73, мкм

-	1000	<u>100</u>	10	1	<u>0,1</u>
-	800	80	8	<u>0,8</u>	0,08
-	630	63	<u>6,3</u>	0,63	0,063
-	500	<u>50</u>	5	0,5	<u>0,05</u>
-	<u>400</u>	40	4	<u>0,4</u>	0,04
-	320	32	<u>3,2</u>	0,32	0,032
-	250	<u>25</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>
-	<u>200</u>	20	2	<u>0,2</u>	-
1600	160	16	<u>1,6</u>	0,16	-
1250	125	<u>12,5</u>	1,25	0,125	-
<i>Предпочтительные значения параметров подчеркнуты</i>					

При нормировании требований к шероховатости поверхности параметрами R_a , R_z , и R_{max} базовую длину в обозначении шероховатости не приводят, если она соответствует указанной в таблице 1.14 по ГОСТ 2789–73 для выбранного значения параметра шероховатости.

Таблица 1.14

Соотношение значений параметра R_a , R_z , R_{max} и базовой длины l

l , мм	R_a , мкм	$R_z=R_{max}$, мкм
0,08	До 0,025	До 0,1
0,25	Св. 0,025 до 0,4	Св. 0,1 до 1,6
0,8	Св. 0,4 до 3,2	Св. 1,6 до 12,5
2,5	Св. 3,2 до 12,5	Св. 12,5 до 50
8	Св. 12,5 до 100	Св. 50 до 400

Условные обозначения направления неровностей должны соответствовать приведенным в ГОСТ 2.309-73 и ГОСТ 2789–73 (табл. 1.15). Условные обозначения направления неровностей указывают на чертеже при необходимости.

Типы направления и условные обозначения направления неровностей поверхности

Тип направления неровностей	Схематичное изображение	Обозначение	Пояснение
Параллельное			Параллельно линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования
Перпендикулярное			Перпендикулярно линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования
Перекрещивающееся			Перекрещивание в двух направлениях наклонно к линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования
Произвольное			Различные направления по отношению к линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования
Кругообразное			Приблизительно кругообразно по отношению к центру поверхности, к шероховатости которой устанавливаются требования
Радиальное			Приблизительно радиально по отношению к центру поверхности, к шероховатости которой устанавливаются требования

Для определения параметров шероховатости поверхности детали с натуры при эскизировании или чтении чертежей следует руководствоваться рекомендациями, приведенными в таблице 1.16.

Таблица 1.16

**Приближенное определение параметров шероховатости
поверхности деталей с натуры**

Внешний признак поверхности	Назначение поверхности	Параметр Ra, мкм
Поверхность не подвергалась механической обработке	Наружные и внутренние несоприкасающиеся поверхности корпусов, крышек, фланцев и т.п.	Без параметров
На поверхности заметны невооруженным глазом грубые следы режущего инструмента	Несоприкасающиеся поверхности деталей, требующие механической обработки	Менее 50 до 6,3
На поверхности слабо заметны следы режущего инструмента	Соприкасающиеся поверхности зубчатых колес, крепежных резьб	Менее 6,3 до 1,6
Следы обработки незаметны невооруженным глазом	Сопрягаемые поверхности деталей (посадки). Рабочие поверхности ходовых резьб	Менее 1,6 до 0,2
Поверхности зеркальные	Рабочие поверхности деталей двигателей, приборов	Менее 0,2 до 0,012

В таблице 1.17 приведены некоторые типовые поверхности деталей, при обработке которых должна быть образована поверхность с определенными параметрами шероховатости.

Таблица 1.17

Шероховатость поверхности элементов деталей, мкм

Элемент детали	Шероховатость
Нерабочие контуры деталей. Поверхности деталей, устанавливаемых на бетонных, кирпичных и деревянных основаниях	$Rz = 320 \dots 160$
Отверстия на проход крепежных деталей. Выточки, проточки. Отверстия масляных каналов на силовых валах. Кромки деталей под сварные швы. Опорные поверхности пружин сжатия. Подошвы станин, корпусов, лап	$Rz = 80$
Торцовые поверхности под подшипники качения. Поверхности втулок, колец, ступиц, прилегающие к другим поверхностям, но не являющиеся посадочными. Нерабочие торцы валов, втулок, планок. Шейки валов 12-го качества диаметром 80...500 мм. Поверхности отверстий 12-го качества диаметром 18...500 мм, 11-го качества	$Rz = 20$

Элемент детали	Шероховатость
Внутренний диаметр шлицевых соединений (не шлифованных). Свободные несопрягаемые торцовые поверхности валов, муфт, втулок. Поверхности головок винтов	$Rz = 40$
Нерабочие торцовые поверхности зубчатых и червячных колес и звездочек. Канавки, фаски, выточки, зенковки, закругления и т.п. Болты и гайки нормальной и повышенной точности (кроме резьбы)	$Rz = 40 \dots 10$
Шаровые поверхности ниппельных соединений. Канавки под уплотнительные резиновые кольца для подвижных и неподвижных торцовых соединений. Радиусы скруглений на силовых валах. Поверхности осей для эксцентриков. Опорные плоскости реек. Поверхности выступающих частей быстровращающихся деталей. Поверхности направляющих типа «ласточкин хвост»	$Ra = 3,2$
Наружные диаметры шлицевого соединения. Отверстия пригоняемых и регулируемых соединений (вкладыши подшипников и др.) с допуском зазора – натяга 25...40 мкм. Цилиндры, работающие с резиновыми манжетами. Отверстия подшипников скольжения. Трущиеся поверхности малонагруженных деталей. Посадочные поверхности отверстий и валов под неподвижные посадки. Трущиеся поверхности малонагруженных деталей. Рабочие поверхности дисков трения	$Ra = 1,6$
Поверхности зеркала цилиндров, работающих с резиновыми манжетами. Торцовые поверхности поршневых колес при диаметре не менее 240 мм. Валы в пригоняемых и регулируемых соединениях с допуском зазора – натяга 7...25 мкм. Трущиеся поверхности нагруженных деталей. Посадочные поверхности 7-го качества с длительным сохранением заданной посадки: оси эксцентриков, точные червяки, зубчатые колеса. Сопряженные поверхности бронзовых зубчатых колес. Рабочие шейки распределительных валов. Штоки и шейки валов в уплотнениях	$Ra = 0,8$
Шейки валов 5-го качества диаметром свыше 1 до 30 мм, 6-го качества диаметром свыше 1 до 10 мм. Отверстия пригоняемых и регулируемых соединений (вкладыши подшипников) с допуском зазора – натяга 4...7 мкм. Трущиеся элементы сильно нагруженных деталей. Цилиндры, работающие с поршневыми кольцами	$Ra = 0,4$
Поверхности деталей, работающих на трение, от износа которых зависит точность работы механизма	$Ra = 0,2$
Рабочие шейки валов прецизионных быстроходных станков и механизмов. Поверхности отверстий пригоняемых и регулируемых соединений с допуском зазора – натяга до 2,5 мкм	$Ra = 0,1$

Обозначение шероховатости поверхностей и правила их нанесения на чертежах устанавливает ГОСТ 2.309-73.

Для обозначения шероховатости используется специальный условный знак (рис. 1.67), где:

– h – высота размерных чисел на чертеже;

– $H = (1,5...5)h$;

– толщина линии знака приблизительно равна половине толщины сплошной толстой основной линии, применяемой на чертеже.

Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

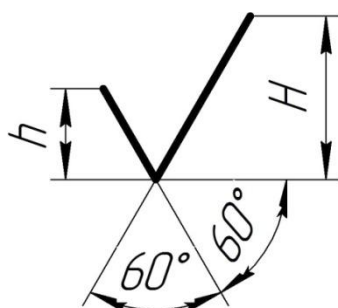


Рис. 1.67. Размеры знака шероховатости

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рисунке 1.68.

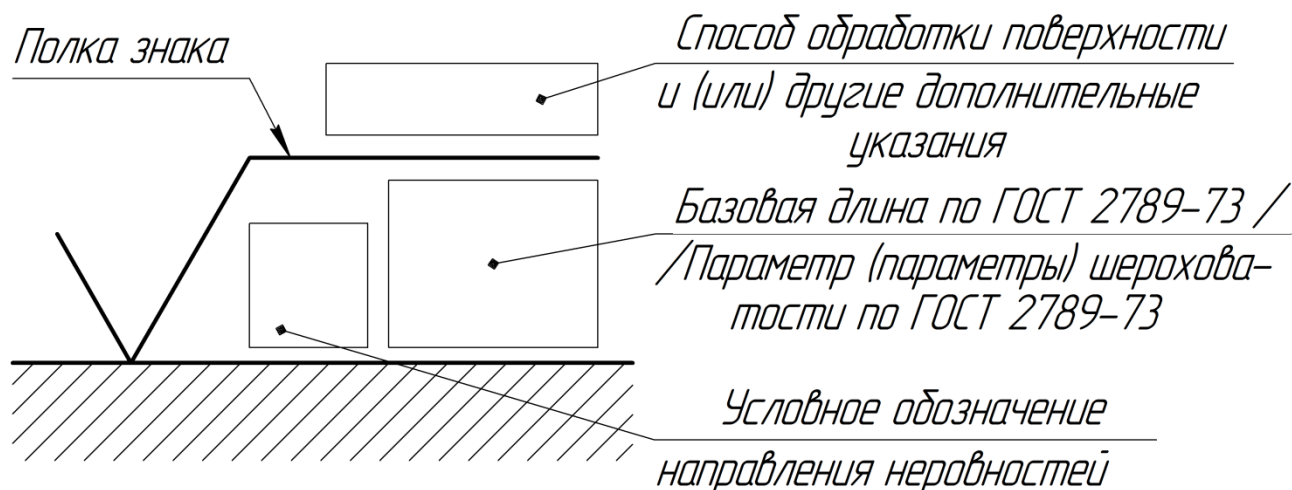


Рис. 1.68. Структура знака обозначения шероховатости

При обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на рисунке 1.69:

- если способ обработки поверхности конструктором не устанавливается, применяют знак, приведенный на рисунке 1.69, *а*;
- в обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала, применяют знак, приведенный на рисунке 1.69, *б*;
- в обозначении шероховатости поверхности, которая сохраняется без удаления слоя материала, применяют знак, приведенный на рисунке 1.69, *в* (при необходимости – с указанием значения параметра шероховатости).

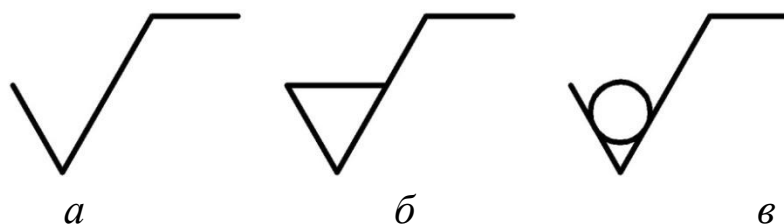


Рис. 1.69. Условные знаки обозначения шероховатости

Знаки обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

Допускается при недостатке места располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, на рамке допуска формы, а также разрывать выносную линию (рис. 1.70).

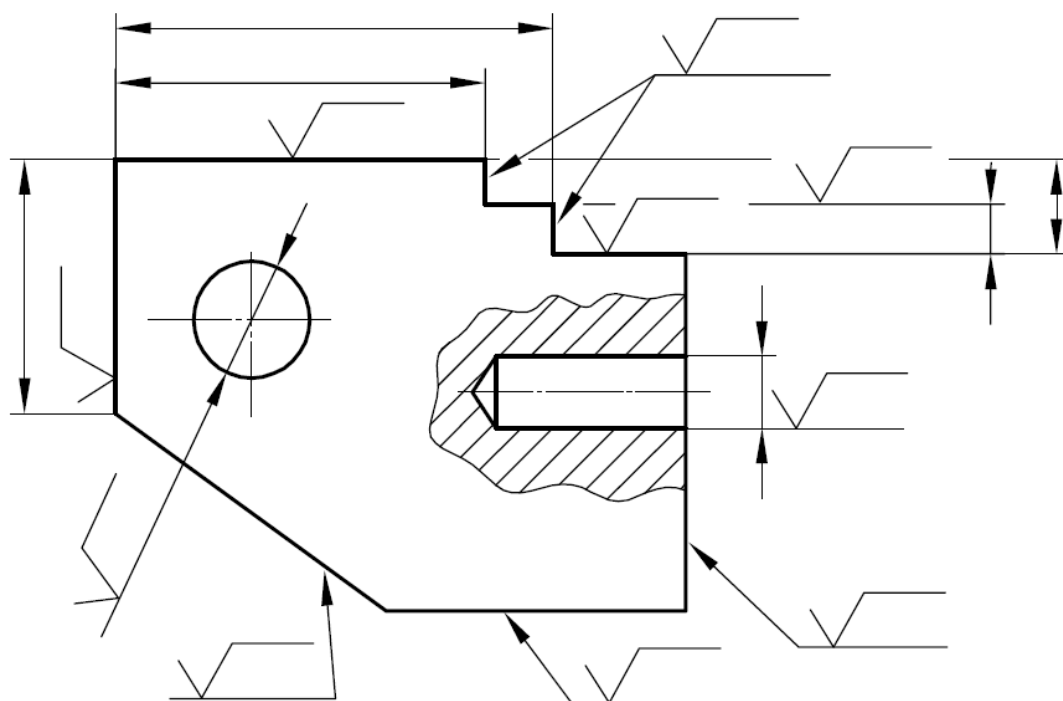


Рис. 1.70. Примеры нанесения знаков шероховатости на чертеже

На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в случаях, когда от этой линии нанесен размер.

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рисунках 1.71, 1.72.

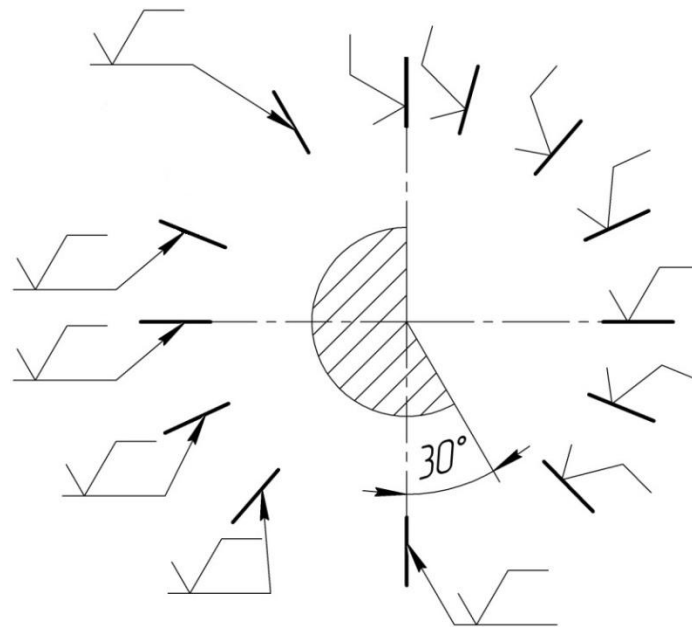


Рис. 1.71. Расположение знаков шероховатости с полкой относительно основной надписи чертежа

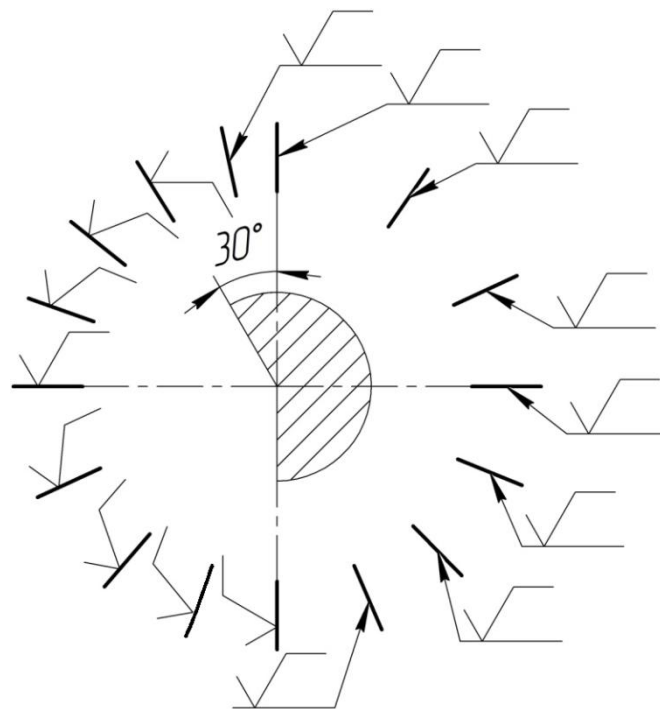


Рис. 1.72. Расположение знаков шероховатости с полкой относительно основной надписи чертежа

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак не имеет полки, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рисунке 1.73.

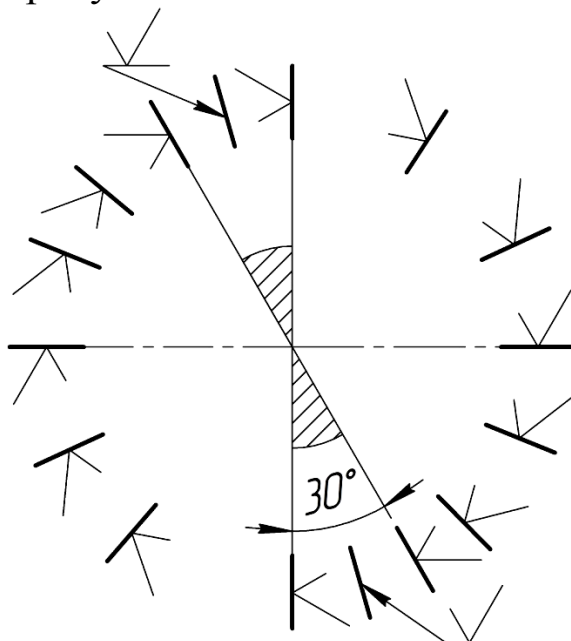


Рис. 1.73. Расположение знаков шероховатости, не имеющих полки, относительно основной надписи чертежа

При изображении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части изображения, по возможности ближе к месту указания размеров, как показано на рисунке 1.74.

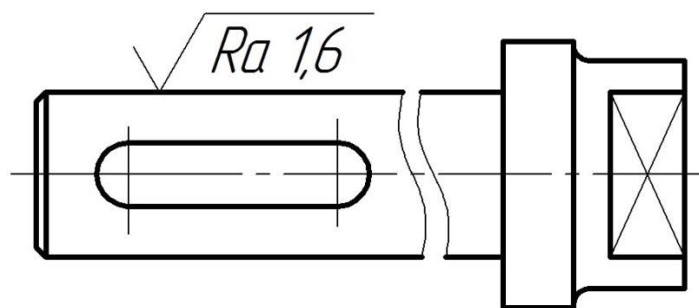


Рис. 1.74. Обозначение шероховатости на изображении с разрывом

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правый верхний угол чертежа и на изображении не наносят (рис. 1.75, а).

Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении.

Если большее число поверхностей детали имеет одинаковую шероховатость, например, $\sqrt{Rz50}$, а шероховатость других указана на изображении, то она обозначается в правом верхнем углу, как показано на рисунке 1.75, б, вместе с условным обозначением (\surd) . Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением (\surd) .

Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении.

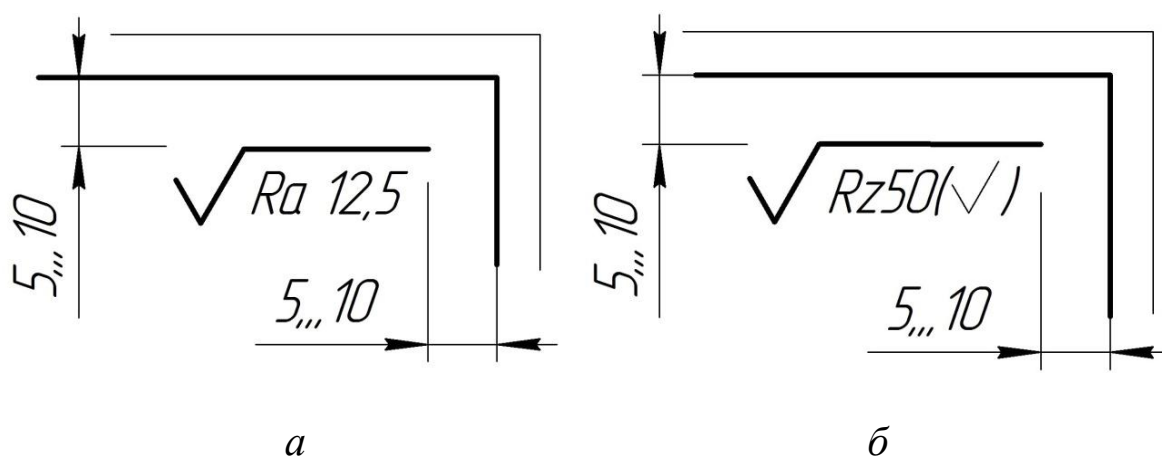


Рис. 1.75. Указание шероховатости, одинаковой для всех или части поверхностей изделия

Знак шероховатости, показанный на рисунке 1.76, используется, если шероховатость поверхности одинаковая по изображенному замкнутому контуру детали. Диаметр вспомогательного знака «®» – 4...5 мм.

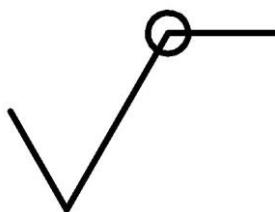


Рис. 1.76. Условный знак обозначения шероховатости по замкнутому контуру

Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т.п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз независимо от числа изображений.

Обозначения шероховатости симметрично расположенных элементов симметричных изделий наносят один раз.

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости.

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес (рис. 1.77, *а*), эвольвентных шлицев (рис. 1.77, *б*) и т.п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности, а для глобоидных червяков и сопряженных с ними колес – на линии расчетной окружности (рис. 1.78).

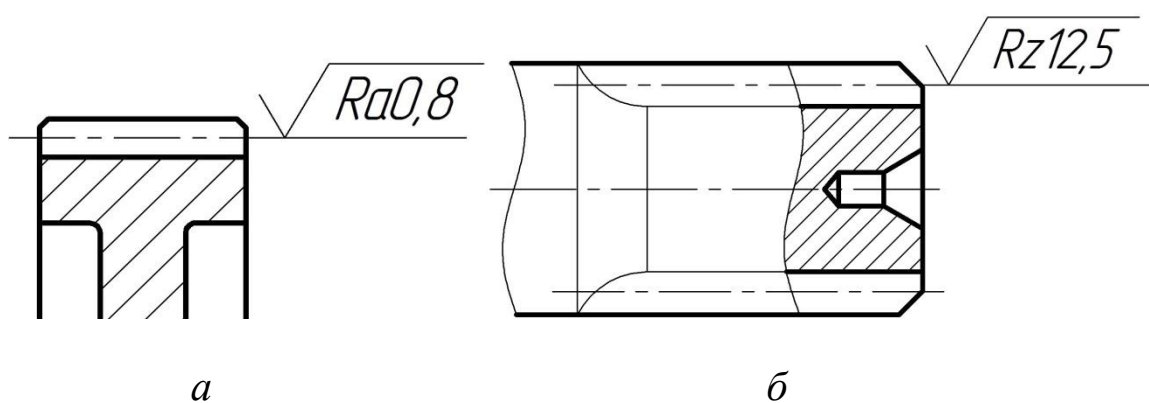


Рис. 1.77. Обозначение шероховатости рабочей поверхности зубьев зубчатых колес (*а*) и эвольвентных шлицев (*б*)

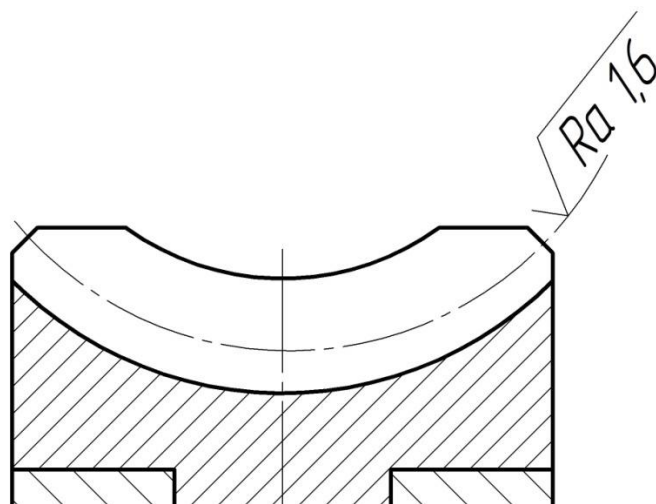


Рис. 1.78. Обозначение шероховатости рабочей поверхности зубьев червячного колеса

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля (рис. 1.79, *а*) или условно на выносной линии для указания размера резьбы (рис. 1.80, *а*,

1.81, а), на размерной линии или на ее продолжении (рис. 1.79, б, 1.80, б, 1.81, б).

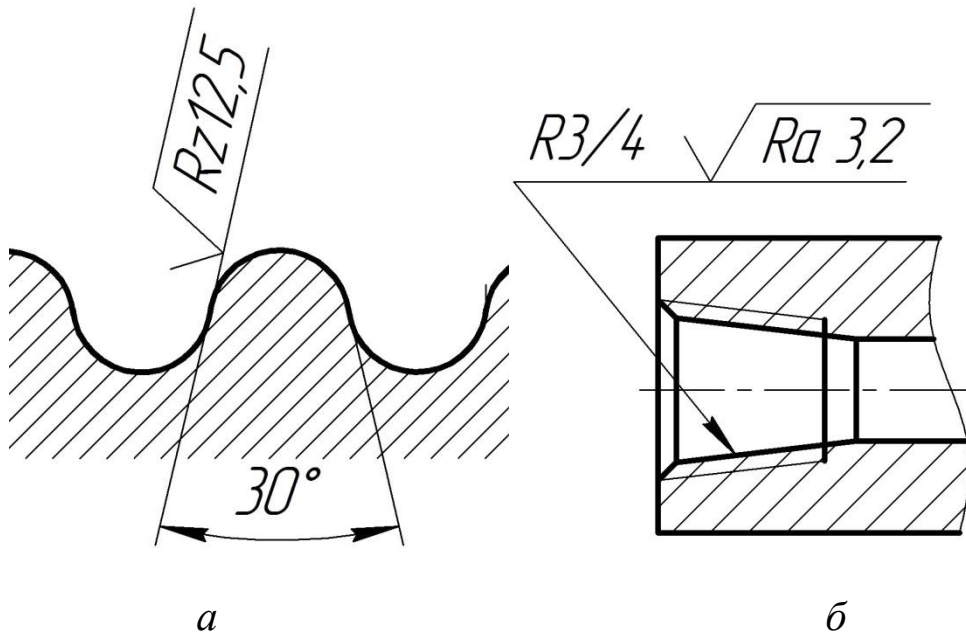


Рис. 1.79. Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы (а) и резьбы (б)

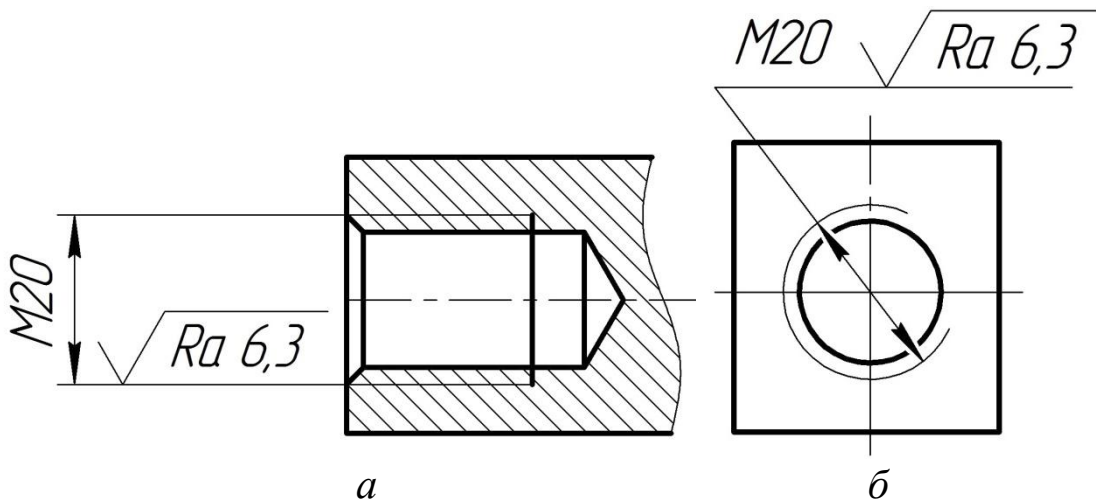


Рис. 1.80. Обозначение шероховатости поверхности резьбы

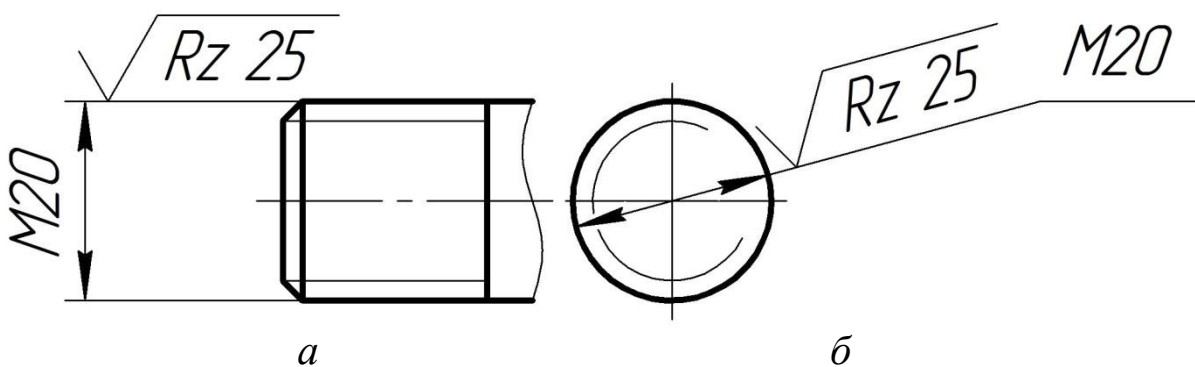


Рис. 1.81. Обозначение шероховатости поверхности резьбы

1.2.14. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах

Для большей наглядности при выполнении и чтении чертежей изображение в разрезах и сечениях покрывают штриховкой. Графическое обозначение материалов в разрезах и сечениях должно способствовать легкому различению деталей, а также показывать вид материала детали, не затрудняя чтение чертежа.

Правила графического обозначения и нанесения материалов в разрезах и сечениях на чертежах устанавливает **ГОСТ 2.306-68**.

Графические обозначения материалов в разрезах и сечениях в зависимости от вида материалов должны соответствовать изображениям, приведенным в таблице 1.18.

Допускается применять дополнительные обозначения материалов, не предусмотренных вышеуказанным стандартом, но в этом случае необходимо их пояснение на чертеже.

Нанесение штриховки на чертежах должны выполняться по правилам, предусмотренным стандартом.


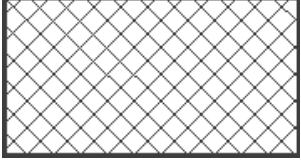
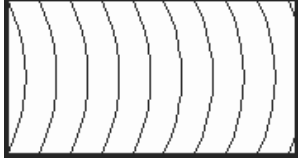
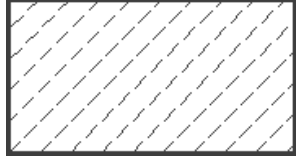
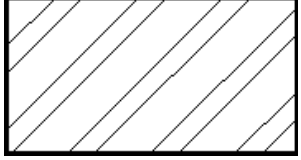
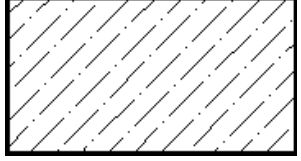
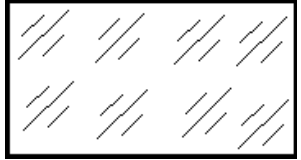
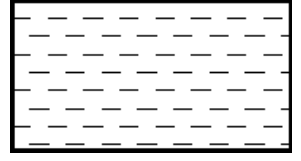

Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом 45° к линиям рамки чертежа (рис. 1.82), к линии контура изображения (рис. 1.83) или к его оси (рис. 1.84).

Если линии штриховки, приведенные к линии рамки чертежа под углом 45° , совпадают с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать угол 30° (рис. 1.85, а) или угол 60° (рис. 1.85, б).

Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, но, как правило, в одну и ту же сторону на всех разрезах и сечениях, относящихся к одной и той же детали, независимо от количества листов, на которых эти сечения расположены.

Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки (частота) должно быть одинаковым для всех выполняемых в одном и том же масштабе разрезов и сечений данной детали и выбирается в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений. Указанное расстояние должно быть от 1 до 10 мм (рис. 1.83) в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений.

Графические обозначения материалов в сечениях

Материал	Обозначение
1. Металлы и твердые сплавы	
2. Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	
3. Древесина	
4. Камень естественный	
5. Керамика и силикатные материалы для кладки	
6. Бетон	
7. Стекло и другие светопрозрачные материалы	
8. Жидкости	
9. Грунт естественный	

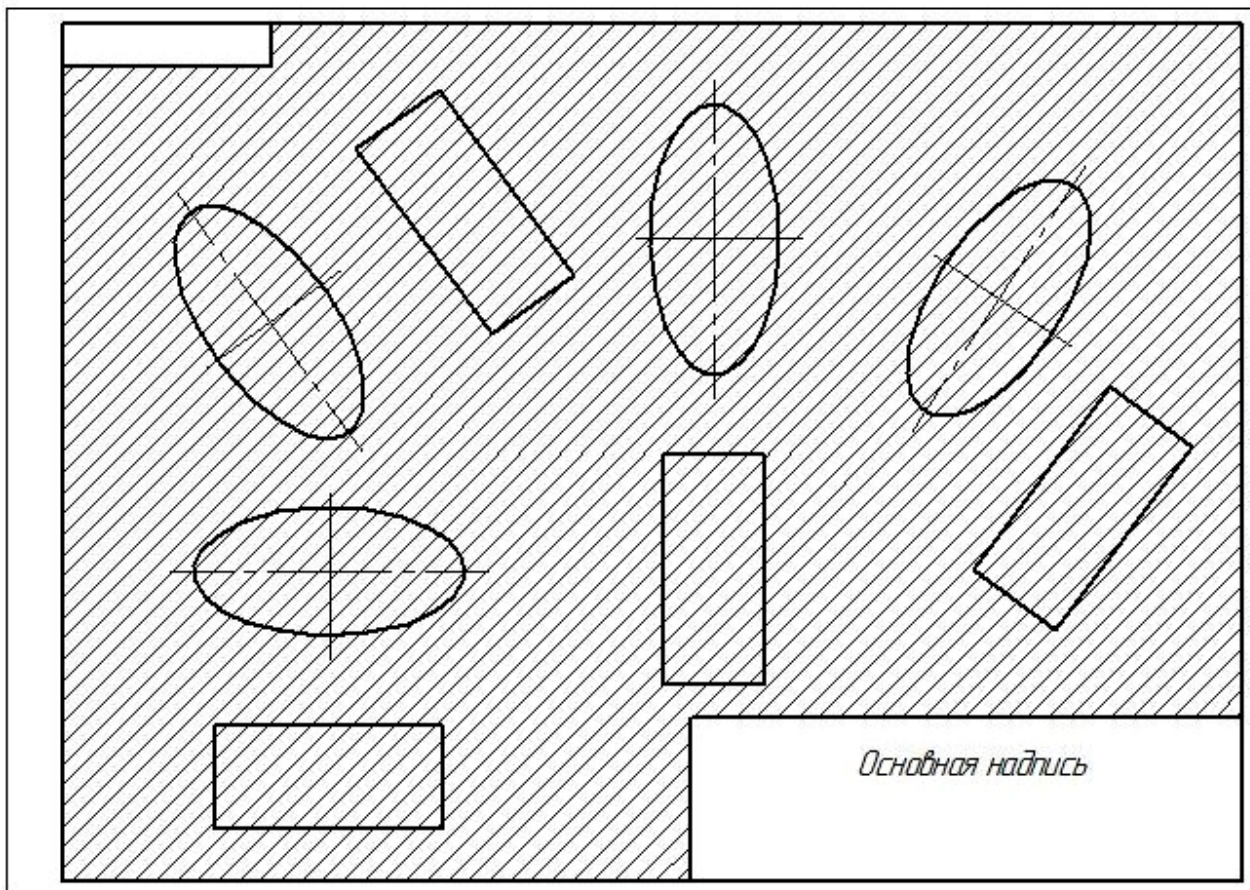


Рис. 1.82. Нанесение штриховки под углом 45°
к линиям рамки чертежа

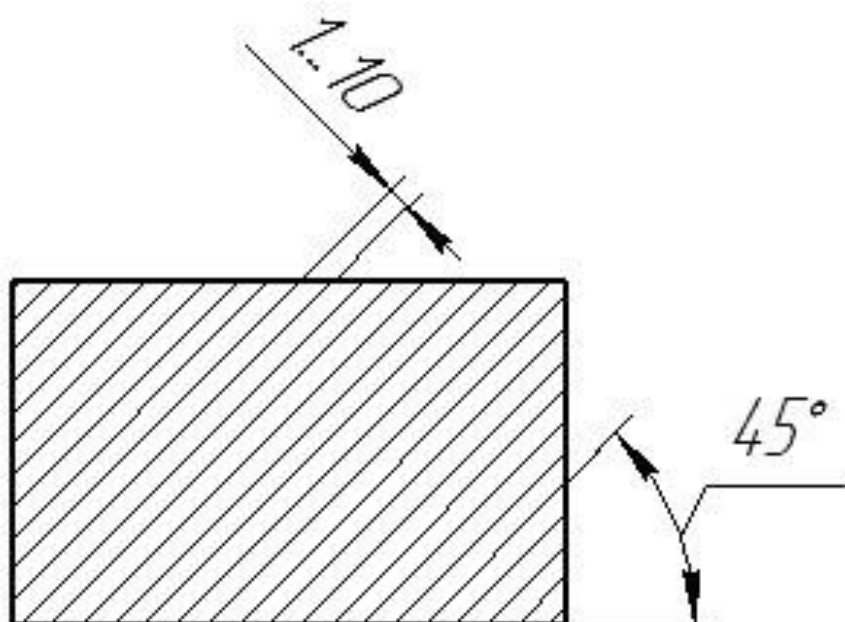


Рис. 1.83. Нанесение штриховки под углом 45°
к линии контура изображения

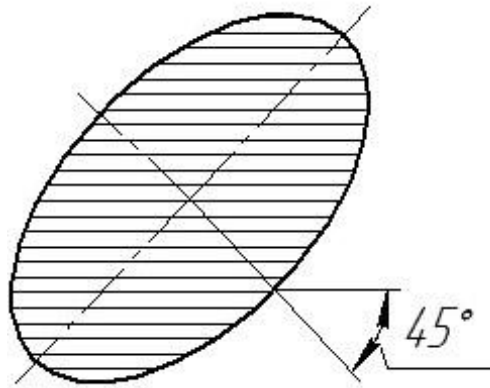


Рис. 1.84. Нанесение штриховки под углом 45° к осевой линии изображения

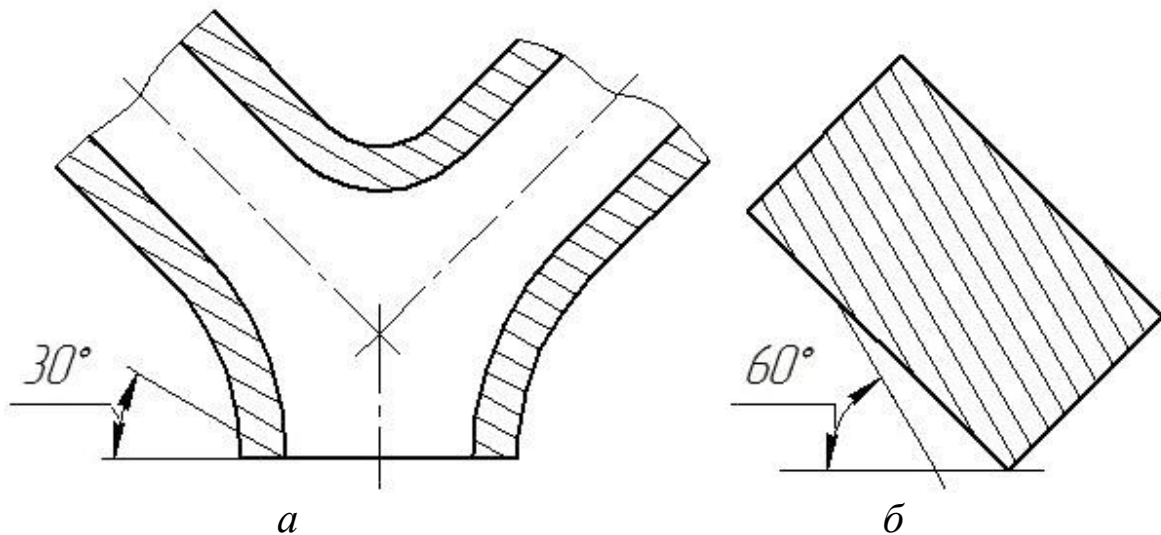


Рис. 1.85. Нанесение штриховки под углами 30° и 60°

Узкие и длинные площади сечения (например, гнутых, штампованных и других подобных деталей), ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения – небольшими участками в нескольких местах (рис. 1.86), а в случаях штриховки стекла (рис. 1.87) линии штриховки следует наносить с наклоном $15^\circ \dots 20^\circ$ к линиям большей стороны контура сечения. *Штриховка в этих случаях выполняется от руки.*

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с оставлением просветов между смежными сечениями не менее 0,8 мм (примерно равными толщине основной линии s), как показано на рисунке 1.88.

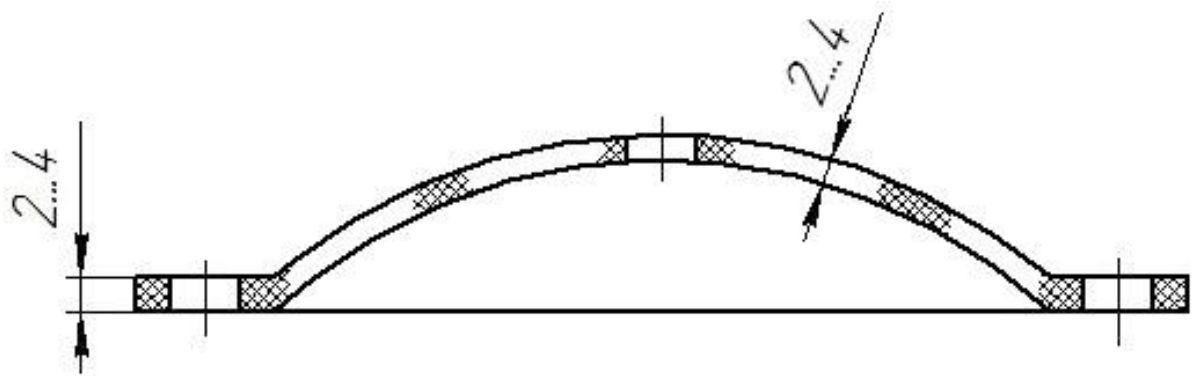


Рис. 1.86. Штриховка узких и длинных площадей сечения

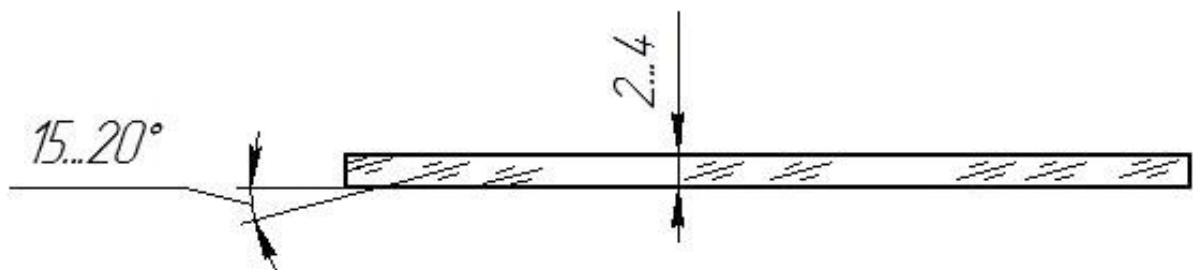


Рис. 1.87. Штриховка узких площадей стеклянных поверхностей

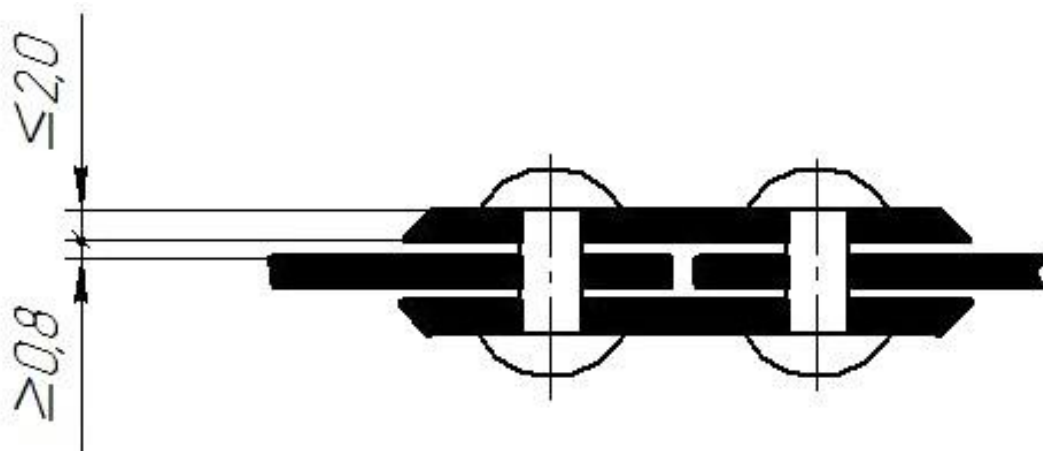


Рис. 1.88. Штриховка узких площадей толщиной менее 2 мм

Для смежных сечений двух деталей следует брать наклон линий штриховки для одного сечения вправо, для другого – влево (встречная штриховка).

В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона и направления следует изменять расстояние между линиями штриховки (рис. 1.89) или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла их наклона (рис. 1.90).

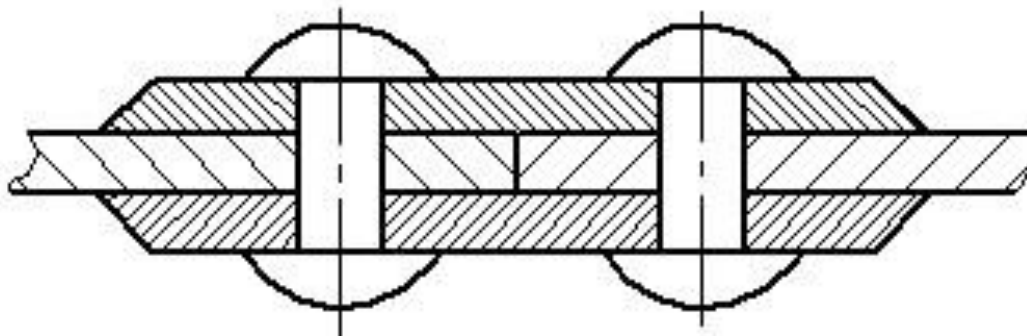


Рис. 1.89. Штриховка смежных площадей с изменением расстояния между штриховыми линиями

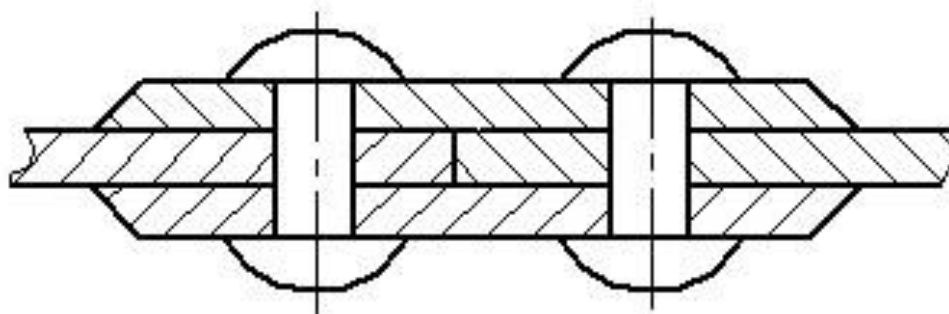


Рис. 1.90. Штриховка смежных площадей со сдвигом штриховых линий

При штриховке в клетку для смежных сечений двух деталей, расстояние между линиями штриховки в каждом сечении должно быть различным (рис. 1.91).

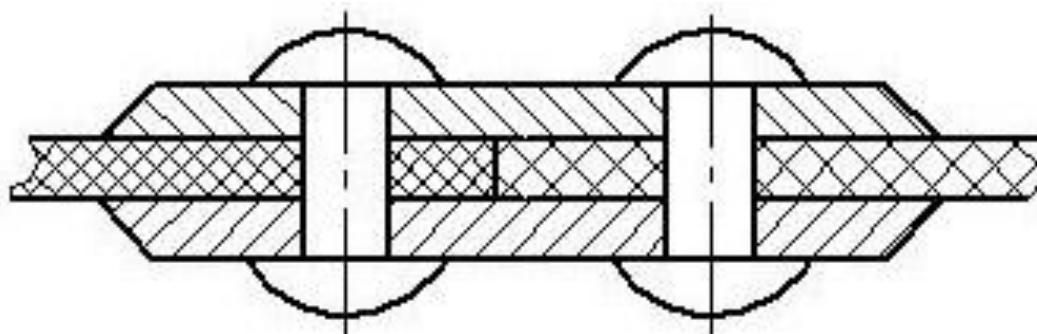


Рис. 1.91. Штриховка в клетку смежных площадей с изменением расстояния между штриховыми линиями

При больших площадях сечений, а также при указании профиля грунта допускается наносить обозначение лишь у контура сечения узкой полоской равномерной ширины (рис. 1.92).

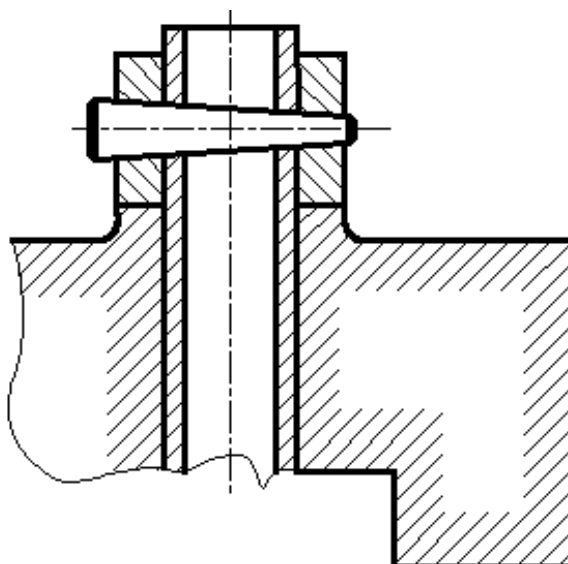


Рис. 1.92. Штриховка при больших площадях сечений

Вопросы для самопроверки

1. Какие существуют классификационные группы стандартов ЕСКД?
2. Сколько листов формата А4 содержится в листе формата А1, А2, А3?
3. Каковы правила расположения основной надписи на формате?
4. Какие масштабы применяются при выполнении чертежей согласно ГОСТ 2.302-68?
5. Что означают отношения: 1:5, 1:1, 10:1?
6. Какие размеры проставляют на чертеже, который выполняется в масштабе 2:1, 1:2?
7. Какие виды сплошной линии определены ГОСТ 2.303-68? Укажите их назначение.
8. Укажите назначение, толщину и размеры элементов штрихпунктирной линии в соответствии с ГОСТ 2.303-68.
9. Укажите назначение, толщину и размеры элементов штриховой линии в соответствии с ГОСТ 2.303-68.
10. Какова толщина осевых, центровых, выносных и размерных линий?
11. Какие линии используются для обводки контура?
12. Какие размеры чертежного шрифта определены ГОСТ 2.304-81?
13. Какая величина принимается за размер шрифта?

14. Какие типы шрифтов установлены ГОСТ 2.304-81?
15. В каких единицах выражают линейные размеры на машиностроительных чертежах?
16. Какие знаки используются при нанесении размеров?
17. На каком расстоянии друг от друга и от контурной линии проводятся размерные линии?
18. На сколько миллиметров должны выступать выносные линии за концы стрелок размерных линий?
19. Когда проставляют знак диаметра, а когда знак радиуса?
20. Где наносят на чертеже размер числа относительно размерной линии?
21. Каковы основные правила нанесения размеров на чертежах?
22. Как располагают стрелки размерных линий при недостатке места для их размещения?
23. Как условно обозначаются на чертежах уклон и конусность?
24. Как располагают размерные числа при различном наклоне размерных линий?
25. Какими знаками обозначаются толщина и длина изделия?
26. Какие размеры называются габаритными?
27. Каким знаком обозначаются размеры для справок?
28. Размер какой стороны прямоугольника указывают на первом месте при размещении параметров на полке линии-выноски?
29. Как располагают выносные линии при нанесении размеров на изображениях в аксонометрических проекциях?
30. Для каких размеров допускается не указывать на чертеже предельные отклонения?
31. Зачем на чертежах указывают параметры шероховатости поверхностей деталей?
32. В чем принципиальная разница параметров шероховатости, указанных параметрами Ra и Rz?
33. Шероховатость каких поверхностей не обозначают на чертеже изделия?
34. Допускается ли применять на чертеже графические обозначения материалов, не предусмотренные стандартами?
35. В каких случаях штриховка на чертежах выполняется от руки?

2. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

2.1. Геометрические построения, часто применяемые при выполнении чертежей

Проведение перпендикуляра из заданной точки к прямой линии. Из заданной точки C (рис. 2.1, а) проводят дугу окружности произвольного радиуса R так, чтобы она пересекала прямую a , получают точки A и B . Из этих точек описывают две дуги окружности произвольным радиусом R_1 , несколько большим половины отрезка AB , до их взаимного пересечения в точке F . Точки F и C соединяют прямой, которая и будет искомым перпендикуляром к прямой a .

Проведение серединного перпендикуляра к отрезку. Из двух концов отрезка CD (рис. 2.1, б) как из центров строят две дуги окружности произвольным радиусом R , несколько большим половины отрезка CD , до их взаимного пересечения в точках F и K . Точки F и K соединяют прямой, которая и будет искомым перпендикуляром к CD .

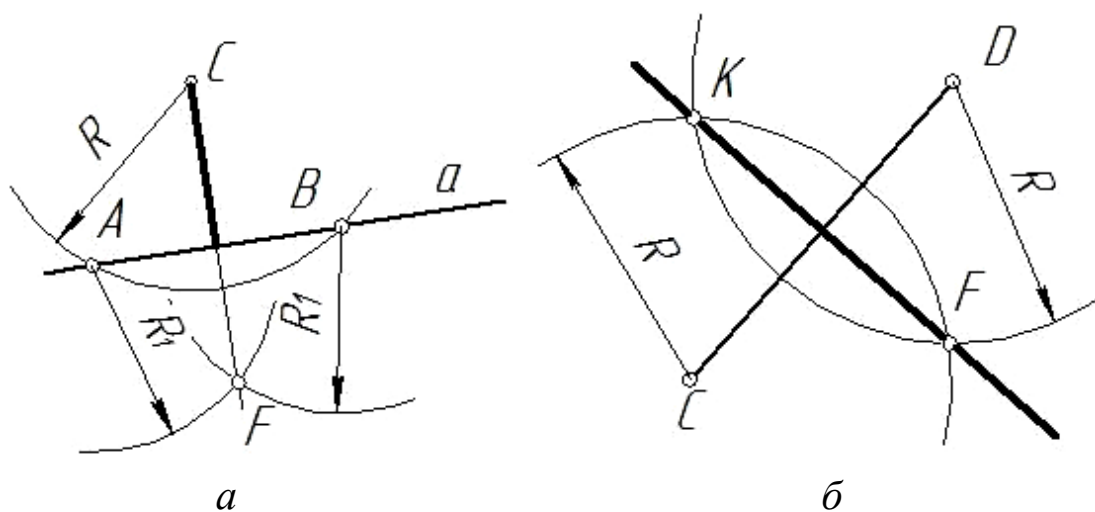


Рис. 2.1. Построение перпендикуляра к прямой линии

Деление отрезка прямой линии на любое число равных частей. Пусть отрезок AB требуется разделить на 10 равных частей. Для этого из любого конца отрезка (например, из точки A) проводят под острым углом к отрезку прямую линию (рис. 2.2), на которой от точки A измерительным циркулем откладывают 10 равных отрезков (точки деления $1_1 \dots 10_1$) произвольной длины. Точку 10_1 соединяют с концом B данного отрезка прямой линией. Из точек делений $1 \dots 9$ проводят ряд прямых линий, параллельных отрезку прямой 10_1B , которые и разделяют отрезок AB на 10 равных частей.

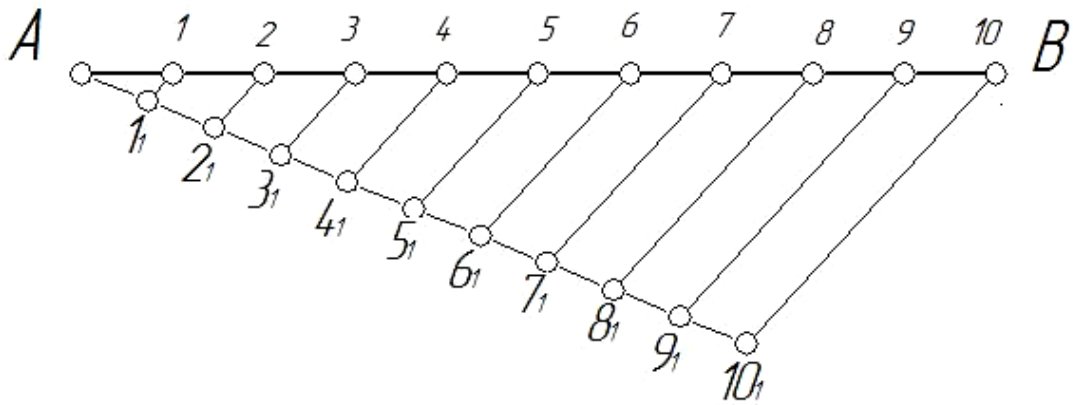
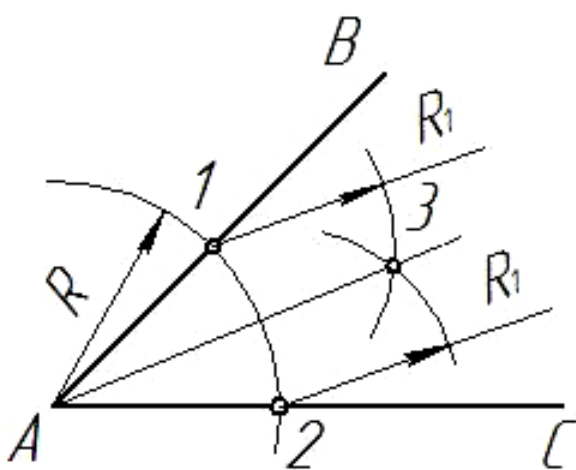


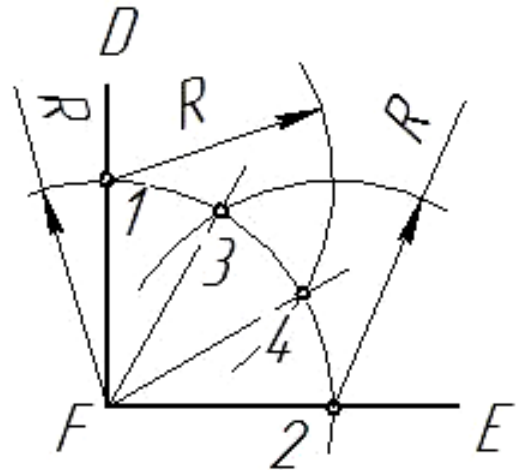
Рис. 2.2. Деление отрезка прямой линии на любое число равных частей

Деление угла на две равные части. Для того чтобы разделить угол BAC (рис. 2.3, а) пополам (или провести биссектрису этого угла), из вершины A строят дугу окружности произвольного радиуса R до пересечения со сторонами угла BAC в точках 1 и 2 . Из полученных точек проводят две дуги радиусом R_1 , несколько большим половины длины дуги 12 до взаимного пересечения в точке 3 . Вершину угла A соединяют с точкой 3 прямой, которая делит угол BAC пополам. Прямая $A3$ – биссектриса угла BAC .

Чтобы разделить угол на четыре равные части, аналогично строят биссектрисы углов $BA3$ и $3AC$.



а



б

Рис. 2.3. Деление угла на равные части

Деление прямого угла на три равные части. Из вершины F прямого угла DFE (рис. 2.3, б) произвольным радиусом R проводят дугу окружности до пересечения ее со сторонами прямого угла в точках 1

и 2, из которых проводят дуги окружности того же радиуса R до пересечения с дугой $I2$ в точках 3 и 4. Точки 3 и 4 соединяют с вершиной угла F прямыми линиями и получают стороны $F3$ и $F4$ углов $DF3$, $3F4$ и $4FE$, равных $\frac{1}{3}$ прямого угла, т.е. по 30° .

Деление окружности на три и шесть равных частей. Для того чтобы разделить окружность на три равные части, иглу циркуля ставят в точку O' окружности (рис. 2.4, а) и радиусом R , равным радиусу окружности, проводят дугу до пересечения с исходной окружностью в точках 2 и 3. Соединив последовательно точки 1, 2 и 3, получают вписанный в окружность правильный треугольник.

Для деления окружности циркулем на шесть равных частей применяется тот же прием, что и для деления окружности на три равные части. Радиусом окружности R (рис. 2.4, б) дугу описывают не один, а два раза из точек O' и O'_1 . Соединив последовательно точки 1, 5, 2, 4, 3 и 6, получают вписанный в окружность правильный шестиугольник.

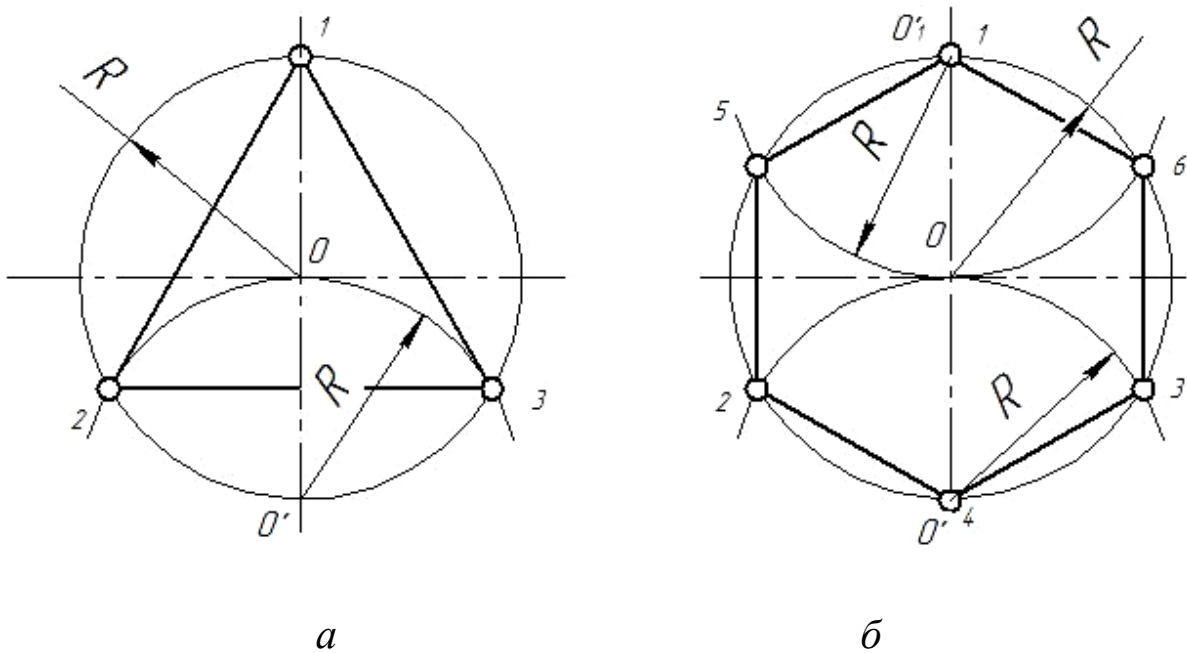


Рис. 2.4. Деление окружности на три и шесть равных частей

Для деления окружности на пять равных частей (рис. 2.5) заданный радиус $O1$ делят на три равные части, а радиус $O2$ – на пять равных частей. Затем через точки деления проводят хорды 34 и 56 перпендикулярно диаметру, как на рисунке 2.5. Окружность точками 1, 3, 4, 5, 6 поделена на пять равных частей. Для построения правильного пятиугольника достаточно последовательно соединить точки деления.

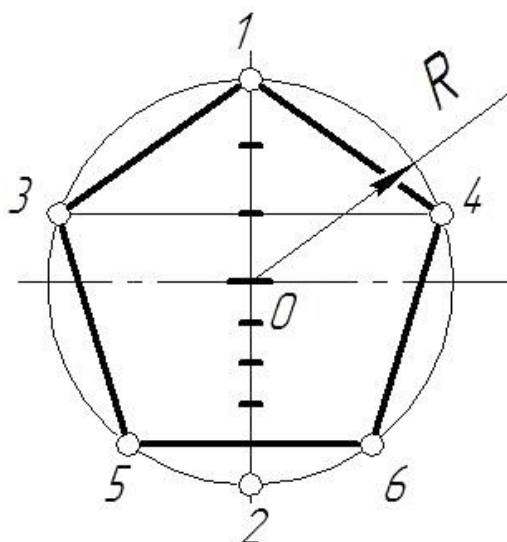


Рис. 2.5. Деление окружности на пять равных частей

Для построения квадрата через заданный центр симметрии проводят взаимно перпендикулярные оси симметрии, на которых откладывают отрезки MN и KL (рис. 2.6, а), равные стороне квадрата. Затем через эти точки проводят стороны квадрата параллельно осям симметрии. На рисунке 2.6, б показано построение квадрата, повернутого на 45° . В этом случае на осях симметрии откладывают диагонали AB и CD .

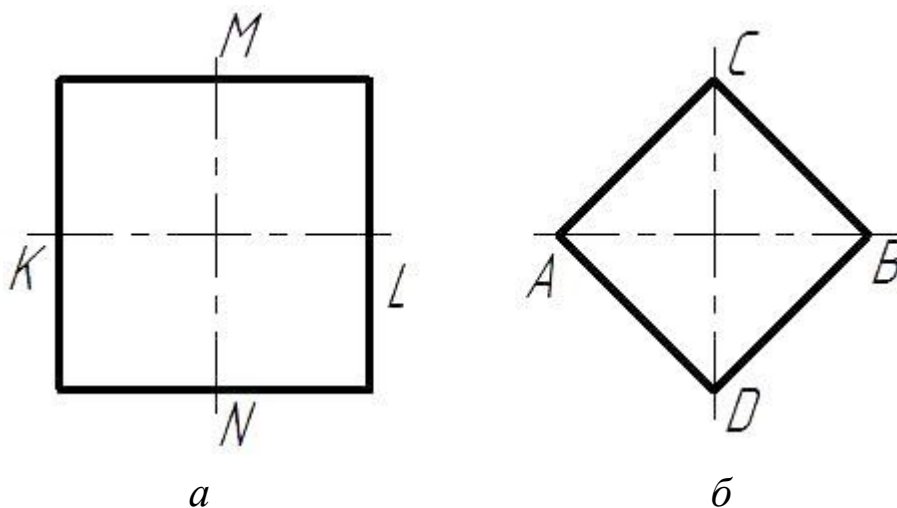


Рис. 2.6. Построение квадрата

При построении шестиугольника по заданной его стороне на осях симметрии откладывают в обе стороны от заданного на рисунке центра длину стороны шестиугольника, получают диагональ 14 (рис. 2.7, а). На радиусе $OM=Ol$ находят точку K , которая делит его в отношении 1:6. Симметрично ей откладывают точку K_1 . Через точки K и K_1 проводят прямые, параллельные диагонали 14 , а через точки N

и N_1 (середины отрезков 01 и 04) – прямые, параллельные отрезку KK_1 . Взаимное пересечение их дает искомые вершины шестиугольника.

Построение *шестиугольника по заданной диагонали* начинают с деления ее на четыре равные части и отмечают точки N и N_1 . Затем берут отрезок OM , равный 01 , на котором определяют точку K аналогично предыдущему построению (рис. 2.7, б).

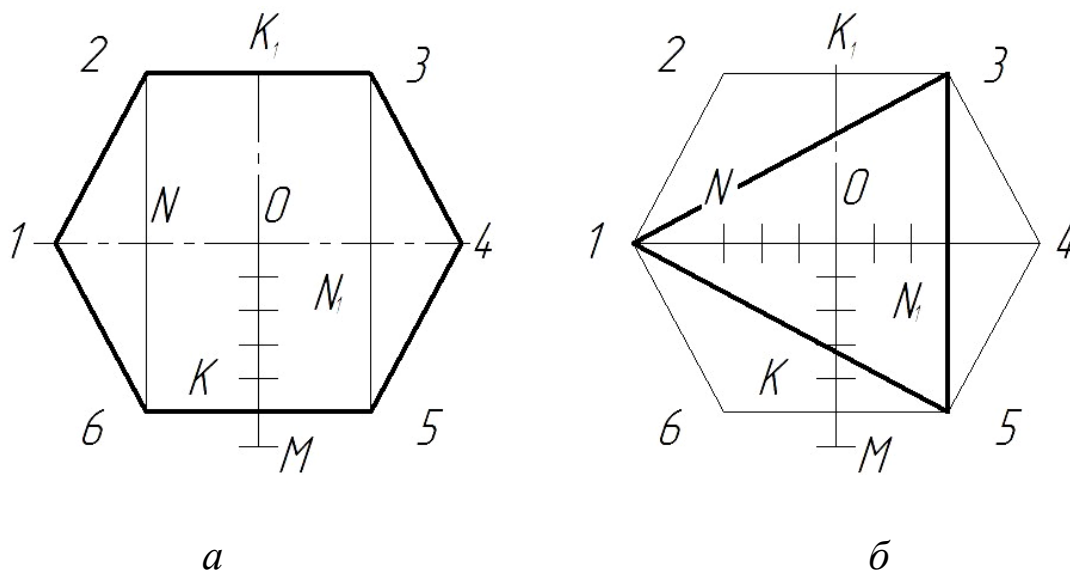


Рис. 2.7. Построение правильного шестиугольника

Последовательность *построения равностороннего треугольника* вытекает из построения шестиугольника (рис. 2.7, б). В равностороннем треугольнике центр O делит высоту IN_1 в отношении 1:3. Отрезок ON_1 приблизительно равен $\frac{3}{5} 3N_1$, а отрезок $01=2 ON_1$. Зная эти отношения, можно построить треугольник по его заданной высоте IN_1 или стороне 35 .

Для примера рассмотрим построение треугольника по заданной стороне (рис. 2.8, а). На горизонтальной линии, проведенной через заданный на рисунке центр O , откладывают сторону 1_02_0 треугольника. Делят 01_0 на пять равных частей. Затем на вертикальной линии отмечают $ON = \frac{3}{5} 01_0$ и через точку N проводят основание треугольника $12=1_02_0$. Отрезок 03 берут вдвое больше отрезка ON . Если треугольник строят по заданной высоте $N3$, то на рисунке высоту берут так, чтобы заданный центр O поделил ее в отношении 1:3.

Построение пятиугольника по заданному диаметру описанной окружности выполняется следующим образом. Через заданный центр O на рисунке проводят вертикальную прямую линию, на которой

откладывают величину $OE=ON=\frac{1}{2}$ заданного диаметра. На этом диаметре определяют точки M и K . Если за единицу измерения взять $\frac{1}{5}$ радиуса описанной окружности, то точка M поделит радиус ON в отношении 1:4 (рис. 2.8, б). Отрезок OK составляет 1,5 единицы (можно брать $\frac{1}{3} OE$). Через точки M и K проводят горизонтальные линии, на которых откладывают $MA=MB=3$ единицам или $2OK$, и отрезки $A_0C=B_0D=1,75$ единицы. Соединив точки A, B, D, E, C , получают пятиугольник.

Очень часто приходится рисовать технические детали, построение которых выполняется с использованием известных построений простейших геометрических фигур.

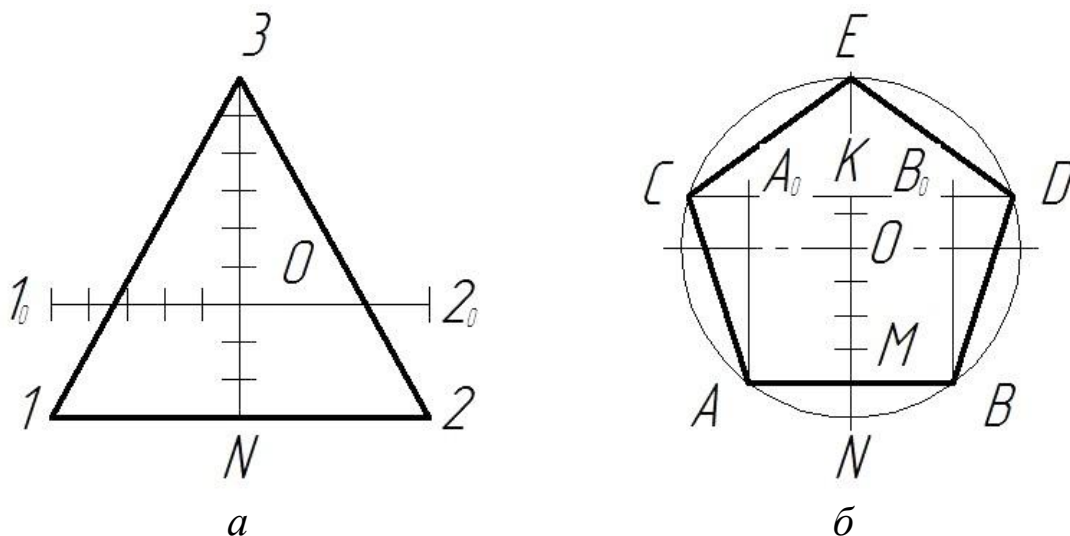


Рис. 2.8. Построение треугольника и пятиугольника

Построение уклона. Уклоном i называется отношение катета BC , противолежащего углу α , к прилежащему катету AC (рис. 2.9), или $\operatorname{tg} \alpha$.

Уклоны выражаются в виде отношения

$$i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{AC} = \frac{1}{6} = 1:6.$$

Для построения прямой AB с заданной величиной уклона к горизонтальной прямой, например, 1:6, необходимо от точки C горизонтально отложить отрезок CA , равный шести единицам длины (например, 60 мм), и от точки C вверх отрезок CB , равный одной единице длины (10 мм). Точки A и B соединяют прямой, которая дает направление линии искомого уклона.

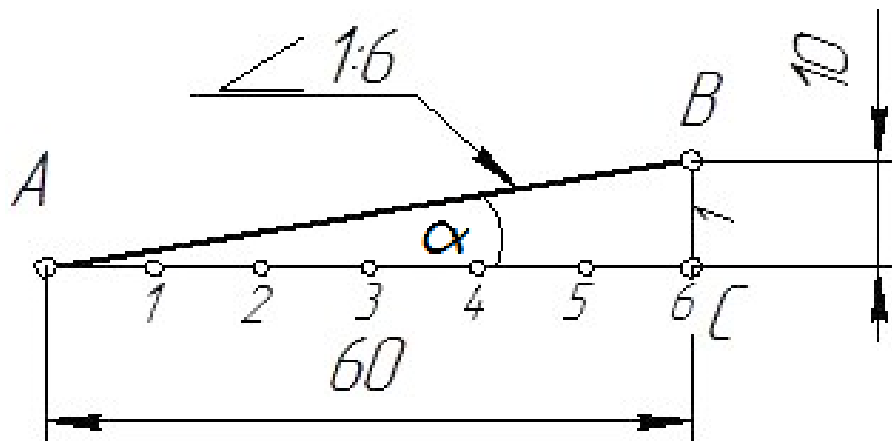


Рис. 2.9. Построение уклона

Построение конусности. Конусностью называется отношение диаметра окружности основания конуса к его высоте. Если конус усеченный (рис. 2.10) с диаметрами оснований D и d и высотой h , то конусность определяется в виде отношения по формуле

$$K = \frac{D-d}{h}$$

На рисунке 2.10 даны размеры $D = 30$ мм, $d = 20$ мм и $h = 60$ мм, тогда

$$K = \frac{30-20}{60} = 1:6.$$

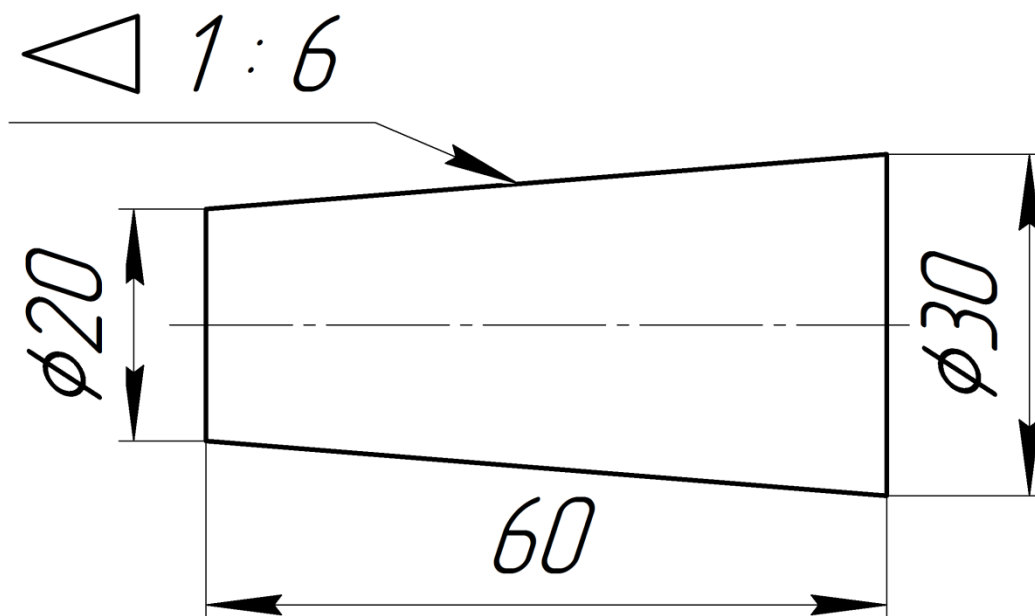


Рис. 2.10. Построение конусности

В таблице 2.1 приведены значения конусности и углы конусов и уклонов, регламентируемые ГОСТ 8593-81.

Таблица 2.1

**Нормальные конусности и углы конусов и уклонов
(по ГОСТ 8593-81)**

Обозначение конуса		Конусность (n, k)		Угол конуса α		Угол уклона $\alpha:2$	
		в угловых единицах	в радианах	в угловых единицах	в радианах	в угловых единицах	в радианах
1 ряд	2 ряд						
1:500		1:500	0,0020000	6'52,5"	0,0020000	3'26,25"	0,0010000
1:200		1:200	0,0050000	17'11,3"	0,0050000	8'35,65"	0,0025000
1:100		1:100	0,0100000	34' 2,6"	0,0100000	17'11,3"	0,0050000
1:50		1:50	0,0200000	1°8'45,2"	0,0199996	34'22,6"	0,0099998
	1:30	1:30	0,0333333	1°54'34,9"	0,0333304	57'17,45"	0,0166652
1:20		1:20	0,0500000	2°51'51,1"	0,0499896	1°25'55,55"	0,0249948
	1:15	1:15	0,6666667	3°49'5,9"	0,0666420	1°54'32,95"	0,0333210
	1:12	1:12	0,0833333	4°46'18,8"	0,0832852	2°23'9,4"	0,0416426
1:10		1:10	0,1000000	5°43'29,3"	0,0999168	2°51'44,65"	0,0499584
	1:8	1:8	0,1250000	7°9'9,6"	0,1243376	3°34'34,8"	0,0624188
	1:7	1:7	0,1428571	8°10'16,4"	0,1426148	4°5'8,2"	0,0713074
	1:6	1:6	0,1666667	9°31'38,2"	0,1662824	4°45'49,1"	0,0831412
1:5		1:5	0,2000000	11°25'16,3"	0,1993374	5°42'38,15"	0,0996687
	1:4	1:4	0,2250000	14°15'0,1"	0,2487100	7°7'30,05"	0,1243550
1:3		1:3	0,3333333	18°55'28,7"	0,3302972	9°27'44,35"	0,1651486
30°		1:1,866025	0,5358985	30°	0,5235988	15°	0,2617994
45°		1:1,207107	0,8284269	45°	0,7853982	22°30'	0,3926991
60°		1:0,866025	1,1547010	60°	1,0471976	30°	0,5235988
	75°	1:0,651613	1,5346532	75°	1,3089970	37°30'	0,6544985
90°		1:0,500000	2,0000000	90°	1,5707964	45°	0,7853982
120°		1:0,288675	3,4641032	120°	2,0943952	60°	1,0471976

Значение конусности или угла конуса, указанные в графе «Обозначение конуса», приняты за исходные при расчете других значений, приведенных в таблице

2.2. Сопряжения линий

Зачастую контур очертания деталей состоит из прямых линий и дуг окружностей, плавно переходящих от одной линии к другой. Такой плавный переход называется *сопряжением*.

Построение сопряжений основано на двух положениях геометрии.

Первое – для *сопряжения прямой линии и дуги окружности* необходимо, чтобы центр окружности, которой принадлежат дуги, лежал на восстановленном из точки сопряжения перпендикуляре к заданной прямой (рис. 2.11, а).

Второе – для *сопряжения двух дуг* необходимо, чтобы центры окружностей, которым принадлежат дуги, лежали на прямой, которая проходит через точку сопряжения и является перпендикуляром к общей касательной этих дуг (рис. 2.11, б).

При вычерчивании сопряжений между двумя прямыми, прямой и окружности, двумя окружностями при помощи некоторой дуги построение выполняется по следующему алгоритму: задав радиус дуги перехода, построением получают центр дуги перехода и точку сопряжения.

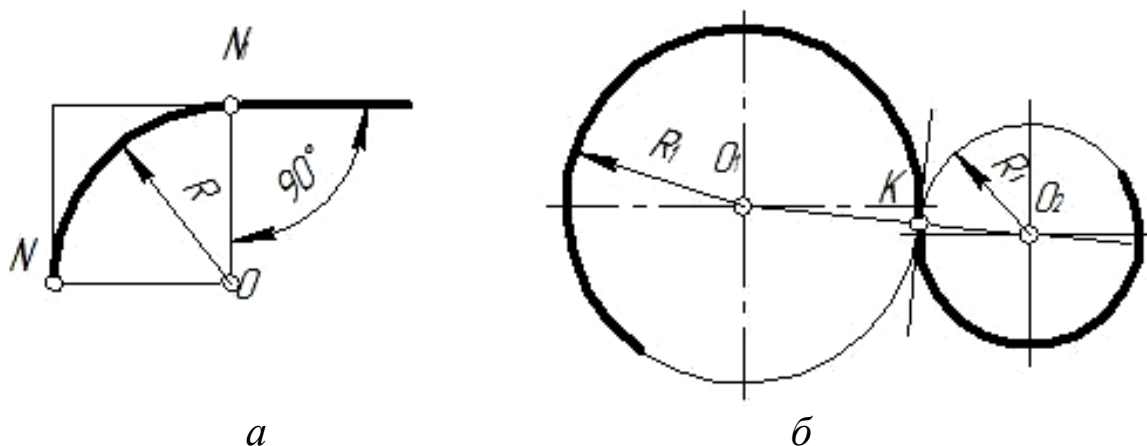


Рис. 2.11. Сопряжение прямой линии и дуги окружности, двух дуг

Сопряжение двух прямых, расположенных под прямым (рис. 2.12, а), острым (рис. 2.12, б) и тупым (рис. 2.12, в) углами *дугой окружности радиуса R* выполняют следующим образом. Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги R , проводят две вспомогательные прямые линии и находят точку O пересечения этих прямых. Точка O является центром дуги радиуса R , сопрягающей

стороны угла. Из центра O опускают перпендикуляры к заданным прямым, N и N_1 – основания перпендикуляров. Из центра O между точками сопряжений N и N_1 строят дугу, плавно переходящую в прямые линии – стороны угла.

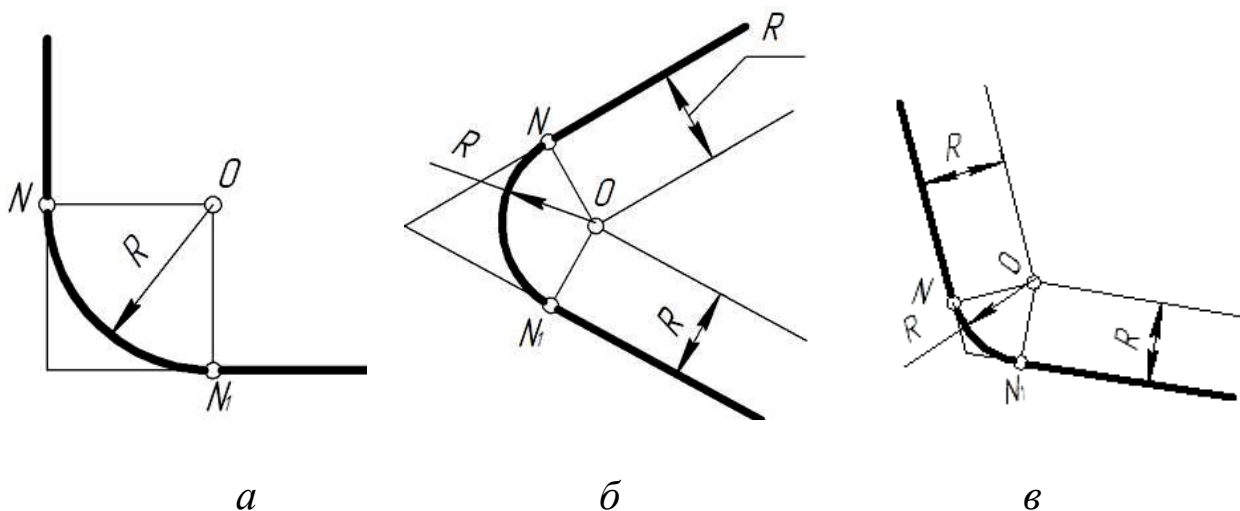


Рис. 2.12. Сопряжение двух прямых

Сопряжение дуги окружности радиуса R с прямой линией дугой радиуса r . Строят дугу окружности радиуса R (рис. 2.13, а) и прямую. Параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу r сопрягающей дуги, проводят прямую a . Из центра O проводят дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов R и r до пересечения ее с прямой a в точке O_1 . Точка O_1 является центром дуги сопряжения.

Точку сопряжения C_2 находят на пересечении отрезка прямой OO_1 с дугой окружности радиуса R . Точка сопряжения C_3 служит основанием перпендикуляра, опущенного из центра O_1 на заданную прямую.

Сопряжение прямой, проходящей через точку O , с дугой окружности радиуса R (рис. 2.13, б). Дуга сопряжения имеет радиус r . Центр дуги сопряжения O_1 находят на пересечении вспомогательной прямой, проведенной параллельно заданной прямой на расстоянии радиуса r , с дугой вспомогательной окружности, описанной из точки O радиусом, равным разности $(R-r)$. Точка сопряжения C_1 является основанием перпендикуляра, опущенного из точки O_1 на заданную прямую. Точку сопряжения C находят на пересечении прямой OO_1 с заданной сопрягаемой дугой.

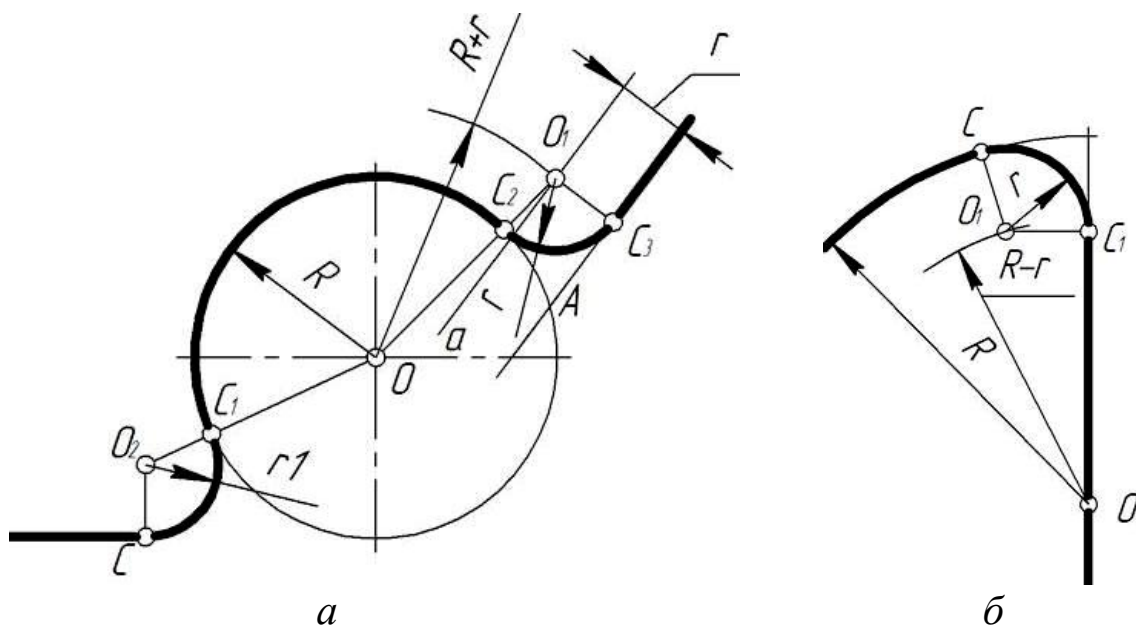


Рис. 2.13. Сопряжение дуги окружности радиуса R с прямой линией дугой радиуса r (а), сопряжение прямой, проходящей через точку O , с дугой окружности радиуса R (б)

Сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса может быть внешним, внутренним и смешанным.

При внутреннем сопряжении центры O и O_1 сопрягаемых дуг радиусов R_1 и R_2 лежат внутри сопрягающей дуги радиуса R (рис. 2.14).

При внешнем сопряжении центры O и O_1 сопрягаемых дуг радиусов R_1 и R_2 лежат вне сопрягающей дуги радиуса R (рис. 2.15).

При смешанном сопряжении центр O_1 одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги радиуса R , а центр O другой сопрягаемой дуги – вне ее (рис. 2.16).

Внутреннее сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса.

По заданным расстояниям между центрами L_1 и L_2 (рис. 2.14) находят точки O и O_1 , из которых проводят сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_1 и сопрягающей R ($R_1 + R$), а из центра O_1 проводят вспомогательную дугу радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_2 и сопрягающей R ($R_2 + R$). Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая и будет искомым центром сопрягающей дуги.

Для нахождения точек сопряжения центры дуг соединяют отрезками прямых линий OO_2 и O_1O_2 . Эти два отрезка пересекают со-

прягаемые дуги в точках сопряжения S и S_1 . Из центра O_2 радиусом R проводят сопрягающую дугу, ограничивая ее точками сопряжения S и S_1 .

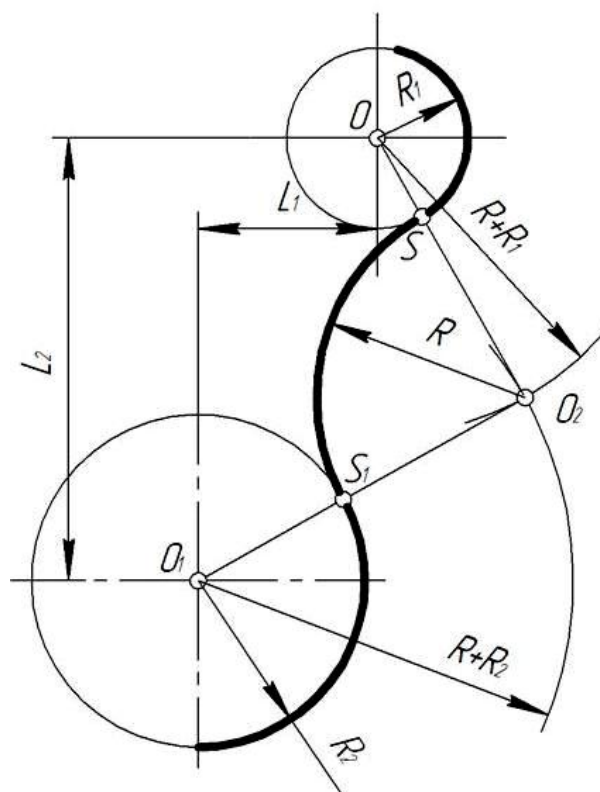


Рис. 2.14. Внутреннее сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса

Внешнее сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса.

По заданным расстояниям между центрами L_1 и L_2 (рис. 2.15) находят центры O и O_1 , из которых проводят сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой R_1 ($R - R_1$), а из центра O_1 проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой R_2 ($R - R_2$). Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая и будет искомым центром сопрягающей дуги.

Для нахождения точек сопряжения точку O_2 соединяем с точками O и O_1 отрезками прямых линий. Точки пересечения S и S_1 – продолжения этих отрезков с сопрягаемыми дугами являются искомыми точками сопряжения. Радиусом R из центра O_2 проводим сопрягающую дугу между точками сопряжения S и S_1 .

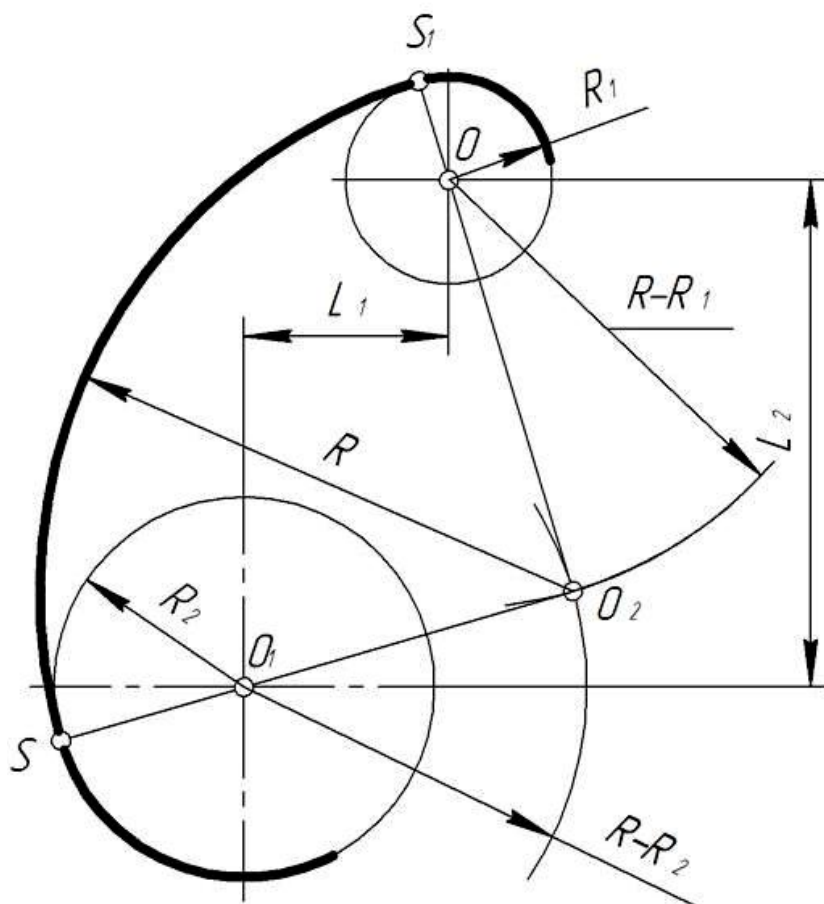


Рис. 2.15. Внешнее сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса

Смешанное сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса выполняют в следующей последовательности.

По заданным расстояниям между центрами L_1 и L_2 (рис. 2.16) находят центры O и O_1 , из которых проводят сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O проводят вспомогательную дугу радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_1 и сопрягающей R , $(R_1 + R)$, а из центра O_1 проводят вспомогательную дугу радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой дуги R_2 , $(R - R_2)$. Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая будет искомым центром сопрягающей дуги.

Соединив точки O и O_2 прямой, получают точку сопряжения S_1 , соединив точки O_1 и O_2 , находят точку сопряжения S . Из центра O_2 проводят дугу сопряжения от S до S_1 .

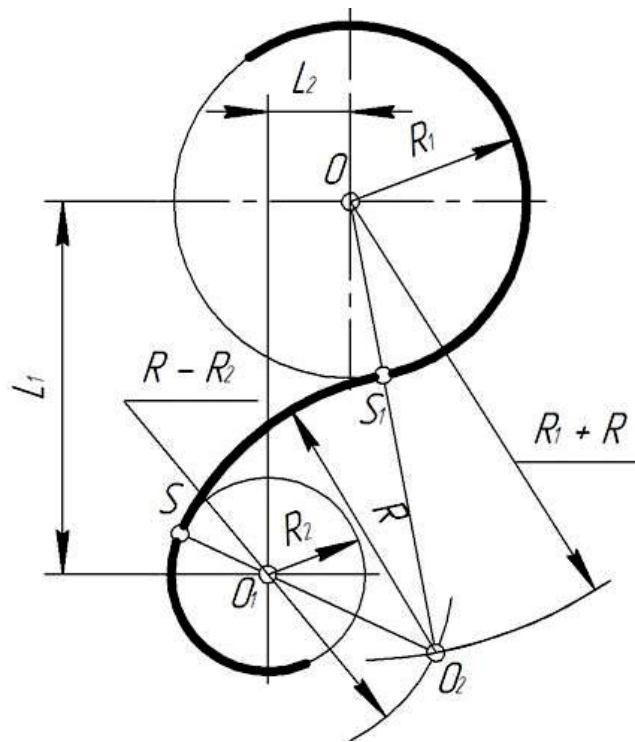


Рис. 2.16. Смешанное сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса

Построение касательной к двум окружностям. Из центра O_1 проводят вспомогательную окружность радиусом R' , равным разности радиусов $R_1 - R_2$ (рис. 2.17). На ее пересечении с дугой окружности, радиус которой равен половине расстояния между центрами заданных окружностей, находят точку M' . Точку O_1 соединяют с точкой M' , на продолжении прямой линии O_1M' строят точку M . Проводят параллельную линии O_1M прямую из точки O_2 до пересечения с окружностью – находят точку N . Точки M и N – точки сопряжения.

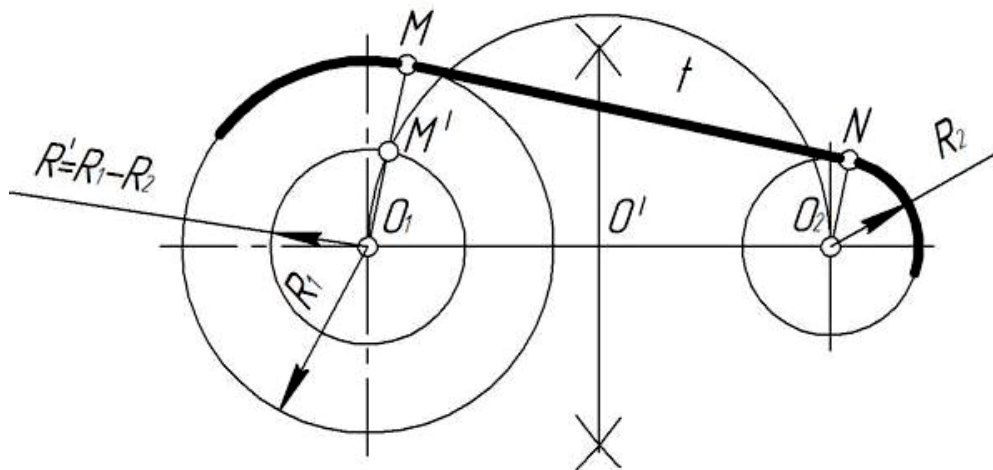


Рис. 2.17. Построение касательной к двум окружностям

Из центра O_1 проводим вспомогательную окружность радиусом R' , равным сумме радиусов заданных окружностей $R_1 + R_2$ (рис. 2.18). На ее пересечении с дугой окружности, радиус которой равен половине расстояния между центрами заданных окружностей, находим точку M' . Точку O_1 соединяем с точкой M' , на окружности радиуса R_1 находим точку M . Проводим параллельную линии O_1M прямую из точки O_2 до пересечения с окружностью радиусом R_2 и находим точку N . Точки M и N – точки сопряжения.

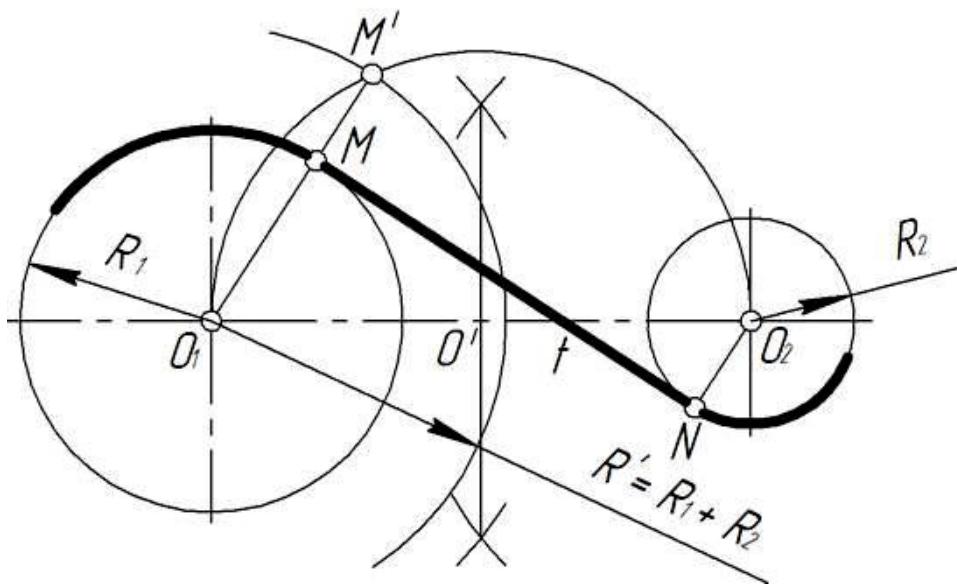


Рис. 2.18. Построение касательной к двум окружностям

2.3. Коробовые кривые

Коробовыми называются кривые, состоящие из взаимно сопрягающихся дуг окружностей различных диаметров. К таким кривым относятся *овал* и *овоид* (рис. 2.19, 2.20).

Овал (рис. 2.19) представляет собой сопряжение двух дуг окружности радиуса R_1 с двумя дугами окружности радиуса R_2 .

Часто при вычерчивании контуров овальных деталей, а также при выполнении их технических рисунков задаются не радиусы дуг, а величины большой и малой осей овала (рис. 2.19).

По двум перпендикулярным осям откладывают заданные длины осей овала: большой AB (по горизонтали) и малой CD (по вертикали). Точки A и C – концы большой и малой осей, соединяют прямой AC . Из точки O радиусом, равным длине большой полуоси, на продолже-

нии малой оси точку получаем точку K ($OA = OK$), а из точки C радиусом, равным CK , получаем на прямой AC точку F ($CK = CF$). К отрезку AF проводим серединный перпендикуляр (построение приведено на рис. 2.1), который пересекает большую полуось AO в точке O_1 и малую полуось в точке O_2 . Точка O_1 является центром сопрягаемой дуги радиуса $R_1 = AO_1$, а точка O_2 – центром сопрягающей дуги радиуса $R_2 = O_2C$. Правая половина овала вычерчивается аналогично.

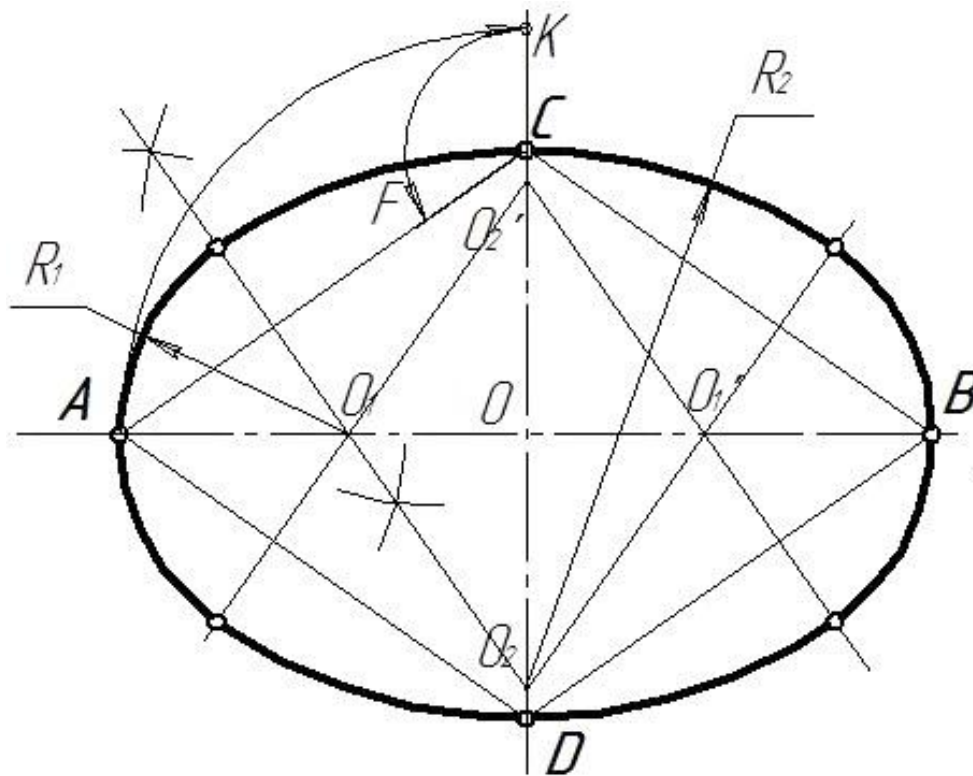


Рис. 2.19. Построение овала

Овоид в отличие от овала имеет только одну ось симметрии. Радиусы R и R_1 дуг окружностей, центры которых лежат на оси симметрии овоида, не равны друг другу. Способ построения овоида сходен со способом построения овала.

Построение овоида (рис. 2.20) по заданным величинам: радиусу R , большей сопрягаемой дуги R_1 , заключается в следующем. Проводим осевые линии, строим окружность заданного радиуса R . Определяем точку O_1 – как точку пересечения окружности радиуса R с осью симметрии овоида. Точки A и B соединяем с точкой O_1 . Определяем центры O_2 заданного радиуса R_1 и описываем дугу окружности до пересечения в точке D на продолжении прямой AO_1 . Из точки O_1 проводят третью, малую сопрягаемую дугу радиуса R_2 овоида.

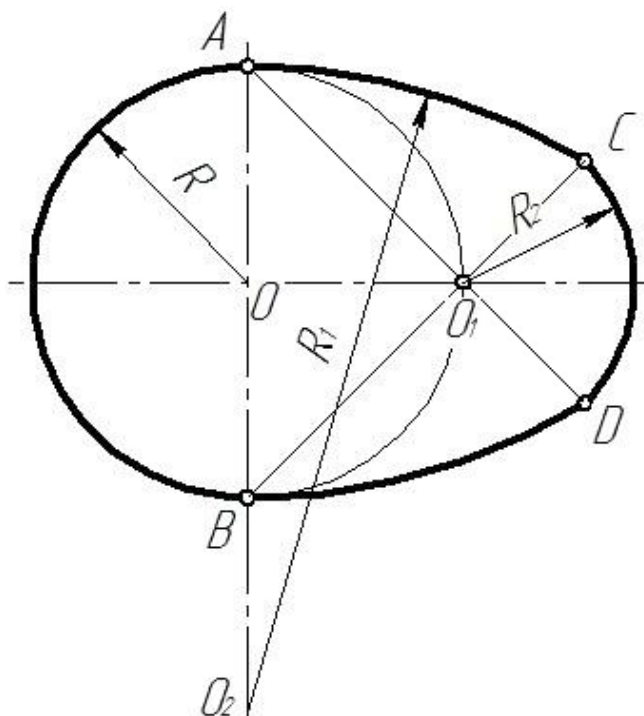


Рис. 2.20. Построение овоида

2.4. Лекальные кривые

Кривая, заданная множеством точек, представляющая ряд сопряженных отрезков кривых, которые невозможно построить с помощью циркуля, называется *лекальной кривой*.

Лекальные кривые – эллипс, парабола, гипербола, синусоида, спираль Архимеда, эвольвента, циклоидальные кривые и многие другие имеют широкое применение в технике, так, например, профили зубьев цилиндрических, конических и винтовых зубчатых колес очерчивают или по эвольвенте окружности, или другим циклоидальным кривым. Особенно широко применяются в технике кривые второго порядка, к ним относятся конические сечения: окружность, эллипс, парабола и гипербола. Эти кривые являются образующими ряда поверхностей вращения (например, эллипсоида, параболоида), часто встречающихся в различных инженерных конструкциях. Поэтому необходимо изучить законы образования лекальных кривых и освоить приемы их построения.

Эллипс – замкнутая кривая, для которой сумма расстояний от любой ее точки до двух точек – фокусов эллипса, есть величина постоянная, равна большей оси эллипса.

Существует множество способов построения эллипса, основанных на его свойствах, рассмотрим наиболее простой – построение эллипса по большой AB и малой CD осям (рис. 2.21).

Проводим осевые линии, затем от центра O откладываем вверх и вниз по вертикальной оси отрезки OC и OD , равные длине малой полуоси, а влево и вправо по горизонтальной оси отрезки OA и OB , равные длине большой полуоси.

Из центра O радиусами OA и OC проводим две концентрические окружности и ряд лучей-диаметров. Из точек пересечения лучей с окружностями проводим линии, параллельные осям эллипса, до взаимного пересечения в точках, образующих эллипс. Намеченную точками линию строим по лекалу.

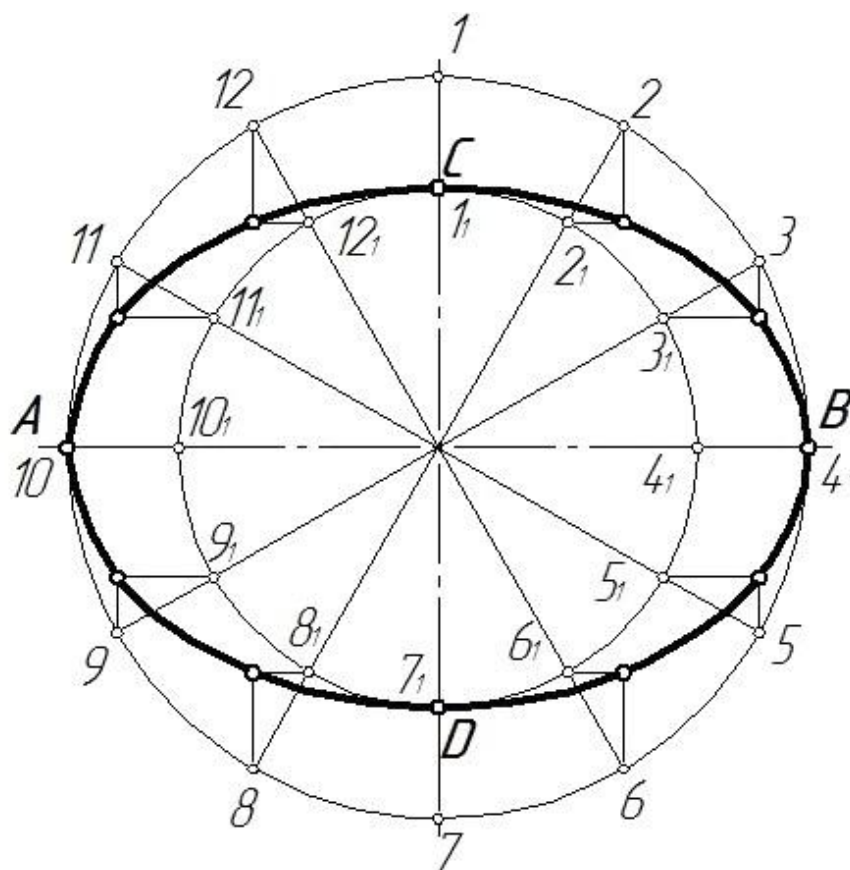


Рис. 2.21. Построение эллипса

Парабола – плоская кривая, каждая точка которой равноудалена от точки (фокуса), лежащей на оси симметрии и прямой (направляющей – директрисы), перпендикулярной оси симметрии.

Известно несколько способов *построения параболы*. Рассмотрим способ построения *по заданной вершине O, оси OC и точке B* (рис. 2.22).

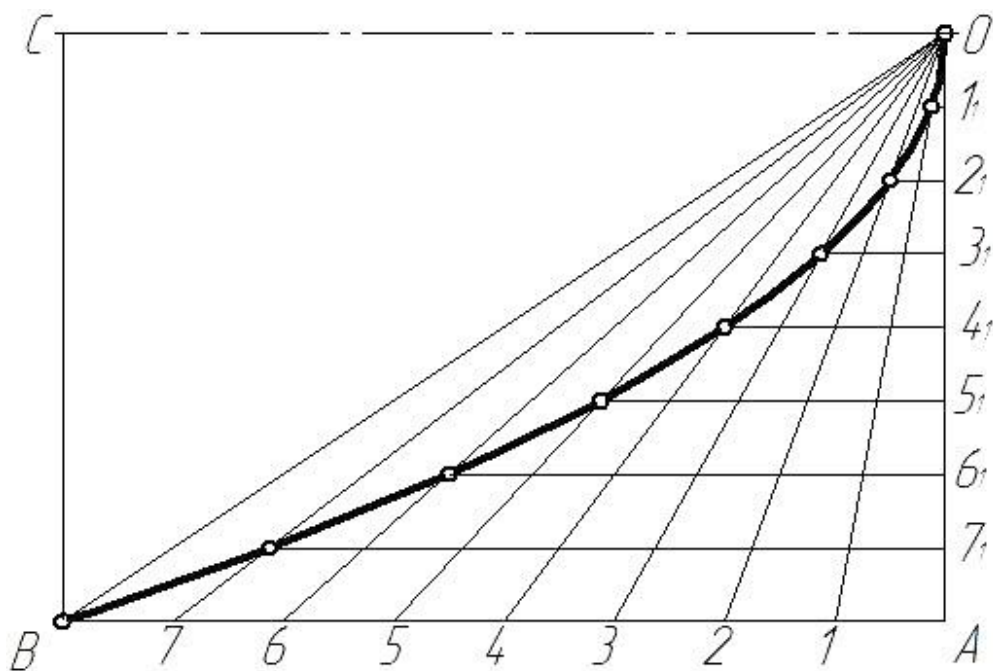


Рис. 2.22. Построение параболы

Строим вспомогательный прямоугольник $ABCD$. Стороны AB и AO делим на равные части и точки деления нумеруем. Горизонтальный ряд деления (на AB) соединяем лучами с вершиной O , а через точки деления, расположенные на AO , проводим линии, параллельные оси параболы. Точки пересечения горизонтальных прямых $1_1, 2_1, \dots, 7_1$ с лучами $O1, O2, \dots, O7$ принадлежат параболы. Полученные точки параболы соединяем по лекалу.

Гипербола – плоская кривая, состоящая из двух разомкнутых, симметрично расположенных ветвей (рис. 2.23). Разность расстояний от каждой точки гиперболы до фокусов F и F_1 есть величина постоянная и равная расстоянию между вершинами A и B .

Рассмотрим способ построения гиперболы по заданному расстоянию между вершинами AB и фокусному расстоянию FF_1 .

Проводим осевые линии, затем от центра O , разделив расстояние между вершинами AB и фокусное расстояние FF_1 пополам, откладываем влево и вправо по горизонтальной оси отрезки OA и OB и отрезки OF и OF_1 . Слева от фокуса F произвольно берем ряд точек $1, 2, 3, 4, \dots$, постепенно увеличивая расстояние между ними. Из фокуса F описываем дугу вспомогательным радиусом R , равным, например, расстоянию от вершины B до точки 3 . Из фокуса F_1 проводим вторую вспомогательную дугу радиусом R_1 , равным расстоянию от вершины

A до точки 3 . На пересечении этих дуг находим точки C и C_1 , принадлежащие гиперболе. Аналогично строим остальные точки правой ветви гиперболы.

Подобным образом строим левую ветвь гиперболы.

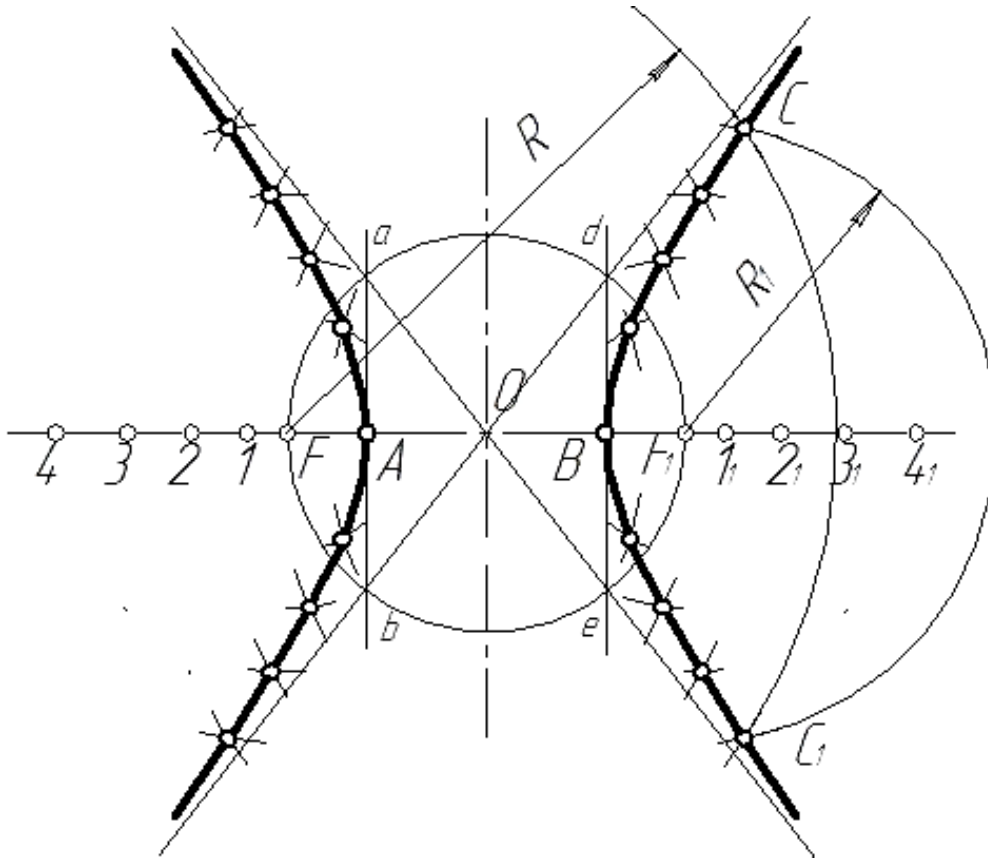


Рис. 2.23. Построение гиперболы

Синусоида – плоская кривая, выражающая закон изменения синуса в зависимости от величины центрального угла. Длина волны синусоиды равна $2\pi R$, где R – амплитуда синусоиды.

Для построения синусоиды по заданной амплитуде (рис. 2.24) проводим горизонтальную ось, откладываем на ней отрезок AB , равный вычисленной длине волны, как $2\pi R$, и делим его на определенное количество равных отрезков. В учебных целях отрезок удобно делить на 12 частей, дающих достаточную точность построения. Слева на этой оси вычерчиваем окружность радиусом R и также делим ее на 12 равных частей. Точки деления нумеруем и через них проводим горизонтальные прямые. Из точек деления отрезка AB восстанавливаем перпендикуляры к оси синусоиды и на их пересечении с одноименными горизонтальными прямыми находим точки синусоиды, которые соединяем по лекалу.

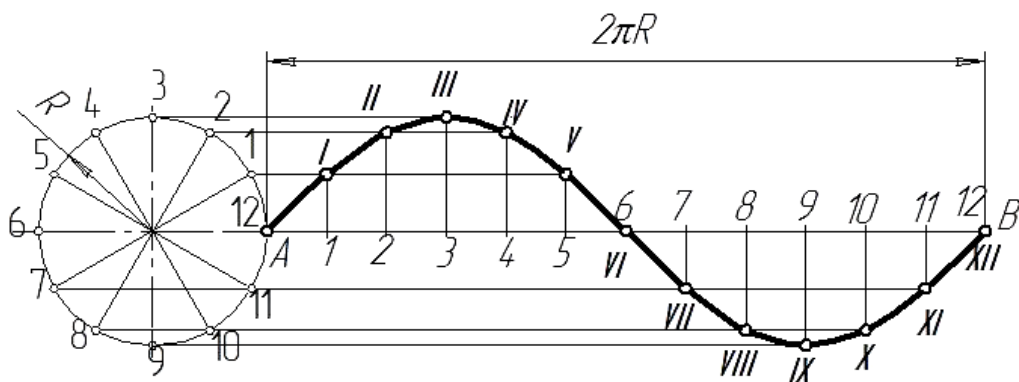


Рис. 2.24. Построение синусоиды

Эвольвента окружности – плоская кривая линия, являющаяся траекторией точки прямой линии, когда эта прямая перекачивается без скольжения по окружности.

Для построения эвольвенты (рис. 2.25) заданную окружность диаметра D делим на несколько равных частей (удобно на 12), которые нумеруем. Из точки 12 (последней) проводим касательную к окружности и на ней откладываем длину окружности, равную πD , которую также делим на 12 равных частей. Из точек деления окружности проводим касательные и откладываем на них части окружности соответствующей длины, а именно: на первой касательной откладываем одно деление окружности, на второй – два, на третьей – три и т.д. Получаем ряд точек I, II, III, ..., XII, которые соединяем по лекалу.

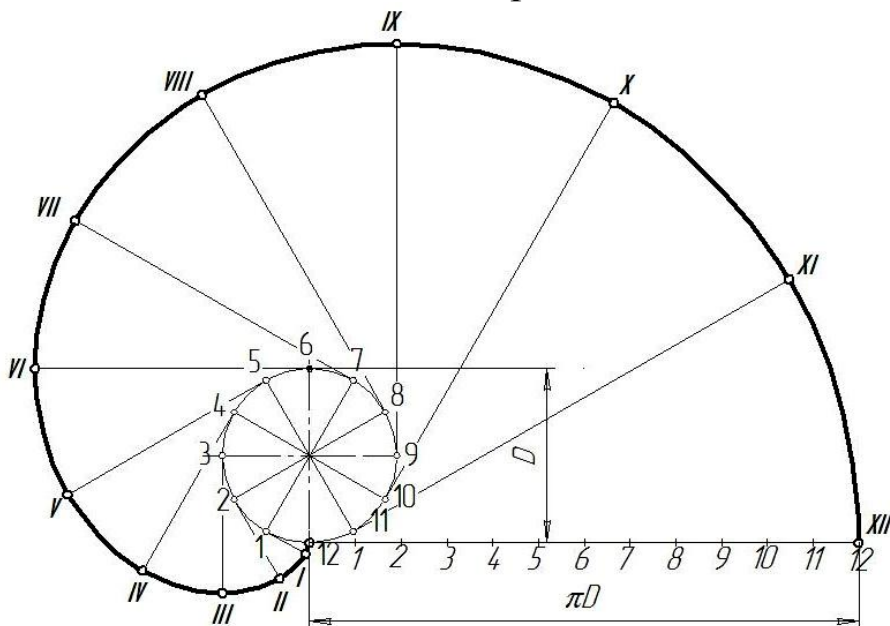


Рис. 2.25. Построение эвольвенты окружности

Спираль Архимеда – это плоская кривая линия, образуемая точкой, равномерно движущейся по прямой, равномерно вращающейся вокруг неподвижной точки.

Для построения спирали Архимеда задается шаг спирали S (рис. 2.26). Из центра O проводим окружность, равную шагу S , и делим окружность и шаг на несколько равных частей. Точки обозначаем. Из центра O радиусами $O1$, $O2$ и т.д., проводим дуги до пересечения с соответствующими радиусами. Полученные точки I , II , III и т.д., принадлежащие спирали, соединяем по лекалу плавной кривой линией.

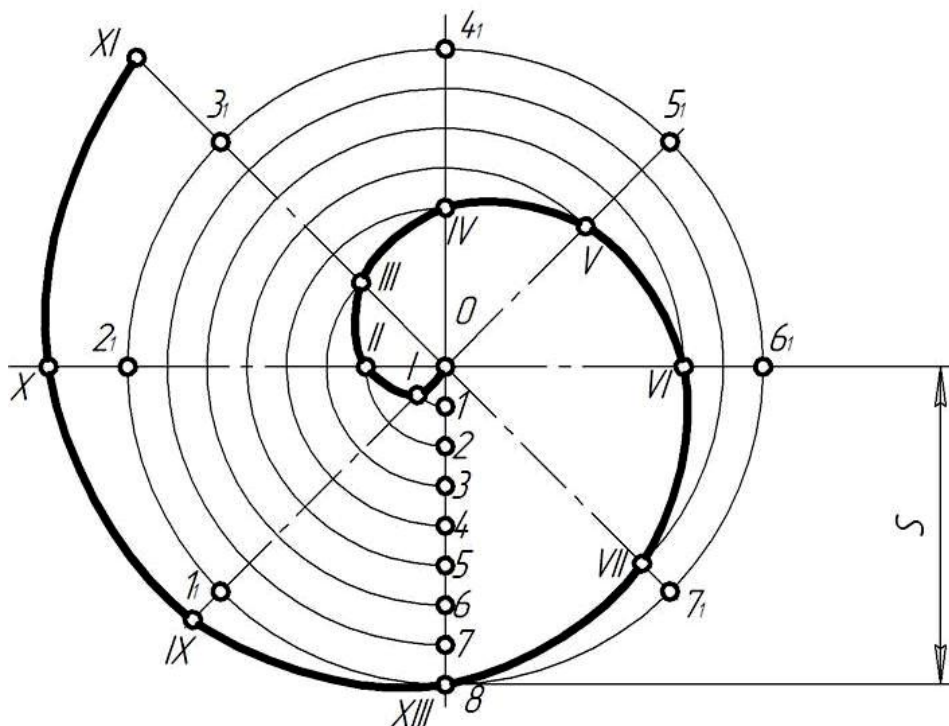


Рис. 2.26. Построение спирали Архимеда

Циклоида – плоская кривая линия, являющаяся траекторией точки, лежащей на окружности, которая катится без скольжения по прямой.

Построение циклоиды. На направляющей горизонтальной прямой (рис. 2.27) откладываем длину производящей окружности радиусом R , равную $2\pi R$. Окружность и отрезок делим на несколько равных частей (удобно на 12). Из точек делений отрезка $1, 2, 3, 4, \dots, 12$ восстанавливаем перпендикуляры до пересечения с продолжением горизонтальной оси окружности, получаем точки O_1, O_2, \dots, O_{12} . Из точек делений окружности проводим горизонтальные прямые, на которых из точек O_1, O_2, \dots, O_{12} делаем засечки дугами окружности ра-

диуса R и получаем точки, принадлежащие циклоиде, которые соединяем по лекалу плавной кривой линией.

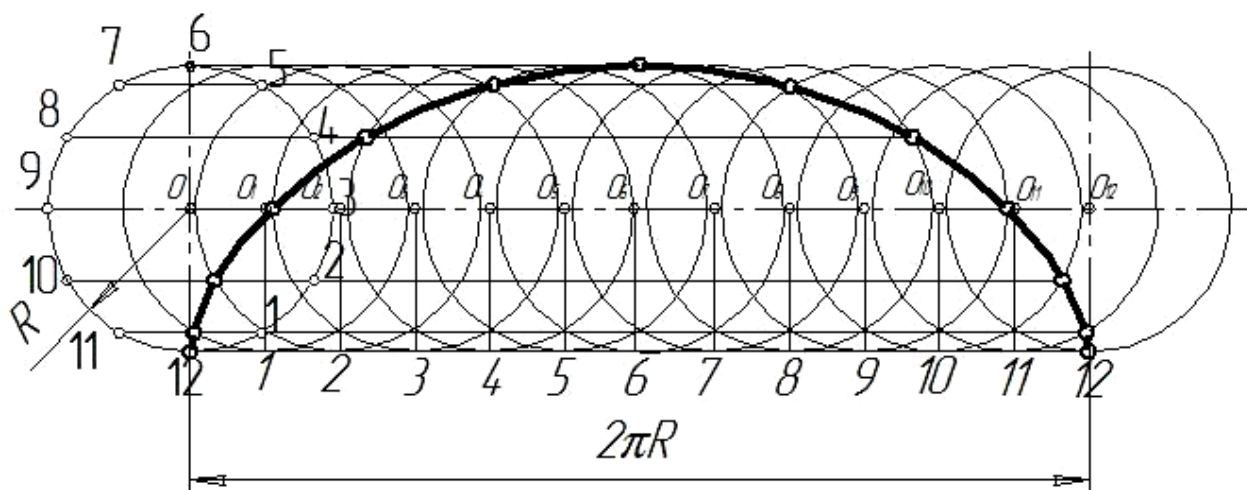


Рис. 2.27. Построение циклоиды

Эпициклоида – это плоская кривая линия, являющаяся траекторией точки, лежащей на окружности, которая катится без скольжения по направляющей окружности.

Построение эпициклоиды. Производящую окружность диаметра D и направляющую окружность радиуса R проводим так, чтобы они касались в точке 12 (рис. 2.28). Производящую окружность делим на 12 равных частей. Из центра O_0 радиусом, равным $R + 0,5D$, проводим вспомогательную дугу.

Центральный угол α определяют по формуле

$$\alpha = \frac{D}{R} 180^\circ.$$

Разделив дугу направляющей окружности, ограниченную углом α , на 12 равных частей, получают точки $1', 2', 3', \dots, 12'$. Из центра O_0 через точки $1', 2', 3', \dots, 12'$ проводим прямые, которые продолжаем до пересечения со вспомогательной дугой в точках $O_1, O_2, O_3, \dots, O_{12}$. Из центра O_0 проводим вспомогательные дуги через точки делений $1 \dots 12$ производящей окружности.

Из точек $O_1, O_2, O_3, \dots, O_{12}$, как из центров, проводим окружности диаметром D до пересечения со вспомогательными дугами и получаем точки пересечения, принадлежащие эпициклоиде. Полученные точки соединяем по лекалу.

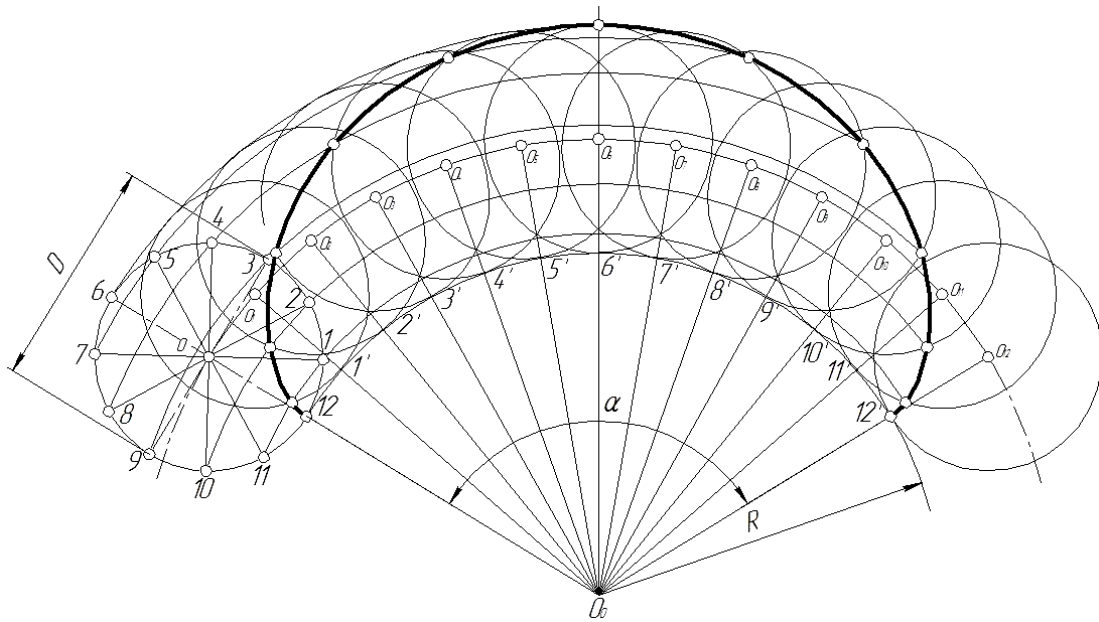


Рис. 2.28. Построение эпициклоиды

В технике циклоидальными кривыми описываются траектории перемещения деталей машин, которые совершают одновременно равномерное вращательное и поступательное движение.

Вопросы для самопроверки

1. Что называется уклоном?
2. Что называется конусностью?
3. Что называется сопряжением?
4. Какие виды сопряжений Вы знаете?
5. Какая кривая называется лекальной?
6. Какие кривые относятся к лекальным?
7. Какая кривая называется циркульной?
8. Какие кривые относятся к циркульным?
9. В чем особенность построения коробовых кривых?
10. Что называется фокусом гиперболы?
11. Чему равна длина волны синусоиды?
12. Почему при построении лекальных кривых окружность рекомендуется разбивать на двенадцать частей?
13. Назовите примеры применения в чертежах деталей машиностроения коробовых, циркульных, лекальных кривых.
14. В чем разница между овалом и эллипсом, овалом и овоидом?
15. С какой целью выполняют сопряжения поверхностей?

3. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

3.1. Изображение предметов на чертеже

Проекционное черчение рассматривает построение изображений пространственных предметов на плоскости и имеет важное значение при изучении курса инженерной графики.

На чертежах изображения предметов выполняются по способу *прямоугольного проецирования*, изложенному в курсе начертательной геометрии, с применением условностей, установленных правилами **ГОСТ 2.305-2008** и других Государственных стандартов ЕСКД.

Прямоугольные проекции, построенные с применением указанных условностей, в ГОСТе называют *изображениями*. Для аксонометрических проекций помимо прямоугольного может применяться косоугольное проецирование.

В отличие от начертательной геометрии, где изображаются оси проекций, при выполнении чертежей применяется безосная система (без указания осей проекций и линий проекционной связи).

На чертежах в качестве баз для построения и определения формы и размеров изображения используются контуры, оси и центры симметрии проектируемого предмета. Вычерчивание изображения следует начать с проведения осей, нахождения центров симметрии и проведения линий видимого контура, от которых откладывают размеры и ведут построения.

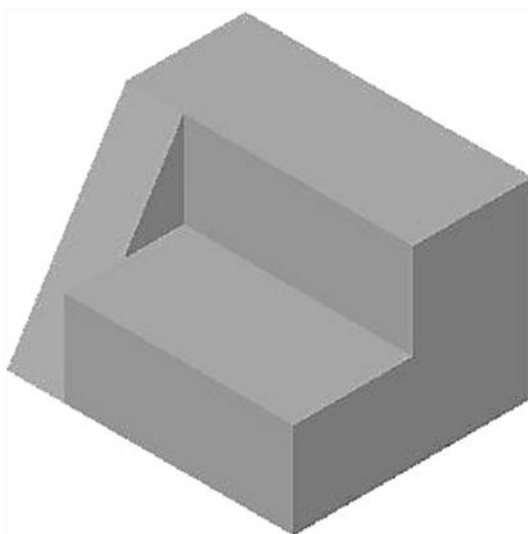


Рис. 3.1. Изображение проецируемого предмета

При выполнении технических чертежей изображения предметов (рис. 3.1) должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предполагается, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью (рис. 3.2).

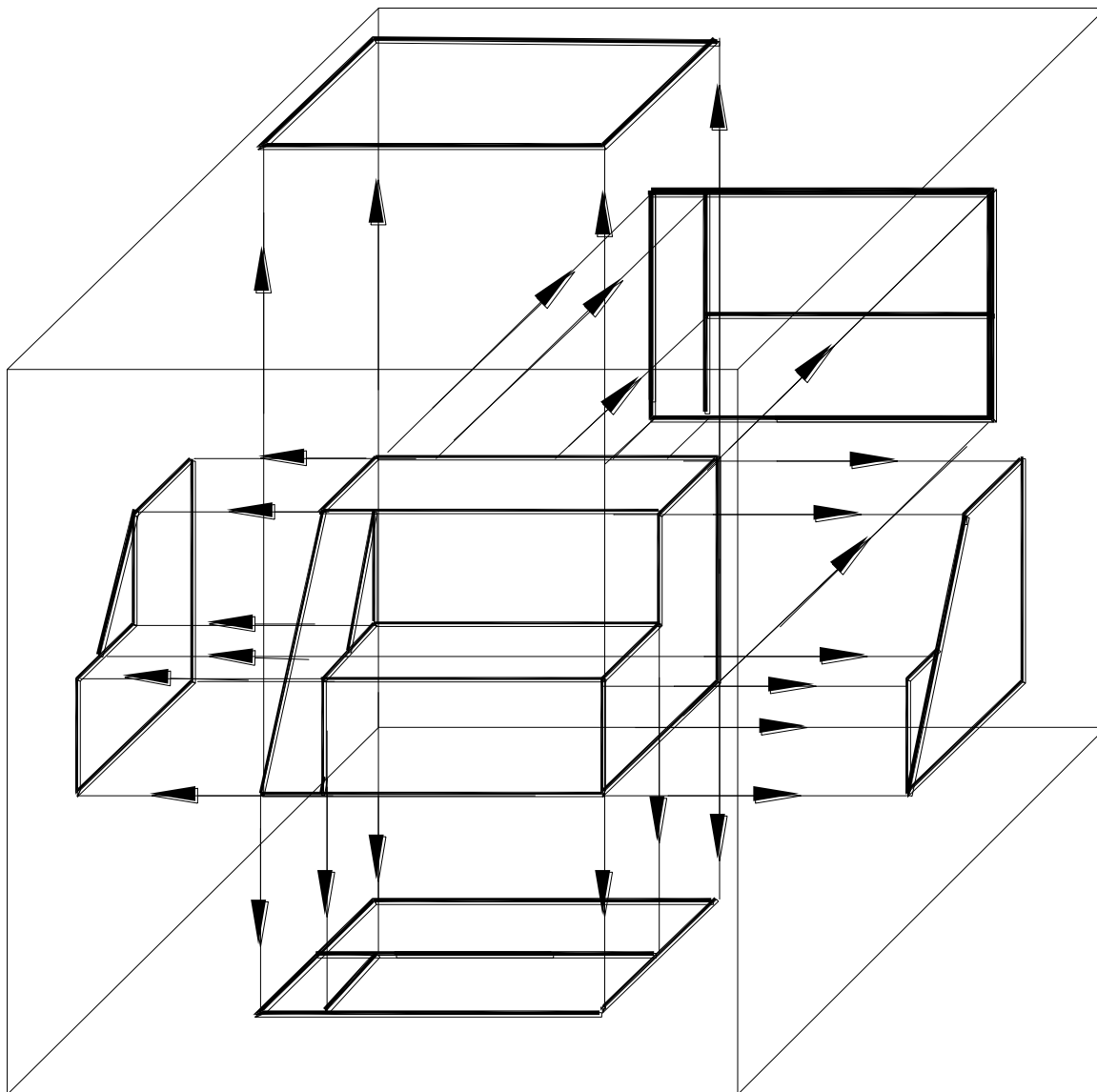


Рис. 3.2. Проецирование предмета на плоскости проекций

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба, которые разворачивают и совмещают с плоскостью так, как показано на рисунке 3.3, причем грань 6 допускается размещать рядом с гранью 4 слева. Изображение на фронтальной плоскости проекций считается главным. Относительно этой плоскости проекций предмет следует располагать так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

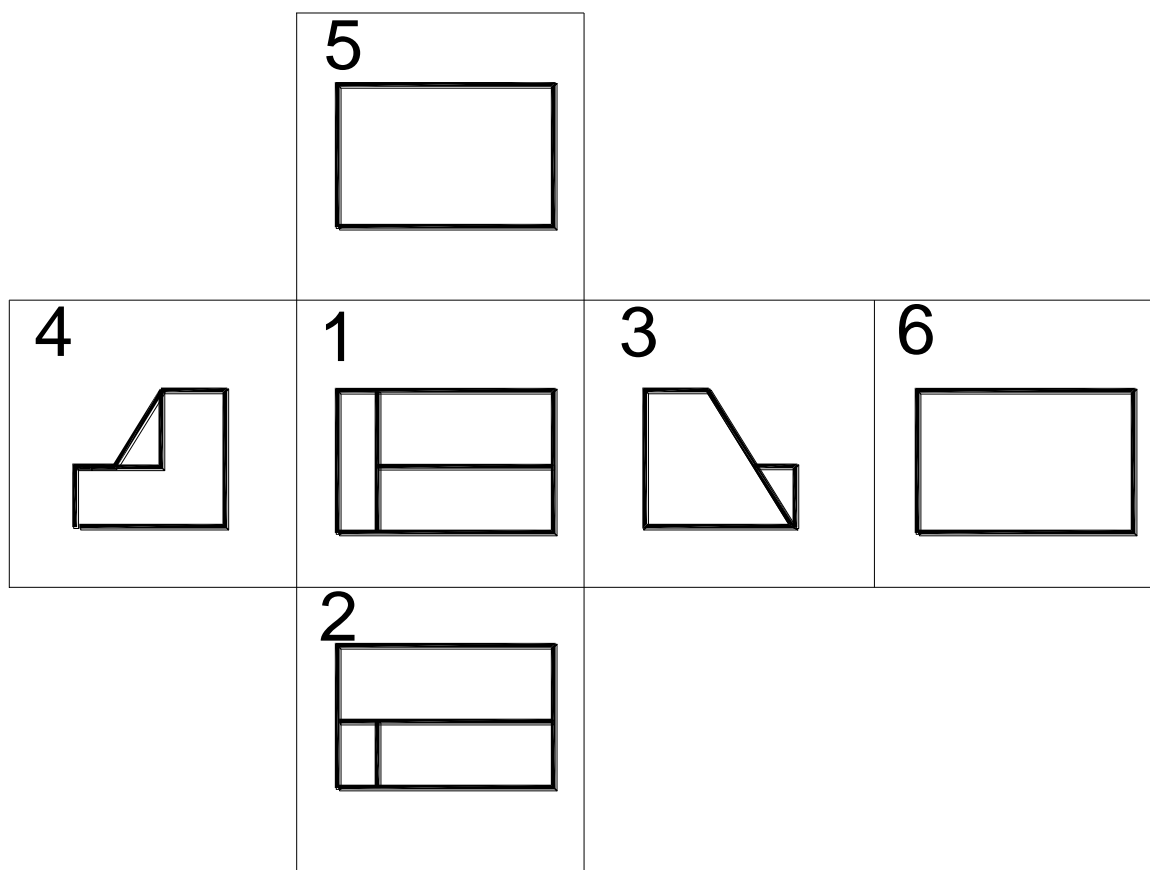


Рис. 3.3. Расположение основных видов

Все изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы и сечения.

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Расположение видов на чертеже показано на рисунке 3.3.

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. При этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается на секущей плоскости и что расположено за ней. Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если этого не требуется для понимания конструкции предмета. На чертеже предмет в разрезе заштриховывают.

Сечением называется изображение, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что находится непосредственно в секущей плоскости.

Разрезы и сечения выявляют внутренние очертания изображаемого предмета.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для полного понимания формы и размеров предмета. Это значит, что в каждом отдельном случае от исполнителя чертежа требуется, грамотно используя условные обозначения, знаки и надписи, согласно требованиям Государственных стандартов, выбирать и располагать виды, разрезы и сечения так, чтобы свести к минимуму графические построения.

3.2. Виды. Разрезы. Сечения

3.2.1. Виды

Виды, получаемые при проецировании предмета на шесть основных плоскостей проекций (граней куба), называются *основными видами*.

Наименование основных видов следующее:

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

Основные виды располагаются в определенном порядке, как показано на рисунке 3.3.

На чертеже виды располагают по отношению к главному виду (см. рис. 3.3) в такой последовательности: вид сверху – под главным видом, вид слева – справа от главного вида, вид снизу – над главным видом, а вид справа – слева от главного вида. Вид сзади разрешается помещать справа от вида слева или с левой стороны от вида справа.

Названия видов на чертежах не надписывают, за исключением случая, когда виды сверху, справа, слева, снизу, сзади не находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекций). Тогда направление проецирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву русского алфавита (рис. 3.4). Буквенные обозначения присваиваются в алфавитном порядке без повторений и без пропусков. Буквы Ё, З, Й, О, Х, Ч, Ъ, Ы, Ь на чертежах не наносят.

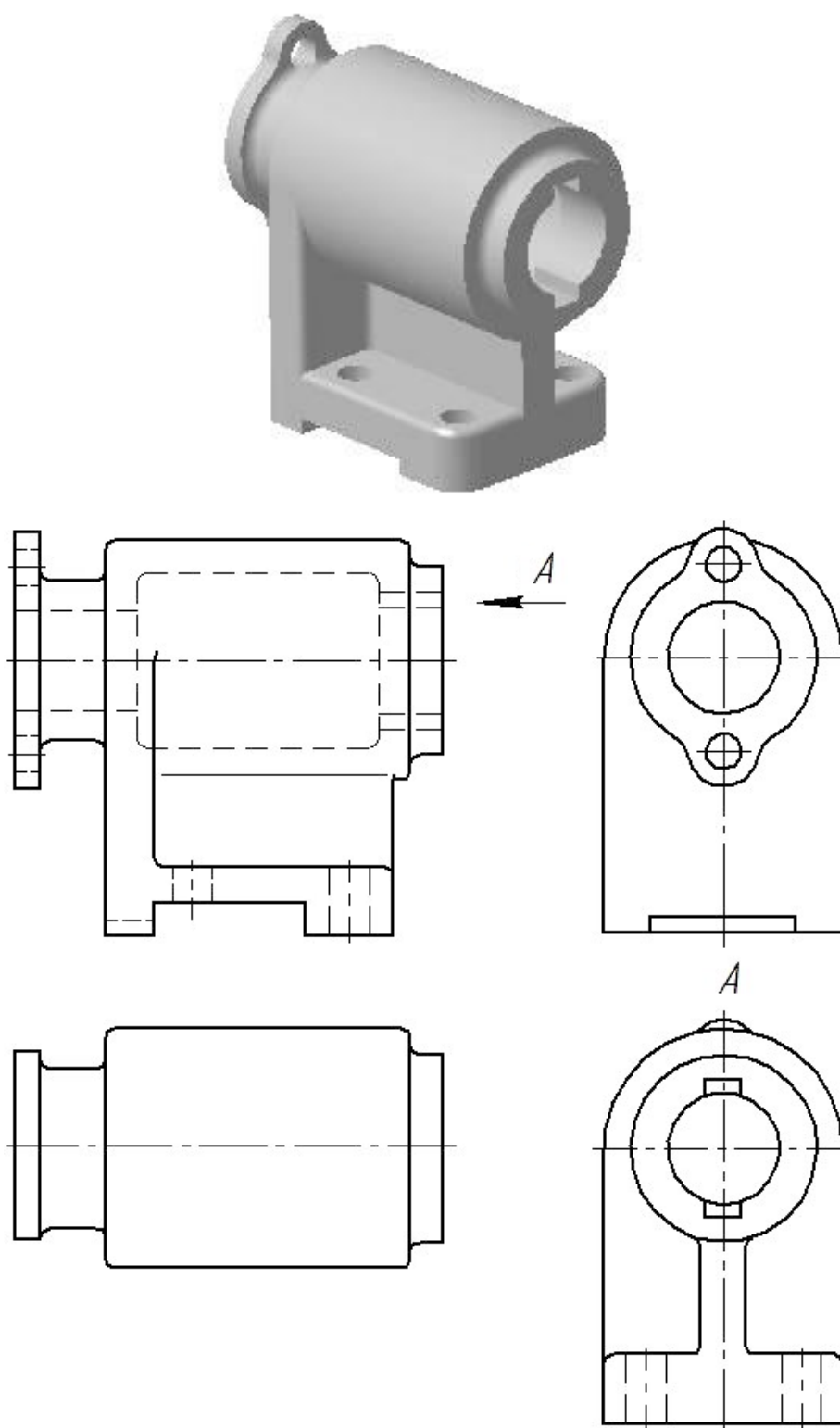


Рис. 3.4. Расположение видов

Когда какая-либо часть предмета не может быть показана на одном из основных видов без искажения ее формы и размеров или можно ограничиться не целым видом, а изображением узко ограниченного места на поверхности предмета, применяют *дополнительные* и *местные* виды.

Дополнительными называются виды, получаемые на плоскостях, не параллельных ни одной из основных плоскостей проекций (рис. 3.5). Дополнительный вид на чертеже должен быть отмечен прописной буквой (см. рис. 3.5, б–г), а у изображения предмета, связанного с дополнительным видом, должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, где дополнительный вид обозначают той же буквой.

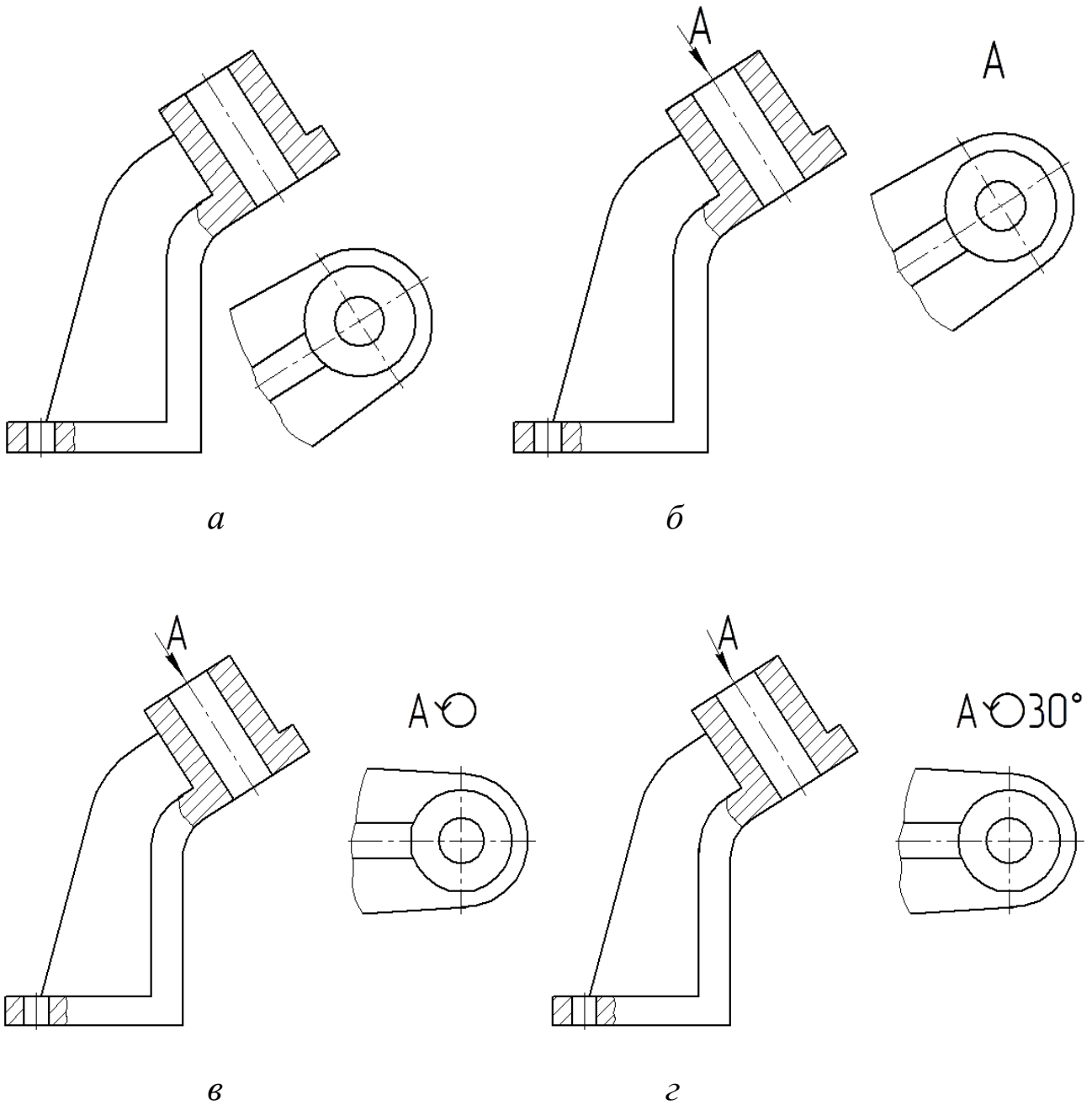


Рис. 3.5. Дополнительные виды

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (см. рис. 3.5, а).

Дополнительный вид допускается поворачивать (см. рис. 3.5, в, г), при этом буквенное обозначение вида должно быть дополнено знаком « \odot » – повернуто (см. рис. 3.5, в). При необходимости указывают угол поворота (см. рис. 3.5, г).

Местным видом называется изображение отдельного узко ограниченного места поверхности предмета.

Местный вид обозначается на чертеже подобно дополнительному виду и применяется в тех случаях, когда из всего вида только часть его необходима для уточнения формы предмета, остальная же часть вида не дает дополнительных сведений о предмете (рис. 3.6). При изображении местного вида следует придерживаться правил:

– если изображение имеет ось симметрии, то допускается показывать его половину (см. рис. 3.6 – вид «А»);

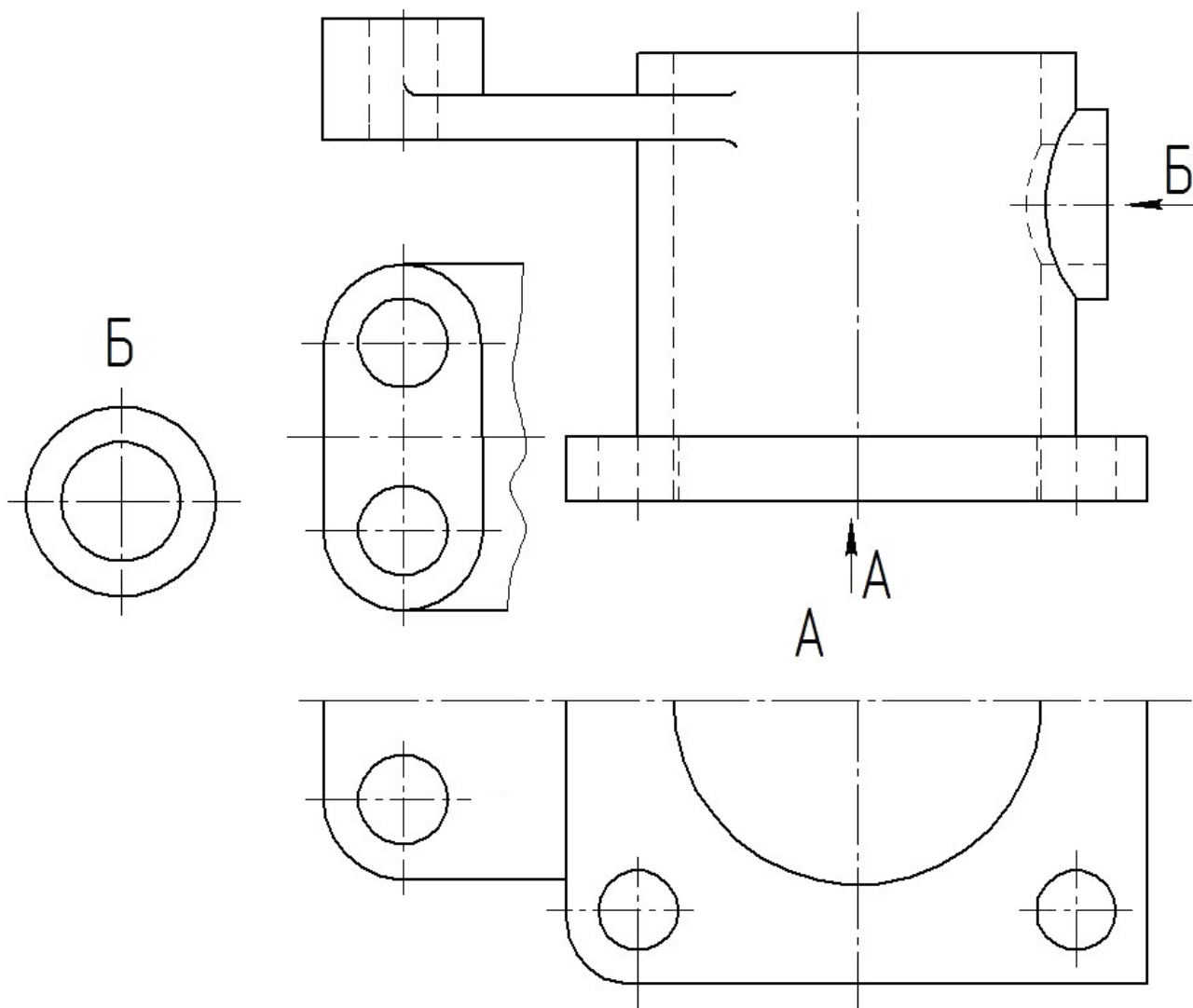


Рис. 3.6. Местные виды

- если местный вид выполняется в проекционной связи по направлению взгляда, то стрелку и надпись над местным видом не наносят;
- местный вид может быть ограничен линией обрыва;
- местный вид может и не ограничиваться линией обрыва – вид «Б».

3.2.2. Разрезы

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы бывают:

горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рис. 3.11, разрез А–А);

вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (рис. 3.8, разрезы А–А, Б–Б);

наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Вертикальный разрез называется *фронтальным*, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 3.8, разрез А–А) и *профильным*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 3.8, разрез Б–Б).

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы бывают *простыми* при одной секущей плоскости (рис. 3.8, 3.9, 3.11) и *сложными* при двух и более секущих плоскостях.

Сложные разрезы в свою очередь подразделяются на *ступенчатые*, если секущие плоскости параллельны друг другу (рис. 3.12), и *ломаные*, если секущие плоскости пересекаются (рис. 3.13).

Форму предмета в отдельном, узко ограниченном месте, определяет *местный* разрез (рис. 3.14, 3.15).

Положение секущей плоскости (след) показывают на чертеже разомкнутой линией (рис. 3.7, а), называемой *линией сечения*. На простом разрезе показывают только начальный и конечный штрихи линии сечения (рис. 3.8), а на сложных разрезах показывают ее штрихи и в местах переломов (рис. 3.12, 3.13). Начальный и конечный штрихи этой линии не должны пересекать контур изображения. На начальном и конечном штрихах линии сечения изображаются стрелки (рис. 3.7, а), указывающие направление взгляда (проецирования). Острие стрелки должно быть ориентировано на следе таким образом, что к внешней стороне от изображения детали часть следа должна составлять 1...3 мм. У начала и конца линии сечения (с различных сто-

рон от стрелок, с внешней стороны от изображения) помещается одна и та же прописная буква русского алфавита (рис. 3.7, б) с теми же условиями и исключениями, что и при обозначении видов. Независимо от угла наклона стрелки, указывающей направление взгляда, буквы всегда располагают горизонтально. Над изображением соответствующего разреза располагают надпись, содержащую те же две буквы, указанные через тире (по типу «А-А»).

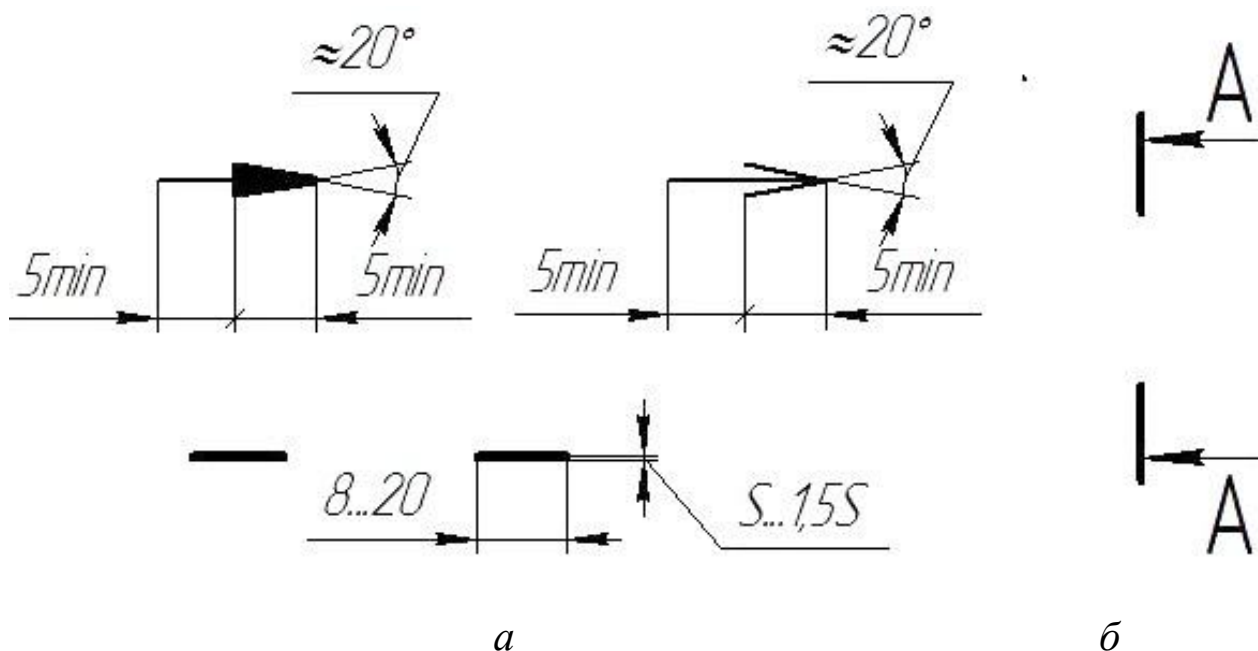


Рис. 3.7. Изображение стрелок и разомкнутой линии

В том случае, когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез расположен на одном листе в проекционной связи с другими изображениями детали, не обозначается положение секущей плоскости и разрез надписью не сопровождается.

На разрезе невидимые линии внутреннего контура становятся видимыми и изображаются сплошными основными линиями.

Мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета.

Штриховка на всех изображениях детали выполняется в одном направлении, с правым или левым наклоном, под углом 45° к горизонтальной линии чертежа тонкими линиями, условно считая, что все детали, приведенные в примерах, металлические. Расстояние между штриховыми линиями должно быть одинаковым.

3.2.2.1. Простые разрезы

Простым называется разрез, выполненный при рассечении детали одной секущей плоскостью. Чаще всего применяются вертикальные и горизонтальные разрезы.

Вертикальными называются разрезы, образованные секущими плоскостями, параллельными фронтальной или профильной плоскостям проекций.

Вертикальный разрез называется *фронтальным*, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и *профильным*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

Горизонтальными называются разрезы, образованные секущими плоскостями, параллельными горизонтальной плоскости проекций.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут размещаться на месте соответствующих основных видов.

На рисунке 3.8 выполнены два вертикальных разреза: фронтальный (А-А) и профильный (Б-Б), где деталь не имеет осей симметрии, поэтому на чертеже указано положение секущих плоскостей и соответствующие им разрезы сопровождаются надписями.

Для упрощения построения чертежа на одном изображении допускается соединять часть вида и часть разреза.

При соединении симметричных частей вида и разреза, если с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии, например, ребра, то вид от разреза отделяется тонкой сплошной волнистой линией, проводимой левее или правее оси симметрии (рис. 3.9) таким образом, чтобы проекция ребра оказалась видимой.

Если деталь симметрична (рис. 3.10), то можно соединить половину вида и половину разреза (рис. 3.11), разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии. Часть разреза располагается правее (рис. 3.11, *а*) или ниже (рис. 3.11, *б*) оси симметрии, разделяющей часть вида с частью разреза, причем разрез А–А на рисунке 3.11, *а* предпочтительнее.

Такие элементы, как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости (рис. 3.12) и т.п., показываются незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента. Если в подобных элементах детали имеется местное сверление, углубление и т.п., то делают местный разрез.

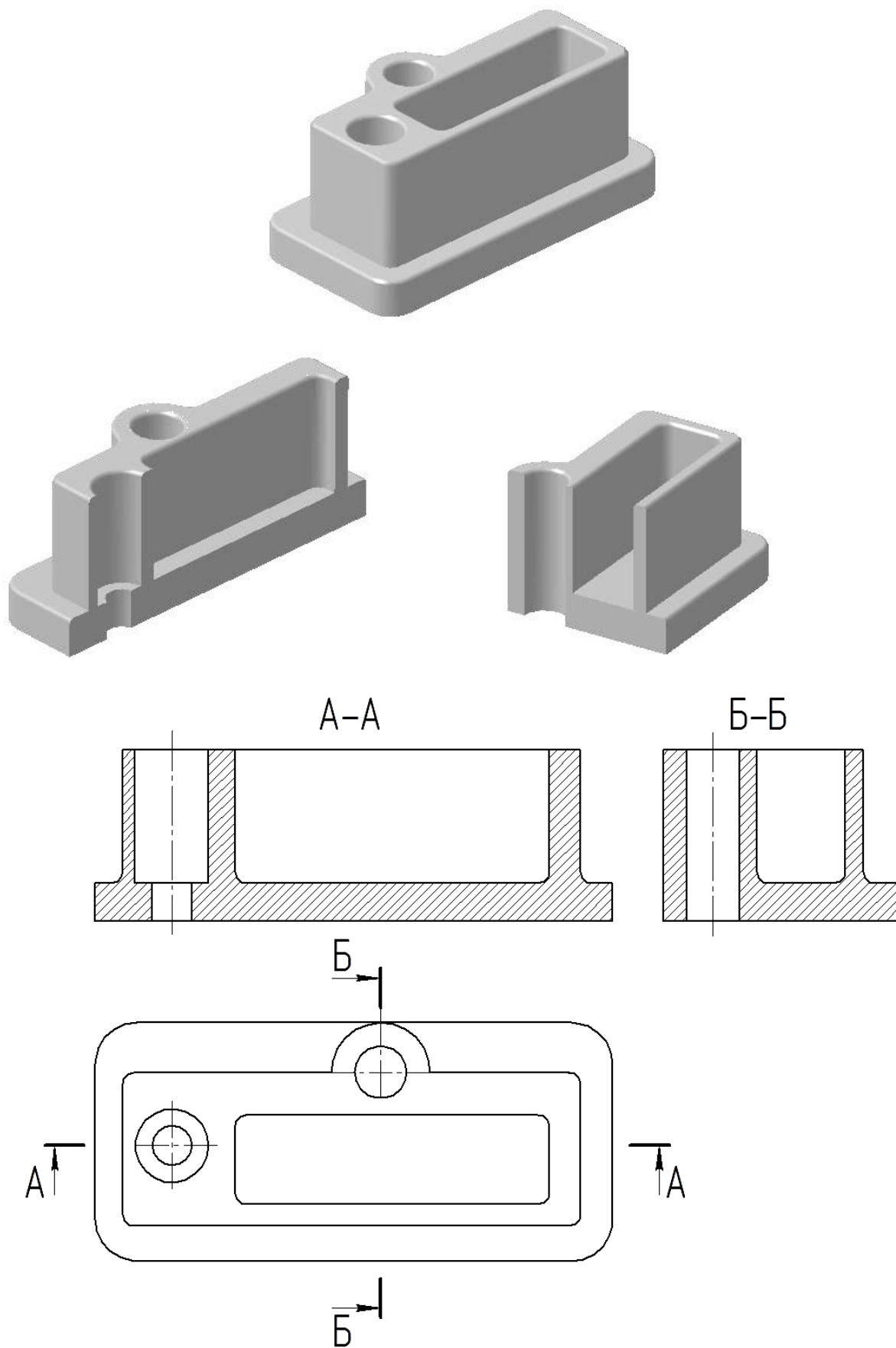


Рис. 3.8. Построение простых разрезов

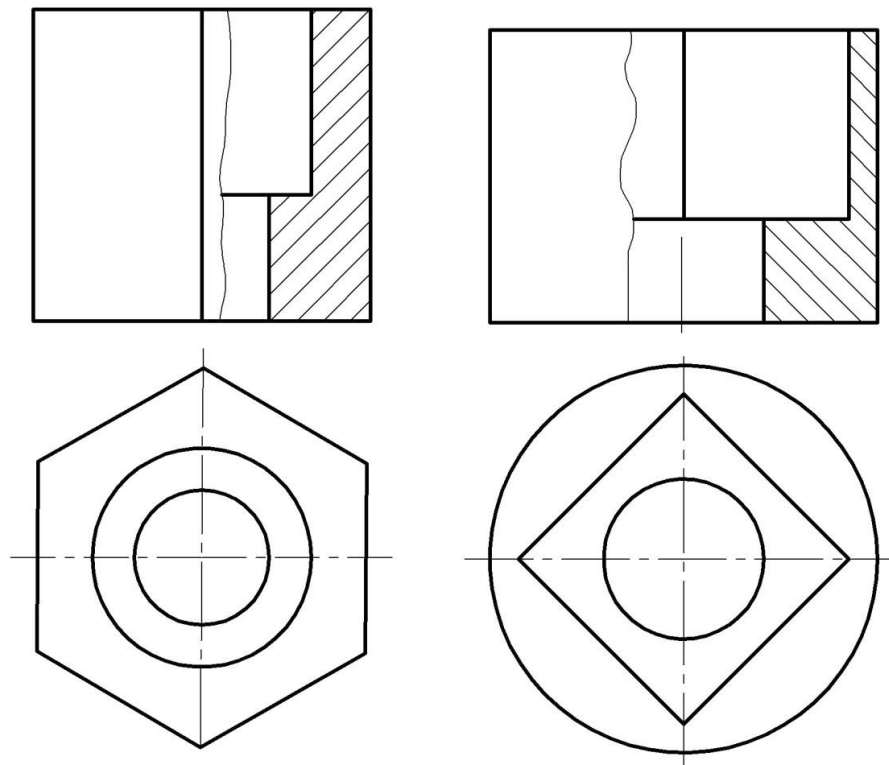


Рис. 3.9. Соединение симметричных частей вида и разреза

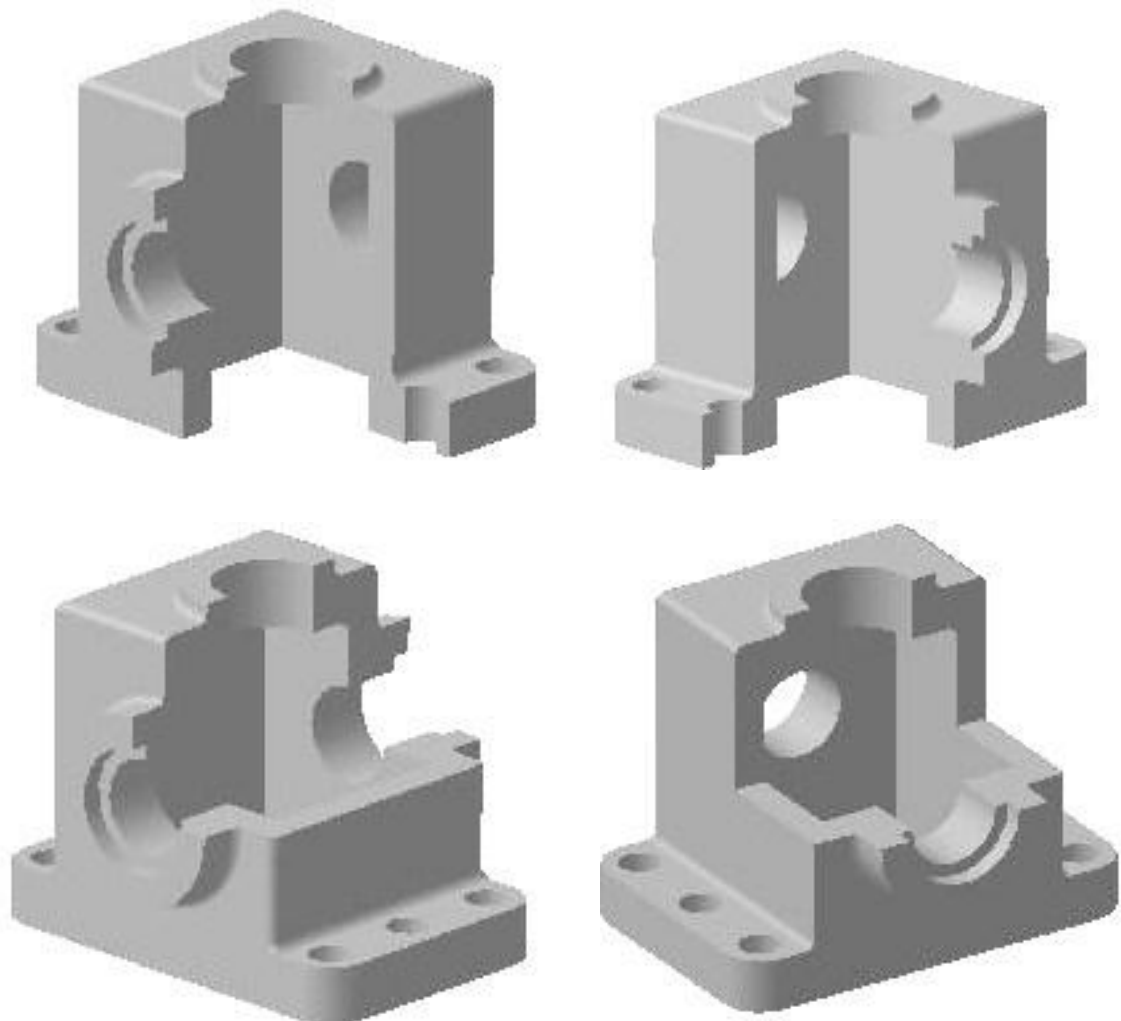


Рис. 3.10. Построение разрезов симметричной детали

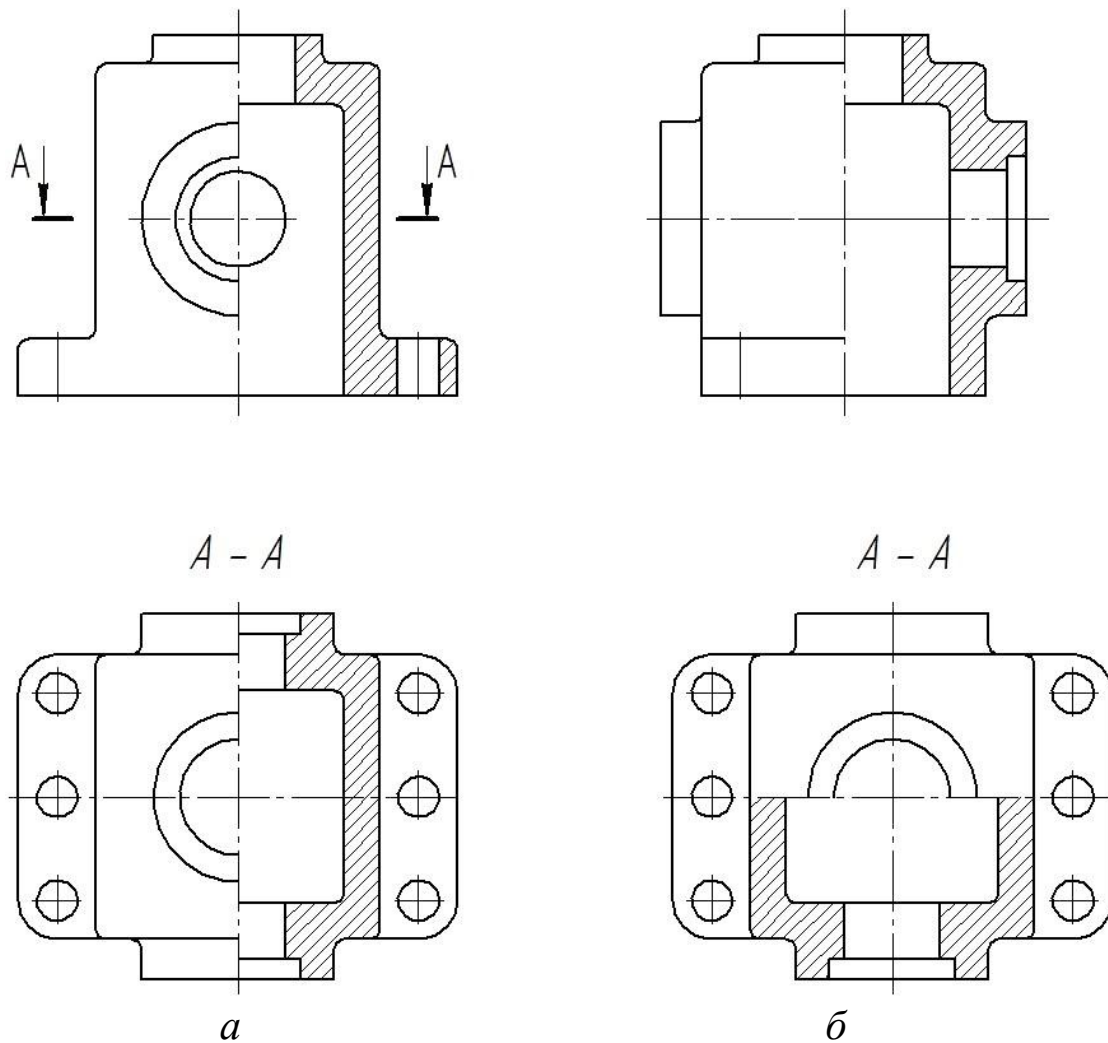


Рис. 3.11. Совмещение на чертеже вида и разреза

3.2.2.2. Сложные разрезы

Сложными называются разрезы, получаемые с помощью двух и более секущих плоскостей. Они применяются в случаях, когда количество элементов деталей, их форма и расположение не могут быть изображены на простом разрезе с помощью одной секущей плоскости, и это вызывает необходимость применения нескольких секущих плоскостей.

Сложные разрезы разделяются на ступенчатые и ломаные. Они могут быть так же, как и простые разрезы, горизонтальными, фронтальными и профильными. Сложные разрезы бывают и комбинированными, т.е. состоящими из ступенчатых и ломаных разрезов.

Ступенчатыми называются разрезы, выполненные несколькими параллельными секущими плоскостями.

Разрез на рисунке 3.12 осуществлен тремя секущими фронтальными плоскостями. Положение секущих плоскостей указывается

штрихами линии сечения со стрелками, отмеченными одной и той же буквой. Эти штрихи принимаются за начальный и конечный штрихи линии сечения. Линия сечения имеет также перегибы (ступеньки), показывающие места перехода от одной секущей плоскости к другой. Перегибы линии сечения выполняются штрихами разомкнутой линии. Наличие перегибов в линии сечения не отражается на графическом оформлении ступенчатого разреза, линии перехода между секущими плоскостями не показывают.

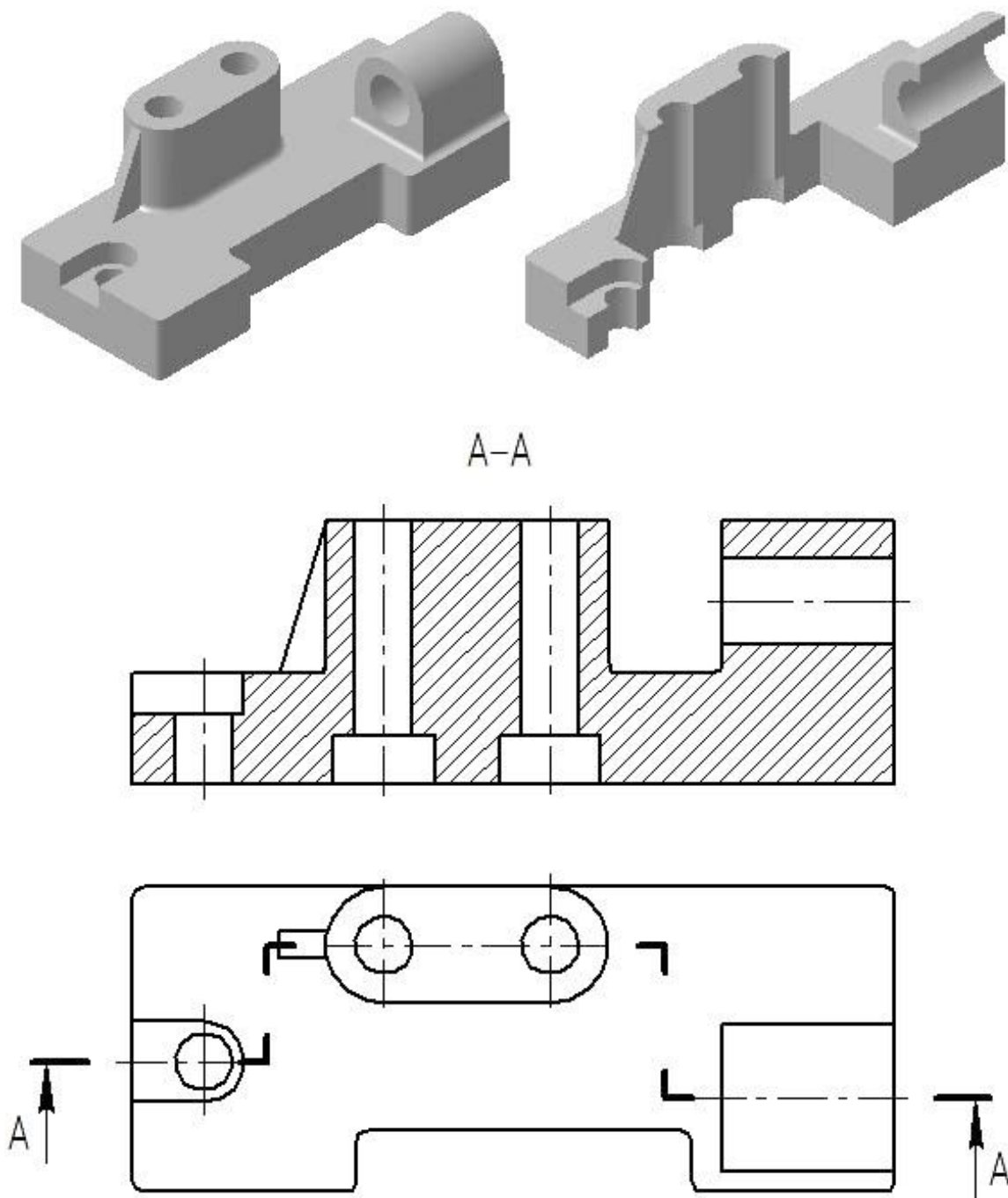


Рис. 3.12. Сложный ступенчатый разрез

Ломаными называются разрезы, полученные при рассечении предмета пересекающимися плоскостями. Секущие плоскости условно поворачивают около линии взаимного пересечения до совмещения с плоскостью (рис. 3.13), параллельной какой-либо из основных плоскостей проекций, при этом линия поворота может не совпадать с направлением взгляда.

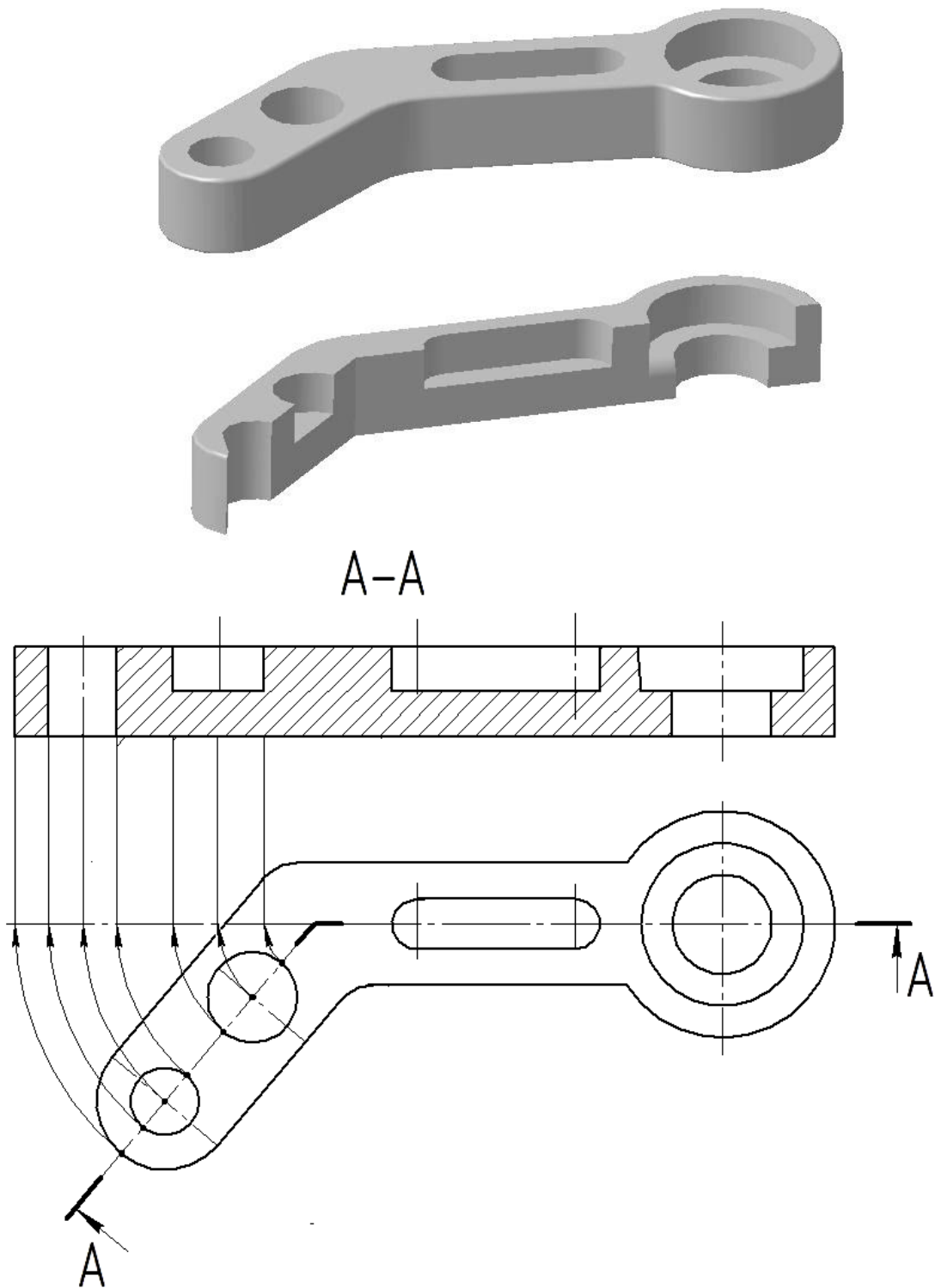


Рис. 3.13. Построение ломаного разреза

Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (рис. 3.13).

Вместе с секущей плоскостью поворачивается расположенная в ней фигура сечения детали. На рисунке 3.13 для наглядности нанесены линии связи, которые на чертеже не должны быть показаны.

При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение.

3.2.2.3. Местные разрезы

Разрез, служащий для выявления формы предмета лишь в отдельном ограниченном месте, называется *местным*, и он отделяется от вида *сплошной волнистой тонкой линией* (рис. 3.14) или сплошной тонкой линией с изломами, если ее длина достаточно велика. Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

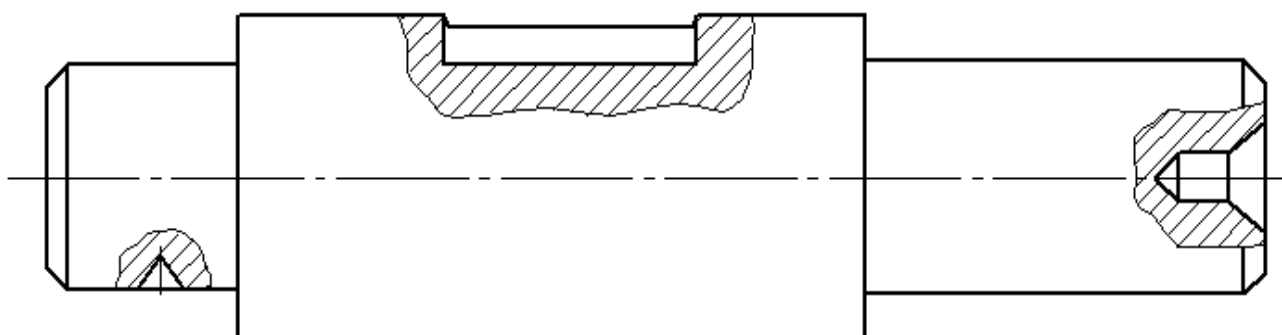


Рис. 3.14. Местные разрезы

Если местный разрез выполняется на части изображаемого предмета, представляющей собой симметричную фигуру (рис. 3.15), где разделяющей линией служит ось симметрии, то местный разрез с видом может разделяться этой осевой линией или линией обрыва.

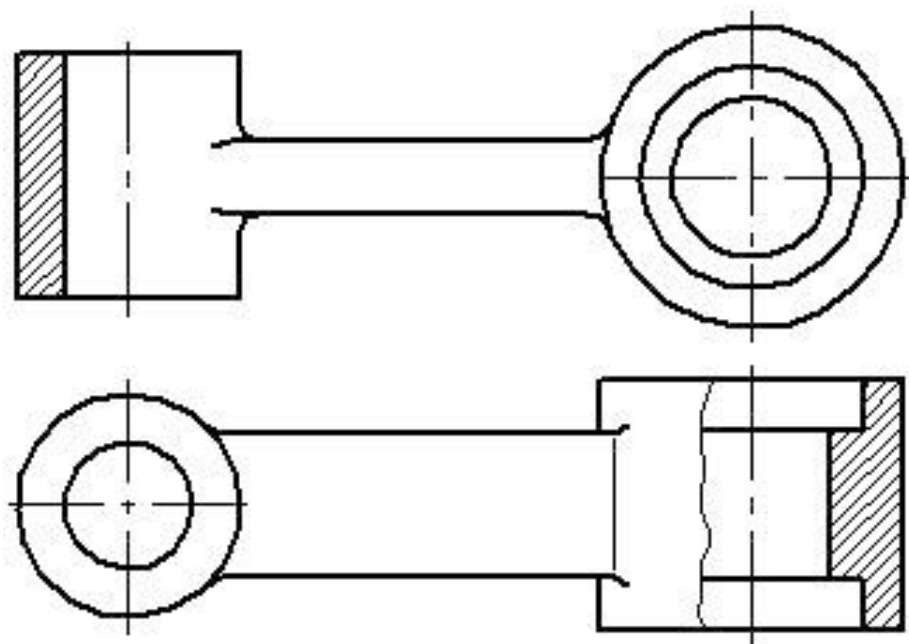


Рис. 3.15. Местные разрезы на предмете с симметричными элементами

3.2.3. Сечения

Сечением называется изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. Секущие плоскости нужно выбирать так, чтобы получились нормальные поперечные сечения. В отличие от разреза, *на сечении показывается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости*, а все, что расположено за ней, на чертеже не изображается (рис. 3.16).

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на вынесенные и наложенные.

Вынесенные сечения располагаются на свободном поле чертежа и более предпочтительны для однозначного чтения чертежа. Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями (рис. 3.16). Не обозначают вынесенные сечения, когда их располагают на линии сечения, если они имеют ось симметрии. При этом положение секущей плоскости показывают штрихпунктирной линией. В случае расположения сечения на свободном месте их обозначают аналогично разрезам (рис. 3.16, сечение А–А). Сечения необходимо обозначать, даже если они находятся в проекционной связи (рис. 3.16, сечение Б–Б).

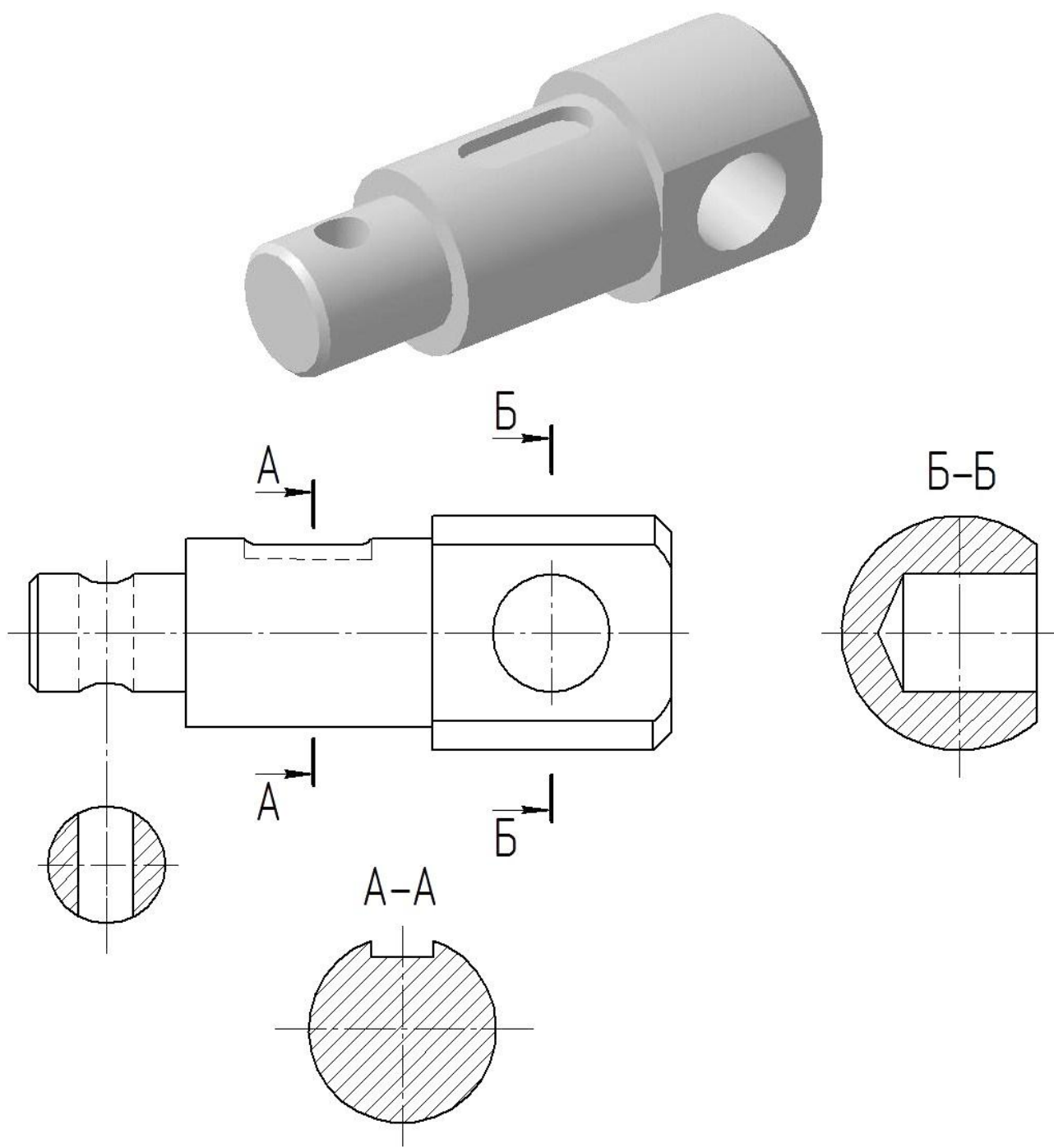


Рис. 3.16. Построение сечений

Вынесенные сечения могут располагаться не только на свободном поле чертежа (см. рис. 3.16), но и в разрыве изображения предмета (рис. 3.17, а, 3.18, а). Вынесенное симметричное сечение может располагаться в непосредственной близости от изображения, причем его ось симметрии должна совпадать с положением секущей плоскости и пересекать контур изображения предмета.

Наложенные сечения располагаются непосредственно на изображении предмета (рис. 3.17, б, 3.18, б). Контур наложенного сечения изображают тонкой линией.

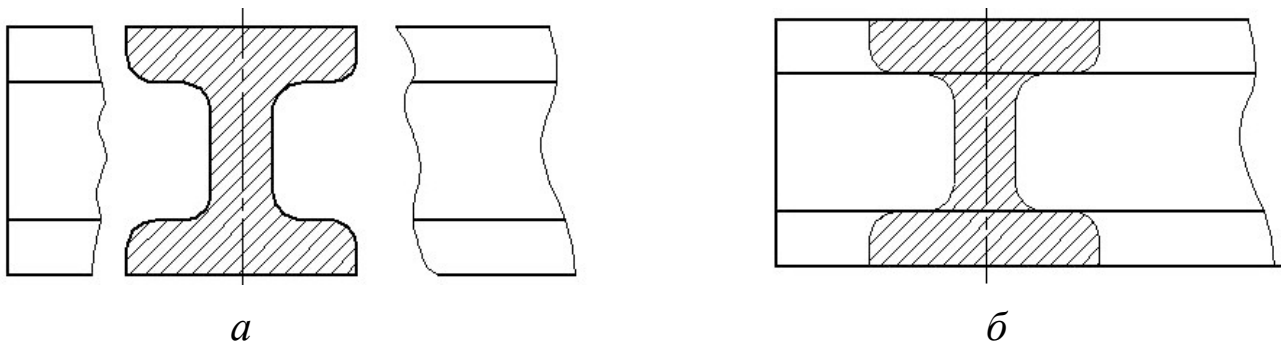


Рис. 3.17. Симметричное сечение в разрыве изображения и наложенное

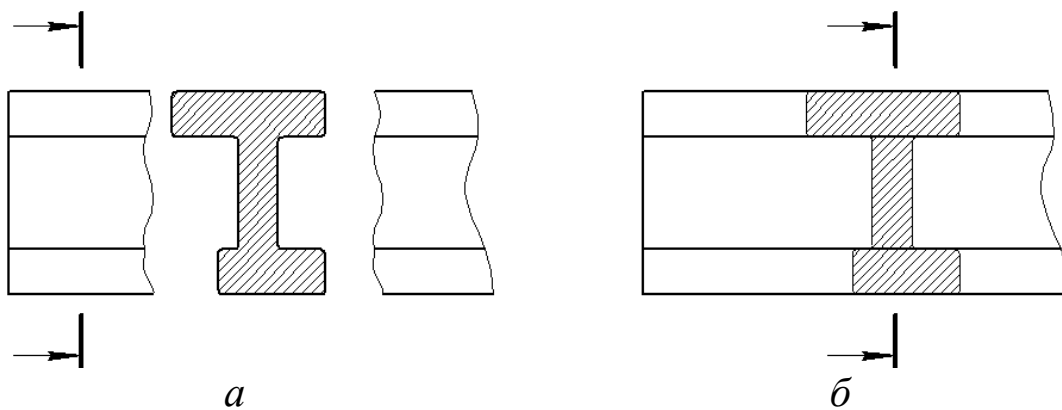


Рис. 3.18. Несимметричное сечение в разрыве изображения и наложенное

На чертежах для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (см. рис. 3.18, *а*) или наложенных сечениях (см. рис. 3.18, *б*), линии сечения обозначают разомкнутой линией со стрелкой, указывающей направление взгляда, но буквами не обозначают. Несимметричное сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками (см. рис. 3.18).

3.2.4. Выносные элементы

Дополнительное отдельное изображение какой-либо части предмета, обычно увеличенное, требующее графического или других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных, называется *выносным элементом* (рис. 3.19, 3.20).

При применении выносного элемента соответствующее место изображения отмечают плавной замкнутой сплошной тонкой линией (окружностью или овалом) с обозначением выносного элемента прописной буквой русского алфавита или сочетанием прописной буквы с арабской цифрой на полке линии-выноски (рис. 3.19, *а*, 3.20, *а*).

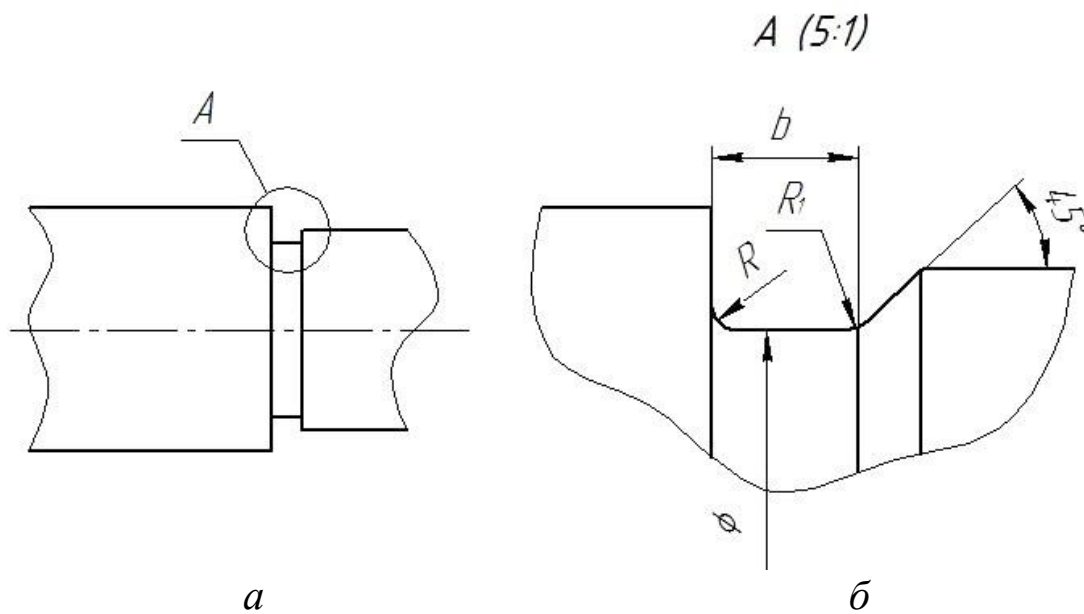


Рис. 3.19. Выносной элемент наружной поверхности

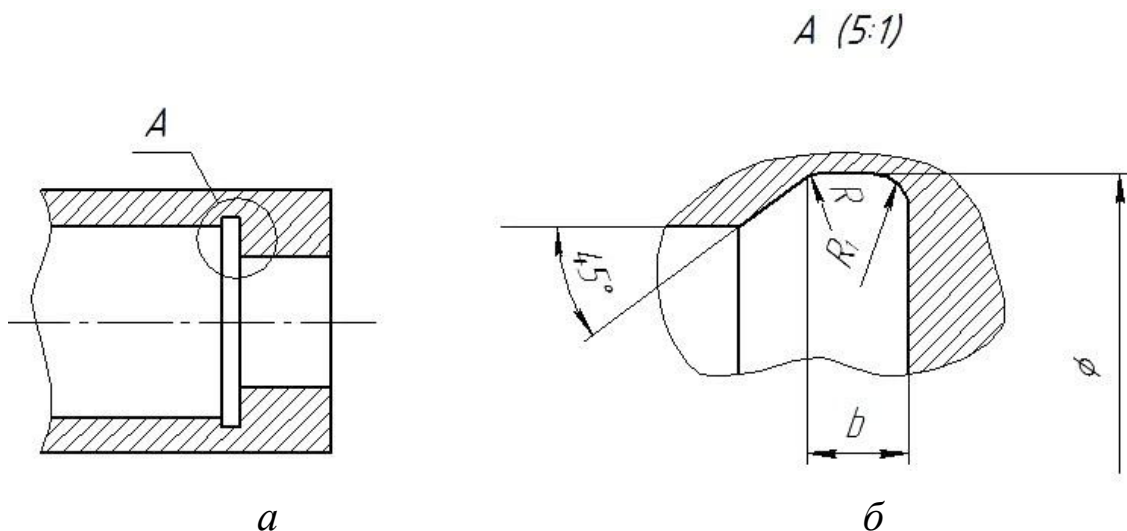



Рис. 3.20. Выносной элемент внутренней поверхности

Над выносным элементом (см. рис. 3.19, б, 3.20, б) указывается буква, которой обозначен элемент и в скобках – масштаб, в котором выполнен выносной элемент, если его величина отличается от масштаба основного изображения. Допускается изображение выносного элемента поворачивать, указывая данное действие специальным символом « \odot ».

Выносной элемент следует располагать как можно ближе к соответствующему месту на изображении предмета. 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.

Вопросы для самопроверки

1. Как получают изображение предмета на плоскости?
2. Какое изображение предмета называется видом?
3. Как располагаются основные виды на чертеже?
4. Что называют главным видом?
5. Как располагают разрезы на чертежах?
6. Какие виды называются дополнительными?
7. Какие виды называют местными?
8. Поясняют ли надписями виды на чертежах?
9. Что называют разрезом?
10. Как отличить разрез от вида?
11. Как различаются разрезы в зависимости от положения секущих плоскостей?
12. Сколько секущих плоскостей участвует в образовании простого разреза?
13. Каково положение секущей плоскости для выполнения фронтального разреза?
14. Каково положение секущей плоскости для выполнения вертикального разреза?
15. Сколько секущих плоскостей участвует в образовании сложного разреза?
16. Как обозначаются разрезы?
17. Можно ли на одном изображении соединить вид и разрез?
18. В каких случаях используют обозначение разреза?
19. В каких случаях используют знак «»?
20. В каких случаях разрез не сопровождают надписью и не отмечают положение секущей плоскости?
21. Как указывается направление взгляда при выполнении разреза?
22. Как располагают разрезы на чертежах?
23. Что называют сечением?
24. Какие различают сечения?
25. В каких случаях используют обозначение сечения?
26. Как выполняется штриховка в разрезах и сечениях?
27. Что называется выносным элементом?
28. Как обозначаются выносные элементы?
29. Может ли выносной элемент содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении?

4. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

4.1. Основные положения и понятия

При выполнении технических чертежей в ряде случаев оказывается, что наряду с изображением предметов в прямоугольных проекциях следует иметь и наглядные изображения. Это необходимо для обеспечения возможности более полно выявить конструктивные решения, заложенные в изображаемом предмете, правильно представить положение его в пространстве, оценить пропорции частей, их размеры.

Наглядные изображения на некоторых чертежах могут располагаться и независимо от прямоугольных изображений. Например, при изображении схем электроснабжения и теплоснабжения зданий и сооружений, сложных схем (типа кинематических), учебно-технических плакатов согласно ГОСТ 2.605-68, тара-оборудования для хлебобулочных изделий по ГОСТ 24831-81 и т.д.

Существуют различные способы построения наглядных изображений. Сюда относятся аксонометрические аффинные и векторные проекции, а также линейная перспектива. Рассмотрим аксонометрические проекции.

Построение аксонометрических проекций заключается в том, что геометрическую фигуру вместе с осями прямоугольных координат, к которым эта фигура отнесена в пространстве, параллельным (прямоугольным или косоугольным) способом проецируют на выбранную плоскость проекций.

Аксонометрические проекции выполняют в соответствии с **ГОСТ 2.317-2011**. При построении аксонометрических проекций объект относят к прямоугольной декартовой системе координат и проецируют его вместе с осями координат пучком параллельных лучей на некоторую плоскость проекций, называемую аксонометрической. Полученное изображение, нанесенное на некоторую плоскость проекций, называют аксонометрическим (или просто аксонометрией), а проекции координатных осей – аксонометрическими осями координат.

Проекции прямых, параллельных в действительности натуральным осям координат, параллельны соответствующим аксонометрическим осям. Именно в использовании этого свойства параллельных

проекций и заключается простота построения параллельной аксонометрии.

Здесь возможны три случая, когда все три оси координат составляют с аксонометрической плоскостью проекций некоторые острые углы (равные или неравные) и когда одна или две оси параллельны. В первом случае применяется только прямоугольное проецирование (прямоугольная или ортогональная аксонометрия), а во втором и третьем – только косоугольное проецирование (косоугольная аксонометрия). На практике используют несколько видов как прямоугольной, так и косоугольной аксонометрии с наиболее простыми соотношениями между показателями искажений.

Обратимость аксонометрического чертежа (возможность определения натуральных размеров изображенного объекта) обеспечивается указанием на нем показателей искажения (или наличием условий для их определения) и возможность построения аксонометрической координатной ломаной любой точки поверхности, принадлежащей изображенному объекту.

Разрезы на аксонометрических проекциях выполняют, как правило, путем сечения объекта координатными плоскостями. При этом спицы маховиков и шкивов, ребра жесткости и подобные элементы штрихуют (рис. 4.1).

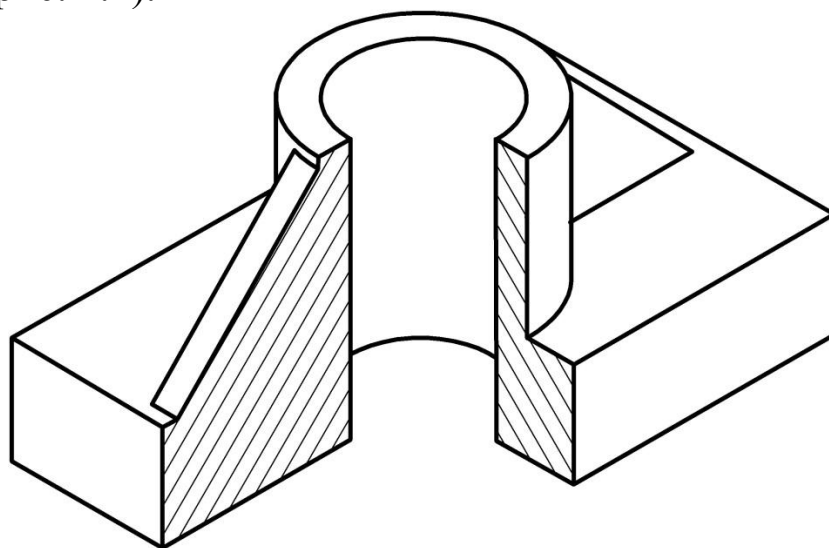


Рис. 4.1. Аксонометрическая проекция с вырезом

ГОСТ 2.317-2011 рекомендует к применению на чертежах всех отраслей промышленности и строительства пять видов аксонометрий: две ортогональных (прямоугольных) – изометрическую и диметрическую и три косоугольных – фронтальную и горизонтальную изометрические и фронтальную диметрическую. В машиностроении в ос-

новном применяют ортогональные: изометрическую (она является единственно возможной) и диметрическую проекции.

Прямоугольные аксонометрические проекции, как изометрическая, так и диметрическая, дают более наглядные изображения и в связи с этим применяются на практике наиболее часто.

4.2 Прямоугольная изометрическая проекция

Углы между осями x , y и z равны между собой, линейные размеры предмета, параллельные этим осям, искажаются одинаково (рис. 4.2).

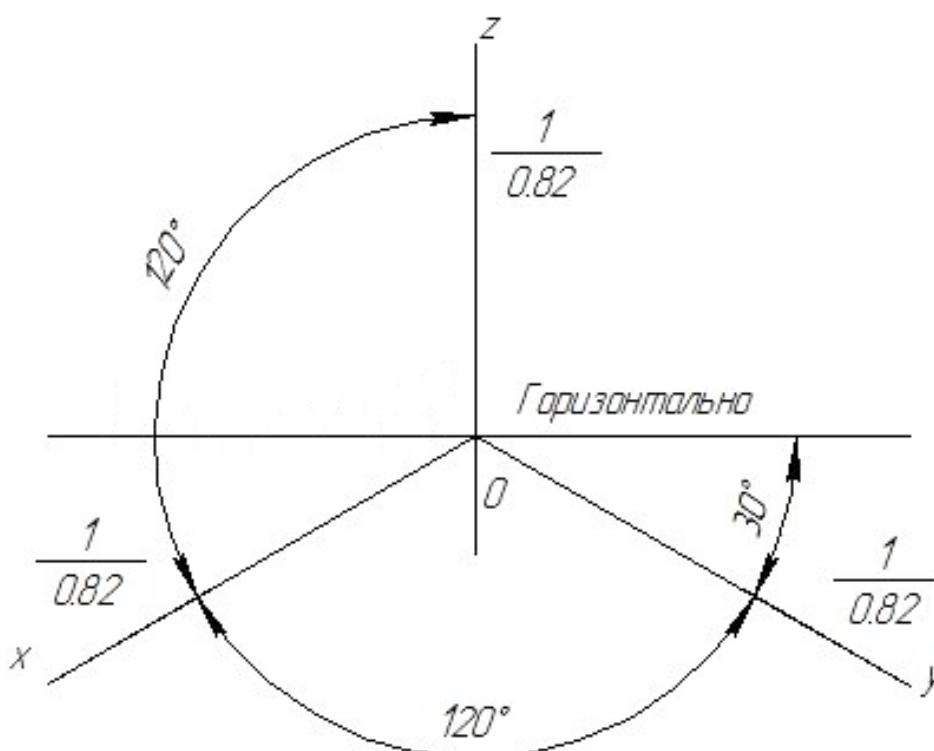


Рис. 4.2. Расположение осей прямоугольной изометрической проекции

При построении аксонометрии дробные показатели искажений усложняют расчет размеров, для его упрощения пользуются *приведенными показателем искажений*: в изометрии все три показателя увеличивают в 1,22 раза ($1 : 0,82 \approx 1,22$), получая 1 (см. рис. 4.2), так, длина всех ребер куба на изображении одинаковая (рис. 4.3), равная $0,82$ действительной длины. Для упрощения построений (как сказано выше), отрезки, параллельные аксонометрическим осям, откладываются действительной длины, без искажения.

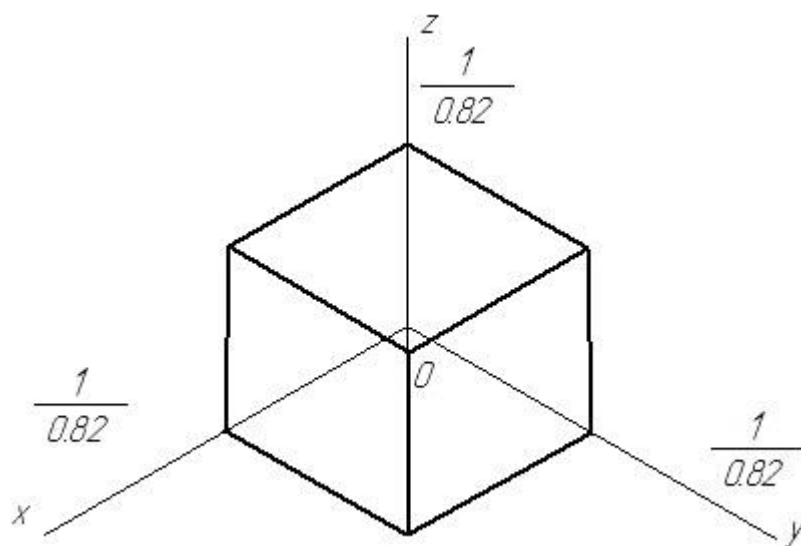


Рис. 4.3. Изометрическая проекция куба

Известно, что любая линия или поверхность есть множество точек. Поэтому последовательность построения изометрической проекции рационально начать с построения точки.

Точка A задана своими проекциями A_1 , A_2 и A_3 (рис. 4.4) с координатами x , y , z .

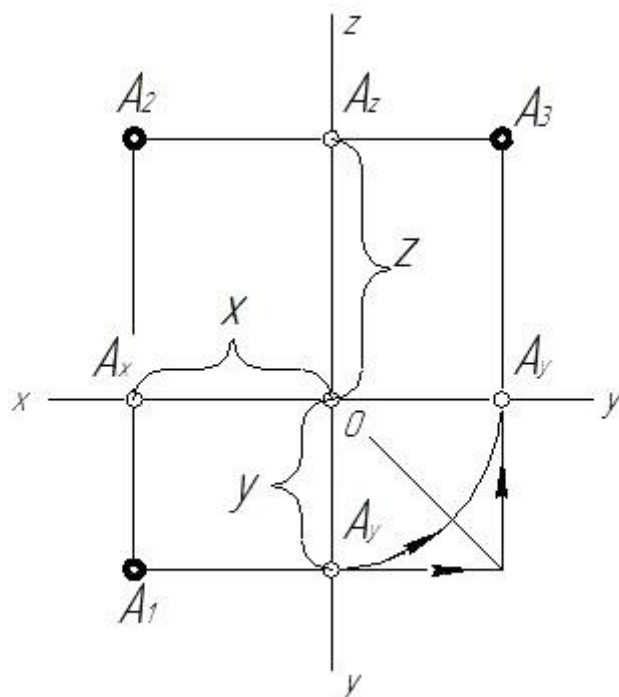


Рис. 4.4. Эпюр точки A

Построение изометрической проекции точки выполняется в следующей последовательности (рис. 4.5). Сначала строим оси, как показано на рисунке 4.2. Откладывая от точки O (начала координат)

последовательно отрезки на одной из осей и параллельные двум другим осям, равные величинам координат, мы всегда приходим в точку A . Порядок построения координатной ломаной может быть любым из шести, представленных на рисунке 4.5.

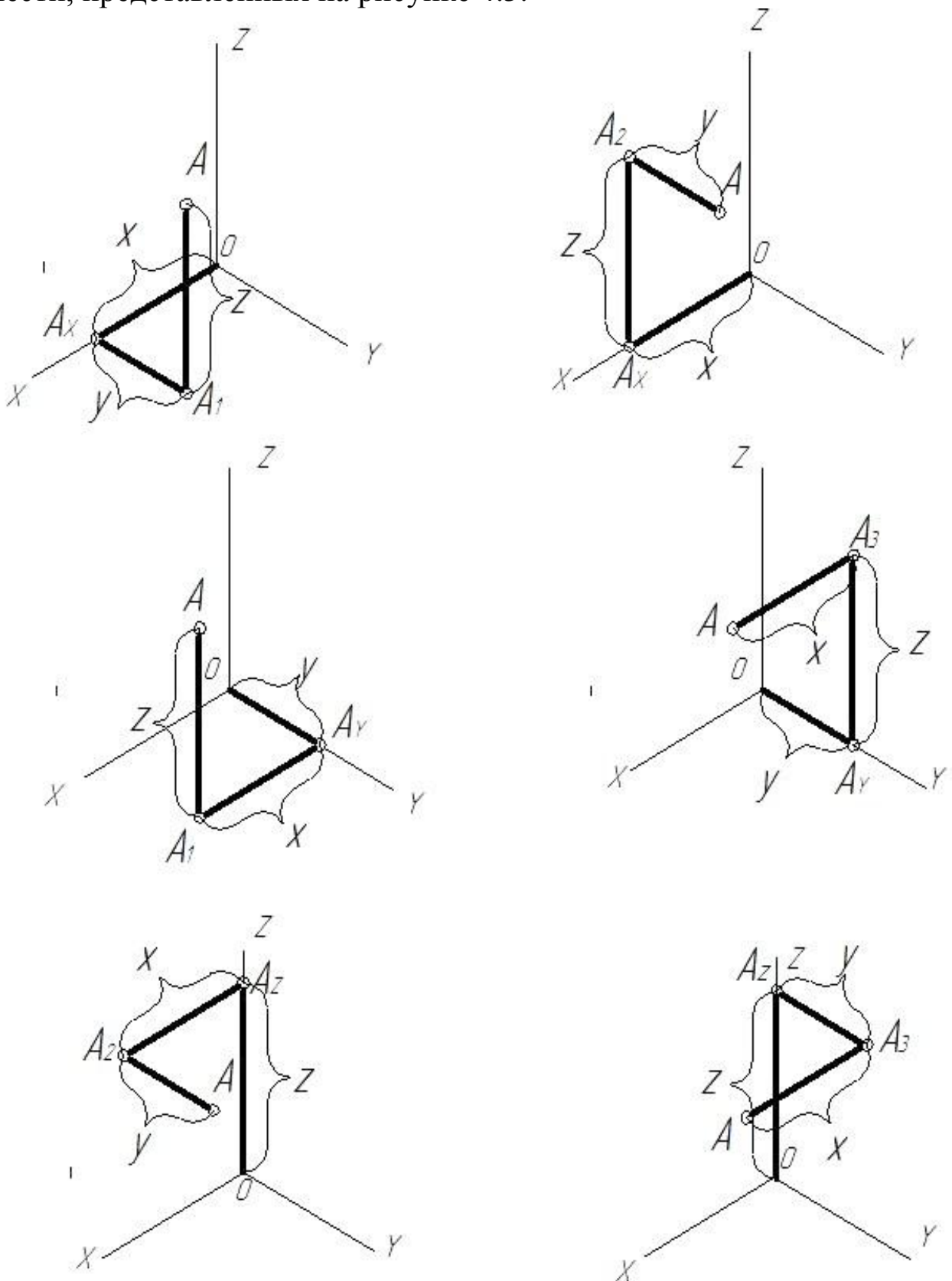


Рис. 4.5. Построение изометрии точки A

Коэффициент искажения в изометрии $K_x0 = K_y0 = K_z0 = 1:0,82 \approx 1,22$ принимается равным единице ($K_x0 = K_y0 = K_z0 = 1$), поэтому координаты точки A на каждом примере (см. рис. 4.5) откладываем равными координатам x, y, z (см. рис. 4.4).

Линии штриховки сечений наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям («спроецированная» штриховка, рис. 4.6).

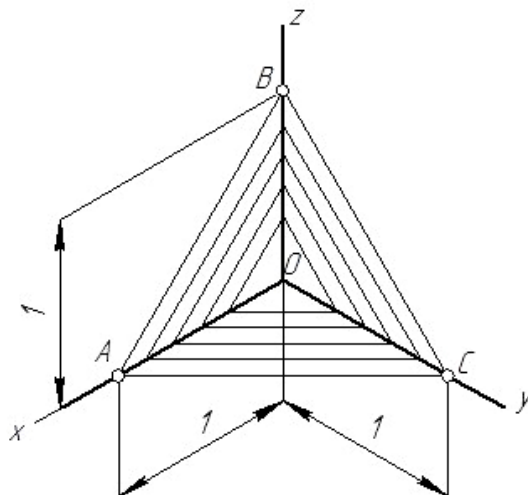


Рис. 4.6. Нанесение штриховки в изометрии

Если основание тела – правильный многоугольник (например, треугольник), то построенные прямоугольные изометрические проекции тела, ограниченного плоскостями, выполняют просто, а именно: построение вершин основания по координатам упрощается, если провести одну из осей координат через центр основания (рис. 4.7).

Построив изометрию основания призмы, из вершин треугольника основания проводим прямые, параллельные соответственно осям x, y или z . На этих прямых от вершин основания отложим высоту призмы и получим изометрию вершин другого основания призмы. Соединив эти точки прямыми, получим изометрическую проекцию призмы.

Прямоугольная изометрическая проекция окружности. Если построить изометрическую проекцию куба, в грани которого вписаны окружности диаметра D (рис. 4.8, а), то квадратные грани куба будут изображаться в виде ромбов, а окружности – в виде эллипсов (рис. 4.8, б). Малая ось $C'D'$ каждого эллипса всегда должна быть перпендикулярна большой оси $A'B'$.

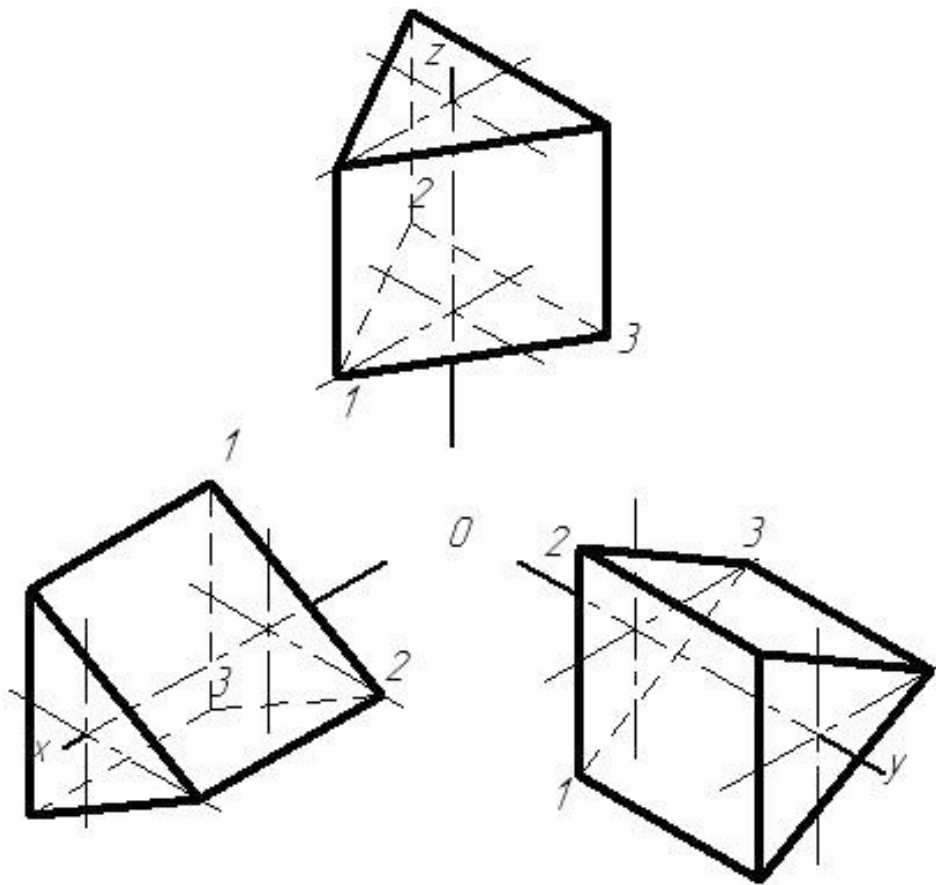


Рис. 4.7. Прямоугольные изометрические проекции призмы

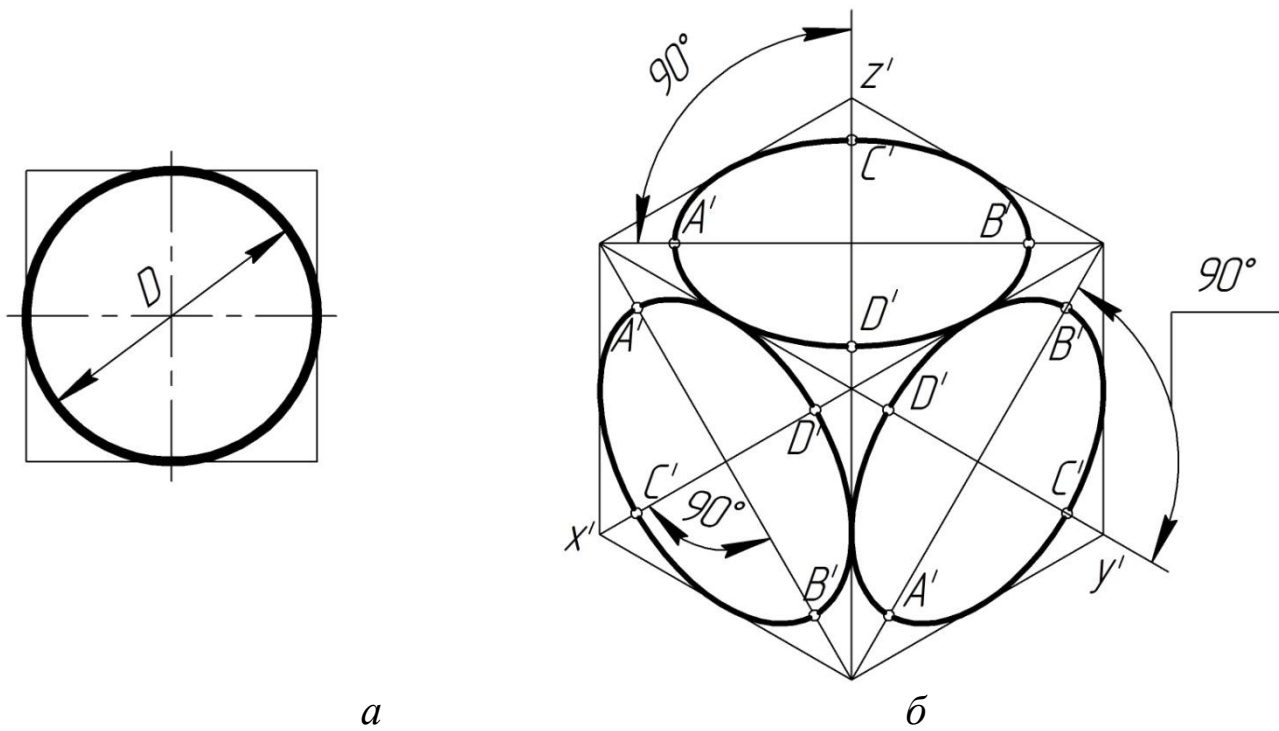


Рис. 4.8. Прямоугольная изометрическая проекция окружности

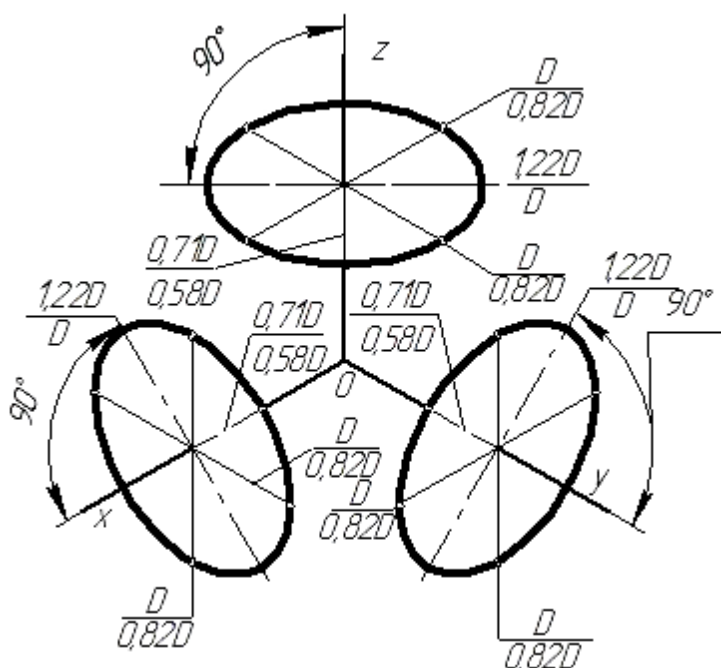


Рис. 4.9. Построение изометрической проекции окружности без сокращения

Если окружность расположена в плоскости, параллельной горизонтальной плоскости, то большая ось $A'B'$ должна быть горизонтальной, а малая ось $C'D'$ – вертикальной (см. рис. 4.8, б). Если окружность расположена в плоскости, параллельной фронтальной плоскости, то большая ось эллипса должна быть проведена под углом 90° к оси y' .

При расположении окружности в плоскости, параллельной профильной плоскости, большая ось эллипса располагается под углом 90° к оси x' .

Большие оси эллипсов всегда перпендикулярны соответствующим осям, а малые – им параллельны.

При построении изометрической проекции окружности без сокращения по осям x' , y' и z' длина большой оси эллипса берется равной $1,22$ диаметра D изображаемой окружности, а длина малой оси эллипса – $0,71D$ (см. рис. 4.9).

На рисунках 4.10, 4.12 и 4.14 показаны поверхности вращения, выполненные в изометрии с овалами, расположенными параллельно горизонтальной плоскости проекций (рис. 4.10), фронтальной плоскости проекций (рис. 4.12), профильной плоскости проекций (рис. 4.14).

В учебных чертежах для упрощения построения изометрических проекций окружности вместо эллипсов рекомендуется применять

овалы, очерченные дугами окружностей. Упрощенный способ построения *изометрических овалов* приведен на рисунках 4.11, 4.13, 4.15.

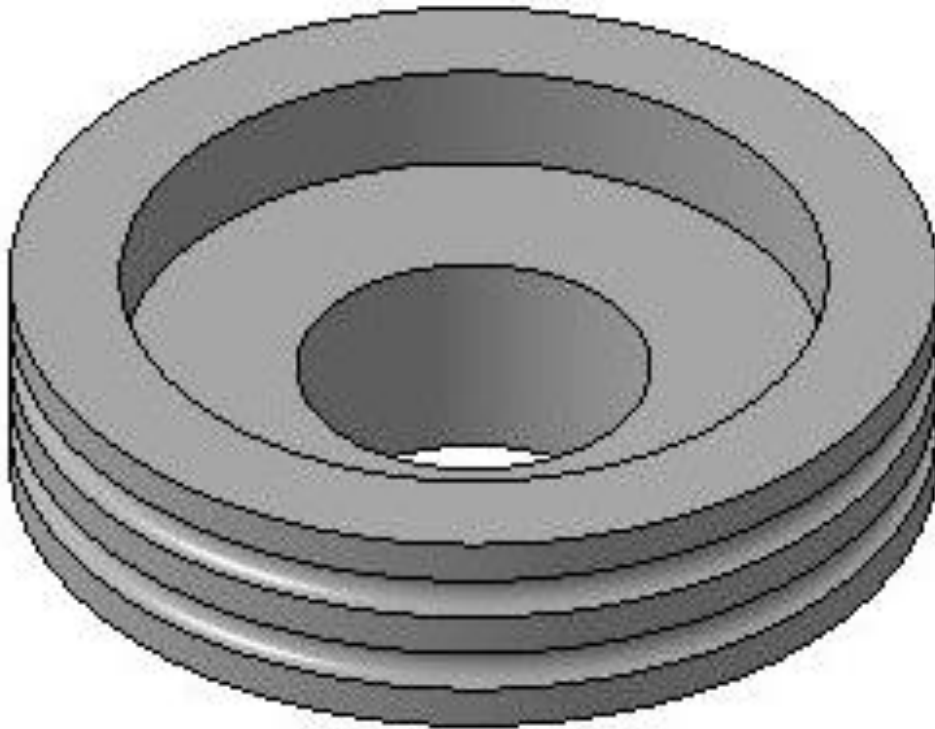


Рис. 4.10. Поверхности вращения, выполненные в изометрии с овалами, расположенными параллельно горизонтальной плоскости проекций

Для построения овала в плоскости, параллельной горизонтальной плоскости проекций (рис. 4.11), проводим вертикальную и горизонтальную оси овала, оси x и y (см. рис. 4.2).

Из точки пересечения осей O проводим вспомогательную окружность диаметром D_1 , равным действительной величине диаметра изображаемой окружности, и находим точки n – точки пересечения этой окружности с аксонометрическими осями x и y . Из точек m пересечения вспомогательной окружности с осью z , как из центров, радиусом $R_1 = nm$, проводим две дуги – nDn и nCn окружности, принадлежащие овалу.

Из центра O радиусом OC , равным половине малой оси овала, находим на большой оси овала AB точки O_1 и O_1' . Из этих точек радиусом $R = O_11 = O_12 = O_1'3 = O_1'4$ проводим две дуги. Точки 1, 2, 3 и 4 сопряжений дуг радиусов R и R_1 находим, соединяя точки m с точками O_1 и O_1' и продолжая прямые до пересечения с дугами nCn и nDn .

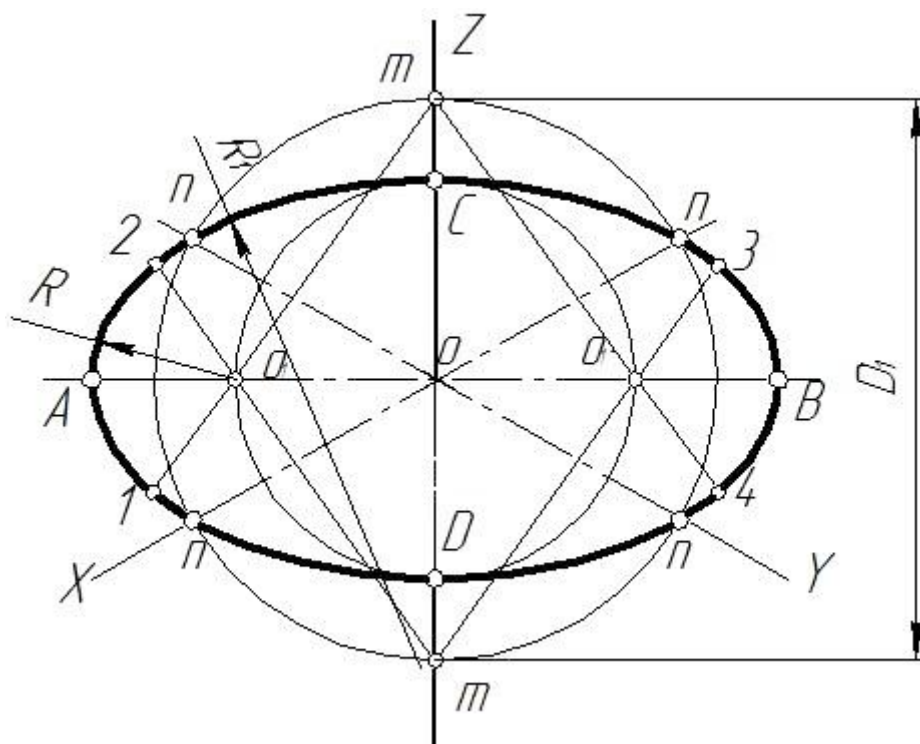


Рис. 4.11. Построение изометрического овала в плоскости, параллельной горизонтальной плоскости проекций

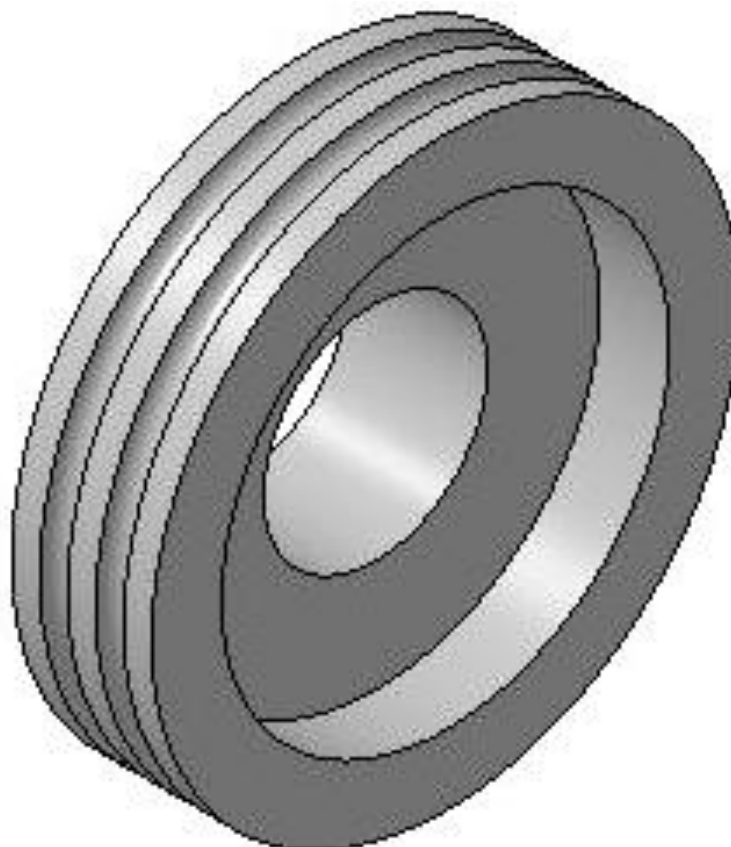


Рис. 4.12. Поверхности вращения, выполненные в изометрии с овалами, расположенными параллельно фронтальной плоскости проекций

На рисунке 4.13 показано упрощенное построение изометрической проекции окружности, расположенной в плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций. Построение аналогично построению изометрического овала, расположенного в плоскости, параллельной горизонтальной плоскости проекций, разница лишь в том, что большая ось овала AB перпендикулярна малой оси CD , параллельной оси u .

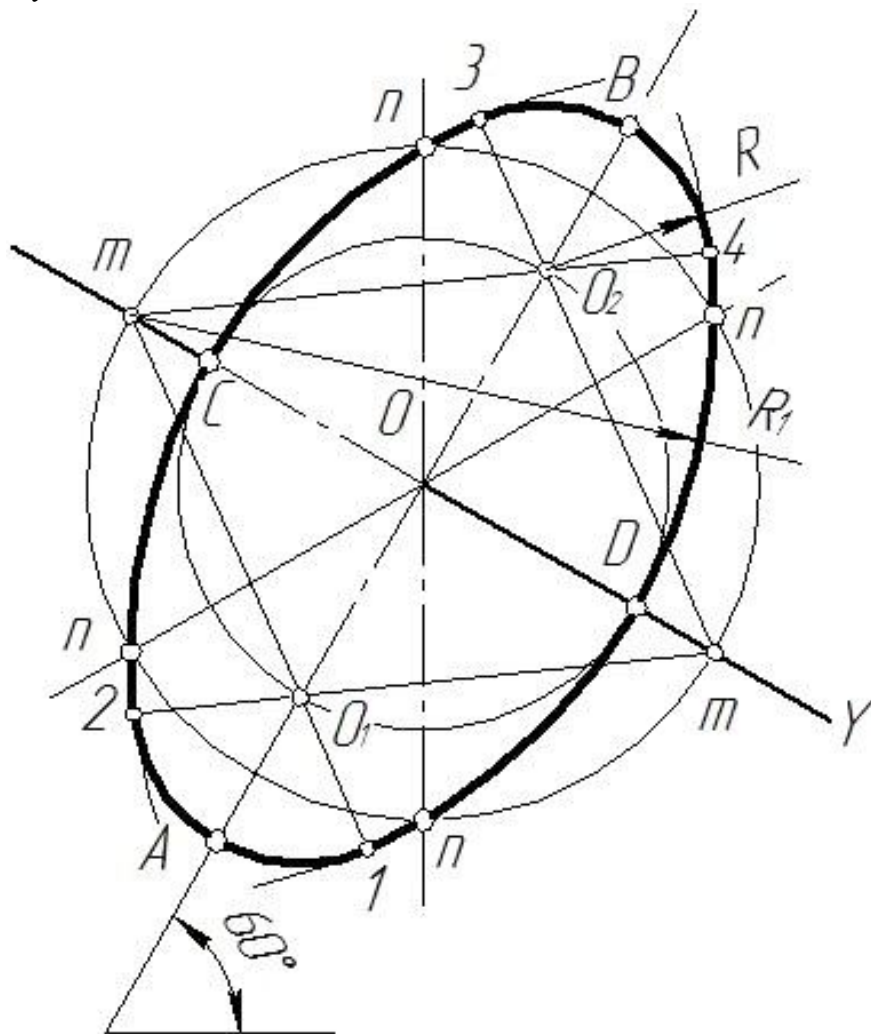


Рис. 4.13. Построение изометрического овала в плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций

На рисунке 4.15 показано упрощенное построение изометрической проекции окружности, расположенной в плоскости, параллельной профильной плоскости проекций. Построение аналогично построению изометрического овала, расположенного в плоскости, параллельной профильной плоскости проекций, разница лишь в том, что большую ось овала AB располагают перпендикулярно малой оси CD , параллельной оси x .

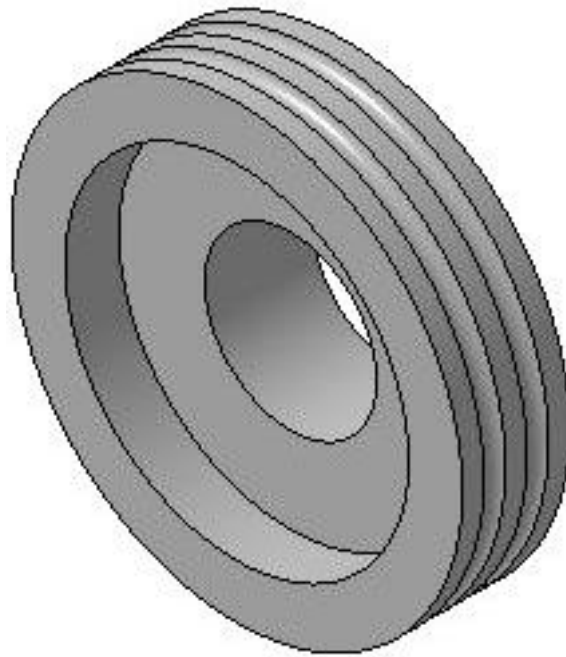


Рис. 4.14. Поверхности вращения, выполненные в изометрии с овалами, расположенными параллельно профильной плоскости проекций

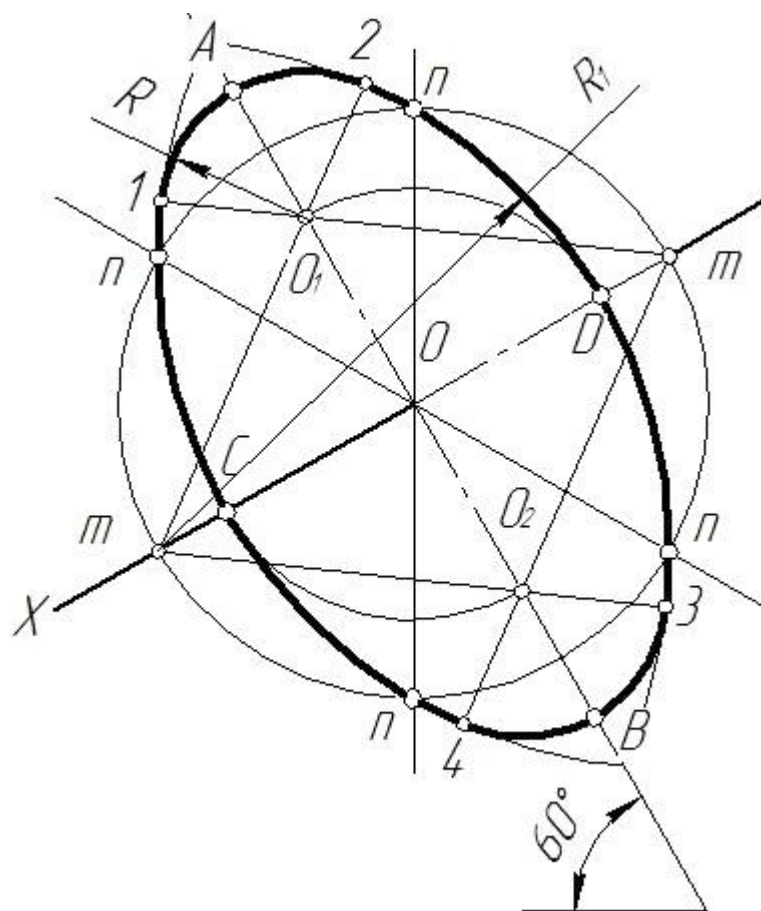


Рис. 4.15. Построение изометрического овала в плоскости, параллельной профильной плоскости проекций

На рисунке 4.16 приведен пример построения овалов на изометрии детали с расположением окружностей в плоскостях, параллельных горизонтальной, фронтальной и профильной плоскостям проекций.

Построение аксонометрической проекции детали следует начинать с изображения на чертеже аксонометрических осей. Целесообразно за начало координат принимать центр симметрии, а за оси координат – оси симметрии детали.

При построении аксонометрии рекомендуется мысленно разделить деталь на простейшие геометрические тела (цилиндр, конус, призма, пирамида и т.п.). После изображения аксонометрических проекций составных элементов предмета строятся конструктивные скругления в местах их соединения.

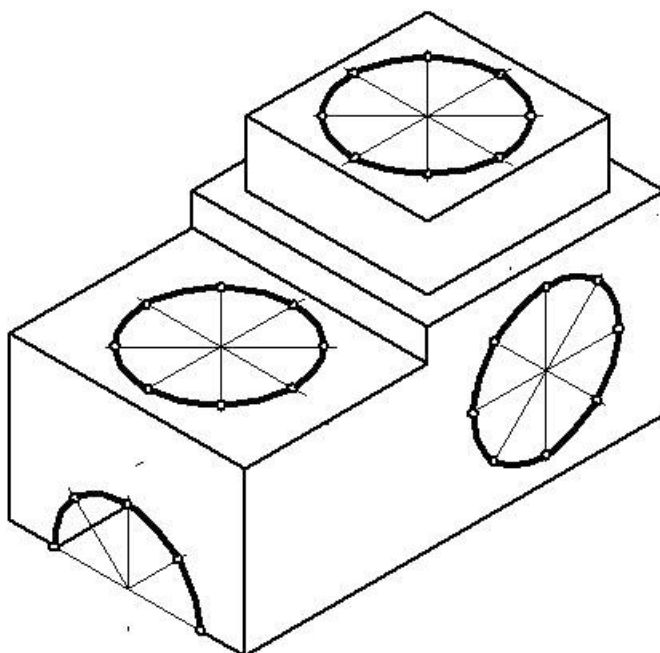


Рис. 4.16. Построение изометрических овалов

Линии, изображающие проекции предмета, параллельны одноименным аксонометрическим осям, поэтому при построении аксонометрических проекций удобно использовать прямые, параллельные аксонометрическим осям.

Как и на комплексном чертеже, полые детали в аксонометрии рекомендуется выполнять с разрезом (рис. 4.17).

Если окружность неполная, то для ее изображения вычерчивают тонкой линией полный овал или эллипс, а затем обводят нужную часть овала (рис. 4.17).

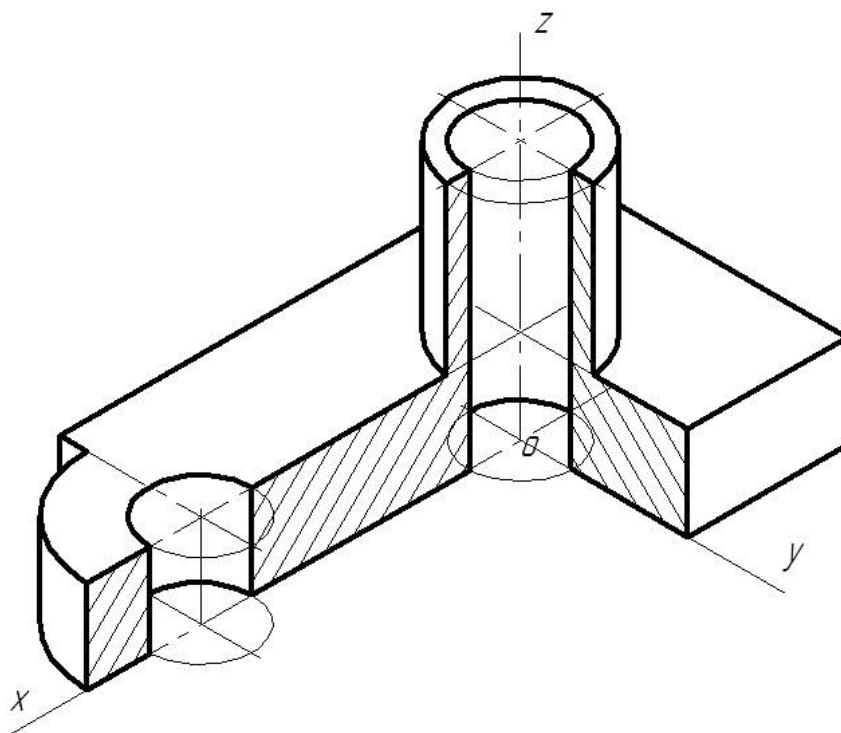


Рис. 4.17. Пример построения изометрической проекции детали

4.3. Прямоугольная диметрическая проекция

В прямоугольной диметрии ось z расположена вертикально; ось x – под углом $7^{\circ}10'$, а ось y – под углом $41^{\circ}25'$ к горизонтальной прямой (рис. 4.18).

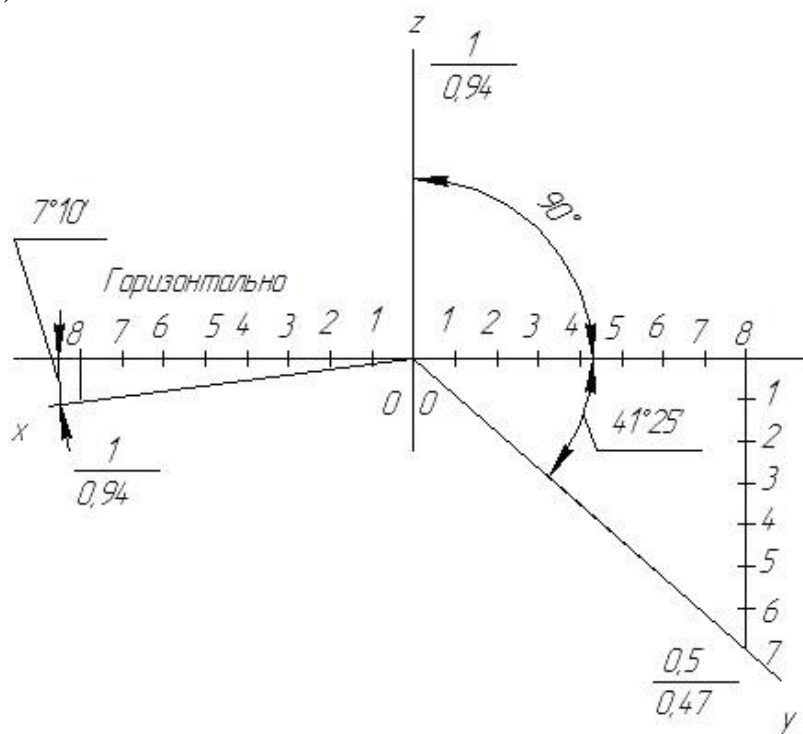


Рис. 4.18. Расположение осей прямоугольной диметрической проекции

Все отрезки прямых линий геометрического объекта, которые были параллельны осям x , y и z на комплексном чертеже, останутся параллельными соответствующим осям и в диметрической проекции. Длины ребер куба на изображении, отложенные в направлении осей x и z , сокращаются до 0,94 действительной длины, а в направлении оси y – до 0,47 действительной длины (рис. 4.19).

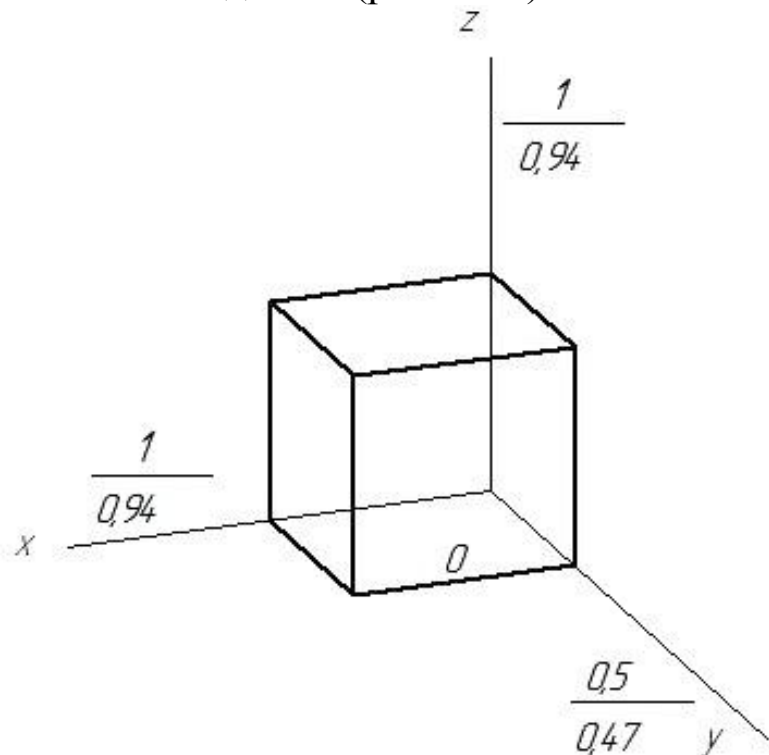


Рис. 4.19. Диметрическая проекция куба

Построение диметрической проекции точки (рис. 4.20). Сначала строим оси, как показано на рисунке 4.18. Откладываем от точки O (начала координат) последовательно отрезки на одной из осей и параллельные двум другим осям, получим точку A .

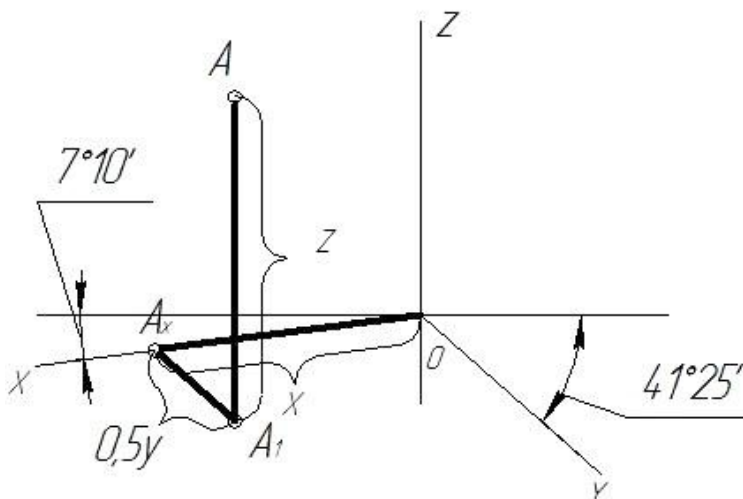


Рис. 4.20. Построение диметрии точки A

При построении прямоугольной диметрии координатной ломаной линии следует учитывать, что коэффициент искажения по координатным осям x и z (рис. 4.19) $K_{x0} = K_{z0} = 0,94$, принимаем равным *единице* ($K_{x0} = K_{z0} = 1$), а по оси y коэффициент искажения $K_{y0} = 0,47$, принимаем равным $0,5$ ($K_{y0} = 0,5$).

Линии штриховки сечений в прямоугольной диметрической проекции наносят, как показано на рисунке 4.21, параллельно одной из диагоналей проекции квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям («спроецированная» штриховка).

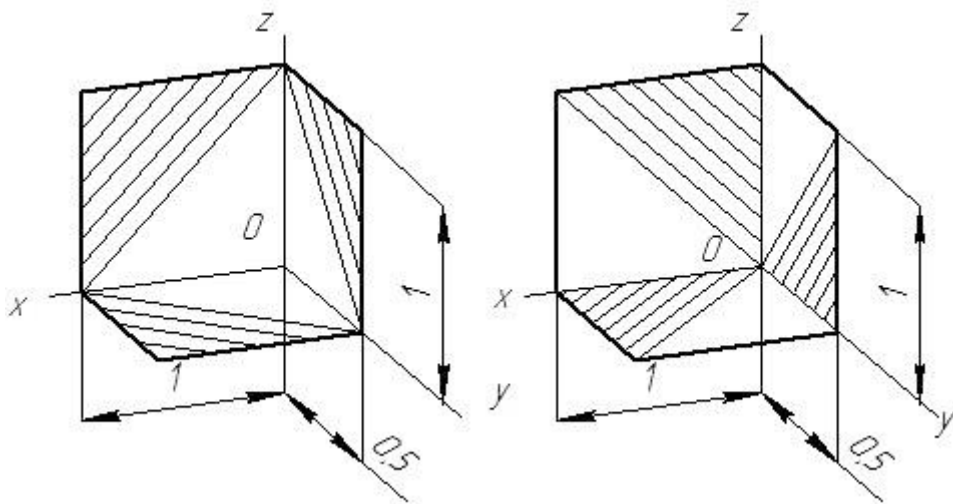


Рис. 4.21. Нанесение штриховки

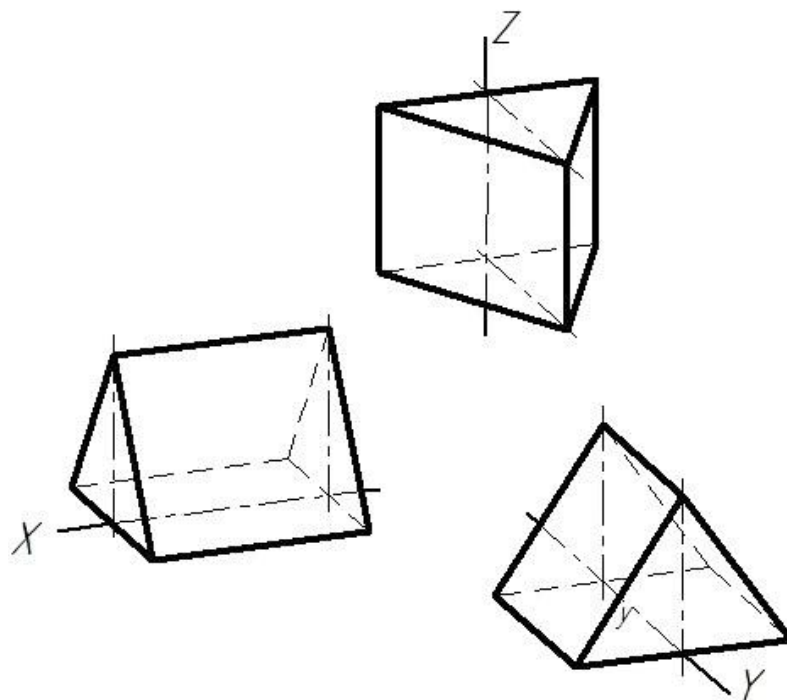


Рис. 4.22. Прямоугольные диметрические проекции призмы

На рисунке 4.22 показано изображение трехгранной призмы в прямоугольной диметрии. Если ребра призмы параллельны оси x или z , то размер высоты не меняется, но искажается форма основания. При расположении ребер параллельно оси y высота призмы сокращается вдвое.

Прямоугольная диметрическая проекция окружности. Если построить диметрическую проекцию куба, в грани которого вписаны окружности диаметра D' (рис. 4.23, а), то квадратные грани куба будут изображаться в виде параллелограммов, а окружности – в виде эллипсов (рис. 4.23, б). Для построения диметрической проекции окружности (эллипса), расположенной в плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций, надо разделить половину большой диагонали параллелограмма на 10 равных частей. Эллипс должен пройти через точку 3 . Проведя через полученную точку 3 две вспомогательные прямые, параллельные осям x и z , на пересечении с малой диагональю параллелограмма получим еще две точки 3 , принадлежащие эллипсу. Далее, проводя прямые, параллельные осям, до пересечения с диагоналями параллелограммов, получаем точки 3 на остальных гранях куба.

Кроме точек 3 имеются еще четыре точки, через которые проходит эллипс. Эти точки расположены на серединах сторон параллелограммов (например, точка n). Найденные точки эллипсов соединяют кривой по лекалу.

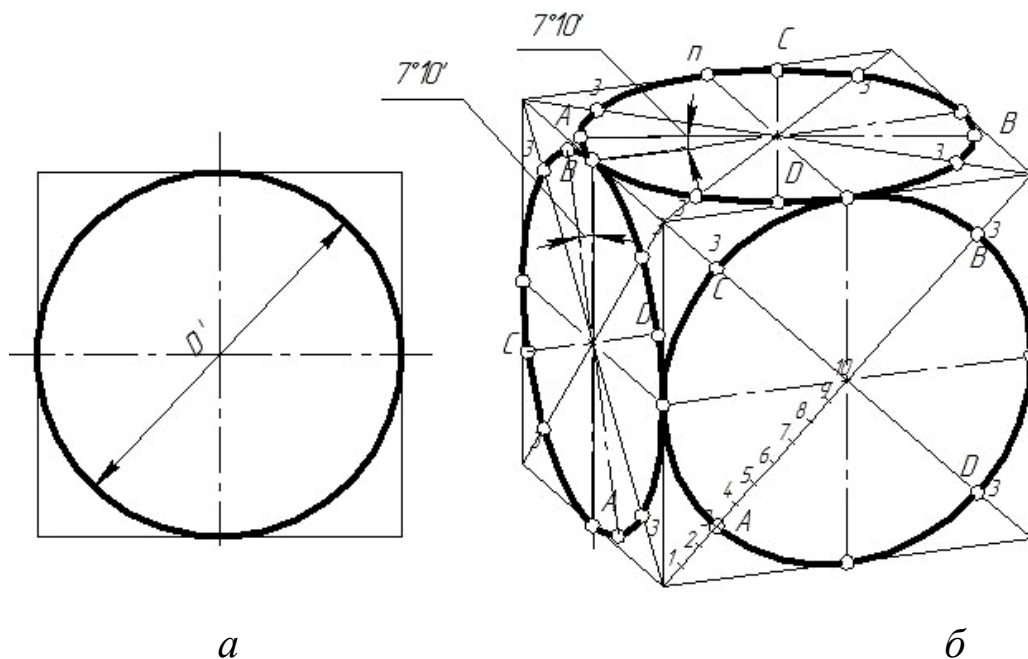


Рис. 4.23. Прямоугольная диметрическая проекция окружности

Большая ось эллипсов в прямоугольной диметрической проекции во всех случаях равна $1,06D'$, где D' – диаметр окружности. Малые оси эллипсов равны $0,35D'$ (рис. 4.24). Большие оси эллипсов всегда перпендикулярны соответствующим осям координат, а малые им параллельны.

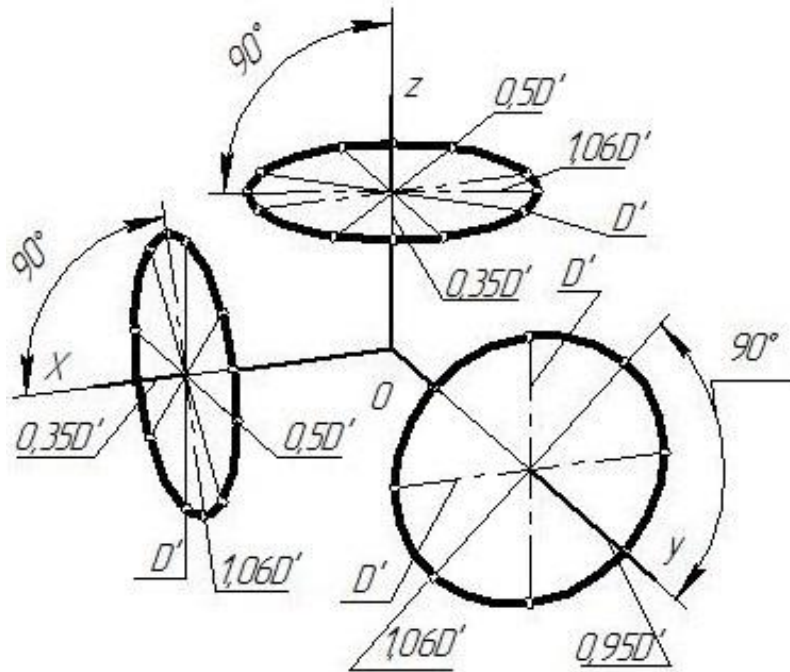


Рис. 4.24. Построение диметрической проекции окружности без сокращения

На рисунках 4.25, 4.27 и 4.29 показаны поверхности вращения, выполненные в диметрии с овалами, расположенными параллельно горизонтальной плоскости проекций (рис. 4.25), фронтальной плоскости проекций (рис. 4.27), профильной плоскости проекций (рис. 4.29).

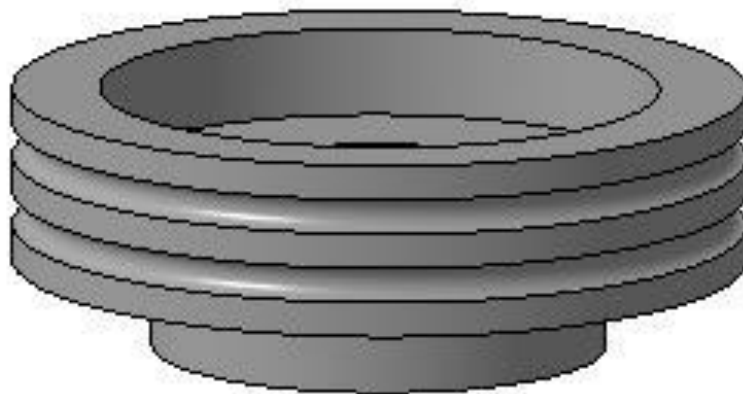


Рис. 4.25. Поверхности вращения, выполненные в диметрии с овалами, расположенными параллельно горизонтальной плоскости проекций

В учебных чертежах для упрощения построения диметрических проекций окружности вместо эллипсов рекомендуется применять овалы, очерченные дугами окружностей. Упрощенный способ построения *диметрических овалов* приведен на рисунках 4.26, 4.28, 4.30.

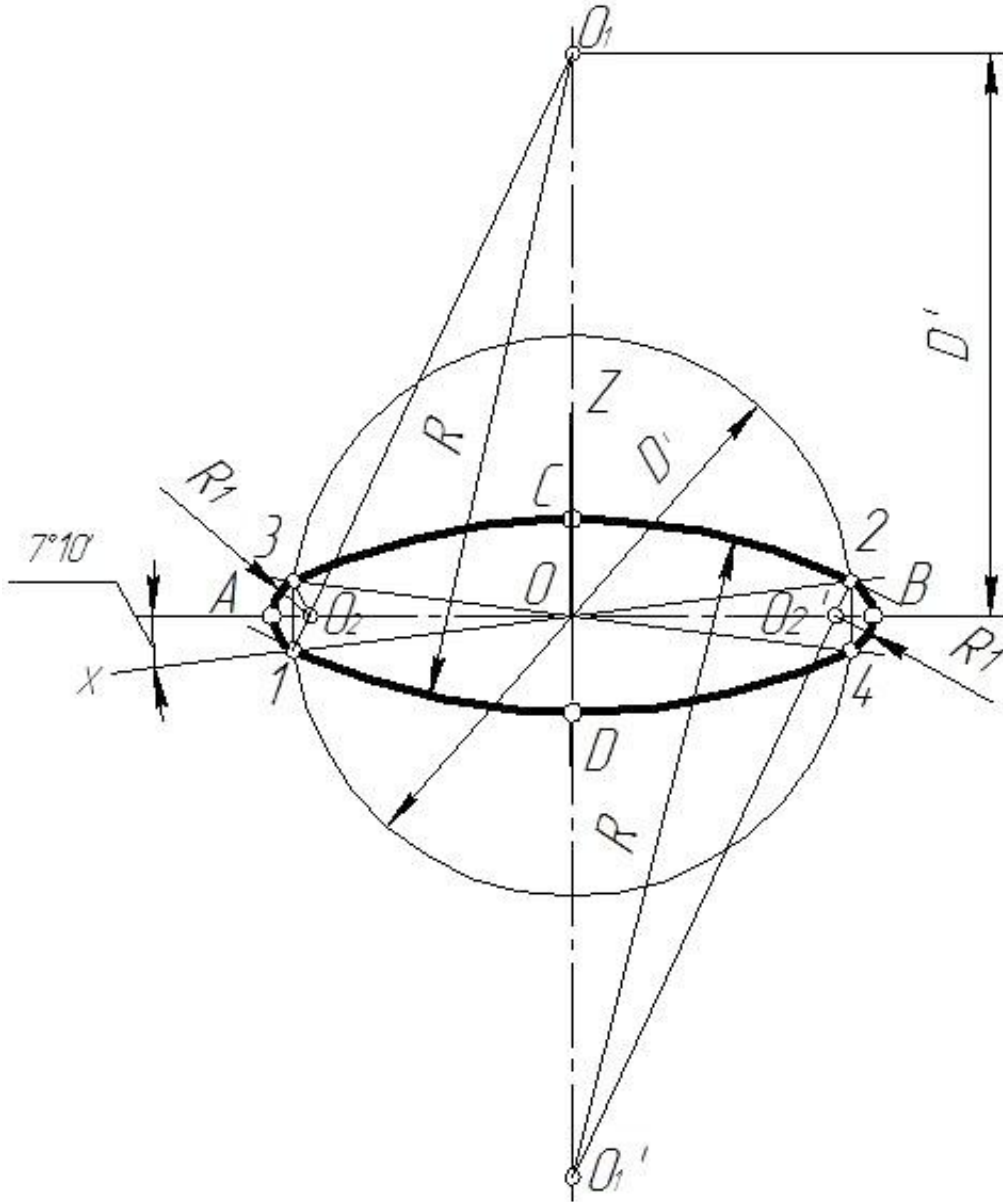


Рис. 4.26. Построение диметрического овала в плоскости, параллельной горизонтальной плоскости проекций

Для построения диметрического овала в плоскости, параллельной горизонтальной плоскости проекций (рис. 4.26), через точку O проводим оси x и z , как показано на рисунке 4.18, а также большую ось овала AB перпендикулярно малой оси CD , принадлежащей оси z . Из центра O диаметром D' , равным действительной величине диаметра изображаемой окружности, проводим вспомогательную окруж-

ность и на оси x получаем точки 1 и 2 . Симметричным переносом относительно большой оси овала AB получаем точки 3 и 4 .

На оси z вверх и вниз от центра O откладываем отрезки, равные диаметру вспомогательной окружности D' , и получаем точки O_1 и O_1' – центры радиусов R . Соединив полученные точки O_1 и O_1' с точками 1 и 2 соответственно, получим точки O_2 и O_2' – центры радиусов R_1 . Из центров O_1 и O_1' проводим дуги $1\ 4$ и $3\ 2$ радиусом R . Из центров O_2 и O_2' проводим дуги $1\ 3$ и $2\ 4$ радиусом R_1 .

Для построения овала в плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций (рис. 4.28), проводим оси овала x и z , как показано на рисунке 4.18.

Из точки пересечения осей O проводим вспомогательную окружность диаметром D' , равным действительной величине диаметра изображаемой окружности, и находим точки $1, 2, 3, 4$ – точки пересечения этой окружности с аксонометрическими осями x и z . Из точек 1 и 3 по направлению стрелок проводим горизонтальные линии до пересечения с осями AB и CD и получим точки O_1, O_2, O_3, O_4 . Из центров O_1 и O_4 проводим дуги $1\ 2$ и $3\ 4$ радиусом R . Из центров O_2 и O_3 проводим дуги $1\ 4$ и $2\ 3$ радиусом R_1 .

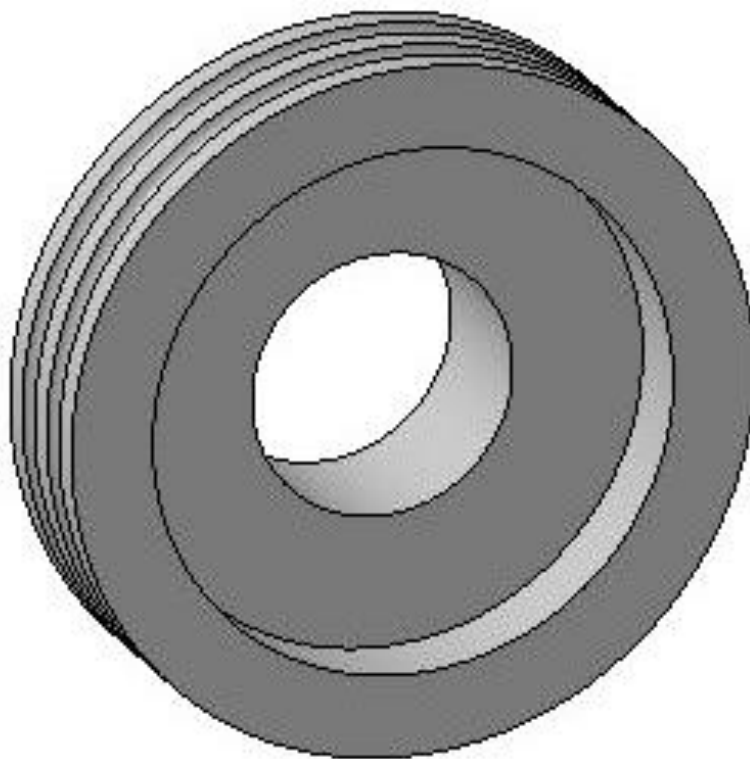


Рис. 4.27. Поверхности вращения, выполненные в диметрии с овалами, расположенными параллельно фронтальной плоскости проекций

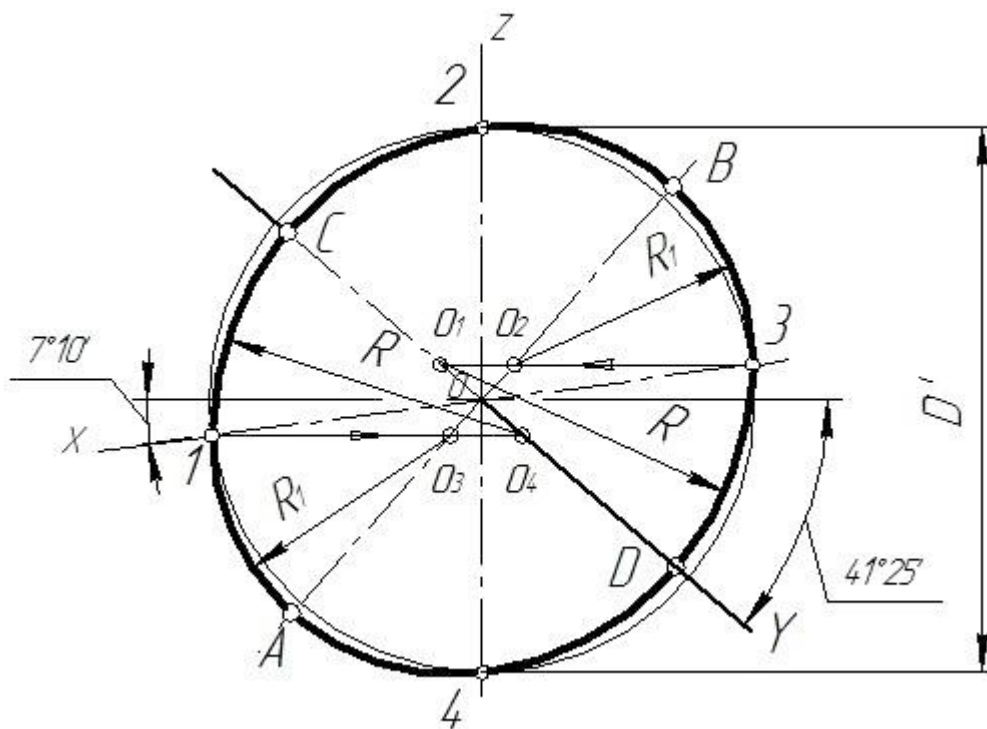


Рис. 4.28. Построение диметрического овала в плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций

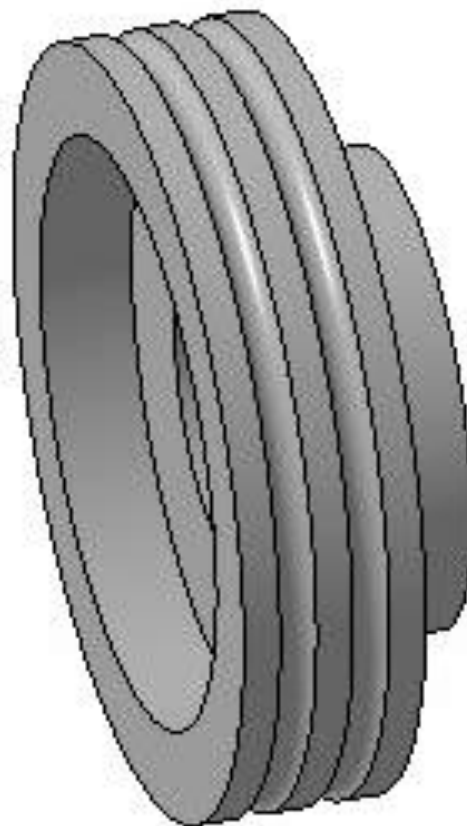


Рис. 4.29. Поверхности вращения, выполненные в диметрии с овалами, расположенными параллельно профильной плоскости проекций

На рисунке 4.30 показано упрощенное построение диметрической проекции окружности, расположенной в плоскости, параллельной профильной плоскости проекций. Построение аналогично построению диметрического овала окружности, расположенной в плоскости, параллельной горизонтальной плоскости проекций. Разница лишь в том, что большую ось овала AB располагают перпендикулярно малой оси CD , принадлежащей оси x .

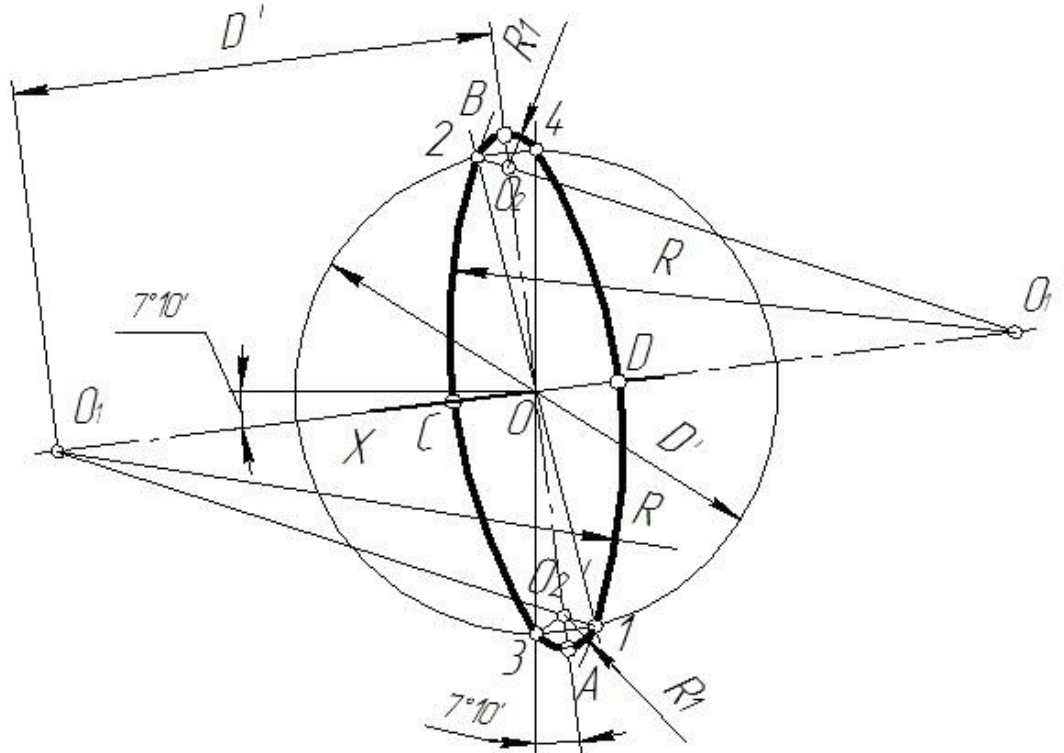


Рис. 4.30. Построение диметрического овала в плоскости, параллельной профильной плоскости проекций

На рисунке 4.31 приведен пример построения прямоугольной диметрической проекции детали со сквозным отверстием.

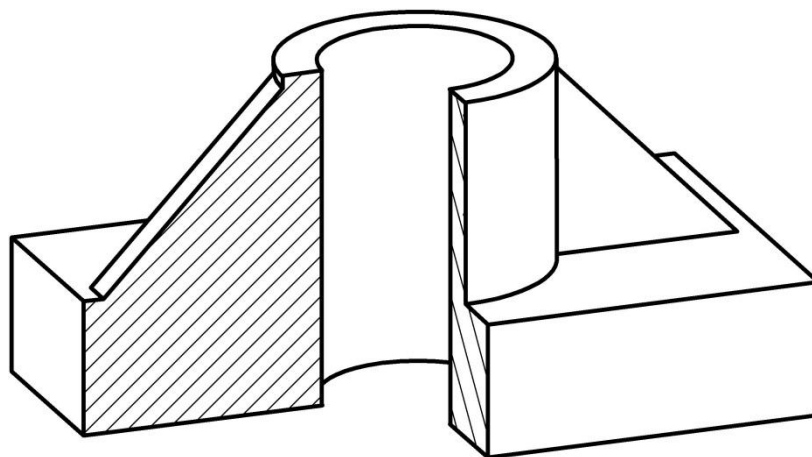


Рис. 4.31. Пример построения диметрической проекции полый детали

Вопросы для самопроверки

1. Для чего нужны наглядные изображения предметов?
2. Назовите способы построения наглядных изображений?
3. Как получают аксонометрический чертеж?
4. Что такое коэффициент искажения в аксонометрии?
5. Какие виды аксонометрии Вы знаете?
6. Чем характеризуются прямоугольная изометрия и диметрия?
7. Как графически определить направления координатных осей в изометрии и диметрии?
8. Чему равна большая и малая оси эллипса в изометрии и диметрии?
9. В каком случае при построении аксонометрии применяется косоугольное проецирование?
10. Чем обеспечивается обратимость аксонометрического чертежа?
11. Как выполняют разрезы на аксонометрических проекциях?
12. Какие виды аксонометрических проекций принято применять в машиностроительном черчении?
13. С какой целью при построении аксонометрических проекций применяют приведенные показатели искажений?
14. Как определяют направление штриховки в разрезах на аксонометрических проекциях?
15. Как ориентируют большую и малую оси эллипсов на аксонометрических проекциях?
16. С какой целью на изометрических проекциях в учебных чертежах эллипсы заменяют овалами?
17. В какой последовательности рекомендуется выполнять аксонометрические проекции деталей сложной формы?
18. Какими геометрическими фигурами изображаются грани куба на изометрии и какими – на диметрии?
19. Как на гранях диметрической проекции куба определяют точки, принадлежащие эллипсам, изображающим окружности?
20. Правила штриховки каких элементов деталей различны на разрезах изображений, выполненных по правилам ортогонального проецирования и на аксонометрических проекциях?
21. Как располагают оси координат при изображении правильных многогранников, поверхностей вращения?

5. ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК

5.1. Основные положения и понятия

Рисунком называется изображение на плоскости «от руки» (без применения чертежных инструментов) объемных предметов. Рисование можно разделить на два вида: перспективное и техническое.

При *перспективном рисовании* предметы изображают такими, какими их видит глаз человека, то есть на основе наблюдательной перспективы. При этом параллельные линии, удаляющиеся от наблюдателя, рисуют непараллельными, а вертикальные линии равной высоты изображают по мере удаления более короткими.

При *техническом рисовании* предметы изображают в параллельной перспективе по принципу аксонометрических проекций. Здесь параллельные линии показывают всегда параллельными, а равные вертикальные прямые независимо от удаления от наблюдателя изображают равными вертикальными прямыми.

Технический рисунок отличается от аксонометрической проекции тем, что его выполняют на глаз (в глазомерном масштабе), от руки и без чертежных инструментов.

Лист бумаги для рисунка закрепляют кнопками на чертежной доске небольших размеров, подрамнике или листе фанеры. Такой планшет во время рисования опирается нижним концом на колени рисующего, сидящего на стуле, а другим, противоположным концом – на стол или на спинку стула, поставленного перед рисующим.

Плоскость бумаги должна быть перпендикулярна к лучу зрения, направленного рисующим в середину листа, что достигается соответствующим наклоном планшета. Лист бумаги должен быть хорошо освещен и на него не должна падать тень от рисующего. Расстояние от глаза рисующего до предмета должно быть не менее трех наибольших размеров изображаемого предмета (его высоты или ширины).

Карандаш при рисовании нужно держать свободно большим и указательными пальцами и поддерживать средним, мизинец может касаться бумаги и служить как бы опорой для руки с карандашом. Остро отточенный конец карандаша должен быть расположен подалеже от пальцев, что облегчает проведение плавных длинных линий. При проработке отдельных деталей на рисунке карандаш берут ближе к острию, что позволяет проводить более четкие линии.

Начинают рисовать тонкими, едва заметными линиями. До проведения линии на листе бумаги нужно представить и проследить глазом ее путь, а затем смело провести на всю длину. Если линия проведена неверно, ее не стирают, а проводят другую, более правильно. Очень длинные линии проводят в несколько приемов.

По мере уточнения рисунка лишние линии стирают. Границы предмета образуются пересечением плоскостей и поверхностей, выявляемых соответствующим тоном.

На рисунке часто светотень наносят штриховкой. Широкие и узкие штрихи изображают на равном или постепенно уменьшающемся расстоянии, темные и светлые, прямые (вертикальные, горизонтальные и наклонные) или кривые линии дают большие возможности в выявлении объемности рисунка. В большинстве случаев штрихи своим направлением характеризуют форму поверхности предмета, поэтому целесообразно на плоскостях применять штриховку прямыми линиями, а на криволинейных поверхностях – кривыми, то есть согласованно с формой предмета.

Наряду с этим широко применяется *тушевка*, представляющая собой сплошное покрытие графитом карандаша поверхности бумаги в различных тоновых соотношениях.

Красота рисунка состоит в правдивом изображении формы предмета и умело выявленной ее объемности.

При выполнении рисунка пальцы руки должны держать карандаш свободно, без напряжения. При проработке тонких контурных линий кисть руки должна быть обращена тыльной стороной к бумаге, а карандаш должен лежать на двух – трех пальцах и быть прижатым большим. В процессе рисования руку держат на весу так, чтобы мизинец или тыльное ребро кисти руки слегка опирались на плоскость доски с бумагой без нажима. Линии проводят всей рукой, начиная перемещение с плечевого сустава, при этом кисть руки может слегка скользить по бумаге, опираясь на нее мизинцем.

Движения руки должны быть эластичными, уверенными. При окончательной точной проработке контура, отделке отдельных элементов рисунка, штриховке карандаш держат ближе к отточенному концу и также устойчиво, как при письме. Кисть руки сильнее прижата к поверхности бумаги, что позволяет точнее проводить линии. При прорисовке в работе уже принимают участие пальцы, что сказывается на движениях карандаша. Движения получаются ограниченными, но более точными и четкими.

Проводя линии, следует смотреть не на конец карандаша, а туда, где должна проходить линия, как бы ведя карандаш за собой в необходимом направлении. Проводя вертикальную линию, следует выдвинуть правый локоть вперед и постепенно перемещать кисть руки вместе с локтевой ее частью вниз, параллельно левому или правому обрезу листа бумаги. Чтобы провести горизонтальную линию, нужно приблизить локоть правой руки к телу и кисть руки двигать параллельно нижнему или верхнему обрезу листа бумаги, отодвигая при этом локоть от тела.

Вертикальные линии удобнее проводить сверху вниз, а горизонтальные – слева направо. Наклонные линии, которые приближаются более к вертикальным, проводят сверху вниз. Если же они направлены ближе к горизонтальным – то снизу вверх. При проведении вертикальных и наклонных линий бумагу поворачивать не допускается, так как это не будет способствовать развитию гибкости кисти руки и тренировке чуткости мышц в непринужденном проведении линий в различном направлении.

5.2. Светотень на изображениях

Каждый предмет находится в конкретной световой среде и освещен не только основным источником света, но и светом, отраженным от окружающих его других предметов, которые, будучи сами также освещены, являются источниками отраженного света. Светлые и хорошо освещенные предметы отражают много света, а темные и плохо освещенные – мало. Форма предметов ограничивается различными поверхностями (плоскогранными, кривыми и их сочетаниями), поэтому лучи света, падая на эти поверхности, распределяются на них неравномерно. Одни части поверхности получают больше света, другие меньше, а третьи почти совсем не получают световых лучей. Распределение света на поверхности предмета называют *светотенью*, которая как бы «лепит» форму предмета на плоскости и придает изображению рельефность (выпуклость, отчетливость) и наглядность. Светотень – причина видимых очертаний предмета и условие восприятия его объемной формы.

Различают следующие элементы тени: *свет*, *полутень* и *тень* (собственную и падающую). Кроме того, на затененной части поверхности выявляют *рефлекс*, а на освещенной – *блик*.

Расположенный на пути света предмет отбрасывает падающую тень на находящуюся за ним поверхность. Падающая тень может образовываться и на самом предмете, если одна его часть отбрасывает тень на другую. Собственная тень образуется на части поверхности тела, на которую не падают световые лучи основного источника света вследствие рельефа этого предмета. Освещенную часть поверхности предмета называют светом. Освещенная поверхность, отражая свет, ослабляет силу собственной тени. Такое высветление собственной тени отраженным светом называется рефлексом. Он наблюдается и в случае, когда затененная поверхность получает отраженный свет от другого предмета. Рефлекс всегда бывает темнее поверхностей света и полутени.

Переход от темной части к светлой на кривой поверхности происходит постепенно от рефлекса к тени, затем к полутени (умеренно освещенные места) и далее к свету. Это явление наблюдается в природе и его можно объяснить постепенным изменением угла падения лучей света.

Переход от тени к свету на поверхности многогранника осуществляется более резко с учетом пограничного контраста (резко выраженной противоположности) на границе двух неодинаково освещенных поверхностей – темной и светлой. На гладких и глянцевых поверхностях предметов, сильно отражающих свет, образуются светлые пятна – блики, наиболее освещенные места на поверхности. Для правильной передачи на изображении объема и формы предмета необходимо ясно представлять его конструкцию и расположение отдельных частей предмета в пространстве по отношению к источнику света. В зависимости от этого получается соответствующее распределение элементов светотени.

В техническом рисовании обычно принимают направление лучей света сверху вниз, слева направо. Такое условное освещение больше соответствует естественному. В аудитории рабочие места обычно размещены так, чтобы свет падал на плоскость стола с левой стороны и тень от правой руки на изображении отсутствовала. При таком направлении света верхняя и левая видимые части наружной поверхности предмета будут освещенными, а другая видимая часть будет в полутени. Другое расположение источника света возможно в том случае, если оно позволяет лучше выявить форму предмета или когда его наибольшая по площади главная часть находится в тени. Самую большую освещенность получает поверхность в том случае,

если лучи падают на нее перпендикулярно. Чем меньше угол наклона лучей по отношению к поверхности, тем меньше падает на нее лучей и тем слабее она освещена. Освещенность зависит также от расстояния поверхности до источника света.

В ортогональных проекциях лучам света дают такое направление, при котором их проекции на плоскости координат составляют углы 45° с осями проекций. Направление лучей совпадает с направлением диагонали куба, построенного на осях проекций (рис. 5.1).

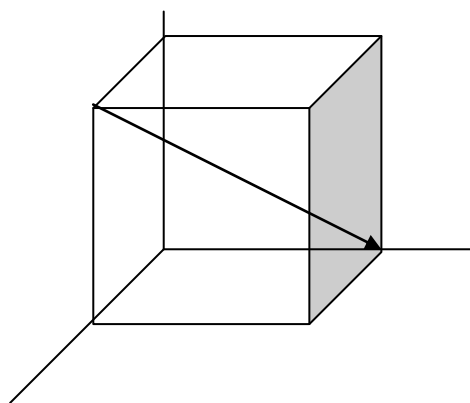


Рис. 5.1. Направление лучей света в ортогональных проекциях

Светотень на изображениях выявляют тоном. Тон (греч. *tonos* – качество, оттенок цвета или светотени) наносится различными способами и должен соответствовать отношению света и тени, наблюдаемому в натуре (рис. 5.2). Выдержать рисунок в тоне – значит передать на нем световую гамму от темного тона через оттенки серого к светлому, сведенные в гармонию тональных отношений. Самым светлым тоном на рисунке будет белый цвет бумаги, а самым темным – линия, проведенная графитом карандаша с полным нажимом.

Технические рисунки, на которых использована светотень, бывают *штриховые* и *тоновые*. На штриховых рисунках тон передают условно – точками или штрихами, карандашом или тушью с помощью ручки с пером или рейсфедера. На тоновых рисунках тон изображенных элементов наносят карандашом, тушью, акварельными красками и пр. Тон должен плавно переходить от белого до темного без заметных границ элементов светотени. Технику работы карандашом при нанесении светотени на тоновом рисунке называют тушевкой. Технику работы при нанесении тона тушью или акварельными красками мягкой кистью называют отмывкой.

Отмывку производят различными способами, но наибольшее распространение из них имеют слоевой и размывной. Блик на рисунке передают белым цветом бумаги, на которой выполнено контурное изображение предмета. Если рисуют на цветной бумаге, то блик отмечают цинковыми белилами (гуашью).

Точечный способ применяют при изображении поверхностей металлических необработанных деталей (литых, кованных, горячештампованных и т.п.), а также неметаллических (мягких, пористых, сыпучих и т.п.) материалов. Общий тон и его градацию изображают точками, расположенными с соответствующими интервалами. Точки наносят карандашом или тушью с помощью пера или рейсфедера. Количество точек не должно быть слишком большим, иначе они сольются в одно большое темное пятно. Чрезмерное насыщение точками всех частей изображения снижает его выразительность и ухудшает передачу объемной формы предмета.

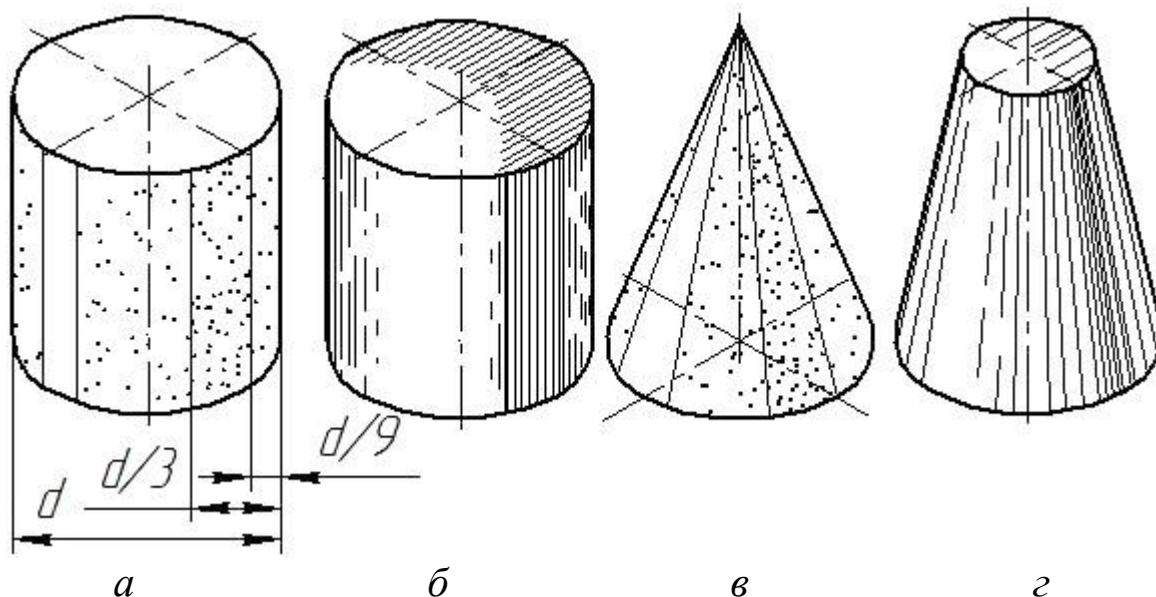


Рис. 5.2. Нанесение теней

Для того чтобы рельефно оттенить цилиндр, надо считаться с условиями распределения светотени на поверхности. Из рисунка 5.2, *a* видно, что область тени занимает третью часть боковой поверхности цилиндра ($d/3$). Правая третья часть области тени ($d/9$) менее густа, это рефлекс, возникший в связи с частичным освещением поверхности отраженным светом. Часть поверхности, освещенная прямым светом, находится в области блика, расположенного около пересечения оси x с контуром оснований.

Остальная часть поверхности цилиндра является областью полутени. Распределение светотени на поверхности конуса сходно с рассмотренным примером для цилиндра (рис. 5.2, в).

Параллельную штриховку наносят по направлению образующей или направляющей изображаемой поверхности. Этим способом выявляют чисто обработанные поверхности различных материалов. Для большей уверенности в работе рекомендуется сначала едва заметными линиями нанести границы элементов светотени.

Густоту штриховки, то есть расстояние между соседними штрихами, и их интенсивность (напряженность, усиленность) – толщину штрихов, определяют в зависимости от желаемой насыщенности тона. Увеличивая толщину штрихов и уменьшая промежутки между ними, усиливают тень на изображении. Увеличивать толщину штрихов можно лишь до определенных пределов. Следует помнить, что в гамму (характер цветовых отношений в живописном произведении, например, светлая, темная и т.д.) штриховки не может войти сплошное зачернение, так как оно производит на глаз совсем другое впечатление, чем группа самых толстых штрихов. Сильно развитые в натуре поверхности собственных теней производят спокойное впечатление, поэтому не следует штриховку делать пестрой. Необходимо избегать не широких штрихов, а широких промежутков между ними, которые создают пестроту. Заштрихованные таким образом поверхности не передают впечатление тени.

На поверхностях вращения практически строго не придерживаются указанных выше границ светотени и делают переходы значительно мягче, как это и имеет место в действительности (см. рис. 5.2, б; 5.2, з). Торцовую поверхность цилиндра или усеченного конуса оставляют чистыми или оттеняют штрихами, параллельными осям x или y . Иногда на торцовой плоскости наносят условные радиальные штрихи. Для деревянных деталей допускается применение условного обозначения штриховки по ГОСТу, имитирующей рисунок годичных слоев древесины (рис. 5.5, в).

Шар в прямоугольной изометрии, как известно, изображается окружностью. Такое изображение ненаглядно до тех пор, пока на поверхности шара не будут нанесены теневые штрихи или пока в шаре не будут сделаны вырезы. При левом условном освещении (рис. 5.3, а) область тени будет занимать на изометрическом изображении

шара правую третью часть ($d/3$), рефлекс займет нижнюю девятую часть ($d/9$), центр блика будет находиться на расстоянии $1/6$ части диаметра, считая слева сверху. Большие оси эллипсов тени наклонены к линии горизонта под углом 60° . Практически отенение делают с помощью эллипсов (рис. 5.3, б) или с помощью концентрических окружностей (рис. 5.3, в).

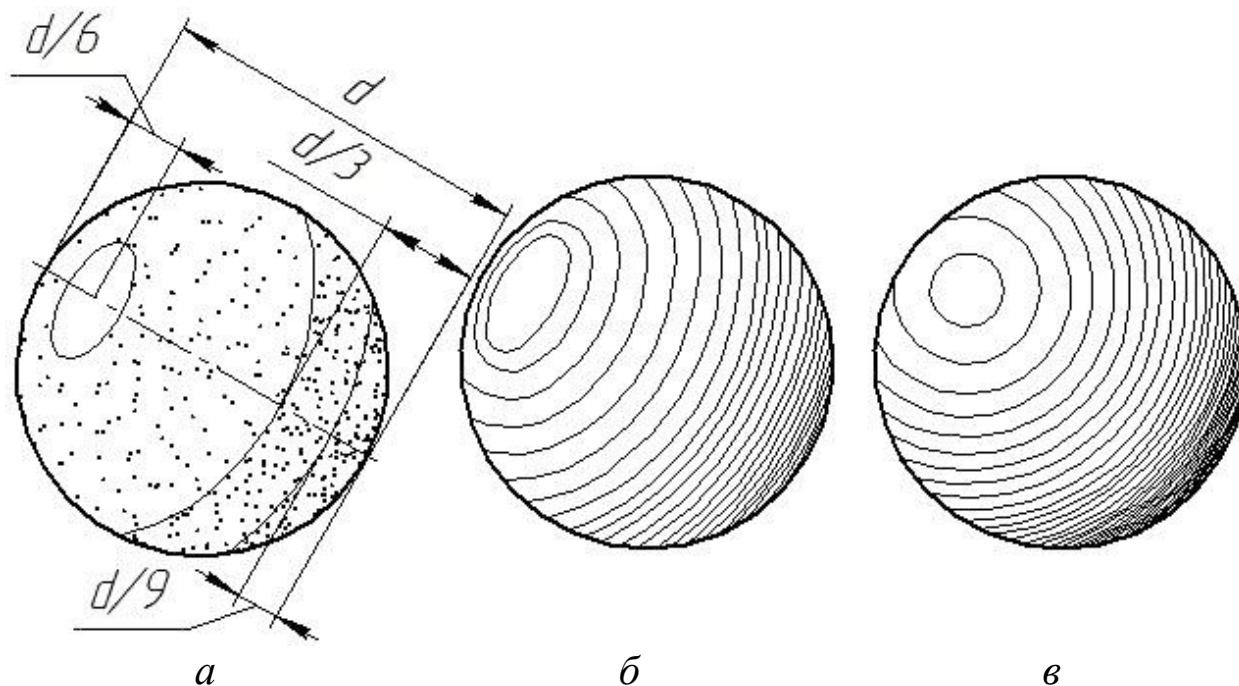


Рис. 5.3. Нанесение теней на шаре

Вместо параллельных штрихов можно пользоваться перекрещивающимися штрихами. Такой способ отенения носит название шраффировки (рис. 5.4). Штрихи при этом наносят в двух направлениях – по образующей и направляющей изображаемой поверхности.

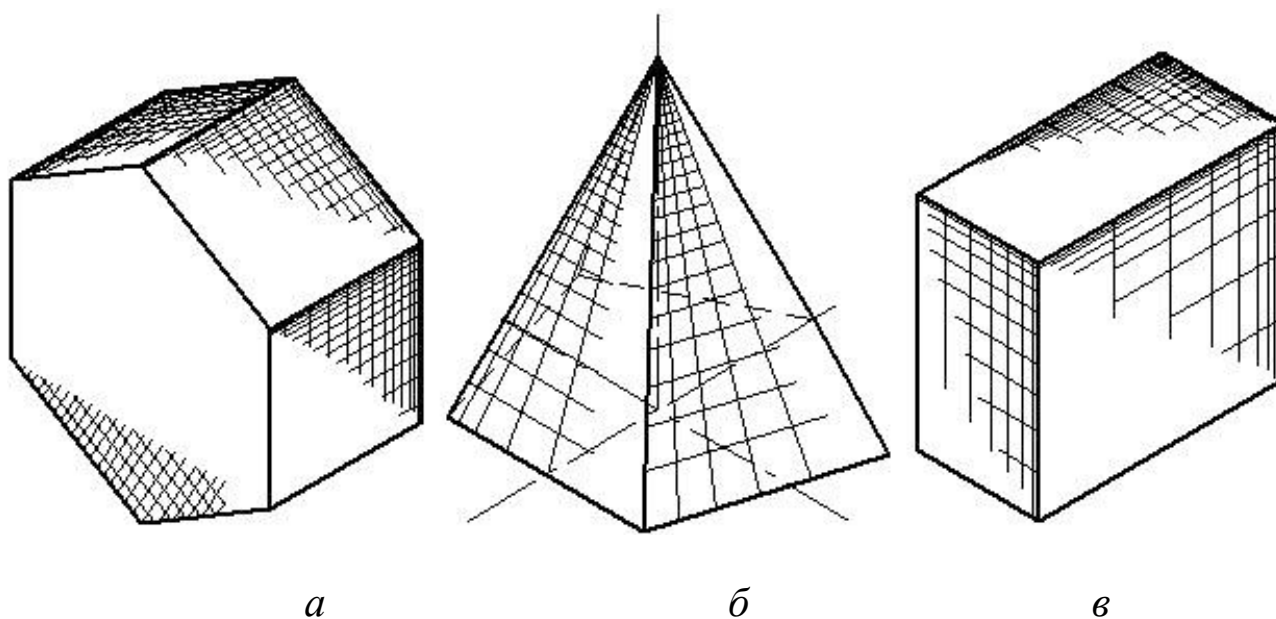


Рис. 5.4. Нанесение шрафировки

Существуют и другие способы штриховки. В некоторых случаях ее наносят в виде коротких штрихов, параллельных ребрам многогранников, образующим или направляющим тел вращения. В других случаях применяют косую штриховку в виде коротких отрезков прямых, не параллельных указанным выше элементам многогранных и кривых поверхностей. Например, штриховка на грани куба может иметь направление, параллельное вертикальным ребрам, а затем перекрываться в темных местах по диагонали.

Для призматических предметов из стали (рис. 5.5, *а*), стекла (рис. 5.5, *б*) и дерева (рис. 5.5, *в*) допускается применять вместо штрихов условные одноцветные обозначения по ГОСТ 2.306-68, рекомендованные для фасадов.

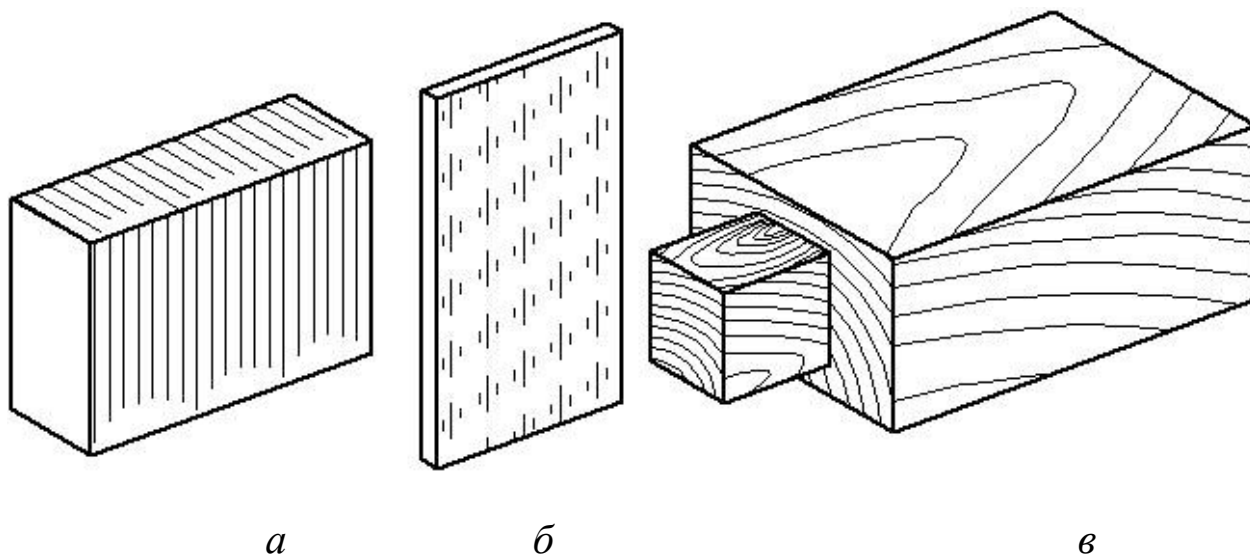


Рис. 5.5. Варианты штриховки призматических предметов

Различное расположение элементов светотени может дать полное и правильное впечатление рельефа форм или неузнаваемо изменить формы одного и того же изображаемого предмета.

5.3. Технические рисунки деталей машин

Обычно технический рисунок детали выполняется в изометрической, фронтальной или в центральной проекции.

Рисунки в центральной проекции (в перспективе) ввиду сложности построения и значительных искажений в машиностроении применяются редко.

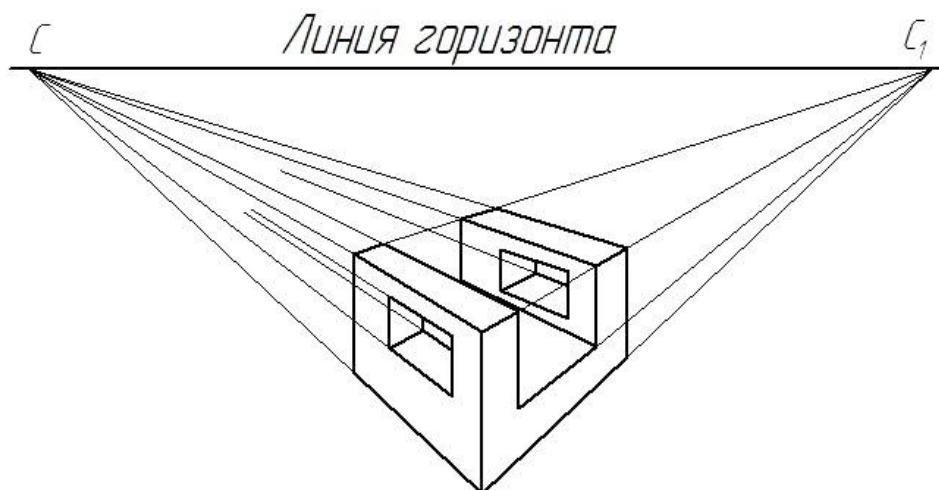


Рис. 5.6. Рисунок в перспективе

Выполнение рисунка детали начинают с построения его габаритного очертания – «клетки», выполняемой от руки тонкими линиями. Затем деталь мысленно расчленяют на отдельные геометрические элементы, постепенно зарисовывая все элементы (части) детали, и наносят штриховку или шраффировку. С помощью разрезов можно показать внутреннюю форму детали.

Зарисовывая деталь с натуры, надо не только внимательно рассмотреть форму, но и сравнить размеры отдельных элементов детали, сохраняя пропорции.

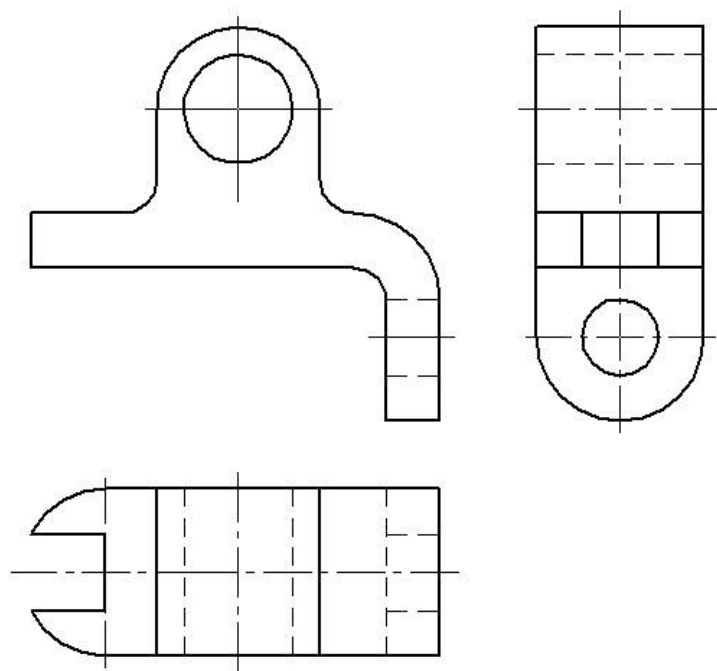


Рис. 5.7. Чертеж кронштейна

Последовательность выполнения технического рисунка детали рассмотрим на примере кронштейна (см. рис. 5.7). Деталь мысленно расчлениют на две части – верхнюю и нижнюю (рис. 5.8). Вначале строят нижнюю часть детали (рис. 5.8, *а*). Сопряжение сторон прямого угла выполняют построением дуг окружностей в виде частей овалов. К нижней части детали пристраивают верхнюю часть (рис. 5.8, *б*).

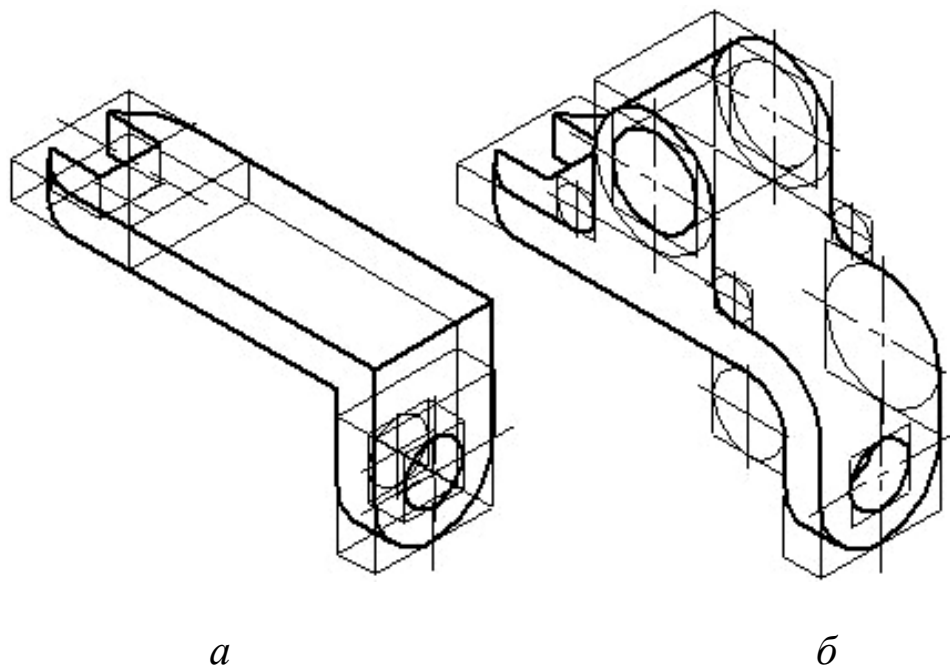


Рис. 5.8. Последовательность построения технического рисунка детали

Удалив линии построения, кроме осевых линий отверстий, изображение детали покрывают штриховкой (рис. 5.9).

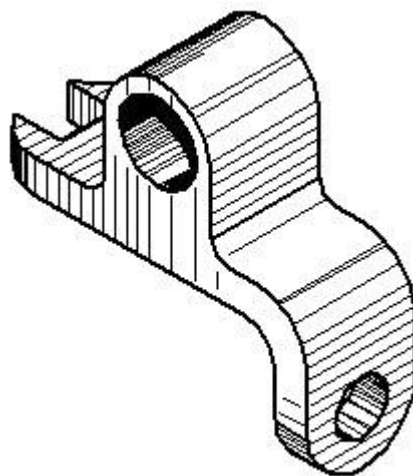


Рис. 5.9. Технический рисунок детали
Вопросы для самопроверки

1. Каково назначение технического рисунка?
2. Что такое центральный метод проецирования (перспектива)?
3. Какой рисунок называется техническим?
4. Чем отличается технический рисунок от аксонометрического изображения?
5. Какие способы оттенения применяются в техническом рисовании?
6. Что представляет собой технический рисунок детали?
7. Объясните порядок построения технического рисунка.
8. Какими правилами следует руководствоваться при нанесении светотени на изображение?
9. Что значит «выдержать рисунок в тоне»?
10. Какая грань поверхности многогранника будет более освещенной на рисунке, а какая – менее?
11. Почему не следует доводить до вершины все линии штриховки граней пирамиды?
12. Какие рисунки называют штриховыми?
13. Какие рисунки называют тоновыми?
14. Когда применяется точечный способ штриховки?
15. Что называется светотенью?

16. Какие бывают тени?
17. Чем отличаются собственные и падающие тени?
18. Чем отличается рефлекс от блика?
19. В чем сущность пограничного контраста?
20. Какие особенности учитываются при построении поверхностей вращения?
21. Как построить оси от руки в изометрических проекциях?
22. В каком направлении рисуют горизонтальные, вертикальные, наклонные прямые линии?
23. Для предметов какой формы допускается на рисунках применять вместо штрихов условные одноцветные обозначения по ГОСТ 2.306-68, рекомендованные для фасадов?
24. Какой тип штриховки не входит в общую гамму рисунка?
25. Как располагают луч зрения к плоскости рисунка?
26. Для чего на рисунках применяют тушевку?

6. ЭСКИЗИРОВАНИЕ

6.1. Общие сведения

Эскизом называется конструкторский документ, выполненный от руки (без применения чертежных инструментов) в глазомерном масштабе, но с соблюдением пропорций в размерах отдельных элементов и всего изделия. Эскизы выполняются на любой бумаге. Учебные эскизы выполняют на «миллиметровке» или тетрадных листах «в клетку», склеенных до величины необходимого формата.

Эскизы носят временный характер и применяются на стадиях организации производства, разработки, эксперимента, изобретательства, усовершенствования существующих изделий. По ним изготавливают изделия при ремонте, в опытном производстве. Если эскиз предполагается использовать многократно, то по эскизу выполняют чертеж.

Эскиз требует такого же тщательного выполнения, как и чертеж. Несмотря на то, что эскиз выполняется от руки и в глазомерном масштабе, размеры, проставляемые на эскизе, должны соответствовать действительным размерам детали.

При выполнении эскиза соблюдаются все правила, установленные стандартами ЕСКД для выполнения чертежей.

Процесс эскизирования детали можно условно разбить на два основных этапа: подготовительный и основной (выполнение эскиза).

6.2. Последовательность выполнения эскиза

6.2.1. Подготовительный этап

На подготовительном этапе нужно внимательно осмотреть деталь, уяснить ее конструкцию, назначение, технологию изготовления. При изучении конструкции тщательно проанализировать форму детали: определить имеющиеся в ней отверстия, канавки, проточки, приливы, выступы, фаски и другие элементы, мысленно расчленить деталь на простейшие геометрические формы (цилиндр, конус, призма и др.), определить, как эти формы связаны между собой, собраны воедино.

Затем нужно установить материал, из которого деталь изготовлена, и основные технологические операции (резание, штамповка, литье и т.д.), которые использовались при изготовлении детали. Если возможно, устанавливают, частью какого изделия является данная деталь, каково ее назначение в этом изделии.

Определяют, какие целесообразно выполнить виды, разрезы или другие изображения, дополняющие главное изображение, необходимые для полного выявления конструкции детали (рис. 6.1). Согласно ГОСТ 2.305-2008, количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для передачи форм детали.

Затем приступают к выбору главного изображения детали, учитывая некоторые требования конструктивного и технологического порядка. Главное изображение должно давать наибольшую информацию о форме детали.

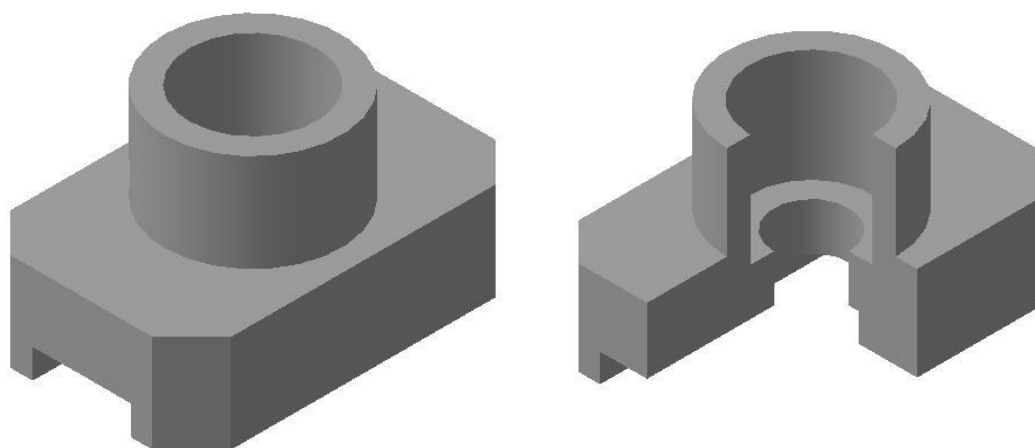


Рис. 6.1. Изображение эскизируемой детали

Для деталей, форма которых является сочетанием тел вращения, а также для деталей типа валов и втулок с резьбой достаточно одного изображения. Если на таких деталях имеются отверстия, срезы, пазы, то главное изображение дополняют одним или несколькими видами, разрезами, сечениями, которые выявляют форму этих элементов, а также выносными элементами. Допускается выполнять отдельные изображения в масштабах, отличных от масштаба главного вида. В обозначении подобных изображений указывают «уменьшено» или «увеличено» соответственно. Для тонких плоских деталей любой формы достаточно одного изображения.

Главный вид детали выбирают с учетом технологии ее изготовления. Планки, линейки, валики, оси и т.п. рекомендуется располагать на формате горизонтально, а корпусные детали, кронштейны и т.п. – основанием вниз.

Если деталь сложной конструкции в процессе изготовления не имеет заведомо преобладающего положения, то за главное изображение таких деталей принимают их расположение в готовом изделии – машине, агрегате, механизме, приборе.

Для деталей типа шкивов, колес главным изображением является фронтальный разрез. Его выполняют полностью, что облегчает нанесение размеров.

Детали типа винтов, болтов, валиков изготавливают на токарных станках или автоматах. Их ось при обработке горизонтальна. При изображении таких деталей на эскизе учитывают также положение, в котором выполняют наибольший объем работ по изготовлению дета-

ли, т.е. выполняют наибольшее число переходов (переход – обработка одной элементарной поверхности).

Учитывая сложность детали и ее размеры, выбирают размеры листа бумаги в соответствии с ГОСТ 2.301-68, решают вопрос о выборе приблизительного масштаба изображения, чтобы рационально использовать рабочую площадь эскиза. Изображение должно быть таким, чтобы не затруднялись чтение эскиза и простановка размеров.

3.1.2. Выполнение эскиза

Выбрав размер формата, наносят внутреннюю рамку и намечают место под основную надпись (рис. 6.2).

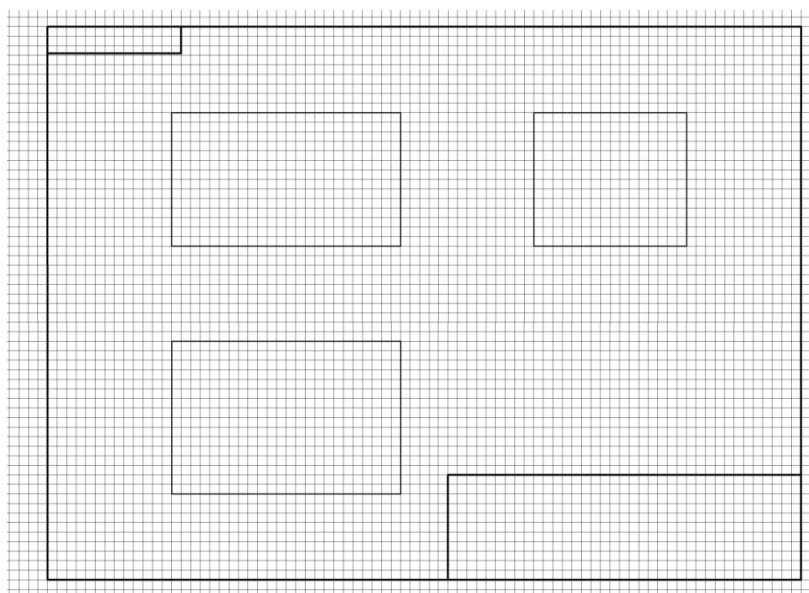


Рис. 6.2. Разметка формата габаритными прямоугольниками

Выбрав приблизительно масштаб изображений, необходимо наметить размещение видов на чертеже с помощью габаритных прямоугольников так, чтобы изображение было равномерно распределено по формату (рис. 6.2).

Построить изображение видов, предварительно нанеся осевые и центровые линии, если это необходимо (рис. 6.3).

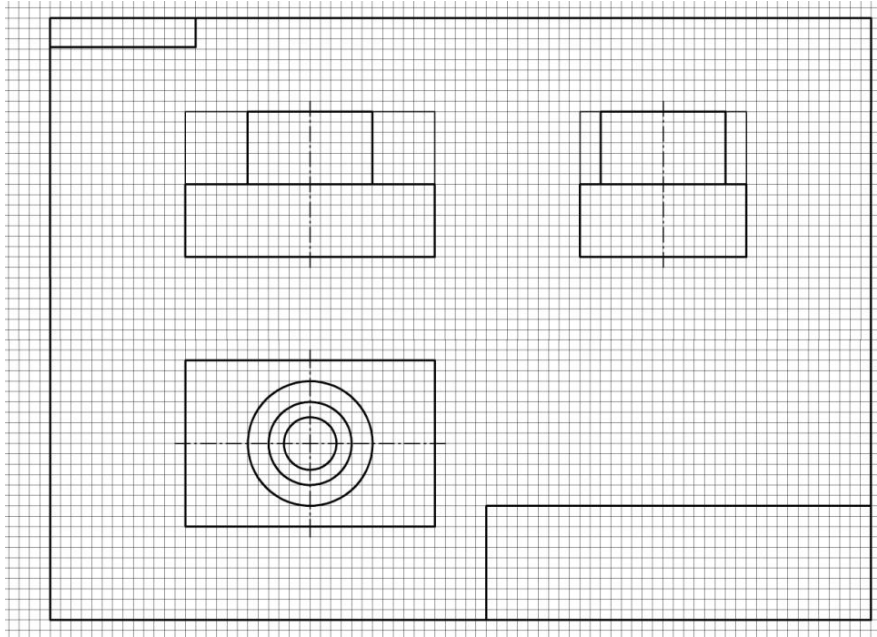


Рис. 6.3. Построение изображения видов внутри габаритных прямоугольников

Вычерчиваются выбранные разрезы и сечения (рис. 6.4).

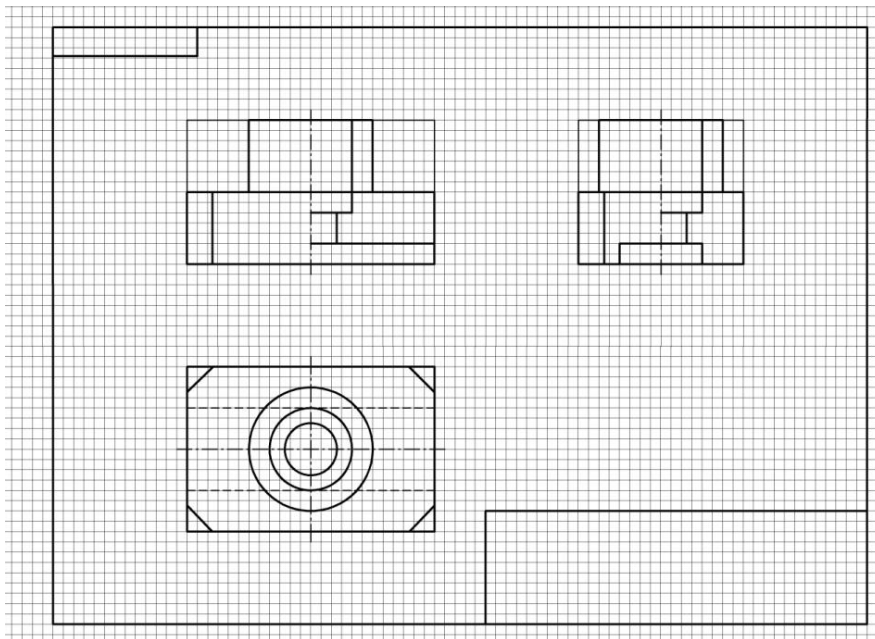


Рис. 6.4. Построение изображения внутренних поверхностей детали

Проверив выполненные изображения, необходимо убрать лишние линии, выполнить штриховку в разрезах и сечениях по ГОСТ 3.306-68, обвести видимый контур изображений сплошной толстой линией (рис. 6.5).

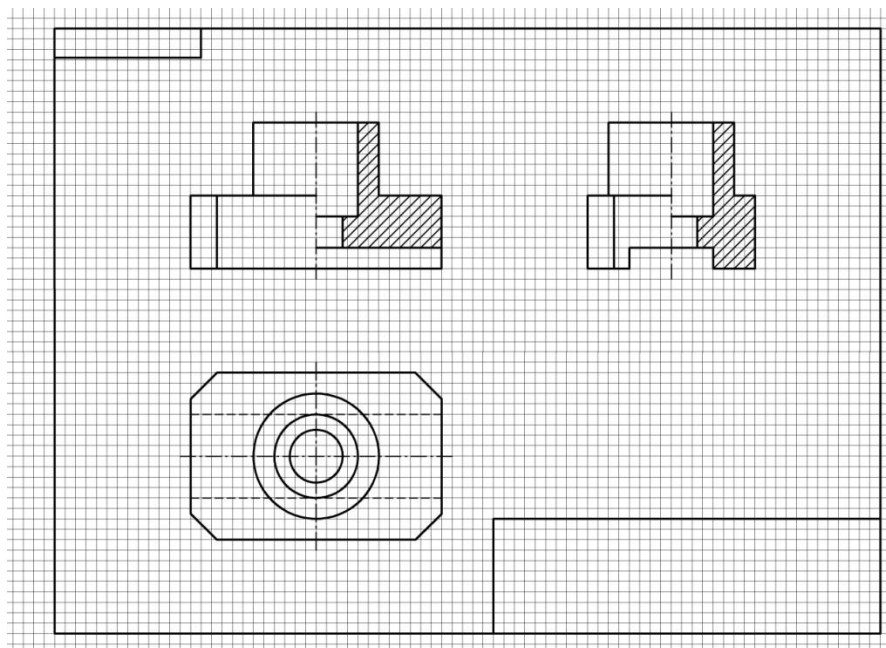


Рис. 6.5. Удаление лишних линий, штриховка и обводка изображения

Намечают размерные базы и проводят выносные и размерные линии для габаритных размеров, межосевых и межцентровых размеров, их расстояний до баз, для размеров элементов деталей (рис. 6.6).

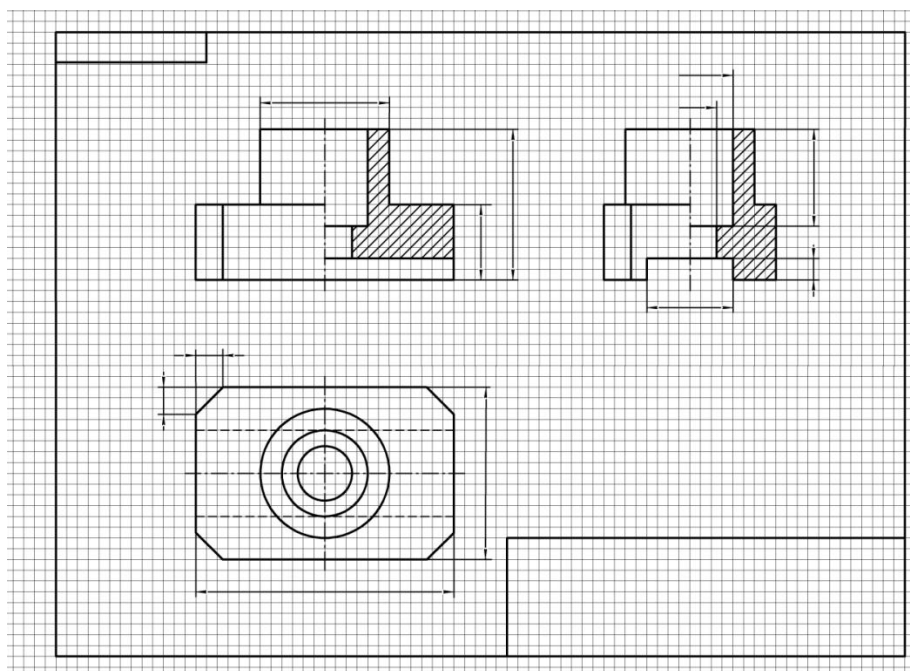


Рис. 6.6. Нанесение размерных линий

Обмеряют деталь, сопоставляют размеры, полученные обмером, с размерами, рекомендуемыми таблицами размерных рядов, и наносят на эскиз скорректированные, но близкие к измеренным размеры. При этом нужно помнить о сопрягаемых размерах, которые могут быть проверены и уточнены по сопрягаемым с данной поверхностью

деталюм в готовом изделии. Для определения действительных размеров деталей пользуются различными измерительными инструментами: металлической линейкой, угломером, штангенциркулем, нутромером и др.

Полученные размеры наносят над соответствующими размерными линиями (рис. 6.7). Размерные числа рекомендуется записывать сразу после каждого измерения, не накапливая их в памяти.

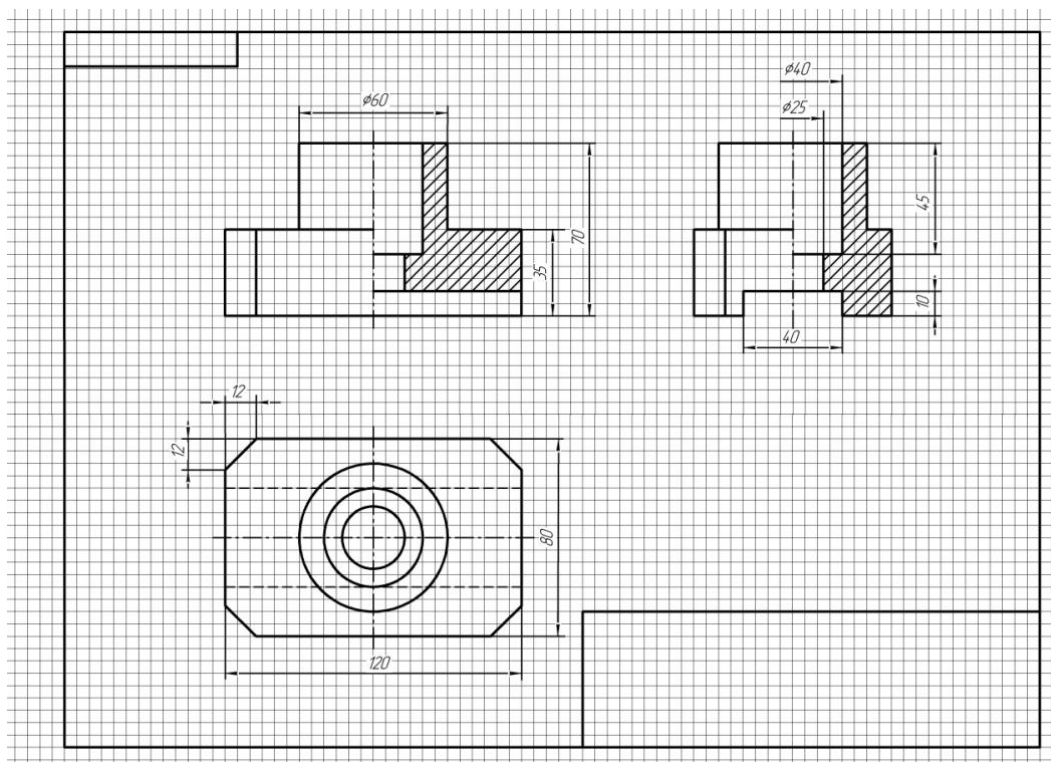


Рис. 6.7. Нанесение размерных чисел

Определяют шероховатость поверхностей детали и наносят на эскиз ее условными обозначениями, обозначают разрезы, сечения, выносные элементы.

В заключение необходимо проверить выполненные изображения, заполнить технические требования и основную надпись на эскизе, а также таблицы, если они необходимы (рис. 6.8). Поскольку выполняют эскизы в глазомерном масштабе, графу 6 основной надписи «масштаб» не заполняют.

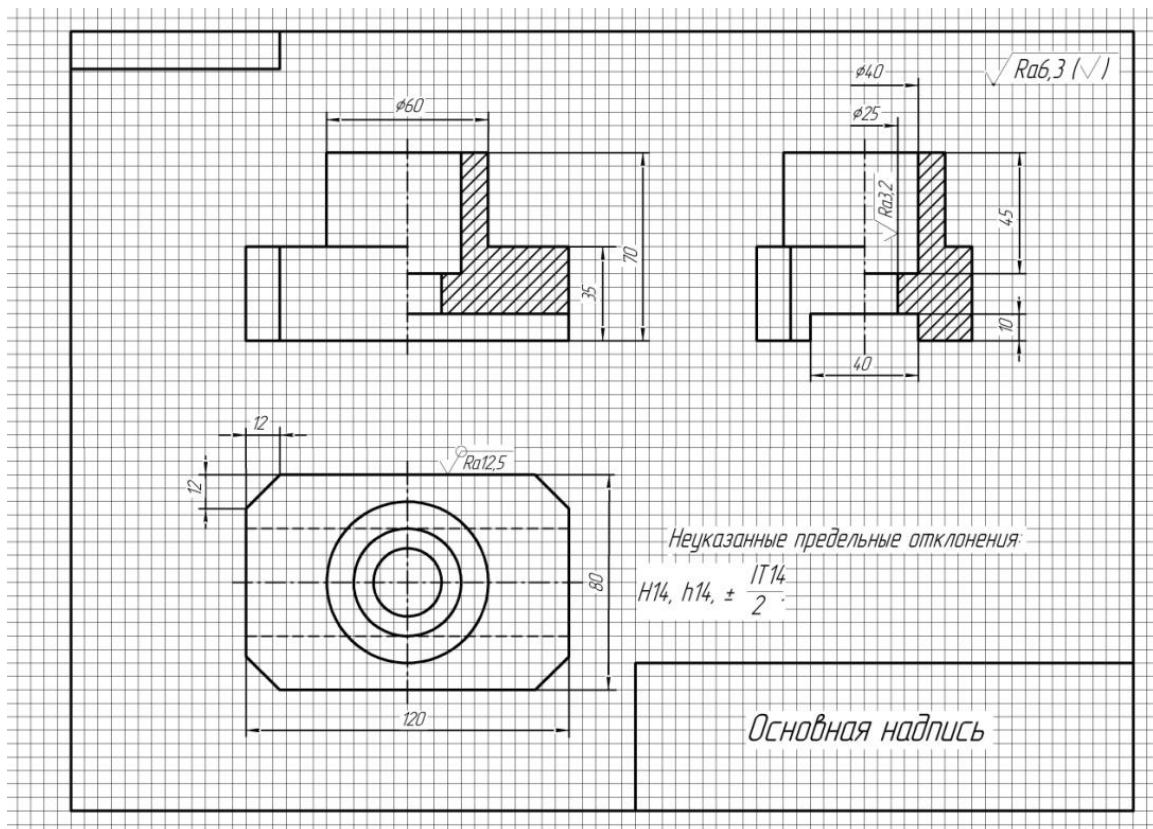


Рис. 6.8. Нанесение шероховатости, заполнение технических требований и основной надписи

Вопросы для самопроверки

1. Что называется эскизом?
2. Чем отличается чертеж от эскиза?
3. В какой последовательности выполняется эскиз?
4. Какие инструменты используются при обмере деталей?
5. На какой бумаге выполняют эскизы?
6. Каково назначение эскизов?
7. На каких стадиях производства применяют эскизы?
8. Сколько изображений детали требуется на эскизе?
9. Как выбирают главный вид детали сложной формы, не имеющей заведомо преобладающего положения в процессе изготовления?
10. Сколько изображений необходимо выполнять на эскизе для деталей плоской формы?
11. Как выбирают масштаб изображений на эскизе?
12. Какова последовательность указания размеров на эскизе?
13. Чему должны соответствовать размеры, проставляемые на эскизе?

7. ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА И СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

7.1. Чертеж общего вида

Графический документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия, называется чертежом общего вида. Чертеж общего вида разрабатывается на первых стадиях проектирования, т.е. на стадии технического предложения, эскизного и технического проектов.

На стадии технического предложения чертеж общего вида или эквивалентная ему электронная модель сборочной единицы в общем случае согласно ГОСТ 2.118-73 должны содержать:

а) изображения вариантов изделия, текстовую часть и надписи, необходимые для сопоставления рассматриваемых вариантов, и установления требований к разрабатываемому изделию, а также позволяющие получить представление о компоновочных и основных конструктивных исполнениях изделия, взаимодействии его основных частей и принципе работы изделия;

б) наименования, а также обозначения (если они имеются) тех составных частей изделия, для которых необходимо указать данные (технические характеристики, количество и др.) или запись которых необходима для пояснения изображений чертежа общего вида; описания принципа работы изделия, указания о его составе и др.;

в) размеры и другие наносимые на изображение данные (при необходимости);

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

д) технические характеристики изделия, если это необходимо для удобства сопоставления вариантов по чертежу общего вида. В этом случае технические характеристики в пояснительной записке можно не приводить, а сделать ссылку на чертеж общего вида.

На стадиях эскизного и технического проектов чертеж общего вида включает в себя: изображение, виды, разрезы, сечения изделия, надписи и текстовую часть, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия; наименование и обозначение составных частей изделия, для которых объясняется принцип работы, приводятся технические характеристики, материалы, количество, и для тех со-

ставных частей изделия, с помощью которых описывается принцип действия изделия, поясняются изображения общего вида и состав изделия; необходимые размеры; схему изделия и технические характеристики.

При выполнении чертежа общего вида в виде электронной модели сборочной единицы рекомендуется модели отдельных составных частей изделия размещать в отдельных файлах.

Элементы чертежа общего вида и (или) эквивалентной ему электронной модели сборочной единицы выполняется с соблюдением требований ГОСТ 2.109-73 и правил, установленных стандартами Единой системы конструкторской документации. Составные части изображаются с максимальными упрощениями. Их можно изображать на одном листе с общим видом или на отдельных последующих листах. Допускается также:

- изображать контурными очертаниями любые составные части изделия;
- изображать только те составные части изделия, которые рассматриваются при сопоставлении вариантов;
- не показывать связи между составными частями изделий, если они не рассматриваются при сопоставлении вариантов.

Наименование и обозначение составных частей изделия могут быть указаны одним из следующих способов:

- на полках линий-выносок, проведенных от деталей на чертеже общего вида;
- в таблице, размещенной на чертеже общего вида (рис. 7.1);
- в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4, в качестве следующих листов чертежа общего вида.

При наличии таблицы порядковый номер составных частей изделия указывается на полках линий-выносок в соответствии с этой таблицей.

Таблицу размещают над основной надписью чертежа.

На электронном чертеже общего вида наименования и обозначения составных частей изделия рекомендуется указывать на полках линий-выносок.

При выполнении чертежа общего вида в электронной форме рекомендуется применять одновременно отображение электронной структуры изделия (вместо таблицы) и его электронной модели, обеспечив возможность подсветки (выделения) составной части элек-

тронной модели при указании соответствующего элемента электронной структуры изделия.

<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Масса</i>	<i>Материал</i>	<i>Доп. указ.</i>

Рис. 7.1. Таблица для наименования и обозначения составных частей

Текстовую часть в виде технических требований и технической характеристики размещают обязательно на первом листе в виде колонки шириной не более 185 мм. При необходимости текст размещают в одну, две и более колонок. При этом вторая и последняя колонки располагаются слева от основной надписи. Между текстовой частью и таблицей составных частей (или основной надписью) нельзя размещать изображения или другие таблицы.

На чертеже общего вида проставляют габаритные, присоединительные, установочные и необходимые конструктивные размеры (рис. 7.2).

Необходимые таблицы, в том числе и технические характеристики, оформленные в виде таблицы, размещают на свободном поле чертежа общего вида справа от изображений или ниже их. Если таблиц несколько и на них имеются ссылки в технических требованиях, то таблицы надписывают по типу: «Таблица 1» (без знака №).

Все таблицы заполняются сверху вниз.

В учебном проектировании чертеж общего вида включает элементы «Теоретического чертежа», определяющего геометрическую форму изделия и координаты расположения составных частей, а также элементы «Габаритного чертежа», содержащего контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами, и «Монтажного чертежа», содержащего данные для установки изделия на месте эксплуатации.

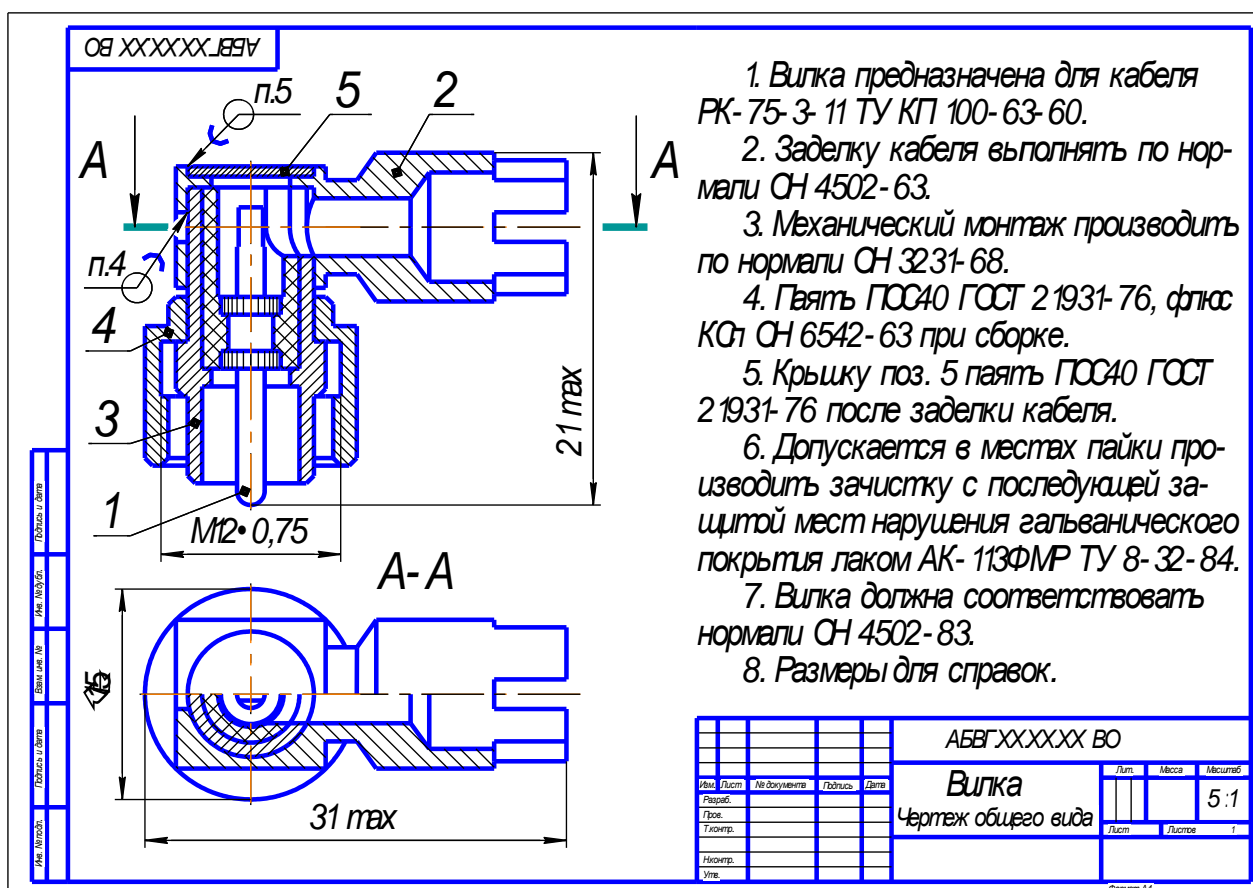


Рис. 7.2. Чертеж общего вида

7.2. Сборочный чертеж

Графический документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля, называется сборочным чертежом.

Сборочный чертеж выполняется на стадии разработки рабочей документации на основании чертежа общего вида. Количество сборочных чертежей должно быть минимальным, но достаточным для рациональной организации производства (сборки и контроля) изделий. При необходимости на сборочных чертежах приводят данные о работе изделия и о взаимодействии его частей.

7.2.1. Содержание, изображение, нанесение размеров

Количество изображений на сборочном чертеже зависит от сложности конструкций изделия. Учебный сборочный чертеж выполняется обычно в двух или трех основных изображениях с применением разрезов. Рекомендуется соединение половины вида с половиной разреза при наличии симметрии вида и разреза изделия.

Разрезы и сечения на сборочных чертежах служат для выявления внутреннего устройства сборочной единицы и взаимосвязи входящих в нее деталей.

Разрез на сборочном чертеже представляет собой совокупность разрезов отдельных частей, входящих в сборочную единицу. Штриховку одной и той же детали в разрезах на разных изображениях выполняют в одну и ту же сторону, выдерживая одинаковое расстояние (шаг) между линиями штриховки. Штриховку смежных деталей из одного материала разнообразят изменением направления штриховки, сдвигом штрихов или изменением шага штриховки (см. рис. 7.2).

На основании ГОСТ 2.109-73 сборочный чертеж должен содержать:

а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

Допускается на сборочных чертежах помещать дополнительные схематические изображения соединения и расположения составных частей изделия;

б) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу. Например, размеры отверстий под крепежные изделия, если эти отверстия выполняются в процессе сборки.

Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения;

в) указания о характере сопряжения разъемных частей изделия и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т.п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

д) необходимые справочные размеры;

е) основные характеристики изделия (при необходимости);

ж) координаты центра масс (при необходимости).

Примечание: данные, указанные в пунктах е и ж, не помещают на сборочном чертеже, если они приведены в другом конструкторском документе на данное изделие, например, на габаритном чертеже.

Кроме указанных, на сборочных чертежах наносят следующие размеры.

Габаритные размеры, характеризующие три измерения изделия. Если один из размеров является переменным вследствие перемещения движущихся частей изделия, то на чертеже указывают размеры при крайних положениях подвижных частей. Габаритные размеры допускается не указывать на чертежах сборочных единиц, не являющихся предметом самостоятельной поставки.

Монтажные размеры, указывающие на взаимосвязь деталей в сборочной единице, например, расстояние между осями валов, монтажные зазоры и т.п.

Установочные размеры, определяющие величины элементов, на которых изделие устанавливается на месте монтажа или присоединяется к другому изделию, например, размеры окружностей и диаметры отверстий под болты, расстояние между осями фундаментных болтов и т.п.

Эксплуатационные размеры, определяющие расчетную, конструктивную характеристику изделия, например, диаметры проходных отверстий, размеры резьбы на присоединительных элементах и т.п.

При указании установочных и присоединительных размеров должны быть нанесены:

- координаты расположения, размеры с предельными отклонениями элементов, служащие для соединения с сопрягаемыми изделиями;
- другие параметры, например, для зубчатых колес, служащие элементами внешней связи, модуль, количество и направление зубьев.

На сборочном чертеже допускается изображать перемещающиеся части изделия в крайнем или промежуточном положении с соответствующими разрезами, используя тонкие штрихпунктирные линии с двумя точками (рис. 7.3). Если при изображении перемещающихся частей затрудняется чтение чертежа, то эти части допускается изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например: *«Крайнее положение каретки поз. 5»*.

На сборочном чертеже изделия допускается помещать изображение пограничных (соседних) изделий – «обстановки» (тонкими

сплошными линиями) и размеры, определяющие их взаимное расположение (рис. 7.4).

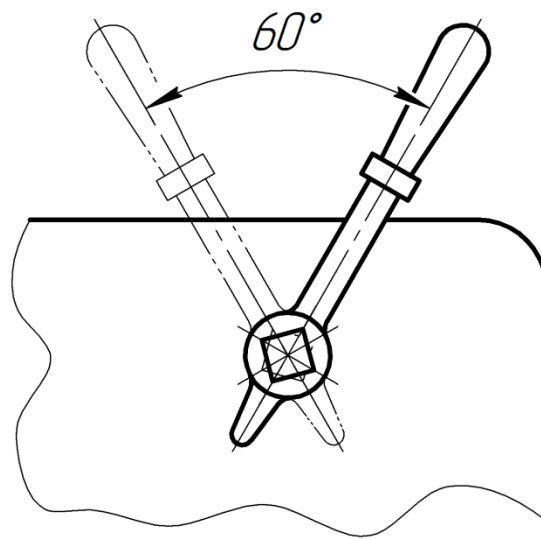


Рис. 7.3. Изображение перемещающихся частей в крайнем положении

Составные части изделия, расположенные за обстановкой, изображают как видимые. При необходимости допускается изображать их как невидимые.

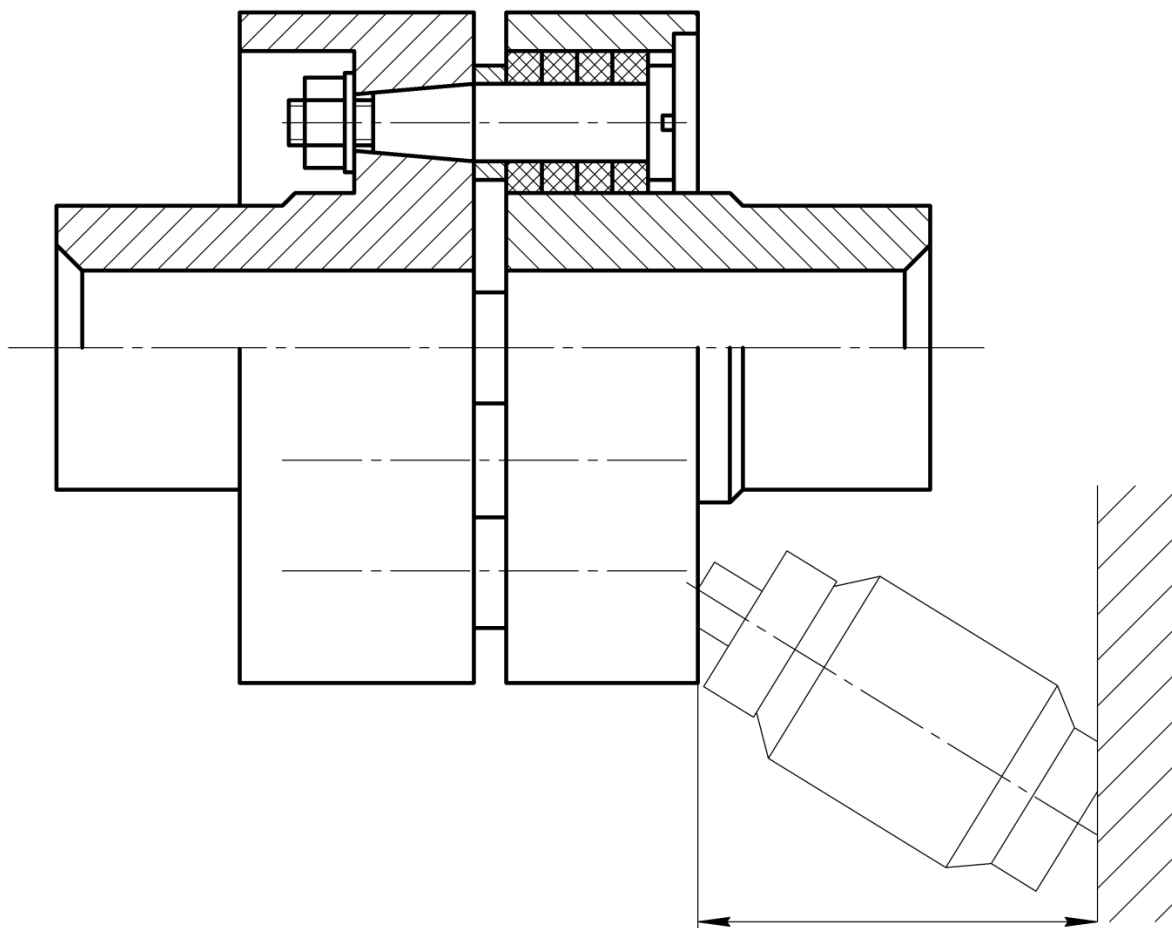


Рис. 7.4. Сборочный чертеж муфты с «обстановкой»

Предметы «обстановки» выполняют упрощенно и приводят необходимые данные для определения места установки, методов крепления и присоединения изделия. В разрезах и сечениях «обстановку» допускается не штриховать.

Если на сборочном чертеже необходимо указать наименования или обозначения изделий, составляющих «обстановку», или их элементов, то эти указания помещают непосредственно на изображении «обстановки» или на полке линии-выноски, проведенной от соответствующего изображения, например: «Автомат давления (обозначение)»; «Патрубок маслоохладителя (обозначение)» и т.п.

На сборочном чертеже изделия вспомогательного производства (например, штампа, кондуктора и т.п.) допускается помещать в правом верхнем углу операционный эскиз.

7.2.2. Условности и упрощения на сборочных чертежах

Сборочные чертежи следует выполнять, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов Единой системы конструкторской документации.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

а) фаски, округления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;

б) зазоры между стержнем и отверстием;

в) крышки, щиты, кожухи, перегородки и т.п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: «Крышка поз. 3 не показана»;

г) видимые составные части изделий или их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;

д) надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные. Допускается на сборочных чертежах составные части изделий и их элементы, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые, например: шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство ламп и т.п.

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков (рис. 7.5).

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

а) на разрезах изображают нерассеченными составные части, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи. Допускается выполнять чертежи так, как показано на рисунке 7.6;

б) типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями (рис. 7.7);

в) шарики в разрезах и сечениях всегда показывают нерассеченными. Винты, болты, шпильки, штифты, шпонки, шайбы, гайки и другие стандартные крепежные изделия, а также непустотелые валы, шпиндели, рукоятки, шатуны и т.п. при продольном разрезе изображают нерассеченными.

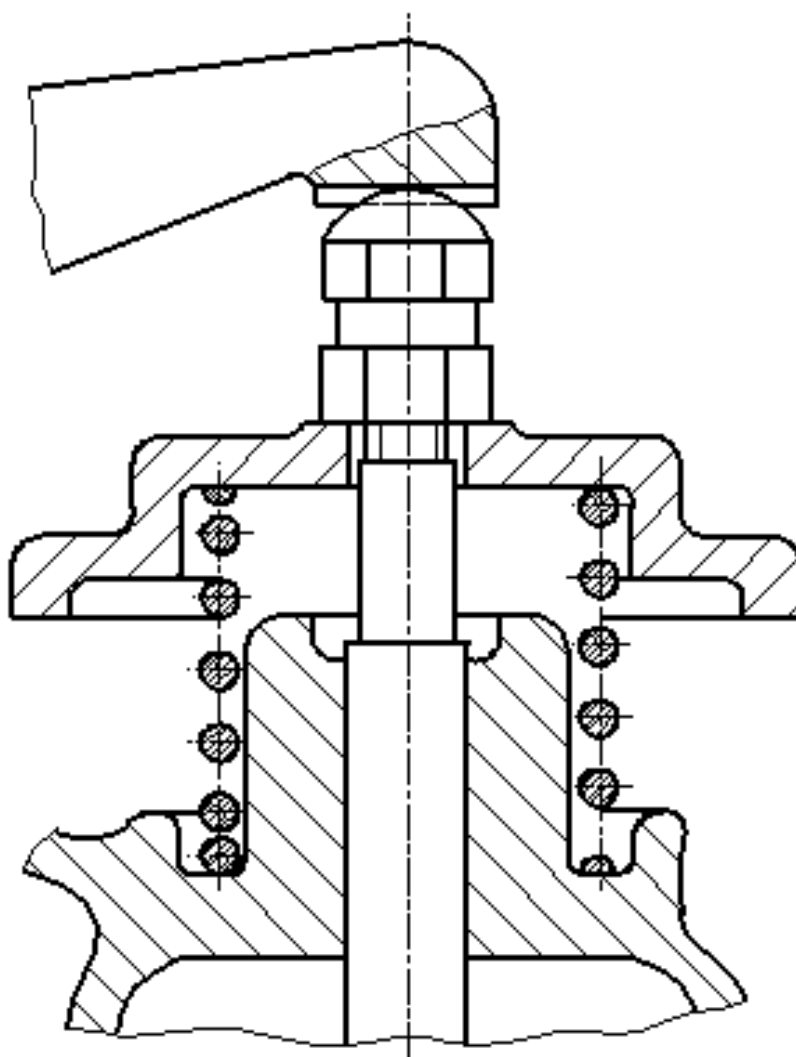


Рис. 7.5. Пример изображения винтовой пружины на сборочном чертеже

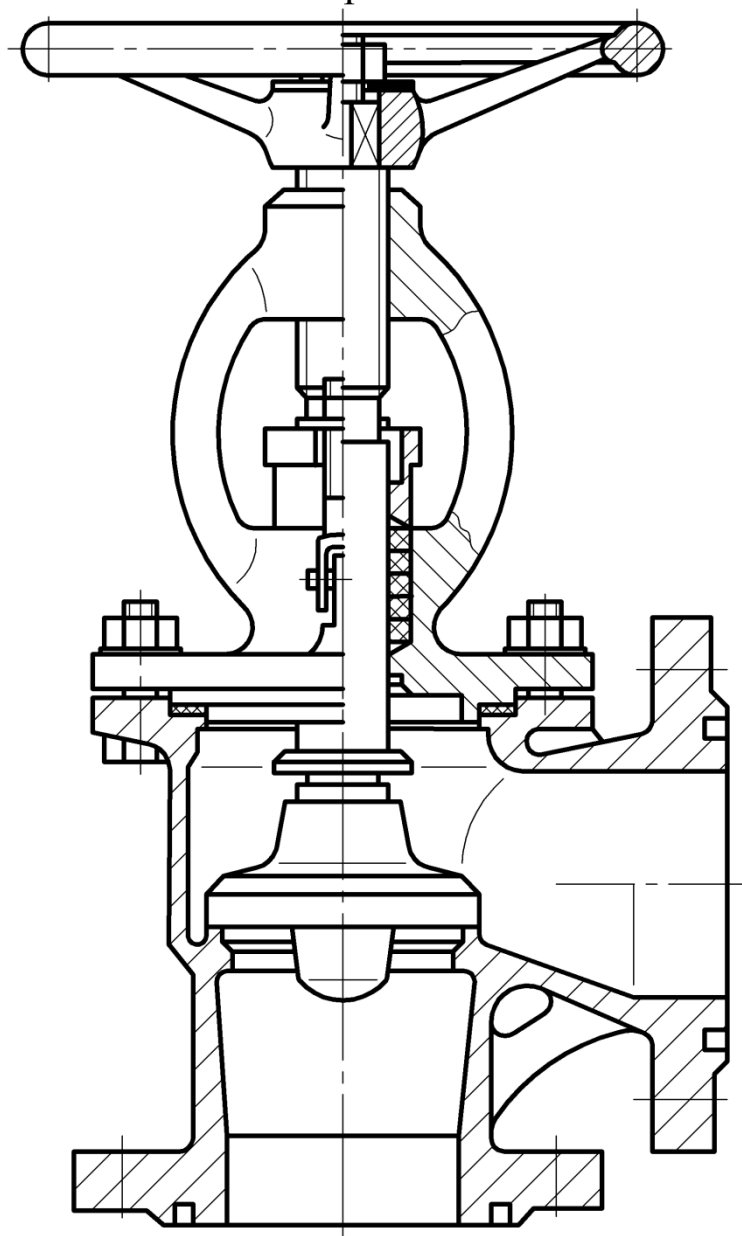


Рис. 7.6. Пример оформления сборочного чертежа задвижки

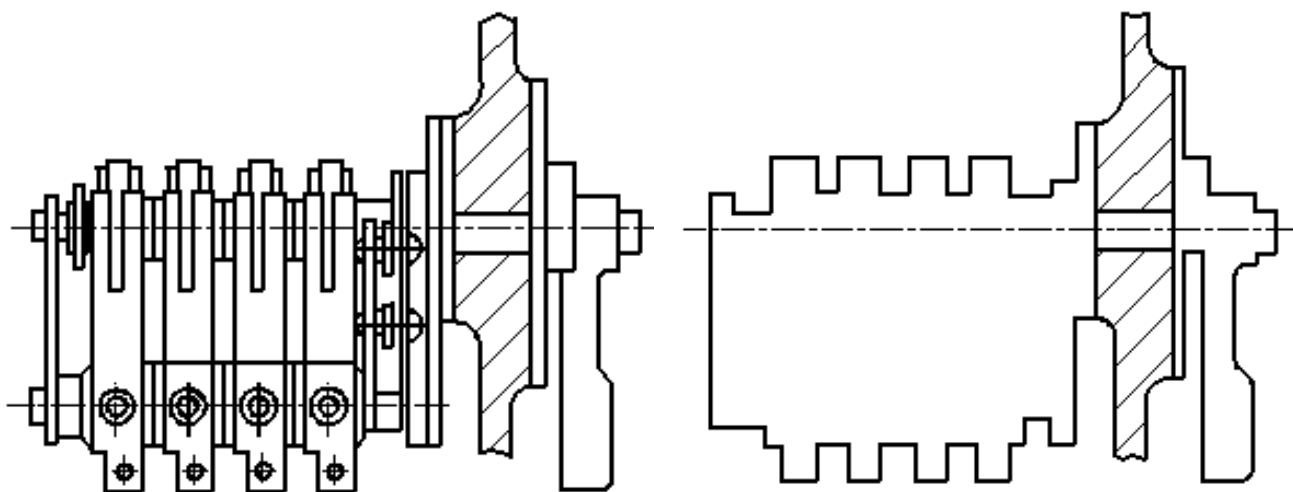


Рис. 7.7. Пример изображения типовых, покупных и других широко применяемых изделий

Внешние очертания изделия, как правило, следует упрощать, не изображая мелких выступов, впадин и т.п. (рис. 7.8).

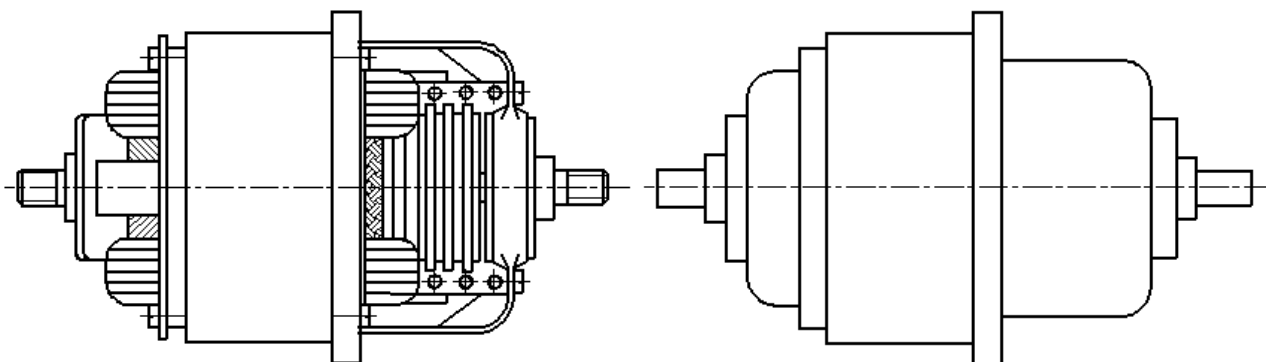


Рис. 7.8. Пример полного и упрощенного изображения изделий

В процессе сборки некоторых изделий выполняются отдельные, так называемые пригоночные операции. Их выполняют совместной обработкой соединяемых частей или подгонкой одной детали к другой по месту ее установки. В этих случаях на сборочных чертежах делают текстовые записи по типу: «Развальцевать», «Заварить и зачистить», «Расклепать и запилить заподлицо с плоскостью» и т.п.

Многие изделия имеют типовые составные части. К ним относятся, например, сальниковые уплотнения (см. рис. 7.6). Их мягкая набивка обеспечивает герметичность отверстий, через которые проходят движущиеся части изделия. В качестве набивки используется пеньковое или льняное волокно или набор колец из асбеста, кожи, резины. Поджатие набивки осуществляется накладной гайкой, резьбовой втулкой или сальниковой крышкой. Эти детали на сборочных чертежах изображают в поднятом положении.

Подшипники качения относятся к стандартным изделиям. Их можно изображать на сборочных чертежах и чертежах общих видов в осевых разрезах упрощенно и условно по ГОСТ 2.420-69, не указывая конструкции и тип подшипника, а вычерчивая сплошными основными линиями его контур, пересеченный по диагоналям сплошными тонкими линиями, как показано на рисунке 7.9, а.

Если требуется указать тип подшипника, то в контур подшипника вписывают условное графическое обозначение по образцу, представленному на рисунке 7.9, б (согласно ГОСТ 2.770-68). Для нагляд-

ности допускается и более подробное изображение подшипника, но без фасок, галтелей и сепаратора, как показано на рисунке 7.9, в.

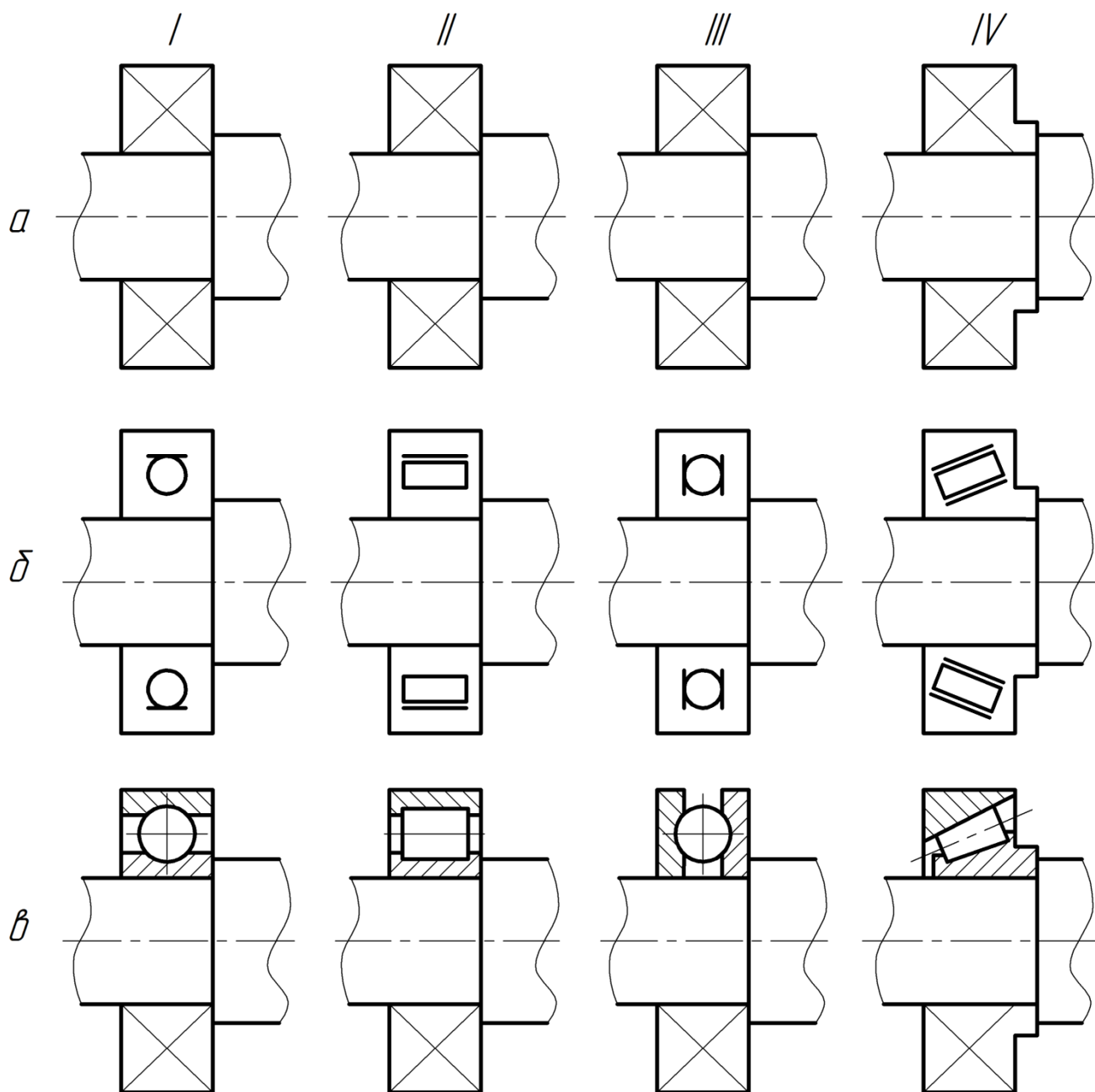


Рис. 7.9. Изображение подшипников на сборочных чертежах:
 I – шарикоподшипник радиальный однорядный; II – роликоподшипник радиальный с цилиндрическими роликами; III – шарикоподшипник упорный однорядный; IV – роликоподшипник с коническими роликами

На сборочных чертежах, включающих изображения нескольких одинаковых составных частей (колес, опорных катков и т.п.), допускается выполнять полное изображение одной составной части, а изображения остальных частей – упрощенно в виде внешних очертаний.

Сварное, паяное, клееное и тому подобное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями изделия сплошными основными линиями (рис. 7.10). Допускается не показывать границы между деталями, то есть изображать конструкцию как монолитное тело.

Если необходимо указать положение центра масс изделия, то на чертеже приводят соответствующие размеры и на полке линии-выноски помещают надпись: «Ц.М.».

Линии центров масс составных частей изделия наносят штрихпунктирной линией, а на полке линии-выноски делают надпись: «Линия Ц.М.».

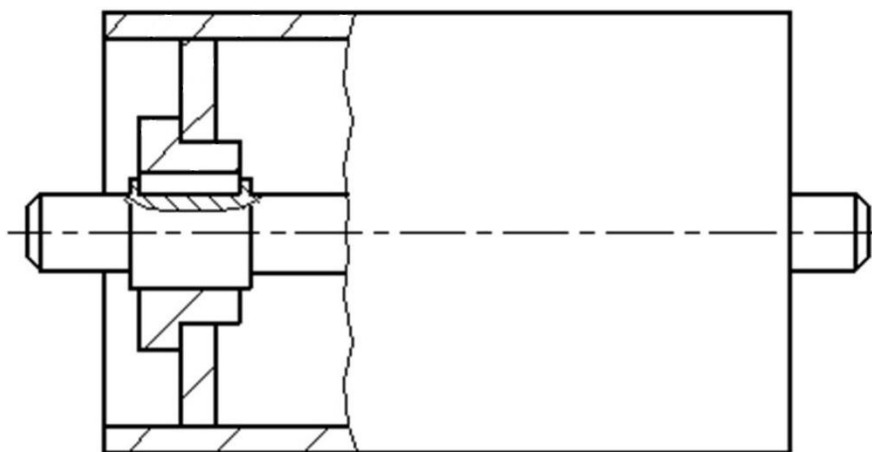


Рис. 7.10. Пример изображения сварной сборочной единицы на сборочном чертеже изделия

7.2.3. Номера позиций на сборочном чертеже

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от точек на изображениях составных частей сборочной единицы.

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Номера позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций:

а) для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления (рис. 7.11). Если крепежных деталей две и более и при этом разные составные части крепятся одинаковыми крепежными деталями, то количество их допускается проставлять в скобках после номера соответствующей позиции и указывать только для одной единицы закрепляемой составной части, независимо от количества этих составных частей в изделии;

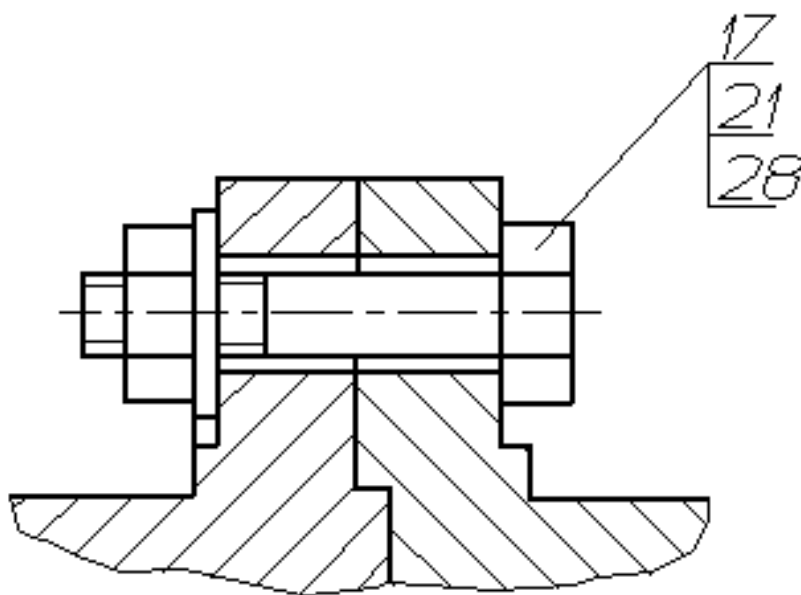


Рис. 7.11. Пример группы крепежных деталей на сборочном чертеже

б) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключающей различное понимание, при невозможности подвести линию-выноску к каждой составной части (рис. 7.12). В этих случаях линию-выноску отводят от закрепляемой составной части;

в) для отдельных составных частей изделия, если графически изобразить их затруднительно, в этом случае допускается на чертеже эти составные части не показывать, а местонахождение их определять при помощи линии-выноски от видимой составной части и на поле

чертежа, в технических требованиях помещать соответствующее указание, например: «Жгуты поз. 12 под скобками обернуть прессином поз. 22».

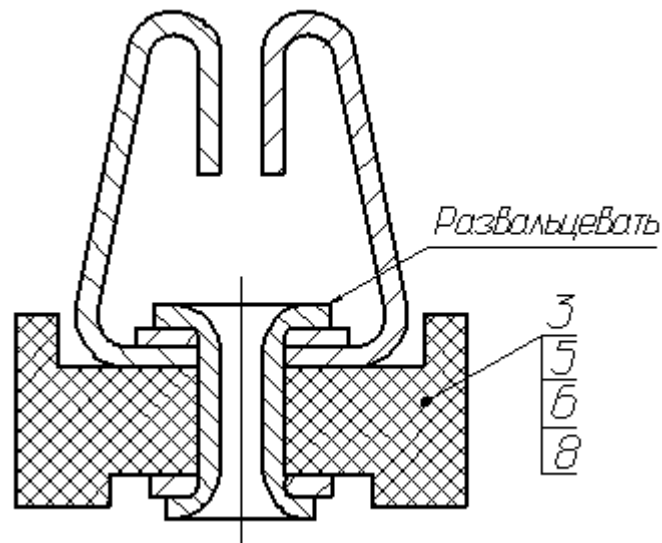


Рис. 7.12. Пример изображения на сборочном чертеже группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью

7.2.4. Выполнение отдельных видов сборочных чертежей

На сборочном чертеже изделия, включающего детали, на которые не выпущены рабочие чертежи, на изображении и (или) в технических требованиях приводят дополнительные данные к сведениям, указанным в спецификации, необходимые для изготовления деталей (шероховатость поверхностей, отклонения формы и т.д.).

На сборочных чертежах изделий единичного производства допускается указывать данные о подготовке кромок под неразъемные соединения (сварку, пайку и т.д.) непосредственно на изображении или в виде выносного элемента (рис. 7.13), если эти данные не приведены на чертежах деталей.

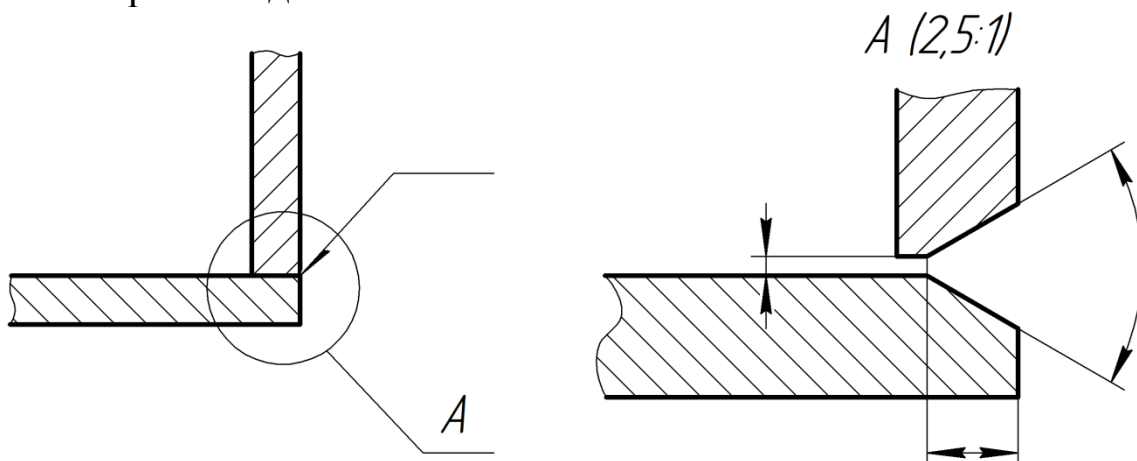


Рис. 7.13. Пример изображения данных о подготовке кромок под неразъемное соединение на сборочном чертеже

В зависимости от характера производства составные части изделия, на которые допускается не выпускать чертежи, могут учитываться двумя способами: как детали с присвоением им обозначения и наименования или как материал без присвоения им обозначения и наименования и с указанием количества в единицах длины, массы или других единицах (рис. 7.14, 7.15).

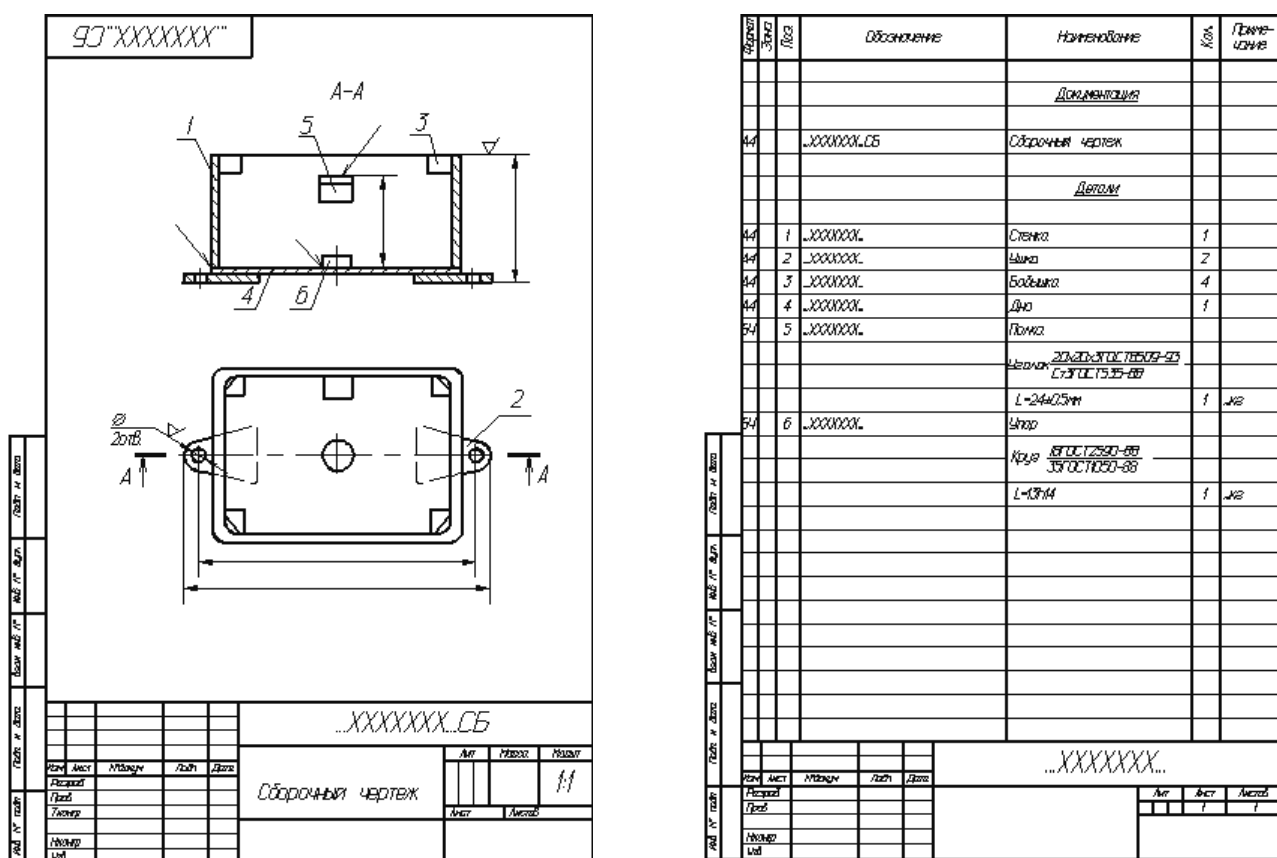


Рис. 7.14. Пример оформления сборочного чертежа

Когда для изготовления по сборочному чертежу детали несложной конфигурации (без выпуска на нее самостоятельного чертежа) устанавливается определенный сортовой материал, то соответствующие размеры детали приводят в спецификации.

Если нет необходимости устанавливать определенный сортовой материал для детали, то на сборочном чертеже все размеры помещают на изображении этой детали, а в спецификации указывают только марку материала.

На поле сборочного чертежа допускается помещать отдельные изображения нескольких деталей, на которые допускается не выпускать рабочие чертежи при условии сохранения ясности чертежа.

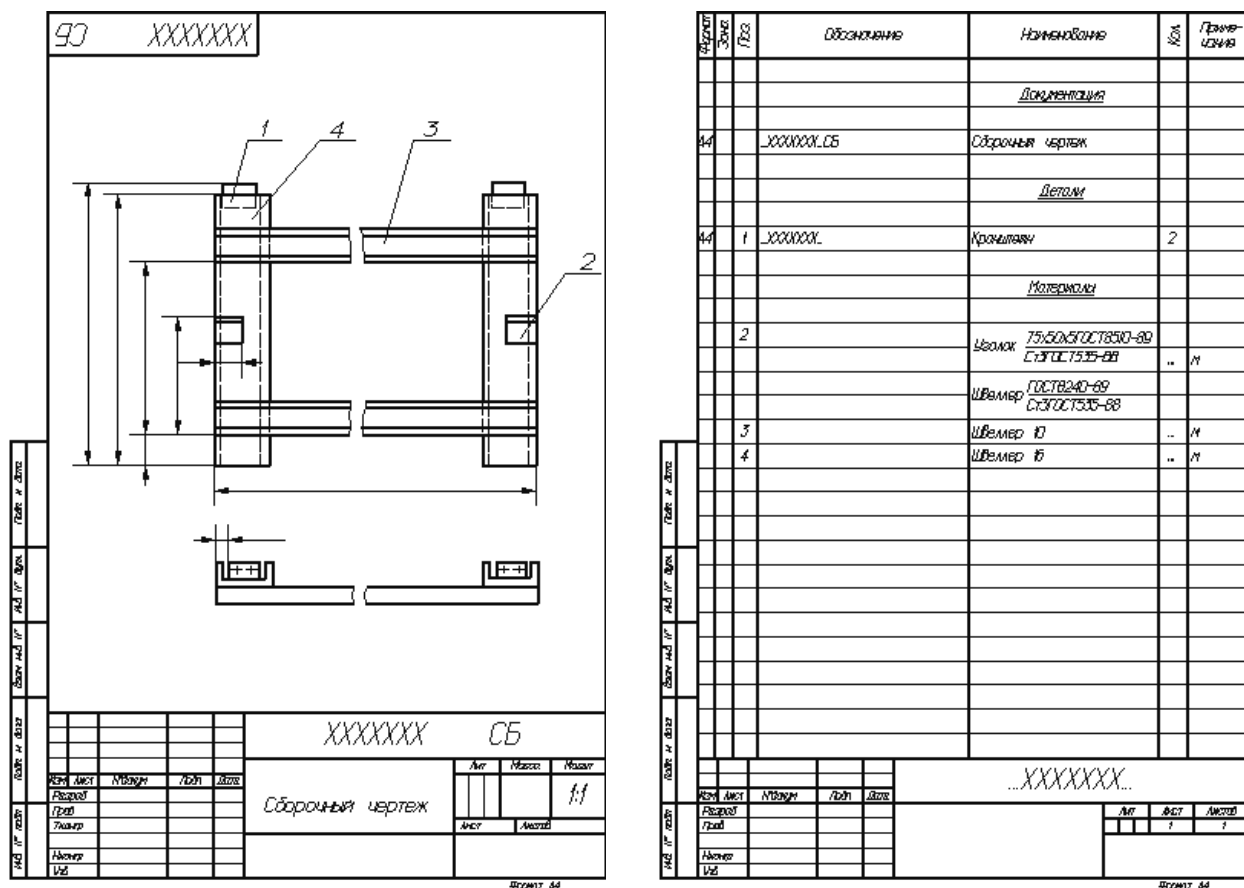


Рис. 7.15. Пример выполнения сборочного чертежа

Над изображением детали наносят надпись, содержащую номер позиции и масштаб изображения, если он отличается от масштаба, указанного в основной надписи чертежа. Если деталь больших размеров и сложной конфигурации соединяется запрессовкой, пайкой, сваркой, клепкой или другими подобными способами с деталью менее сложной и меньших размеров, то при условии сохранения ясности чертежа и возможностей производства допускается на сборочных чертежах изделий помещать все размеры и другие данные, необходимые для изготовления и контроля основной детали, и выпускать чертежи только на менее сложные детали.

Если сборочную единицу изготовляют наплавкой на деталь металла или сплава, заливкой поверхностей или элементов детали металлом, сплавом, пластмассой, резиной и другими материалами, то

чертеж на такие детали допускается не выпускать. На чертежах этих сборочных единиц указывают размеры поверхностей или элементов под наплавку, заливку и т.п., размеры окончательно готовой сборочной единицы и другие данные, необходимые для изготовления и контроля.

Наплавляемые металл, сплав, пластмассу, резину и другие материалы, которыми заливают армирующие детали, записывают в спецификацию сборочной единицы в раздел «Материалы».

Примеры оформления чертежей сборочных единиц, изготовляемых наплавкой и заливкой деталей сплавом, резиной, приведены на рисунках 7.16, 7.17.

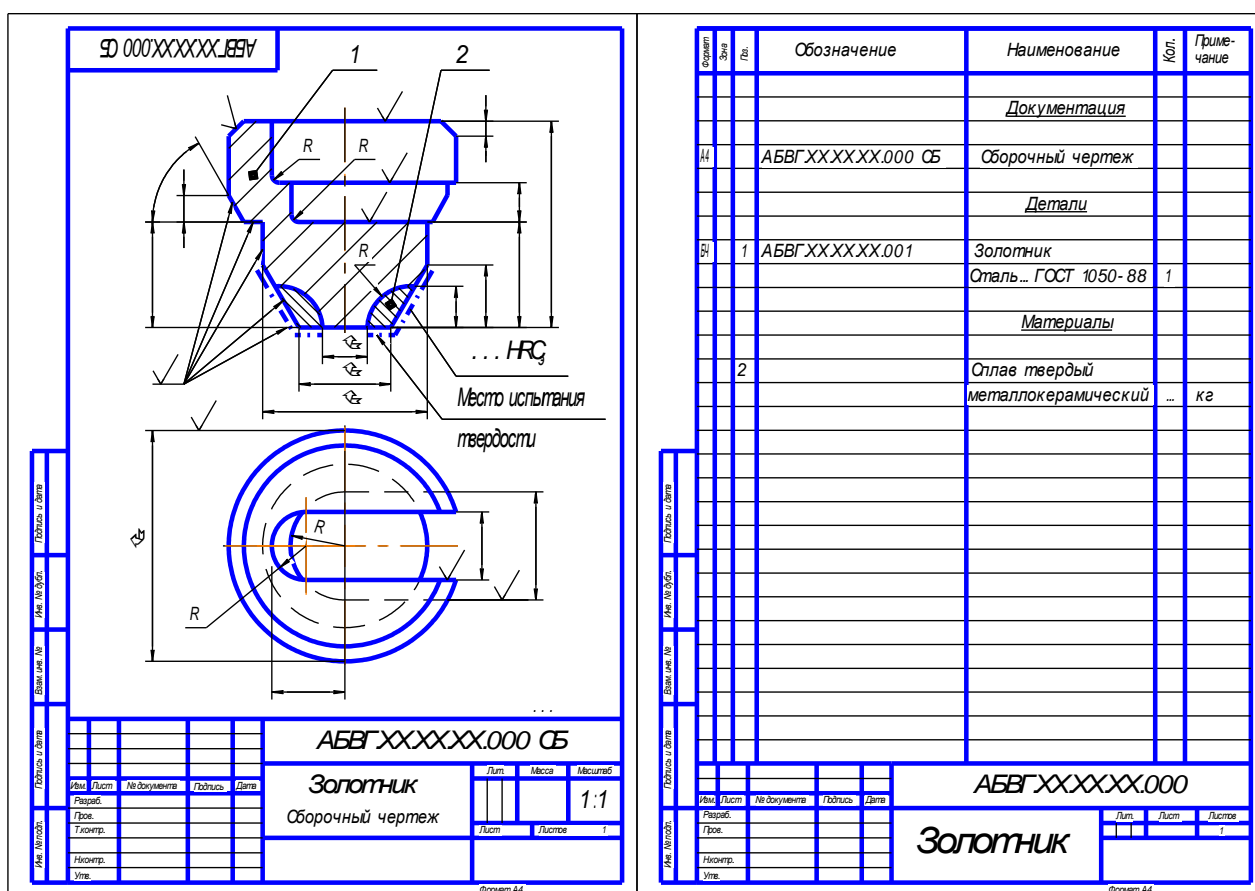


Рис. 7.16. Пример оформления сборочного чертежа

Если при сборке изделия для его регулировки, настройки, компенсации составные части подбирают, то на сборочном чертеже их изображают в одном из возможных вариантов применения.

Запись «подборных» составных частей в спецификацию и указание на полках линий-выносок номеров позиций наносят в зависимости от способа применения составных частей:

а) если подбор производится одинаковыми изделиями (например, требуемая нагрузка пружины достигается установкой под нее одинаковых шайб), то в графе «Количество» спецификации указывают наиболее вероятное при установке количество изделий, а в графе «Примечание» записывают «Наиб. кол.».

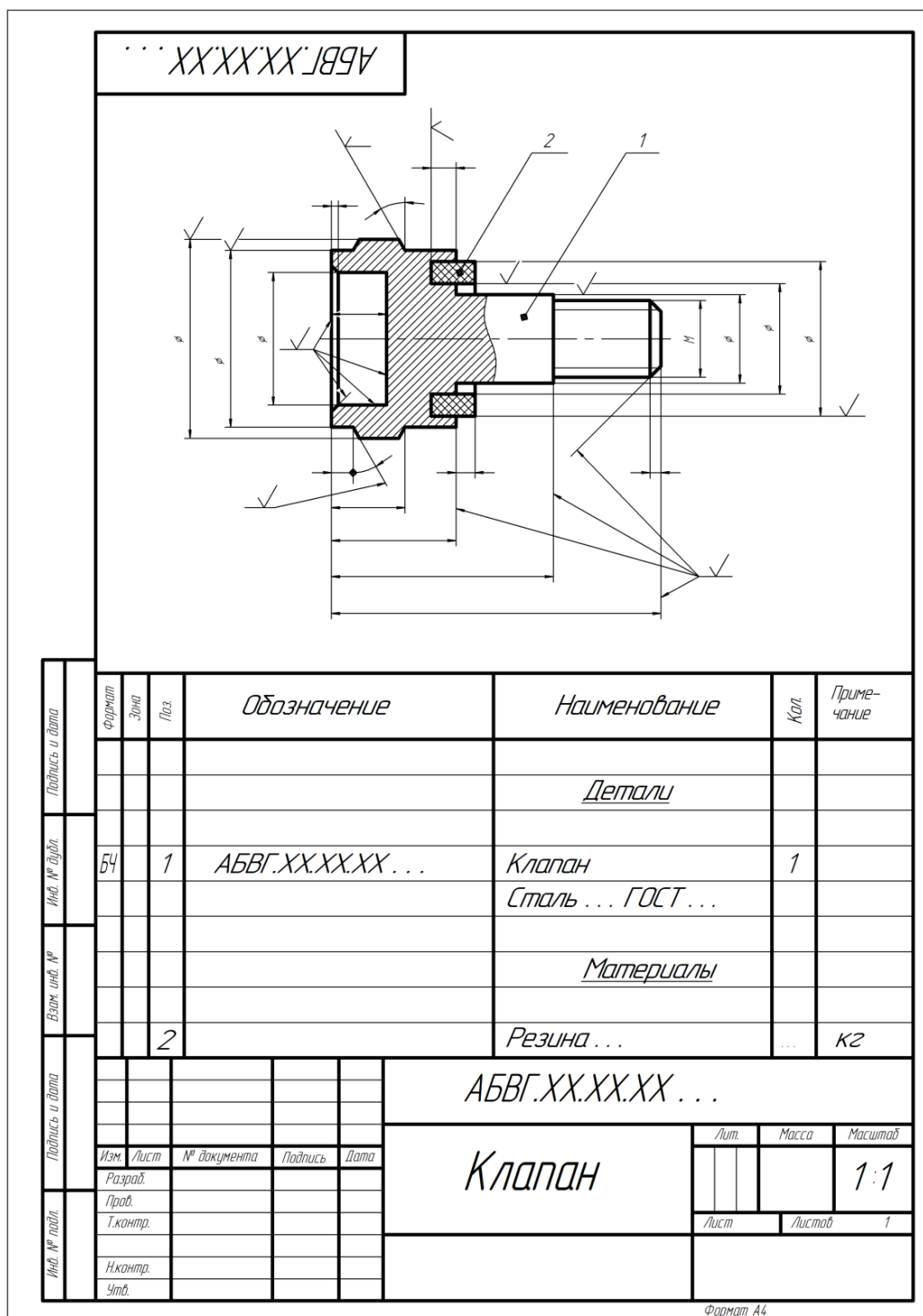


Рис. 7.17. Пример оформления сборочного чертежа

В технических требованиях сборочного чертежа помещают необходимые указания по установке таких «подборных» частей, например: *«Нагрузку пружины обеспечить установкой необходимого количества дет. поз. ...»*;

б) если подбор производится установкой одного из изделий, имеющих разные размеры и самостоятельные обозначения (например, величина зазора должна обеспечиваться установкой только одного установочного кольца), то в спецификацию записывают каждую «подборную» часть под разными номерами позиций. В графе «Количество» для каждой части указывают «1» и в графе «Примечание» – *«Подбор»*. В технических требованиях помещают запись типа: *«Размер (зазор, ход и т.д.) А обеспечить установкой одной из дет. поз. ...»*;

в) если подбор может быть осуществлен установкой нескольких изделий с различными размерами, обозначениями и в различных количествах, то в спецификацию записывают все изделия. Каждой «подборной» части присваивают свой номер позиции и свое обозначение. В графе «Количество» в этом случае указывают наиболее вероятное при установке количество для каждой «подборной» части и в графе «Примечание» – *«Наиб. кол.»*.

На полках линий-выносок помещают номера позиций всех «подборных» частей. В технических требованиях соответственно указывают: *«Размер (зазор, ход и т.д.) Б обеспечить установкой дет. поз. ...»*.

При необходимости в графе «Примечание» спецификации для «подборных» частей допускается давать ссылки на пункт технических требований, в котором даны указания по подбору, например: *«См. п. ...»*.

Когда после сборки изделия на время его транспортирования и (или) хранения требуется установить защитные временные детали (крышку, заглушку и т.п.), на сборочном чертеже эти детали изображают так, как они должны быть установлены при транспортировании и хранении.

Если защитные временные детали на время транспортирования и хранения должны устанавливаться вместо снимаемых с изделия каких-либо приборов, механизмов, то об этом на сборочном чертеже в технических требованиях помещают соответствующие указания, например: *«Насос поз. ... и регулятор поз. ... перед упаковыванием»*

снять и на их место установить крышки поз. ..., плотно затянув их болтами поз. ...» и т.п.

На сборочном чертеже допускается помещать изображение части машины с устанавливаемой защитной временной деталью, поясняющее положение детали.

Присвоение наименований и обозначений защитным временным деталям, изображение их на сборочном чертеже и запись в спецификацию производят по общим правилам.

В случаях, когда отдельные части покупного изделия устанавливают в различные сборочные единицы изделия (например, роликовые конические подшипники), покупное изделие записывают в спецификацию той сборочной единицы, в которую оно входит в собранном виде. В технических требованиях сборочного чертежа разрабатываемого изделия указывают те сборочные единицы, в которые входят отдельные части покупного изделия. В спецификациях этих сборочных единиц в графе «Примечание» указывают обозначение той спецификации, в которую входит покупное изделие в собранном виде. При этом в графе «Наименование» указывают наименование составной части покупного изделия, а графа «Количество» не заполняется.

7.2.5. Чтение и детализирование сборочных чертежей

Прочтение сборочный чертеж означает выяснить назначение данного изделия, устройство и принцип его работы, представить форму и размеры изделия в целом и каждой детали в отдельности, разобраться во взаимном расположении деталей и способах их соединения между собой и т.д.

Чтение сборочных чертежей рекомендуется проводить в определенной последовательности, внимательно разбираясь в каждом этапе.

1. Ознакомиться с содержанием основной надписи, помещенной в правом нижнем углу чертежа, установить по надписи наименование изделия, номер чертежа, масштаб изображения, массу конструкции, проектирующую организацию.

2. Ознакомиться с назначением и принципом работы изображенного изделия по комплекту конструкторских документов, прилагаемых к чертежу и, в частности, по пояснительной записке и техническим условиям.

3. Изучить изображения, имеющиеся на сборочном чертеже, то есть выяснить расположение вида спереди (главного вида); устано-

вить число основных, дополнительных и местных видов, в которых выполнен чертеж, определить, какие применены на чертеже разрезы (простые или сложные); установить для каждого разреза направление секущих плоскостей; отметить наличие сечений, выносных элементов и пр.

4. Ознакомиться с содержанием спецификации данного изделия; установить наименование каждой детали и материал, из которого ее изготавливают; последовательно найти каждую деталь на чертеже на всех видах, разрезах и сечениях; по найденным изображениям определить геометрическую форму и конструктивные особенности детали. Выяснению формы каждой детали способствует то, что во всех разрезах и сечениях одна и та же деталь заштрихована с одинаковым наклоном и частотой штриховки.

5. Установить характер соединения отдельных деталей. Для неразъемных соединений (сварных, клепаных, паяных и др.) определить каждый элемент соединения (например, каждый отдельный сварной шов). Для разъемных соединений выявить все крепежные детали, входящие в соединение. Для подвижных деталей следует установить процесс их перемещения при работе механизма (взаимодействие деталей). Необходимо установить, какие поверхности деталей являются сопрягаемыми, и по каким размерам поверхностей осуществляется соединение деталей. По сборочному чертежу определяют и посадку деталей, гарантирующую их взаимодействие в изделии.

6. Установить, какие подвижные поверхности деталей смазываются, и как эта смазка осуществляется.

7. Установить порядок сборки и разборки изделия, при этом следует выделить стандартные детали, на которые не составляют рабочие чертежи.

Рассмотрим порядок чтения сборочного чертежа на примере рисунка 7.19 со спецификацией на рисунке 7.18.

Из основной надписи видно, что на чертеже в масштабе 1:1 изображен **кран сливной**.

Из описания, которое обычно прилагается к сборочным чертежам, имеющим учебное назначение, можно узнать, что сливной кран монтируется на конце трубопровода и служит для слива жидкости. Затвор крана конической формы называется **пробкой**. Сливные краны устанавливаются там, где требуется быстрое получение большого количества жидкости (газа), так как для полного открытия крана достаточно повернуть пробку на угол 90° .

Сборочный чертеж сливного крана представлен в трех изображениях. На месте главного вида (вида спереди) выполнен полный фронтальный разрез плоскостью, проходящей через ось симметрии изделия. Этот разрез и помогает выявить внутреннее расположение деталей.

Пробка 2 крышкой 3 прижата втулкой 5 к уплотнительной поверхности корпуса 1. Крышка 3 и втулка 5 обеспечивают необходимую плотность прилегания пробки 2 к внутренней поверхности корпуса 1. Чтобы обеспечить герметичность, коническая поверхность пробки 2 притирается к внутренней стенке корпуса 1, а уплотнение пробки обеспечивает сальник 9. На хвостовик пробки круглого сечения надета рукоятка 4, с помощью которой пробка вращается вокруг оси, перпендикулярной направлению движения потока жидкости. При сливе жидкости рукоятку 4 устанавливают вдоль трубопровода. Слив происходит через колено 6. Уплотнение соединения колена 6 с корпусом 1 производится при помощи прокладки 7, а крышки 3 с корпусом 1 – прокладкой 8.

На виде сверху помимо показа наружной конфигурации вентиля дано наложенное сечение рукоятки 4.

На виде слева показан внешний вид ряда деталей вентиля, в частности, форма корпуса 1 и крышки 3.

На чертеже показаны габаритные размеры 175, 125, 46 мм, присоединительный размер М18, установочные размеры $\square 30$ и $\varnothing 5$ мм.

После того, как чертеж бегло прочитан, приступают к его детализированию – процессу выполнения рабочих чертежей деталей по чертежу сборочной единицы. Это не простое копирование изображений, а творческая работа.

Перед началом работы по детализированию отмечают в спецификации все оригинальные детали, так как стандартизованные, нормализованные и покупные детали должны быть исключены из процесса детализирования. Рекомендуется начинать с изображения простых деталей, что отвечает педагогическому требованию: от простого к сложному.

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A3			<i>ИГ 02.06.1.00.17.00 СБ</i>	<i>Сборочный чертеж</i>		
				<u>Детали</u>		
A3		1	<i>ИГ 02.06.1.00.17.01</i>	<i>Корпус</i>	1	
A4		2	<i>ИГ 02.06.1.00.17.02</i>	<i>Пробка</i>	1	
A4		3	<i>ИГ 02.06.1.00.17.03</i>	<i>Крышка</i>	1	
A4		4	<i>ИГ 02.06.1.00.17.04</i>	<i>Рукоятка</i>	1	
A4		5	<i>ИГ 02.06.1.00.17.05</i>	<i>Втулка</i>	1	
A4		6	<i>ИГ 02.06.1.00.17.06</i>	<i>Колена</i>	1	
A4		7	<i>ИГ 02.06.1.00.17.07</i>	<i>Прокладка</i>	1	
A4		8	<i>ИГ 02.06.1.00.17.08</i>	<i>Прокладка</i>	1	
A4		9	<i>ИГ 02.06.1.00.17.09</i>	<i>Сальник</i>	1	
			<i>ИГ 02.06.1.00.17.00</i>			
			Изм.	Лист	№ документа	Подпись
			Разраб.			
			Проб.			
			Н.контр.			
			Утв.			
			<i>Кран сливной</i>			Лит.
						Лист
						Листов
						1
			<i>КрасГАУ зр. М-12</i>			

Формат А4

Рис. 7.18. Спецификация сборочной единицы «Кран сливной»

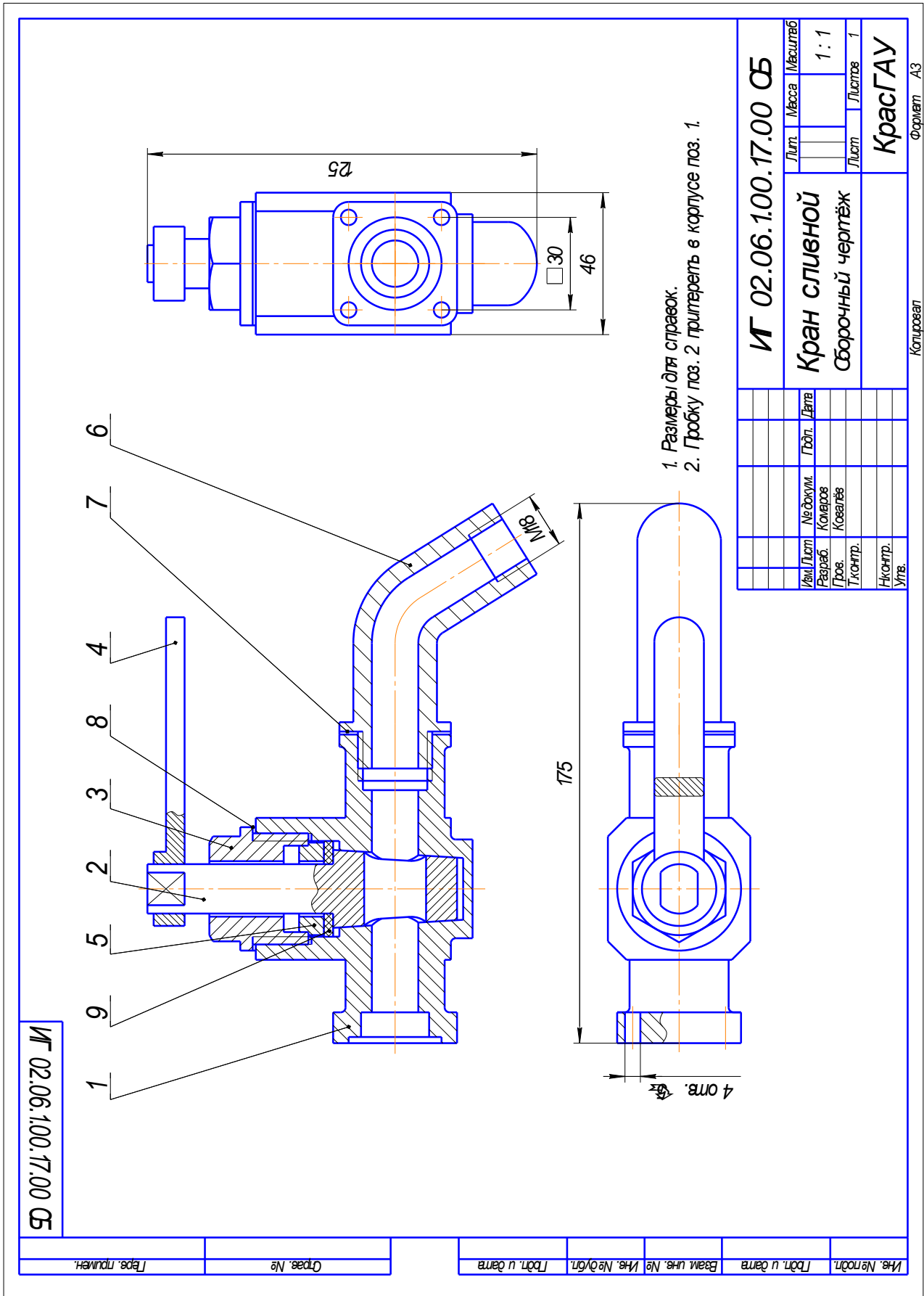


Рис. 7.19. Сборочный чертёж крана сливного

Последовательность выполнения чертежа каждой детали следующая:

1. В спецификации находят наименование изображаемой детали, материал, из которого она изготовлена.

2. Находят деталь на всех изображениях сборочного чертежа и изучают ее внешнюю и внутреннюю форму. Определяют ее габаритные размеры.

3. Выбирают главное изображение детали в соответствии с требованиями ГОСТ 2.305-68. Главным изображением может быть вид, разрез или сочетание вида с разрезом. Положение главного изображения детали на рабочем чертеже может и не соответствовать ее положению на главном виде сборочного чертежа. Следует учитывать, что детали, обрабатываемые обточкой и расточкой (оси, втулки, валы, штоки, фланцы и пр.), изображают на главном виде, как правило, горизонтально, то есть в том положении, в каком они обрабатываются на токарном станке.

4. Намечают необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), исходя из требований стандарта о том, что количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о форме и размерах детали. Количество и характер изображений детали на рабочем чертеже могут соответствовать и не соответствовать числу изображений на сборочном чертеже.

5. Выбирают масштаб изображения детали в соответствии с ГОСТ 2.302-68. При детализации не обязательно придерживаться одного и того же масштаба для всех деталей. Мелкие или сложные по форме детали выполняют в более крупном масштабе.

6. Выбирают формат, необходимый для выполнения рабочего чертежа в соответствии с ГОСТ 2.301-68. Как правило, рекомендуемый формат приводится в спецификации изделия. Если необходимо, то используют не только основные, но и дополнительные форматы.

7. Вычерчивают изображение детали и оформляют чертеж в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73, согласно которому на чертежах сборочных единиц, как правило, применяются упрощенные или условные изображения некоторых элементов деталей, а некоторые элементы совсем не изображают, если это не влияет на чтение чертежа. То есть на рабочем чертеже должны найти отражение и те элементы детали, которые на сборочном чертеже либо совсем не изображены, либо изображены упрощенно.

К таким элементам относятся:

- а) литейные и штамповочные уклоны, конусности, скругления;
- б) проточки, канавки для выхода резьбонарезающего инструмента;
- в) внешние и внутренние фаски;
- г) галтели, переходы и т.п.

Размеры этих элементов конструкции берут не по сборочному чертежу, а из специальных стандартов.

Некоторые технологические операции выполняют в процессе сборки изделия, например: расклепывание, развальцовывание, запрессовку, сверление при сборке и др. На сборочном чертеже или в технических условиях обычно эти операции оговариваются. При выполнении рабочего чертежа деталь следует изображать в том виде, в каком она поступает на сборку, то есть до выполнения тех технологических операций, о которых речь шла выше.

8. Проставляют на рабочем чертеже размеры, помня о том, что количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для определения величины изображенной детали и ее элементов. Размеры, указанные на сборочном чертеже, могут и не соответствовать масштабу, отмеченному в основной надписи. Это объясняется условиями тиражирования чертежей. Поэтому для определения размеров детали и ее конструктивных элементов используют угловой график масштабов. Особое внимание следует обратить на то, чтобы размеры смежных, сопряженных деталей были между собой увязаны. Вместе с размерами сопряженных элементов детали должны быть проставлены допуски и посадки. Размеры стандартных элементов детали (проточек, канавок, фасок, резьбы и пр.) должны быть проверены по соответствующим стандартам.

9. Обозначения шероховатости поверхностей наносят, исходя из условий работы детали, либо из технологии ее изготовления.

10. Окончательно оформляют чертеж, основную надпись, технические требования.

На рисунках 7.20–7.25 приводятся рабочие чертежи всех деталей, входящих в кран сливной.

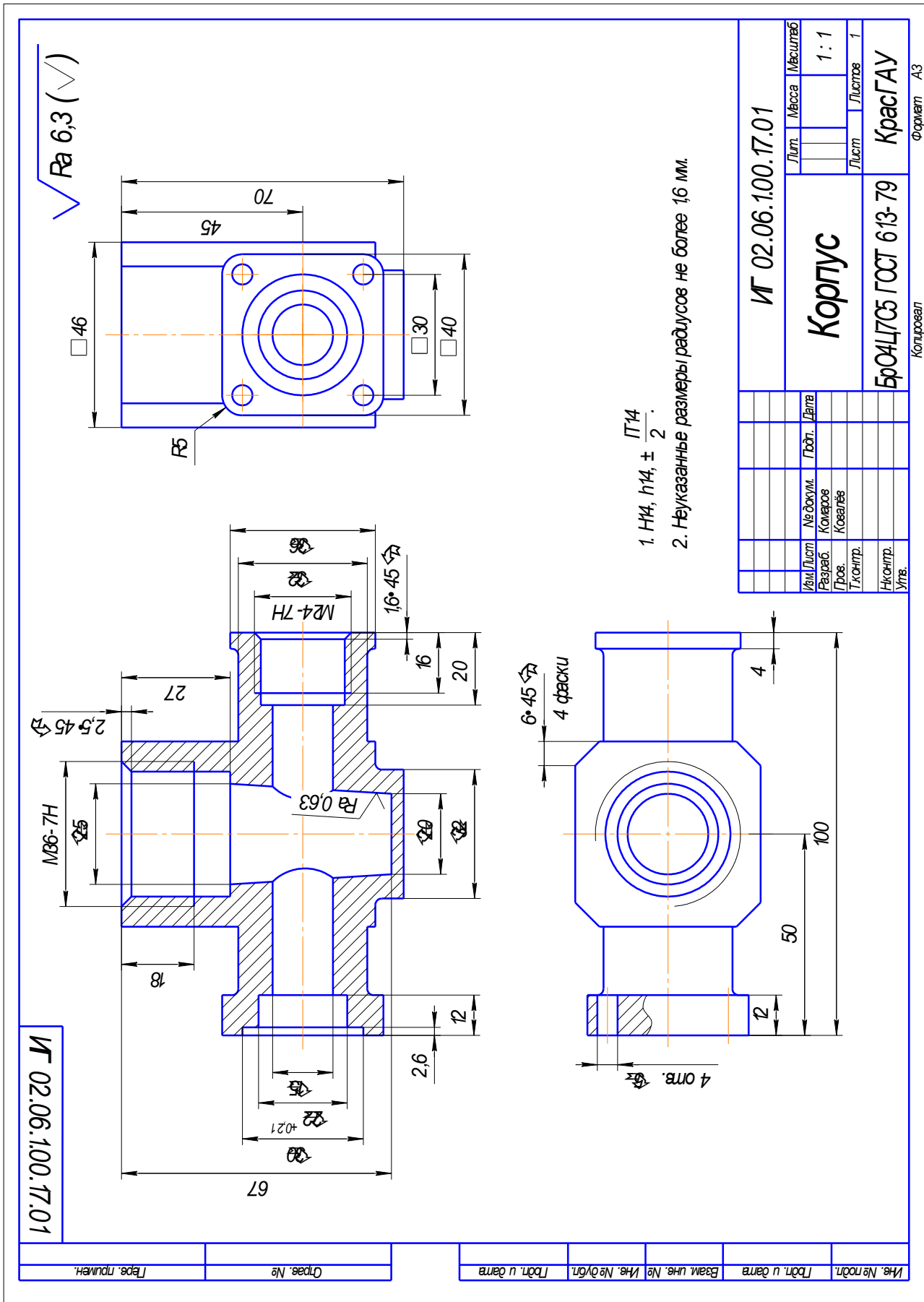
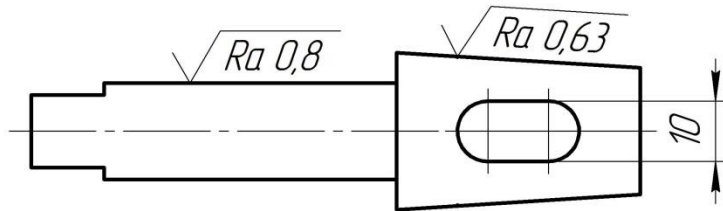
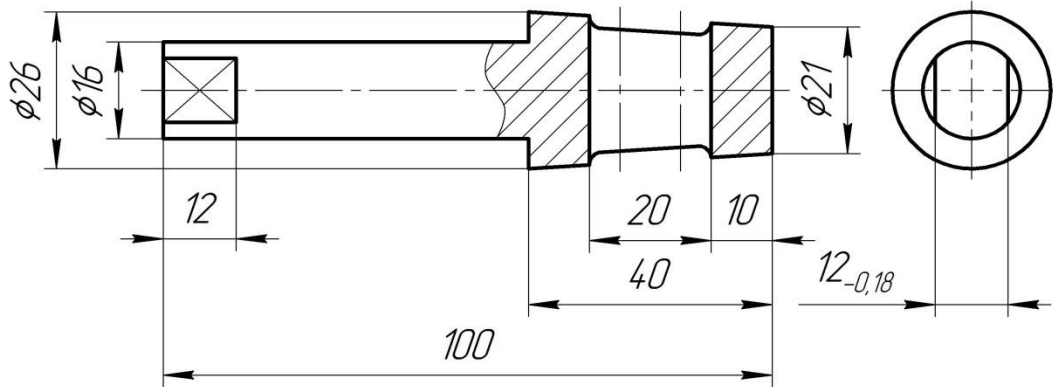


Рис. 7.20. Рабочий чертеж корпуса

ИГ 02.06.1.00.17.02

$\sqrt{Ra 1,6}$ (\checkmark)



Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002: H14, h14, $\pm t_2/2$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИГ 02.06.1.00.17.02		
Разраб.					Лист	Масса	Масштаб
Пров.							1:1
Т.контр.					Лист	Листов	1
И.контр.					Бр04Ц7С5 ГОСТ 613-79		
Утв.							

Формат А4

Рис. 7.21. Рабочий чертеж пробки

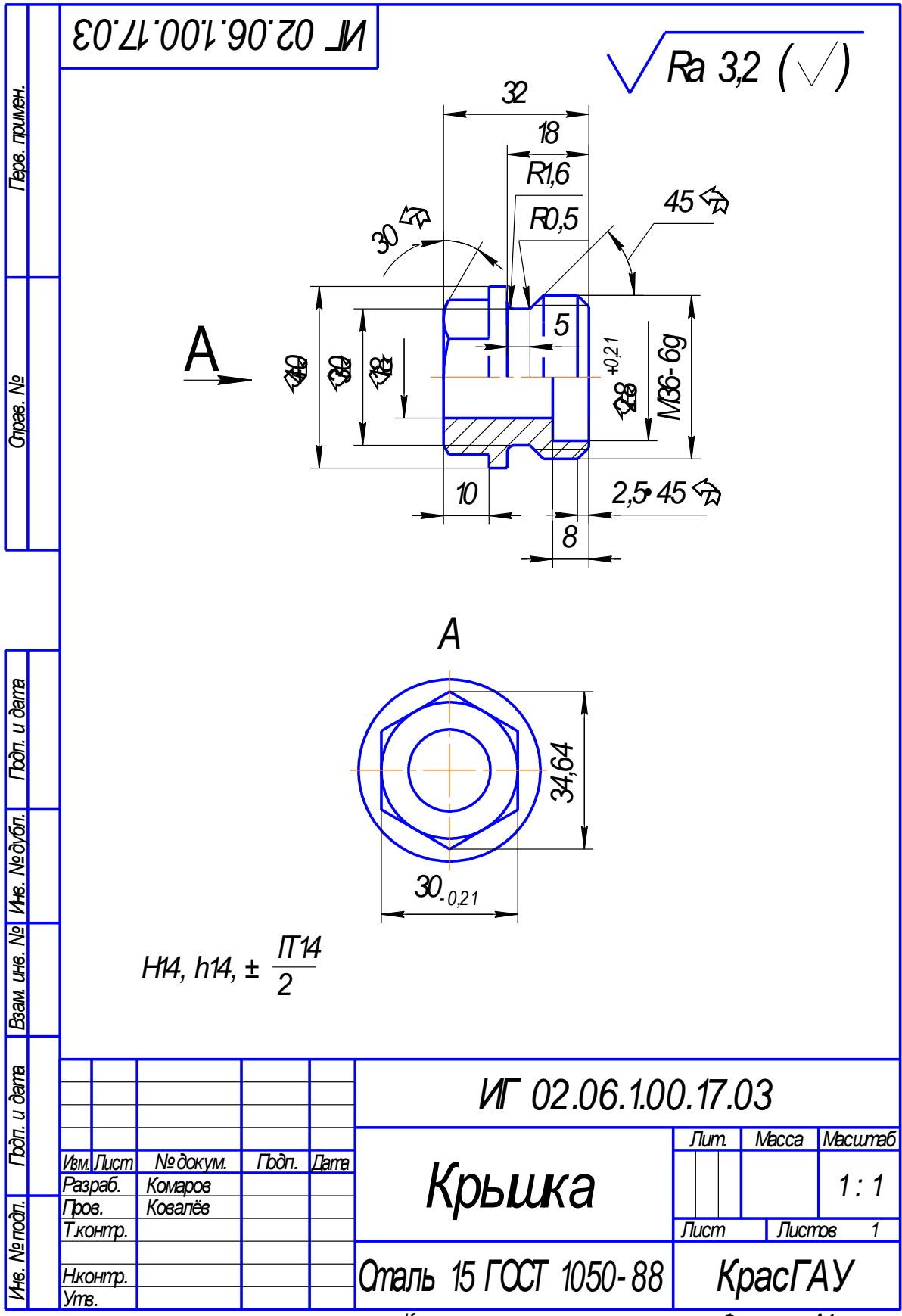
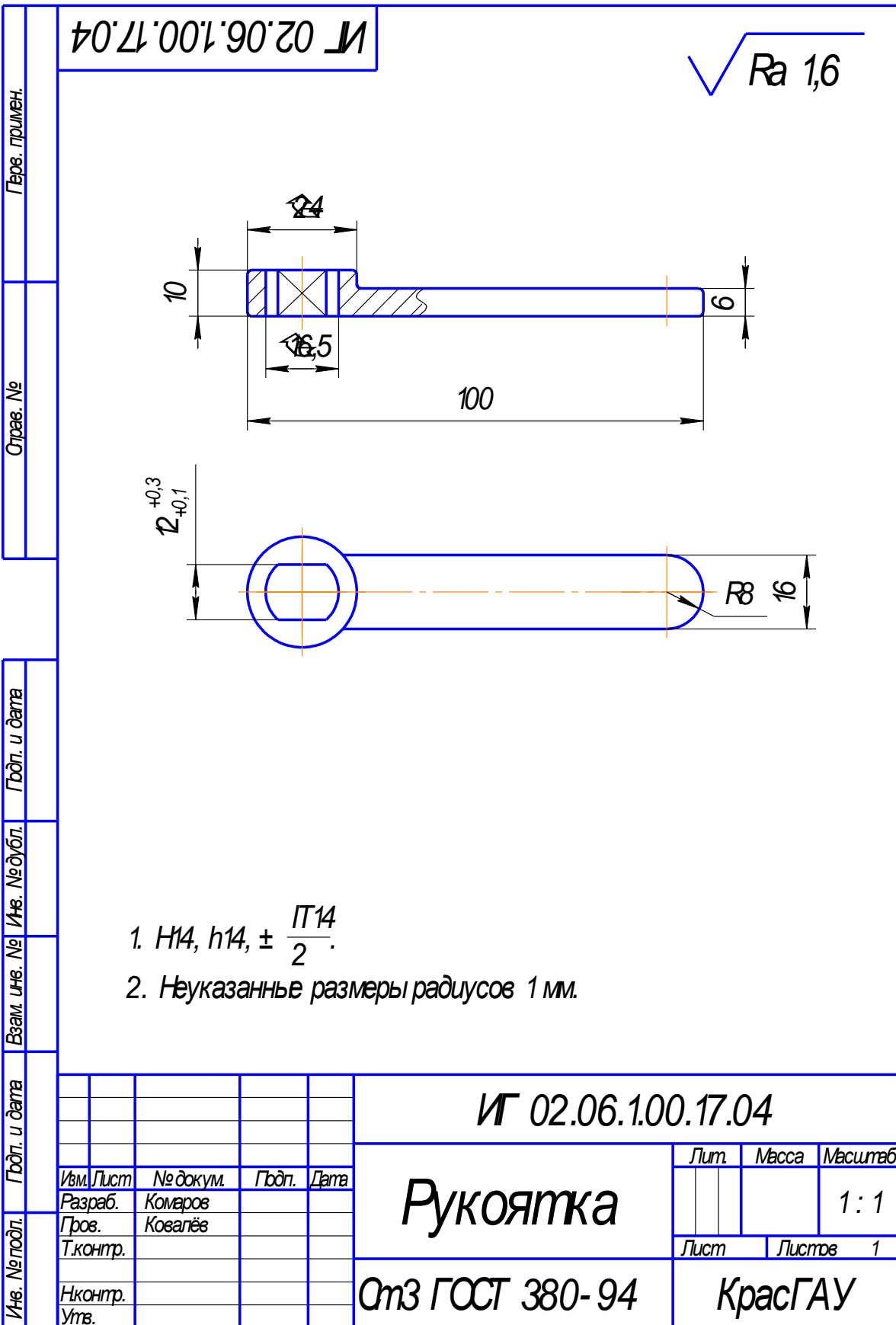


Рис. 7.22. Рабочий чертеж крышки



Копировал

Формат А4

Рис. 7.23. Рабочий чертеж рукоятки

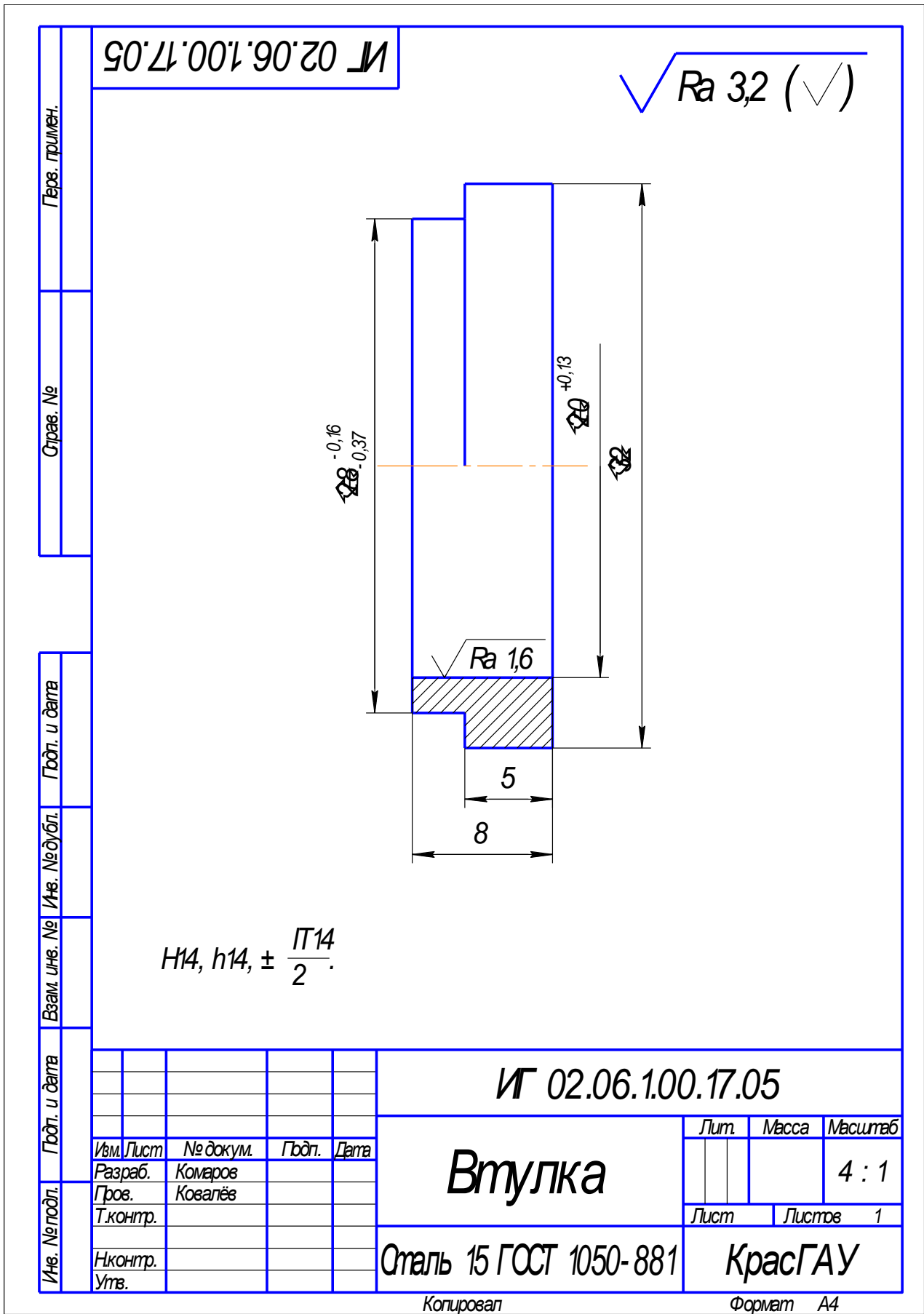


Рис. 7.24. Рабочий чертеж втулки

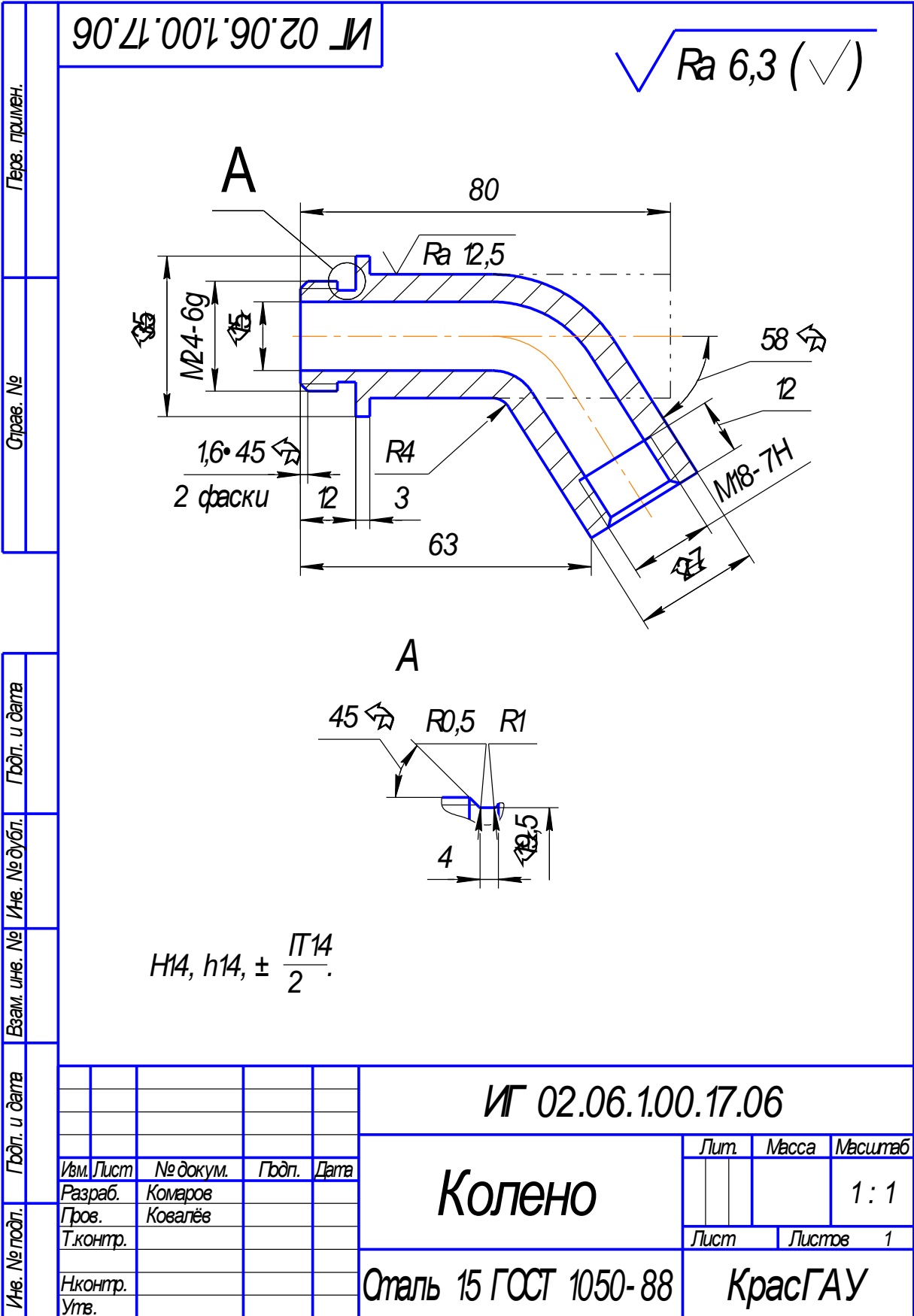


Рис. 7.25. Рабочий чертеж колена

8. СХЕМЫ

8.1. Общие правила выполнения схем

Многие современные машины, станки, механизмы, аппараты имеют механические, электрические, гидравлические или пневматические устройства. Изучить принцип действия машин по сборочным чертежам и чертежам общих видов очень трудно, а подчас и невозможно, поэтому часто выполняют особые упрощенные изображения – схемы, позволяющие значительно быстрее понять принцип работы машины.

На схемах детали изображаются упрощенно посредством условностей, установленных государственными стандартами. Например, на кинематических схемах различные валы, оси, стержни, шатуны условно обозначаются утолщенной прямой линией; шкивы, несмотря на разнообразие их конструкции, изображаются на одной проекции в виде окружностей, на другой – в виде прямоугольников с осью посередине без разделительных линий на стыках ступеней.

Схемы входят в комплект конструкторской документации и содержат вместе с другими документами необходимые данные для проектирования, изготовления, сборки, регулировки, эксплуатации изделий.

Схемы предназначаются:

- на этапе проектирования – для выявления структуры будущего изделия при дальнейшей конструкторской проработке;
- на этапе производства – для ознакомления с конструкцией изделия, разработки технологических процессов изготовления и контроля деталей;
- на этапе эксплуатации – для выявления неисправностей и использовании при техническом обслуживании.

Схема – графический документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (ГОСТ 2.102-68). Правила выполнения и оформления схем содержатся в стандартах седьмой классификационной группы ЕСКД.

Общие требования к выполнению схем, их виды, типы и обозначения устанавливает ГОСТ 2.701-2008. Этот стандарт содержит следующие термины и определения:

– *элемент схемы* – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, муфта, насос, резистор, трансформатор) и собственные условные обозначения;

– совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (плата, блок, шкаф и т.д.), называется *устройством*;

– совокупность элементов, не объединенных в одну конструкцию, но выполняющих в изделии определенную функцию, называется *функциональной группой*;

– если элемент, функциональная группа и устройство выполняют определенную функцию, то их называют *функциональной частью*;

– совокупности элементов, функциональных групп и устройств с линиями взаимосвязей, образующих канал или тракт определенного назначения являются *функциональными цепями*;

– отрезки линий, указывающие на наличие связи между функциональными частями изделия, называют *линиями взаимосвязи*;

– *установка* – условное наименование объекта в энергетических сооружениях, на который выпускается схема.

Все схемы в зависимости от характера составных элементов и связей между ними разделяются на следующие виды, обозначаемые буквами: *электрические* – Э, *гидравлические* – Г, *пневматические* – П, *кинематические* – К, *оптические* – Л, *вакуумные* – В, *газовые* – Х, *деления* – Е, *энергетические* – Р, *комбинированные* – С.

В зависимости от своего основного назначения схемы делятся на типы, обозначаемые цифрами: *структурные* – 1, *функциональные* – 2, *принципиальные* – 3, *соединений* – 4, *подключения* – 5, *общие* – 6, *расположения* – 7, *объединенные* – 0.

Наименование схемы определяется ее видом и типом (например, «Схема электрическая принципиальная», «Схема гидравлическая соединений»).

Обозначение схемы, входящей в состав конструкторской документации, состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы, например, Э3 – схема электрическая принципиальная, С2 – схема гидропневматическая функциональная и т.д.

8.1.1. Требования производства к схемам

Схемы, поясняющие принцип действия устройства и взаимосвязь между элементами, строят с учетом следующих требований.

1. Схемы выполняют на листах стандартных форматов (схема может состоять из одного или нескольких листов). Документ снабжают основной надписью по ГОСТ 2.104-2006. Наименование схемы вписывают в графу 1 основной надписи после наименования изделия, для которого выполнена схема, шрифтом меньшего размера, чем наименование изделия. Обозначение схемы вписывают в графу 2 основной надписи после обозначения изделия по типу АБВГ.ХХ.ХХ.ХХХ.Э1.

2. Формы всех знаков (упрощенных изображений или условных обозначений) для элементов различных систем выполняют согласно стандартам ЕСКД, а также в виде упрощенных внешних очертаний и прямоугольников.

3. Условные знаки вычерчивают без соблюдения масштаба, но с сохранением одинаковой величины при повторении их на одной схеме. Действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывают или учитывают приближенно. Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° . Допускается условные графические обозначения поворачивать на угол, кратный 45° , или изображать зеркально повернутыми.

4. Условные обозначения элементов в принципиальных схемах располагают так, чтобы обеспечить возможность соединения этих элементов между собой кратчайшими линиями связи (электропровода, трубопроводы гидropневмосистем и т.п.), горизонтальными или вертикальными отрезками с наименьшим числом изломов и пересечений. В некоторых случаях допускается применять наклонные линии связи, по возможности небольшой длины. Если пересечений линий связей не удастся избежать, то ГОСТ допускает их обрывы, которые заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места подключения (например, строчными буквами русского алфавита). Если схема состоит из нескольких листов, то линии связи, переходящие с одного листа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы с указанием мест подключения.

5. Условные знаки на схемах вычерчивают в ортогональной или наглядной (аксонометрической) проекции.

Трудоемкость выполнения схем можно значительно снизить за счет применения специально изготовленных трафаретов и штампов.

6. При выполнении схем стремятся не загружать их второстепенными деталями. Например, корпус, подшипники и другие опоры не изображают в тех случаях, когда это не затрудняет правильного понимания изображенного устройства.

7. Схемы выполняют возможно компактнее, но так, чтобы компактность не снижала их ясности и простоты чтения. Форматы схем выбирают такие, чтобы ими было удобно пользоваться в условиях производства и при эксплуатации изделий.

8. Для обеспечения хороших копий, а также для наглядности и рельефности схем применяют следующие примерные соотношения толщин основных линий в зависимости от их назначения:

– в кинематических схемах линии кинематических связей, т.е. условные изображения таких деталей, как, например, валы, стержни, шатуны, вычерчивают сплошными линиями толщиной s (обычно 1 мм); для изображения подшипников, шкивов, зубчатых колес, муфт, втулок и т.п. толщина линий выбирается примерно $s/2$ (обычно 0,5 мм), и тонкими линиями $s/3$ вычерчивают оси, окружности зубчатых колес, шпонки, габариты изделия и т.п.;

– в электрических схемах линии электрических связей вычерчивают сплошными линиями толщиной s , линии условных очертаний приборов – $1,5s \dots 2s$.

Расстояние между соседними параллельными линиями взаимосвязи должно быть не менее 3 мм. Расстояние между соседними линиями условных графических обозначений должно быть не менее 1 мм.

9. Надписи на схемах дают краткие и предельно ясные. Выполняют их стандартным чертежным шрифтом. Допускается на схемах помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схем. Их помещают около условных графических обозначений (номинальные значения параметров) или на свободном поле схемы над основной надписью (диаграммы, таблицы, текстовые указания).

10. Условности, отличные от установленных стандартами ЕСКД, которые оказалось необходимым ввести в схему, должны быть пояснены. Так, при изображении проволок различных систем приме-

няют различные линии и поясняют их значение на поле самой схемы в виде примечаний.

8.1.2. Последовательность чтения схем

Схемы обычно читают полностью – от начала до конца, когда изображенное устройство или система рассматриваются или изучаются впервые, и выборочным порядком, когда схема уже знакома, а рассматривается только отдельная ее часть (измененная, модифицированная) для уточнения отдельных элементов, их связей и характеристик.

Анализируя процесс чтения, можно выделить следующие основные операции:

1. Общее ознакомление со схемой. Установление по условным изображениям ее элементов группы, к которой относится данная схема. Это выполняется почти мгновенно, беглым обзором схемы.

2. Ознакомление со всеми элементами схемы по их условным изображениям и обозначениям. Опытный специалист видит за всеми этими условностями не отвлеченные знаки, а совершенно конкретные детали, готовые изделия, приборы, связи с подробными их характеристиками и принципами работы.

3. Определение точных наименований и обозначений всех элементов, уточнение их характеристик; при этом используются спецификация и условные буквенные обозначения на самой схеме.

4. Полное уяснение принципа работы всего устройства и назначения всех его элементов путем последовательного выяснения связей между ними. Эта работа начинается еще при рассмотрении отдельных элементов, так как приходится для выяснения их значения устанавливать взаимосвязь с другими элементами, поскольку иногда посредством одной и той же условности могут обозначаться приборы с разными функциями.

В такой примерной последовательности весь процесс чтения проходит обычно как одно целое, независимо от типа схемы.

8.2. Электрические схемы

Современные приборы, станки, автоматические линии имеют различные электрические устройства, для пояснения которых составляют электрические схемы. Чтобы хорошо читать электрические схе-

мы, надо знать не только условные графические обозначения, но и твердо усвоить основы электротехники.

Электрические схемы выполняют в соответствии с ГОСТ 2.701-2008. Кроме того, при выполнении электросхем руководствуются правилами выполнения всех типов электросхем, подробно изложенными в ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД «Схемы электрические. Общие требования к выполнению».

Для уяснения различий в выполнении и оформлении каждого типа схем рассмотрим *семь типов электрических схем: структурная, функциональная, принципиальная (полная), соединений (монтажная), подключения, общая и расположения.*

8.2.1. Структурная схема

Структурная схема определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязь.

Структурные схемы разрабатывают при проектировании изделий на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием.

На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части изображают в виде прямоугольников. Отдельные элементы схемы допускается изображать в виде условных графических обозначений. При изображении элементов схемы в виде прямоугольников наименования, обозначения (номера) или типы (шифры) элементов и устройств вписывают внутрь прямоугольников.

В случае обозначения функциональных частей схемы номерами или шифрами последние должны быть расшифрованы на поле схемы в таблице произвольной формы. На линиях взаимосвязей направление хода процессов обозначают стрелками в соответствии с ГОСТ 2.721-74. Построение структурной схемы должно давать представление о ходе рабочего процесса в направлении слева направо (рис. 8.1).

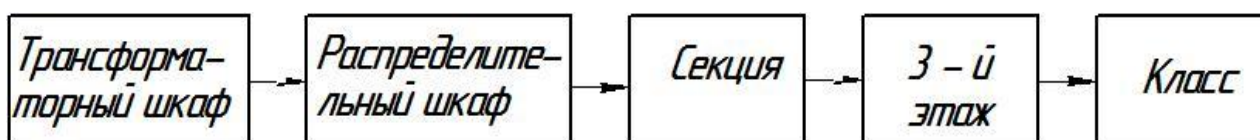


Рис. 8.1. Схема структурная

8.2.2. Функциональная схема

Функциональная схема поясняет процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом.

Функциональными схемами пользуются для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, контроле и ремонте.

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия, участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями. Функциональные части на схеме изображают в виде условных графических обозначений. Допускается отдельные функциональные части изображать в виде прямоугольников.

Сведения о виде и размерах условных графических обозначений в схемах приведены в стандартах седьмой классификационной группы (ГОСТ 2.728-74 и др.).

На схеме должны быть указаны:

- для каждого устройства, обозначенного прямоугольником, его наименование, вписанное в прямоугольник (или шифр);
- для каждого элемента – позиционное обозначение.

На схеме рекомендуется указывать технические характеристики функциональных частей (рядом с графическим обозначением или на свободном поле схемы), поясняющие надписи, диаграммы (рис. 8.2).

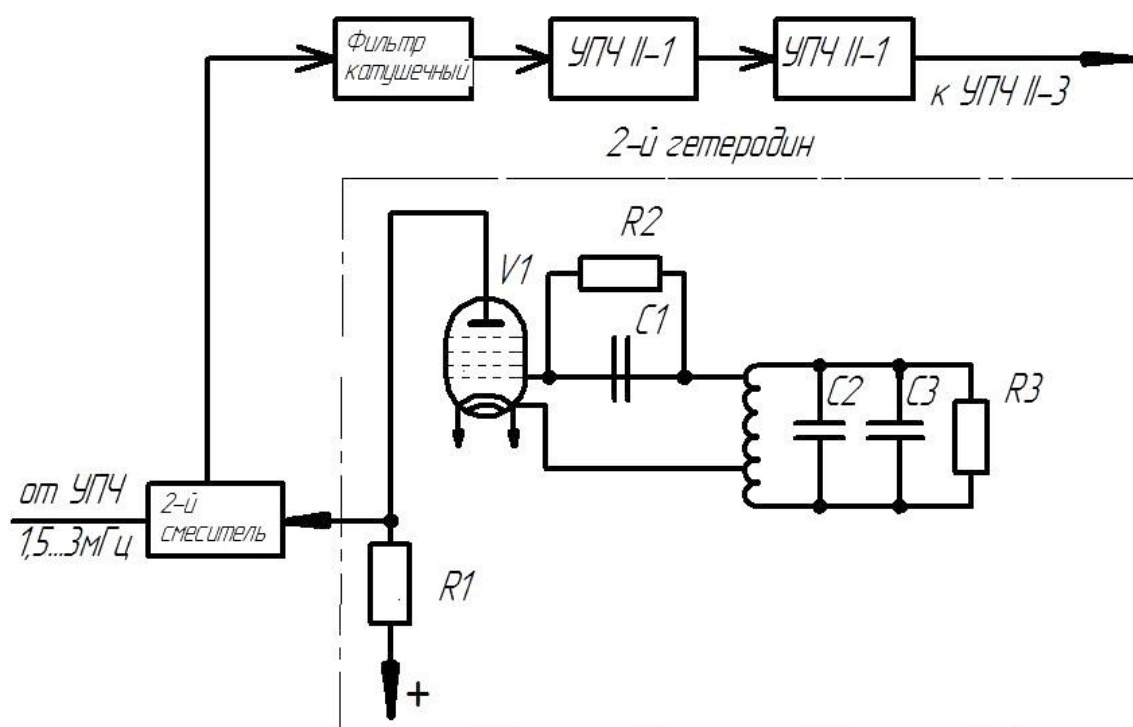


Рис. 8.2. Схема электрическая функциональная

8.2.3. Принципиальная схема

Принципиальная (полная) схема определяет полный состав элементов и связей между ними, а также дает полное детальное представление о принципах работы изделия.

Принципиальные (полные) схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов, например, схем соединений (монтажных) и чертежей. Пользуются ими для изучения принципов работы изделий, а также при наладке, контроле и ремонте изделий.

На принципиальной электрической схеме изображают все электрические элементы, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, и все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т.п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Схемы вычерчивают для изделий, находящихся в отключенном состоянии.

Элементы изображают в виде условных графических обозначений. Размеры и форма условных графических обозначений приведены в соответствующих стандартах седьмой классификационной группы (ГОСТ 2.747-68 и др.). Их примеры даны в таблице 8.1.

Элементы соединяют между собой линиями электрической связи. При большом числе линий связи и их большой протяженности рекомендуется группировать электрически не связанные линии, увеличивая расстояние между группами. При этом вход и выход единичной линии в групповую должен быть обозначен цифрами или буквами.

При выполнении схемы пользуются строчным способом: условные графические обозначения элементов в соответствии с функциональным назначением группируют в горизонтальные и вертикальные цепи.

Все элементы, изображенные на схеме, должны иметь позиционные обозначения.

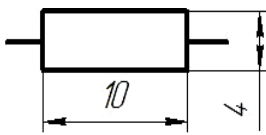
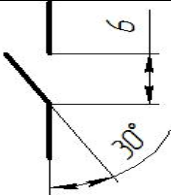
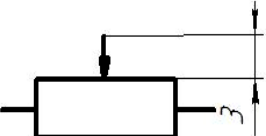
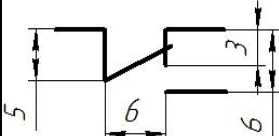
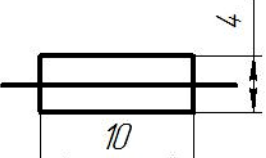
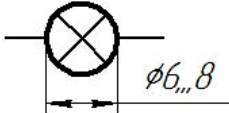
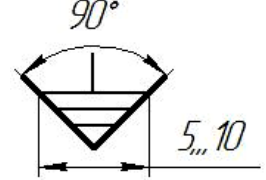
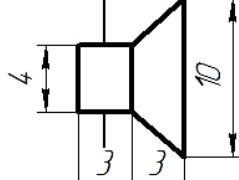
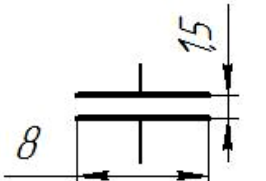
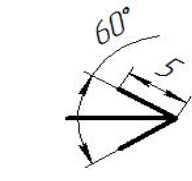
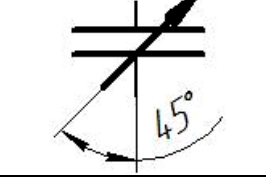
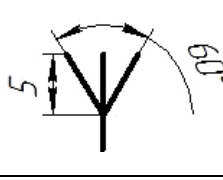
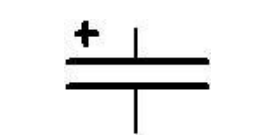
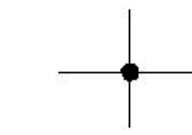
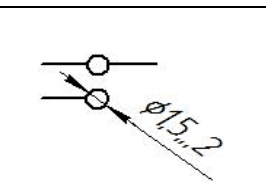
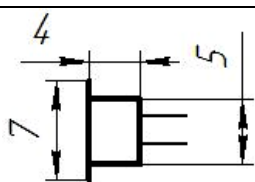
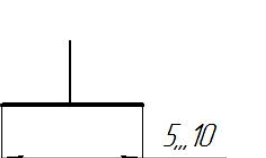
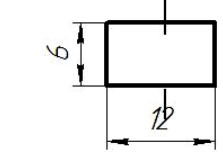
Позиционное обозначение должно состоять в общем случае из трех частей, имеющих самостоятельное смысловое значение и записываемых без разделительных знаков и пробелов:

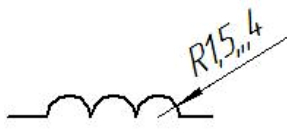
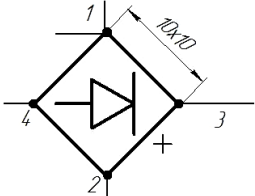

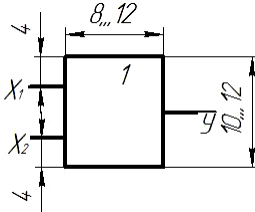
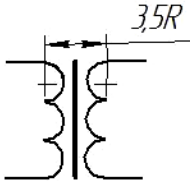
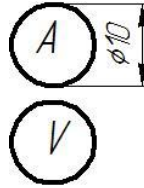
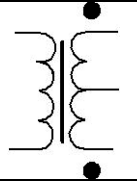
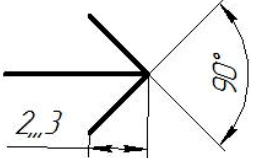
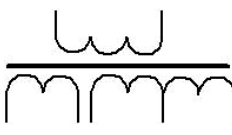
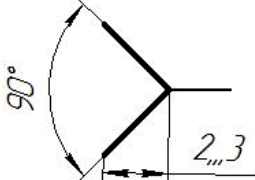
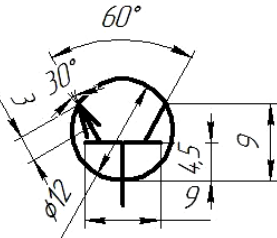
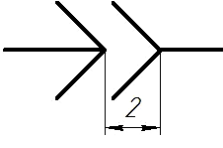
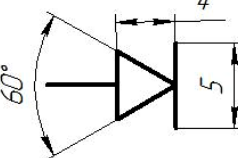
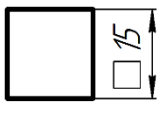
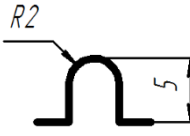
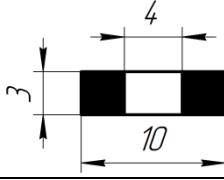
I часть – буквенный код элемента, определяющий его вид, – одна или несколько букв латинского алфавита.

II часть – порядковый номер элемента в пределах элементов данного вида – одна или несколько арабских цифр.

Таблица 8.1

Условные графические обозначения элементов электрических схем

Наименование	Обозначение	Код	Наименование	Обозначение	Код
Резистор постоянный		R	Контакт коммутационного устр-ва замыкающий		S'
Резистор переменный		R	Контакт переключающий		S_o
Предохранитель плавкий		FU	Лампа сигнальная, осветительная		HL EL
Заземление		—	Громкоговоритель		BA
Конденсатор постоянной ёмкости		C	Поток электромагнитной энергии		—
Конденсатор переменной ёмкости		C	Антенна, общее обозначение		W
Конденсатор электролитический		C	Линия электрической связи с ответвлением		—
Контакт разборного соединения		—	Телефон		BF
Корпус		—	Обмотка реле		K

Наименование	Обозначение	Код	Наименование	Обозначение	Код
Катушка индуктивности		L	Однофазный мостовой выпрямитель		V
Катушка индуктивности с сердечником, дроссель		L	Двоичный логический элемент «Или»		DD
Трансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником		T	Прибор измеряющий: амперметр, вольтметр		PA PV
Трансформатор дифференциальный		T	Штепсель		XP
Трансформатор трёхфазный с ферромагнитным сердечником		T	Гнездо		XS
Транзистор типа n-p-n		VT	Разъём штепсельный		XT
Диод полупроводниковый		VD	Устройство квантовое		D
Элемент нагревательный		EK	Гнездо телефонное		X

III часть – функциональное назначение данного элемента – одна или несколько букв латинского алфавита (буквенный код функционального назначения).

Порядковые номера элементам схемы присваивают, начиная с единицы, в пределах группы элементов данного вида, например, С1, С2 и т.д., в соответствии с последовательностью расположения этих элементов на схеме, считая, как правило, сверху вниз в направлении слева направо.

Буквы и цифры позиционного обозначения выполняют чертежным шрифтом одного размера.

Расположение условных графических обозначений элементов определяется логикой процесса и удобством чтения схемы, возможностью нанесения позиционных обозначений и, при необходимости, номинальных параметров элементов. Надписи, по возможности, должны быть сверху или справа от условных графических обозначений.

На схемах рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей (напряжение, ток, частоту или иные характеристики) и адреса внешних соединений, записывая их в таблицы, помещаемые взамен условных графических обозначений входных (выходных) элементов (разъемов, плат и т.п.).

Каждой таблице присваивают позиционное обозначение замененного элемента (X1, X2, ...).

Разрешается для удобства выполнять таблицы разнесенным способом, при этом наименование граф производится только на одной из них.

Пример таблицы представлен на рисунке 8.3. В графе таблицы «Цепь» записывают характеристики входных и выходных цепей. В графе «Адрес» записывают адреса внешних соединений.

Для примера расшифруем запись = A1 – X2 : 3:

A1 – обозначение устройства;

X2 – позиционное обозначение разъема два в устройстве A1;

3 – обозначение контакта три в разъеме X2 устройства A1;

«=», «–», «:» – квалифицирующие символы.

Эта запись показывает, что контакт данного изделия должен быть соединен с третьим контактом второго разъема, принадлежащим первому устройству. Данные об элементах, изображенных на схеме, указывают в перечне элементов. Связь между условными гра-

фическими обозначениями и перечнем элементов осуществляется с учетом позиционных обозначений.

X1		
Конт.	Цепь	Адрес
1	$\Delta f=0,3\dots3$ кГц; $R_H=10$ Ом	= A1 – X1 : 1
2	$U_{\text{вых}}=0,5$ В; $R_H=600$ Ом	= A1 – X1 : 2
3	$U_{\text{вых}}=+60$ В; $R_H=500$ Ом	= A1 – X1 : 3
4	$U_{\text{вых}}=+20$ В; $R_H=1$ кОм	= A1 – X1 : 4

Рис. 8.3. Пример таблицы на схеме

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют на отдельных листах формата А4 в виде самостоятельного текстового документа с основной надписью для текстовых документов по формам 2 и 2а ГОСТ 2.104-2006. В графе 1 основной надписи перечня записывают наименование изделия, для которого составлен перечень, а под ним делают запись «Перечень элементов» шрифтом на один-два размера меньшим того, каким записано наименование изделия. Во второй графе основной надписи помещают шифр «П», присвоенный документу, а вслед за этим – шифр схемы, например: ПЭЗ – перечень схемы электрической принципиальной.

Перечень элементов оформляют в виде таблицы, заполненной сверху вниз (рис. 8.4).

При размещении перечня на листе схемы его располагают, как правило, над основной надписью чертежа на расстоянии 12 мм от нее. Продолжение перечня разрешается помещать слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

В графах перечня указывают следующие данные: в графе «Поз. обозначение» – позиционное обозначение элемента; в графе «наименование» – наименование элемента схемы в соответствии с документом, на основании которого он применен; в графе «Кол.» – количество одинаковых элементов; в графе «Примечание» при необходимости приводят технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примеч.	15
20	110		10	8
185				

Рис. 8.4. Таблица перечня элементов

Элементы в перечень записывают по группам в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы элементы располагают в порядке возрастания номеров. Элементы одного вида с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, записывают в перечень элементов одной строкой. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, а в графе «Кол.» указывают общее число этих элементов.

При записи элементов одной группы, имеющих одинаковые буквенные обозначения, в графе «Наименование» не повторяют в каждой строке наименование элемента, а записывают его в виде заголовка к соответствующему разделу, подчеркивая тонкой сплошной линией. Аналогичным образом не повторяют обозначения документа, на основании которого применены элементы данной группы с различными параметрами. Единицы измерения указывают упрощенно.

Элементы, параметры которых подбирают при регулировании изделия, на схеме обозначают звездочкой, а на свободном поле схемы помещают сноску: «**Подбирается при регулировании*» и при этом в графе перечня элементов «Примечание» указывают предельные допустимые значения параметров.

Схемы допускается выполнять со следующими упрощениями:

– при наличии в изделии нескольких одинаковых элементов, соединенных параллельно, изображают только одну ветвь, указав число ветвей при помощи обозначения ответвления (рис. 8.5, а). Около условного графического обозначения такого элемента указывают позиционные обозначения всех элементов;

– при наличии в изделии нескольких одинаковых элементов, соединенных последовательно, изображают и обозначают (с учетом пропущенных) только крайние элементы (рис. 8.5, б). Электрические связи между ними показывают штриховыми линиями, над которыми указывают общее число одинаковых элементов.

В обоих случаях в перечень элементов такие элементы записывают в одну строку.

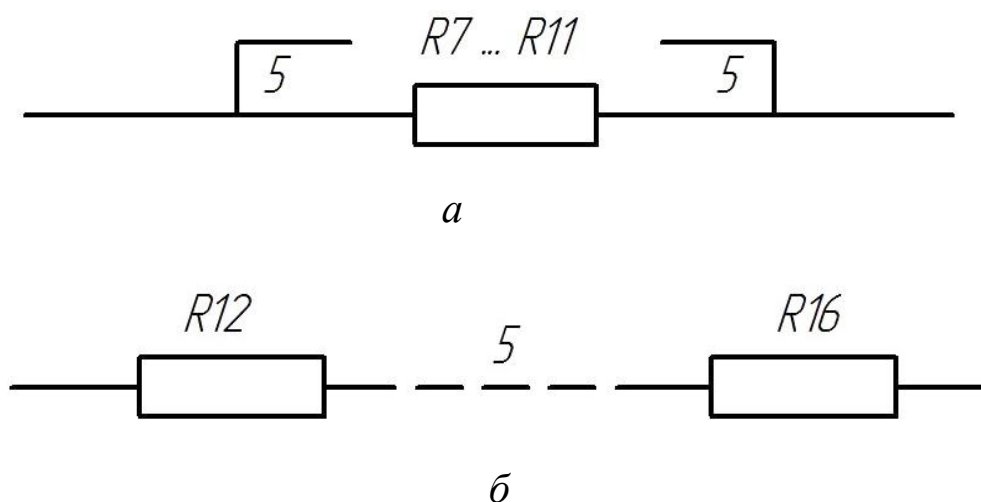


Рис. 8.5. Упрощения на электрических схемах

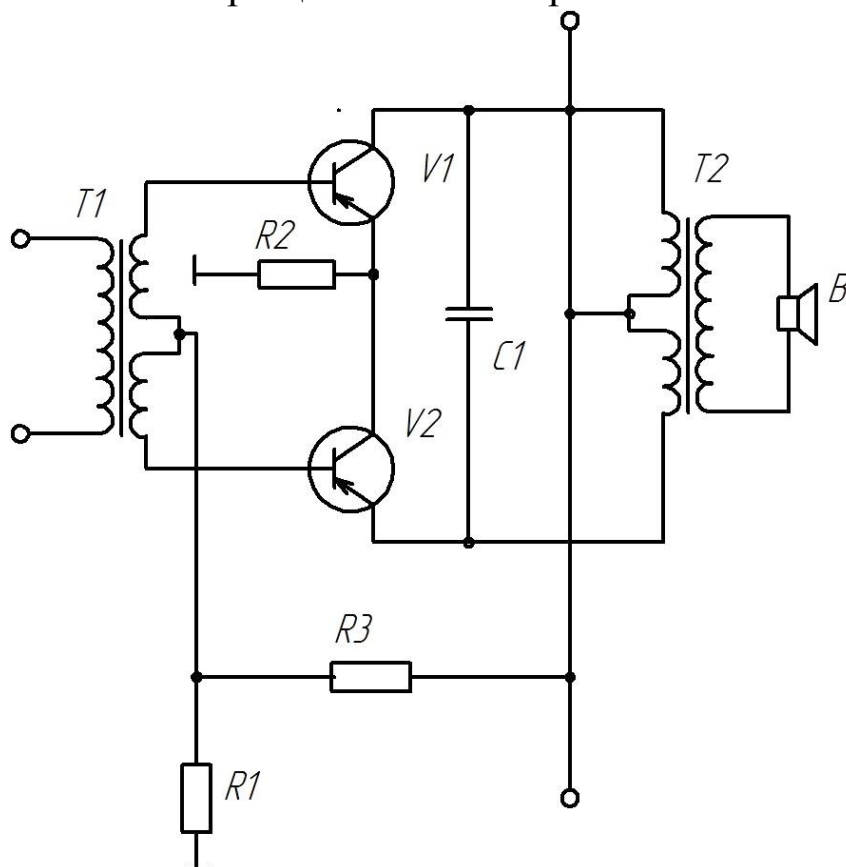


Рис. 8.6. Схема электрическая принципиальная

8.2.4. Схема соединений (монтажная)

Схема соединений (монтажная) показывает, каким образом соединены между собой составные части изделия, и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода.

Схемами соединений пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии (установке), а также для осуществления присоединений и при контроле, эксплуатации и ремонте изделий (установок).

На схеме соединений изображают все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (разъемы, платы, зажимы и т.п.) и соединения между ними. Устройства изображают в виде прямоугольников или внешними очертаниями, элементы – в виде условных графических обозначений, прямоугольников или внешними очертаниями. В последнем случае внутри устройств допускается помещать условные графические обозначения элементов.

Расположение условных графических обозначений устройств и элементов на схеме должно примерно соответствовать их действительному размещению в изделии.

Расположение изображений входных и выходных элементов или выводов внутри условных графических обозначений устройств и элементов также должно примерно соответствовать их действительному расположению в устройстве или элементе.

Около условных графических обозначений устройств и элементов указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме, или наименование устройств.

На схеме следует указывать обозначения выводов, нанесенные на изделие или установленные в документации изделия.

Устройства с одинаковыми внешними подключениями изображают на схеме с указанием подключений только для одного из них. При изображении разъемов или других многоконтактных изделий отдельные контакты не изображают, заменяя их таблицами, в которых указывают подключение контактов, а линии, изображающие провода, подводят к контуру такого изделия. Аналогично допускается указы-

вать характеристики входных и выходных цепей и адреса соединений.

Провода, жгуты, кабели показывают на схеме линиями толщиной от 0,4 до 1,0 мм. Допускается отдельные провода, идущие на схеме в одном направлении, сливать в общую линию. В этом случае при подходе к контактам каждый провод показывают отдельно. Во избежание многократных пересечений допускается обрывать линии, изображающие провода, жгуты, кабели с указанием мест присоединения. Провода, жгуты, кабели обозначают порядковыми номерами в пределах изделия (нумерация сквозная). Номера проводов и жил кабелей проставляют около обоих концов их изображений. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещенных в разрывах изображений кабелей, вблизи от мест разветвления жил кабеля. Номера жгутов проставляют на полках линий-выносок около мест разветвления проводов жгута.

На схеме указывают марку и сечение проводов, марку, количество и сечение жил кабеля. При необходимости указывают расцветку проводов. Сведения о числе жил помещают в прямоугольнике справа от обозначения кабеля. При большом числе соединений составляют таблицу соединений, в которой указывают места присоединения проводов к устройствам и элементам схемы.

На рисунке 8.7 представлена электрическая схема соединений. На ней устройства изображены в виде прямоугольников. Элементы схемы даны в виде условных графических обозначений. Элементы, входящие в состав устройств, расположены внутри прямоугольников, которыми изображены устройства, с учетом действительного расположения (трехпозиционный выключатель $S1$; плавкие предохранители $F1, F2, F3$; амперметр A ; вольтметр V ; резистор $R1$ – шунт).

Элементам присвоены те же позиционные обозначения, которые были у них на принципиальной схеме. На чертеже показаны сальники в виде условных графических обозначений. Кабели и провода пронумерованы в соответствии с вышеуказанными правилами. Двигатель M соединен с устройством трехжильным кабелем, генератор – двухжильным. Остальные соединения выполнены одиночными проводами. Около изображений проводов и кабелей даны надписи, определяющие марку провода, сечение и число проводов.

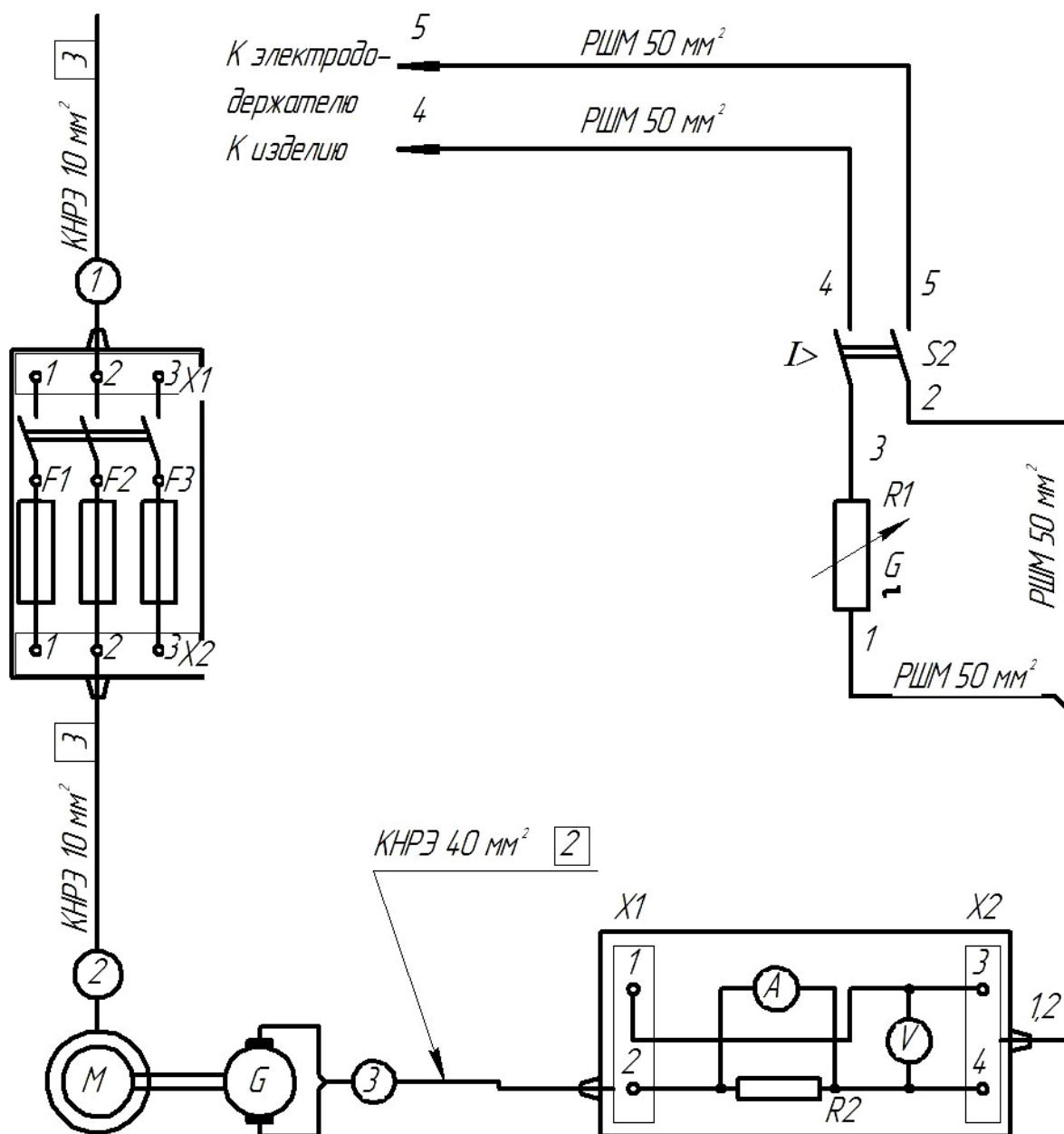


Рис. 8.7. Схема электрическая соединений

8.2.5. Схема подключения

Схема подключения показывает внешние подключения изделия.

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

На схеме подключения должны быть изображены изделие, его входные и выходные элементы (разъемы, зажимы и т.п.) и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия (характеристики внешних цепей, адреса). На схеме изделия и их составные части изо-

бражают в виде прямоугольников, а входные или выходные элементы – в виде условных графических обозначений.

Входные и выходные элементы внутри изделия размещают в соответствии с их действительным расположением в изделии и указывают их позиционные обозначения. На схеме допускается указывать марки и сечения проводов, марки кабелей, число жил и их сечение.

На рисунке 8.8 показана электрическая схема подключения. Составные части изделия на схеме изображены в виде прямоугольников, а входные и выходные элементы (клеммные зажимы) – в виде условных графических обозначений. Они расположены внутри составных частей изделия. Их расположение примерно соответствует действительному расположению контактов. Входным и выходным клеммным зажимам присвоены позиционные обозначения. На схеме указаны марки и сечение проводов, марки кабелей, количество и сечение жил кабелей.

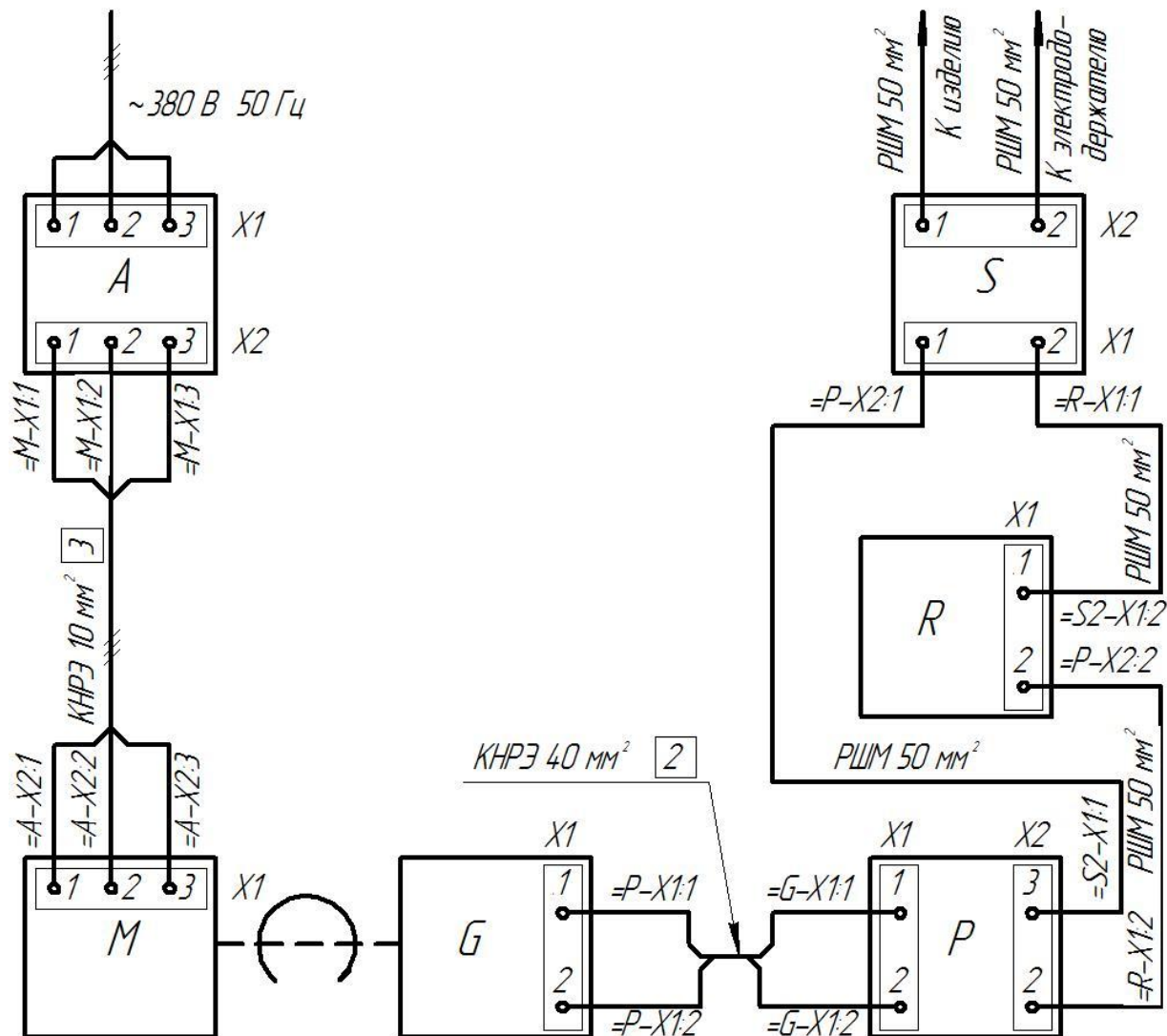


Рис. 8.8. Схема электрическая подключения

8.2.6. *Общая схема*

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.

На общей схеме изображают в виде прямоугольников устройства и элементы, входящие в данный комплекс, провода, жгуты и кабели, соединяющие их. Расположение устройств и элементов должно примерно соответствовать их действительному расположению в изделии. Входные и выходные элементы изображают в виде условных графических обозначений с учетом их действительного расположения внутри устройства. Около устройств и элементов помещают их наименование и тип. Устройствам и элементам присваивают позиционные обозначения. При большом числе элементов все сведения о них помещают в таблице перечня элементов. Провода, жгуты и кабели показывают на схеме отдельными линиями и обозначают порядковыми номерами в пределах изделия. Номера проводов проставляют около концов их изображений. Короткие провода допускается нумеровать около середины изображения. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещенных в разрывах изображения кабеля вблизи от места разветвлений кабеля. Номера жгутов проставляют на полках линий-выносок, вблизи от разветвлений жгута. Около изображений проводов, жгутов, кабелей указывают марку, сечение, число проводов жгута и жил кабеля. При большом количестве соединений эти сведения записывают в таблицу соединений (ГОСТ 2.702-2011).

На рисунке 8.9 представлена общая электрическая схема электросварочного поста, выполненная в соответствии с вышеуказанными правилами. Все составные части поста показаны в виде прямоугольников, внутри которых расположены клеммные зажимы (входные и выходные элементы). Составным частям присвоены те же позиционные обозначения, которые были у них на схеме соединений (см. рис. 8.7). Провода и кабели пронумерованы. Около их изображений указаны их марки и сечения.

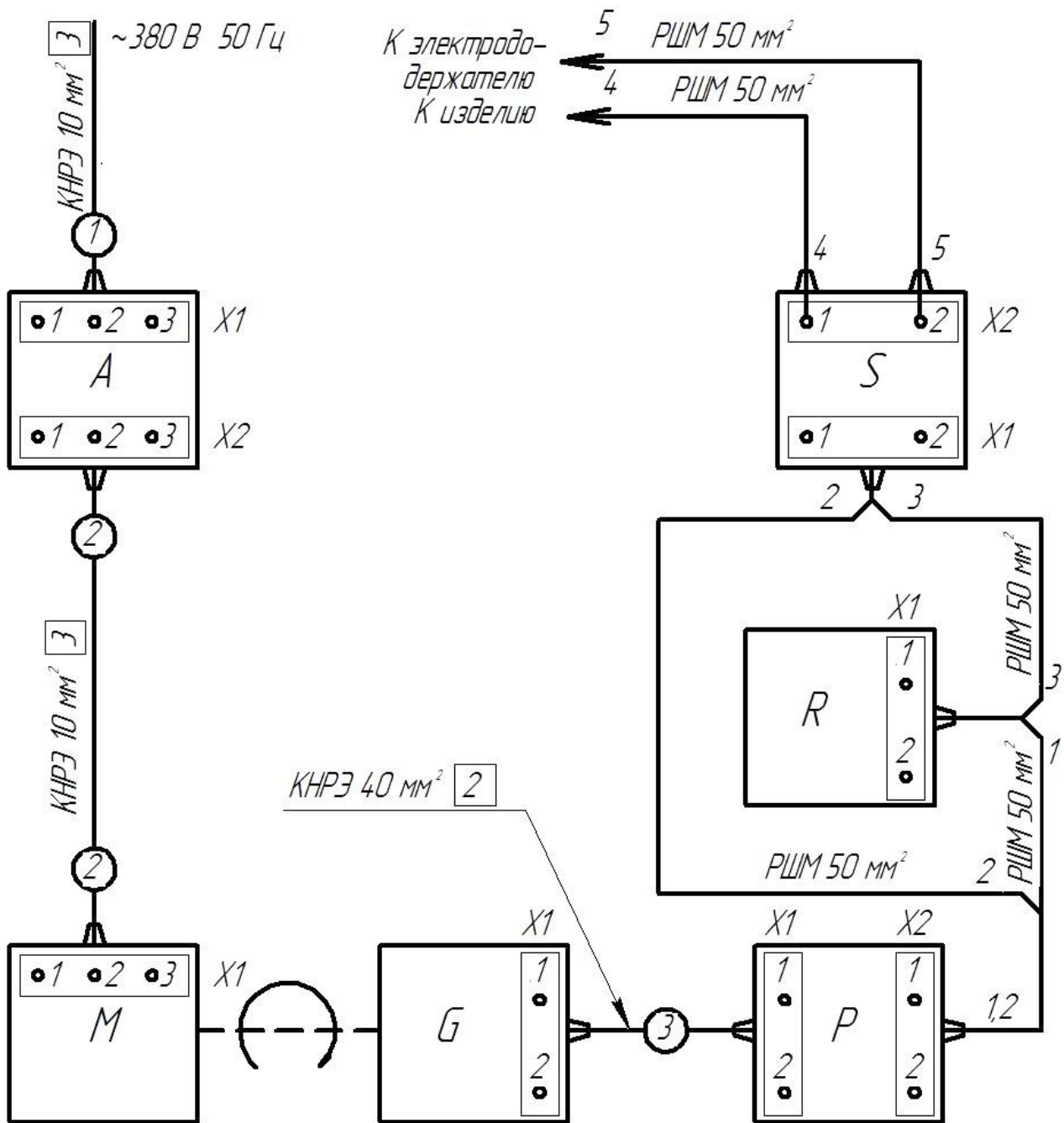


Рис. 8.9. Схема электрическая общая

8.2.7. Схема расположения

Схема расположения определяет относительное расположение составных частей изделия, а при необходимости также проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов.

Схемами расположения пользуются при эксплуатации и ремонте. На схеме расположения изображают составные части изделия и при необходимости – связи между ними, конструкцию, помещение, местность, на которых расположены эти части. Последние изобража-

ют в виде внешних очертаний или условных графических обозначений. Расположение составных частей изделия должно давать представление об их действительном размещении. Около изображений устройств и элементов помещают их наименования и типы. При большом количестве составных частей изделия эти сведения записывают в перечень элементов. В этом случае составным частям изделия присваивают позиционные обозначения. Такие схемы могут быть выполнены на разрезах конструкций, разрезах или планах зданий или в аксонометрии.

На рисунке 8.10 представлена электрическая схема расположения сварочного поста, изображенная в аксонометрии. Сварочный пост показан во внутреннем интерьере служебного помещения.

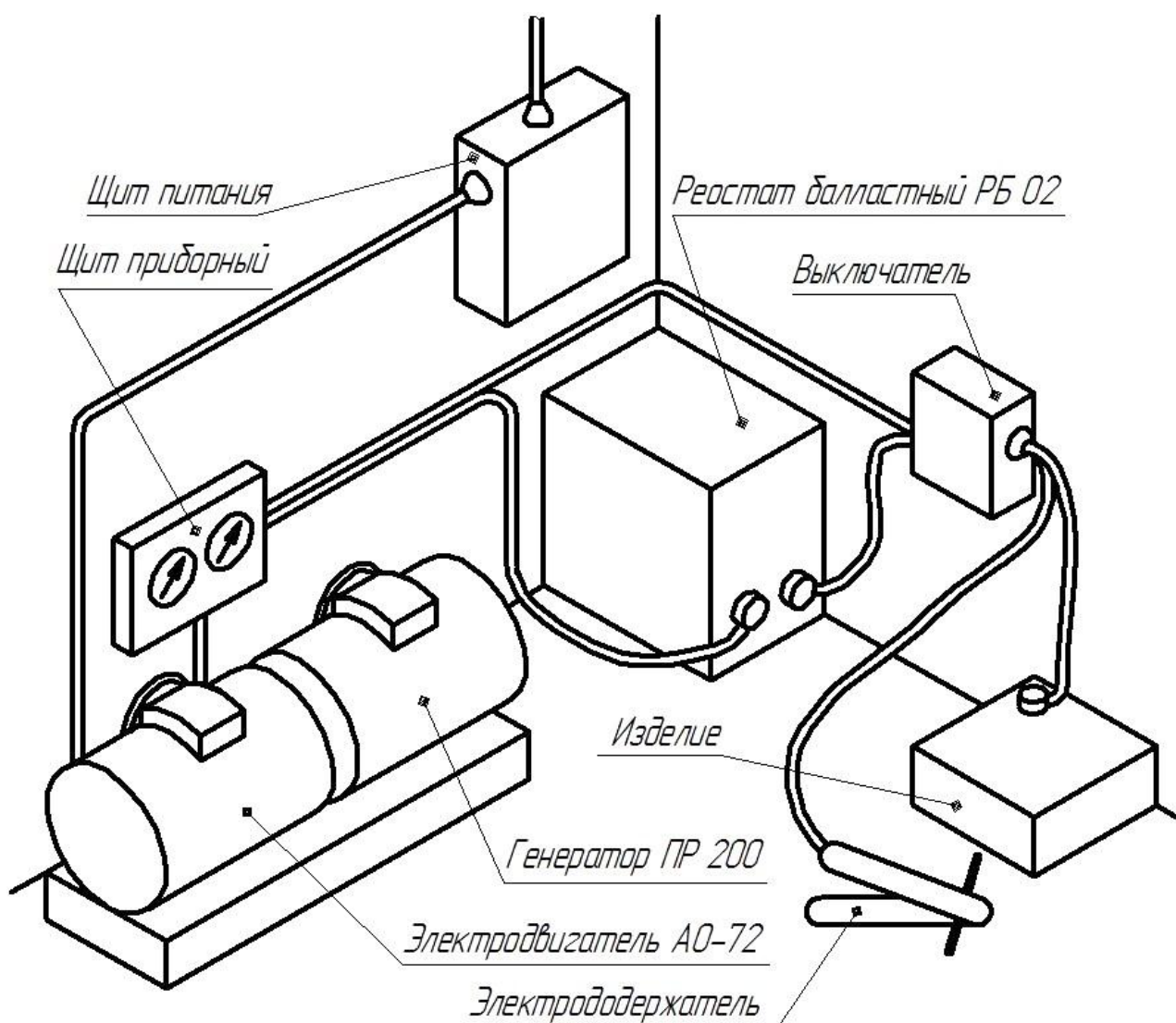


Рис. 8.10. Схема электрическая расположения

8.3. Кинематические схемы

Кинематические схемы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701-2008 и ГОСТ 2.703-2011.

На кинематической схеме изделия должен быть представлен весь состав кинематических элементов, их соединения, кинематические связи (внутри исполнительных органов, между отдельными парами, цепями, группами, связи с источником движения).

Схему вычерчивают в виде развертки или в аксонометрических проекциях. Элементы схемы изображают условными графическими обозначениями по ГОСТ 2.770-68, примеры которых представлены в таблице 8.2, или упрощенно внешними очертаниями. Размеры условных графических обозначений элементов должны быть пропорциональны действительным размерам элементов в изделии.

Взаимное расположение элементов на схеме должно соответствовать определенному положению (исходному, рабочему и т.п.). Допускается изображать крайние положения элемента на схеме тонкими штрихпунктирными линиями с двумя точками.

Допускается на кинематической схеме переносить элементы вверх или вниз от истинного положения, выносить их за контур изделия, не меняя положения, и поворачивать в положения, наиболее удобные для изображения.

На кинематической схеме изображают:

- валы, оси, стержни, шатуны – сплошными основными линиями толщиной s ;
- элементы, изображенные упрощенно внешними очертаниями, зубчатые колеса, червяки, звездочки, шкивы, кулачки – сплошными тонкими линиями толщиной $s/2$;
- контуры изделия, в которые вписана схема – сплошными тонкими линиями толщиной $s/3$.

Кроме условных изображений деталей, на кинематических схемах применяют указания в виде текстовых или цифровых надписей. Каждому кинематическому элементу присваивают порядковый номер, начиная от источника движения. Валы нумеруют обычно римскими цифрами в порядке передачи движения от привода, остальные элементы нумеруют арабскими цифрами. Порядковый номер представляют на полке линии-выноски, под которой указывают характеристики и параметры элемента (m , z и т.д.). Для шкивов указывают диаметры и их ширину, для зубчатых колес – модуль и число зубьев

каждого колеса. У ходовых винтов надписями указывают шаг, число заходов и направление резьбы. Около электродвигателя указывают его мощность и число оборотов в минуту.

Основные сведения о шкивах, зубчатых колесах, подшипниках могут быть указаны в прилагаемой к схеме спецификации, а на изображении ограничиваются указанием только их порядковых номеров, как это представлено на рисунке 8.11.

Рассмотрим принцип работы сверлильного станка по его упрощенной схеме (рис. 8.11).

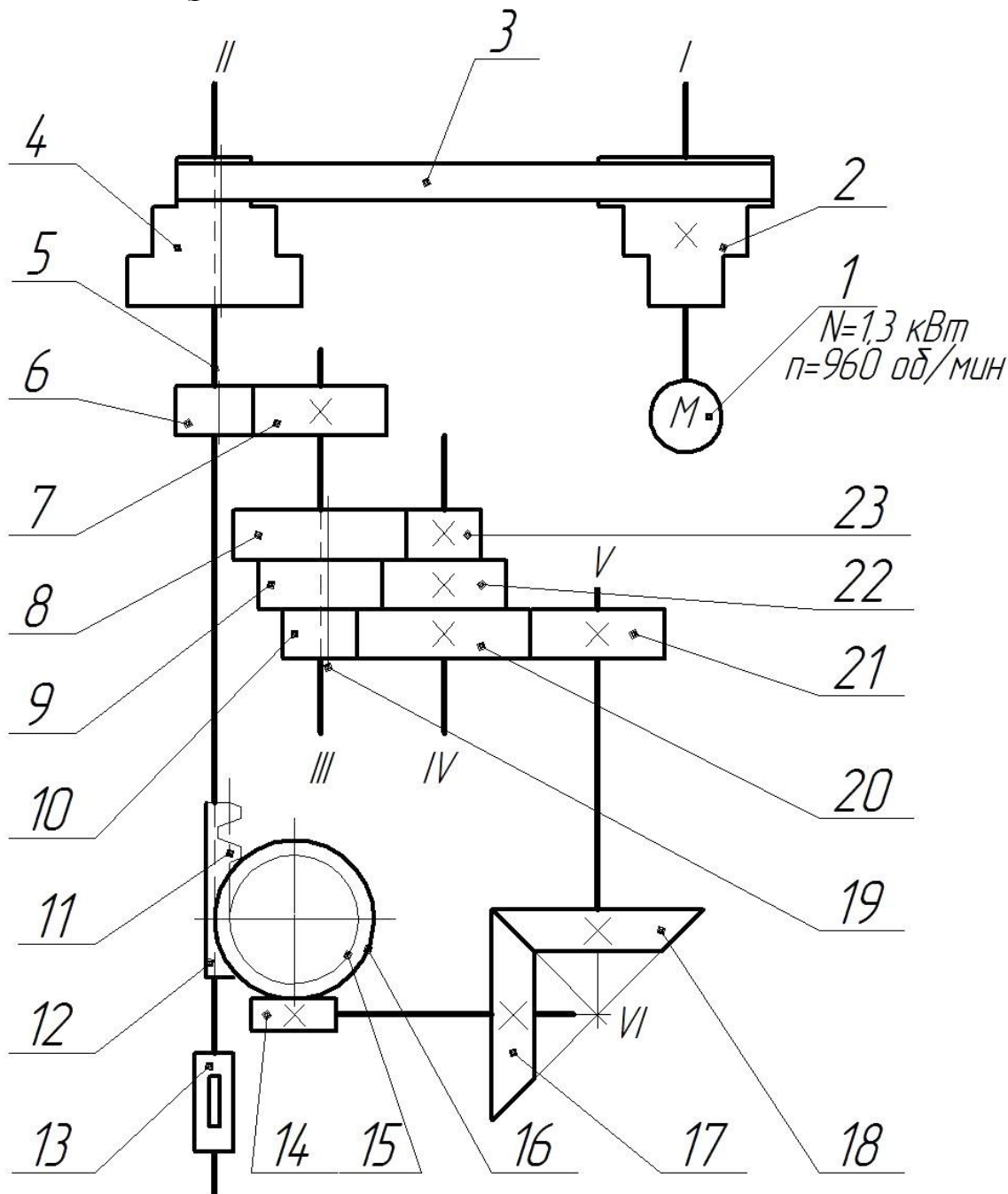


Рис. 8.11. Схема кинематическая принципиальная сверлильного станка

В первую очередь необходимо ознакомиться по условным обозначениям с деталями и сборочными единицами станка, мысленно представив примерные и конструктивные решения. Затем по схеме можно проследить, как и в какой последовательности передается движение от одного элемента станка к другому.

От электродвигателя *I* вращение передается к шпинделю *II* через детали *2* (шкив, закрепленный на валу *I*), *3* и *4*. Шпиндель *II* свободно вращается внутри втулки *12* и оканчивается внизу патроном *13* для крепления сверла. Втулка *12* самостоятельно не вращается, а может лишь передвигаться вверх и вниз вместе с вращающимся шпинделем. Для этого на шпинделе выполнено специальное устройство в виде упорных колец, заставляющих шпиндель перемещаться вместе с втулкой. На втулке *12* закреплена зубчатая рейка *11*, зацепляющаяся с зубчатым колесом *15*. Это колесо в зависимости от направления его вращения поднимает или опускает шпиндель. В движение колесо приводится системой передач от ведущего колеса *6*, насаженного на шпиндель и соединенного с ним направляющей шпонкой *5*. Эта шпонка позволяет шпинделю перемещаться вверх и вниз, а колесо *6* при этом поступательно не перемещается. Вращающийся шпиндель заставляет вращаться колеса *6* и *7*. Передвигая выдвижную шпонку *19* вверх и вниз, можно поочередно соединять с валом *III* зубчатые колеса *8*, *9* и *10*, благодаря чему вал *IV*, соединенный с валом *III* блоком зубчатых колес *20*, *22*, *23*, может иметь три различные скорости. От вала *IV* вращение передается на вал *V* через колеса *20* и *21*, а вал *V* через конические колеса *17* и *18* вращает вал *VI*. От вала *VI* через червячную пару *14* и *16* приводится во вращение колесо *15*. Посредством передачи, состоящей из деталей *2*, *3* и *4* (два четырехступенчатых шкива и трансмиссионный ремень), можно изменять число оборотов шпинделя.

По схемам полностью оформленным, которые обычно прилагаются с паспортом станков и других изделий, можно рассчитать числа оборотов, получить необходимые сведения о подшипниках, ходовых винтах, электродвигателях, редукторах и т.д.

Кинематические схемы иногда выпускают не отдельным чертежом, а помещают на самих сборочных чертежах или в технических описаниях для облегчения чтения сборочного чертежа, если он слишком сложен. Такие схемы полного оформления обычно не требуют.

Условные графические обозначения на кинематических схемах в ортогональных проекциях установлены ГОСТ 2.770-68. Применяют

также наглядные (в аксонометрических проекциях) схемы (рис. 8.12). Преимущества таких схем очевидны: более наглядно показана передача с помощью цилиндрических зубчатых колес 7, конических 6, 8; червячные передачи 2, 12; реечная передача с сектором 3; кулисно-рычажная система с диском 5.

За один двойной ход долбяка 10 стол 11 с обрабатываемой деталью поворачивается на определенный угол, что достигается введением в станок настраиваемой кинематической связи. От электродвигателя 1 вращение передается по трем направлениям, обеспечивая:

- вращение долбяка, достигаемое червячной передачей 2;
- возвратно-поступательное движение долбяка, образующееся передачей движения от конических колес 6 к диску 5; при вращении диска движение преобразовывается в качание зубчатого сектора 3 с тягой 9 вокруг оси 4;
- вращение закрепленной на столе 11 заготовки, которое создается червячным приводом 12 от сменных колес 7.

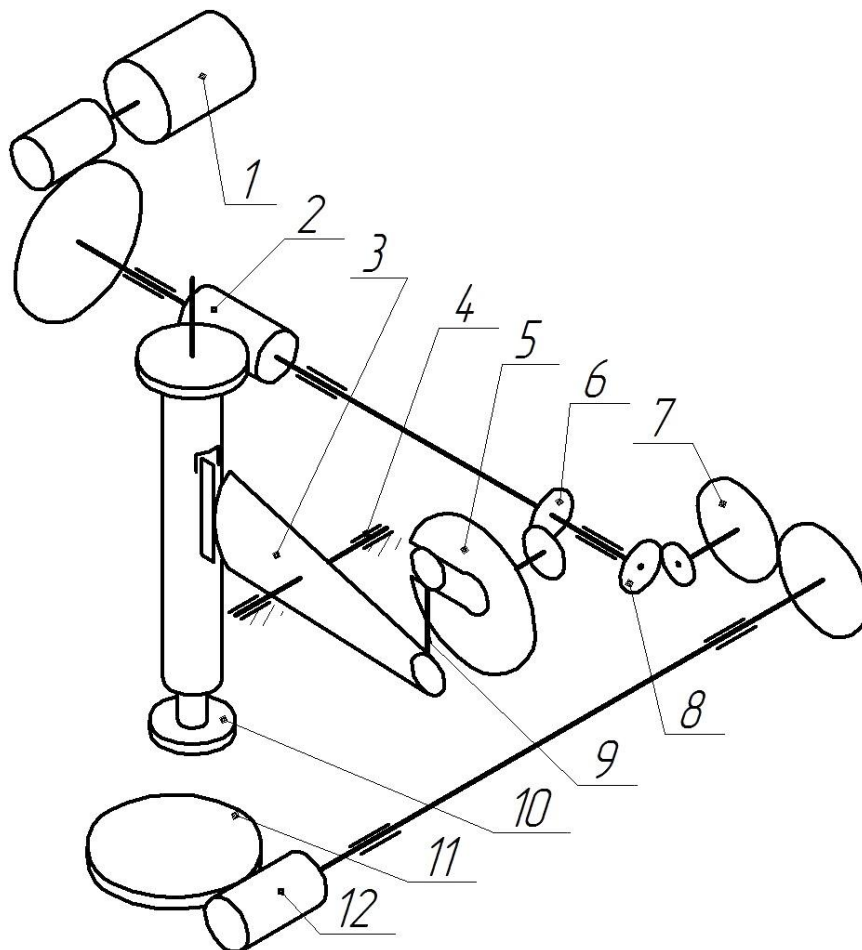


Рис. 8.12. Кинематическая схема зубодолбежного станка в аксонометрической проекции

Таблица 8.2

**Примеры условных графических обозначений
элементов кинематики в схемах по ГОСТ 2.770-68**

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Вал		Точечная пара	
Неподвижное звено (стойка)		Плоскостная кинематическая пара	
Неподвижное соединение частей звена		Кулачки продольного перемещения	
Неподвижное соединение регулируемое		Кулачки плоские вращающиеся	
Неподвижное соединение детали с валом		Кулачки вращающиеся пазовые	
Кинематическая пара вращательная		Кулачки барабанные цилиндрические	
Вращательная многократная пара		Кулачки барабанные конические	
Поступательная кинематическая пара		Кулачки барабанные криволинейные	
Кинематическая пара винтовая		Эксцентрик	
Кинематическая пара цилиндрическая		Кулиса	
Сферическая пара с пальцем		Кривошип, шатун, коромысло	
Карданный шарнир		Толкатель заостренный	
Сферическая пара (шаровая)		Толкатель дуговой	
Трубчатая пара (шар-цилиндр)		Толкатель роликовый	
Ползун		Толкатель плоский	

Окончание табл. 8.2

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
<i>Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа):</i>		Муфта. Общее обозначение	
радиальные		<i>Муфта нерасцепляемая:</i>	
упорные		глухая	
<i>Подшипники скольжения:</i>		упругая	
радиальные		компенсирующая	
радиально-упорные		<i>Муфта сцепляемая (управляемая):</i>	
двусторонние		общее обозначение	
упорные одно-сторонние		односторонняя	
упорные двусторонние		двусторонняя	
<i>Подшипники качения:</i>		<i>Муфта сцепляемая механическая:</i>	
радиальные		синхронная, например, зубчатая	
радиально-упорные		асинхронная, напр. фрикционная	
двусторонние		<i>Муфта автоматическая:</i>	
упорные одно-сторонние		общее обозначение	
упорные двусторонние		обгонная (свободного хода)	
Тормоз. Общее обозначение		центробежная фрикционная	
Муфта сцепляемая электрическая		предохранительная с разрушаемым элементом	
Муфта гидравлическая или пневматическая		предохранительная с неразрушаемым элементом	
Шкив, закрепленный на валу ступенчатый		Звено рычажных механизмов трехэлементное	

8.4. Гидравлические схемы

Гидравлические схемы выполняют по правилам, установленным ГОСТ 2.701-2008 и ГОСТ 2.704-2011 ЕСКД, с условными графическими обозначениями элементов, приведенными в ГОСТ 2.780-96–2.782-96 и 2.784-96.

Элементы устройства изображают на схеме, как правило, в исходном положении (например, обратный клапан – в закрытом положении). Они должны иметь позиционное обозначение, состоящее из прописной буквы русского алфавита и стоящей рядом цифры. Буквы и цифры выполняют чертежным шрифтом одного размера.

Буквенное обозначение состоит из одной или двух начальных или характерных букв названия элемента (например: *Б* – гидробак, *КП* – клапан предохранительный). Порядковый номер, входящий в цифровое обозначение элемента схемы, назначают, начиная с единицы, в пределах группы элементов, например, клапаны обратные обозначают *КО1*, *КО2* и т.д. Порядковые номера присваивают обычно в зависимости от расположения элементов на схеме: сверху вниз и слева направо.

Позиционные обозначения наносят на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов (справа или над ними). Данные об элементах записывают в таблицу – перечень элементов, размещаемую над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм.

В соответствующих графах перечня указывают буквенно-цифровое обозначение элемента, его наименование и количество одинаковых элементов на схеме. Одинаковые элементы допускается записывать в одну строку с занесением в графу «*Поз. обозначение*» двух и более их позиционных обозначений.

Перечень элементов заполняют в таком порядке, в каком они содержатся в таблице приложения к ГОСТ 2.704-2011.

Линии связи (трубопроводы) на схеме обозначают порядковыми номерами, начиная с единицы, которые на схеме наносят около концов изображения этих линий. На линиях связи допускается указывать направление потока рабочей среды (жидкости) в виде зачерненных треугольников (рис. 8.13).

Если линия связи представляет собой внутренний канал в каком-либо элементе, то перед номером линии связи ставят позиционное обозначение этого элемента, отделенное от номера точкой.

Пример оформления гидравлической принципиальной схемы представлен на рисунке 8.13 для типовой насосной станции.

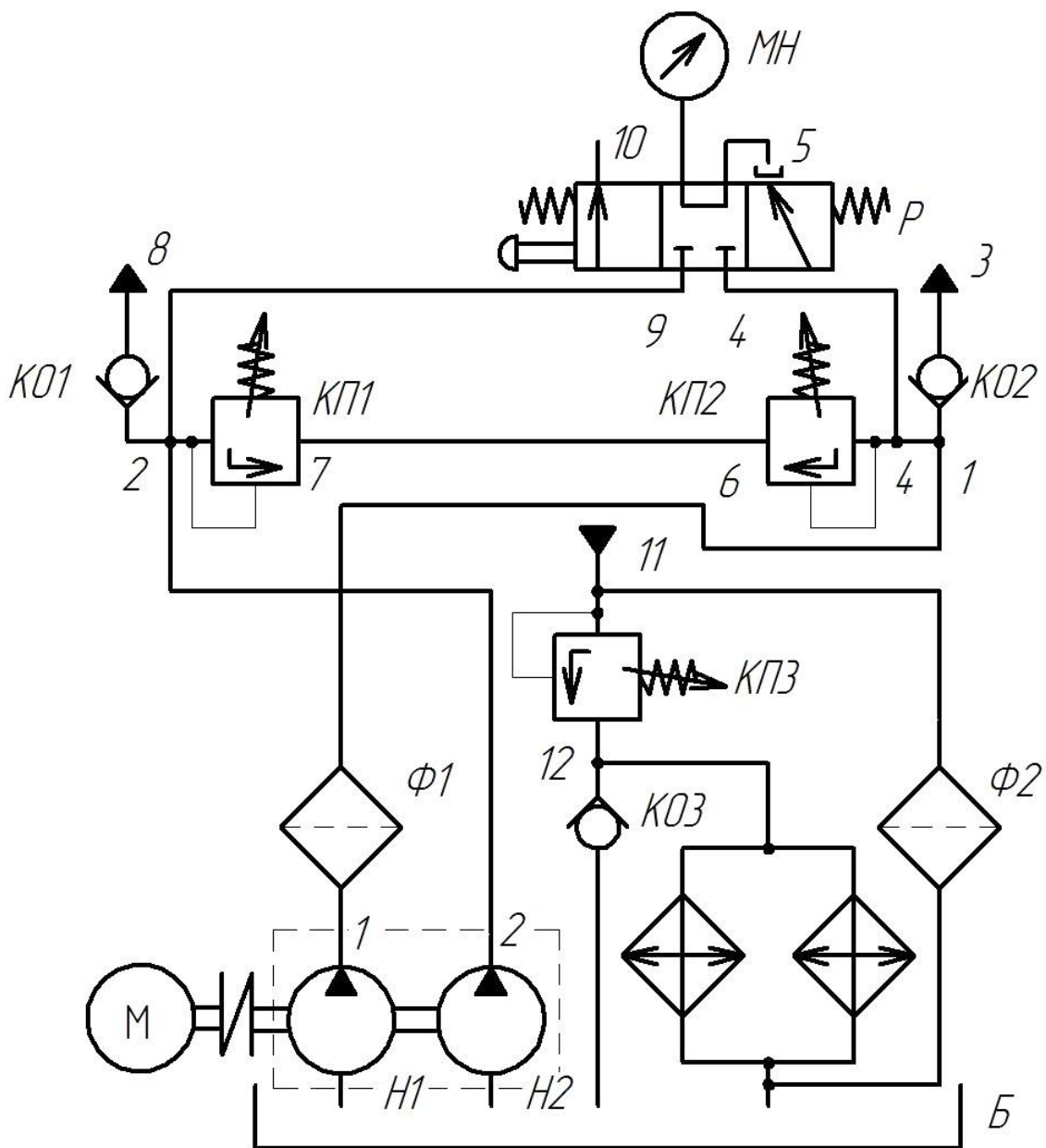


Рис. 8.13. Принципиальная гидравлическая схема насосной станции

8.5. Пневматические схемы

Оформление *пневматических схем* имеет много общего с оформлением гидравлических схем. Правила их выполнения приведены в ГОСТ 2.704-2011.

Пневматическая схема устройства автоматического управления столом текстильной стригальной машины, обеспечивающего беспре-

пятственное прохождение кромок ткани через стригальные цилиндры, показана на рисунке 8.14.

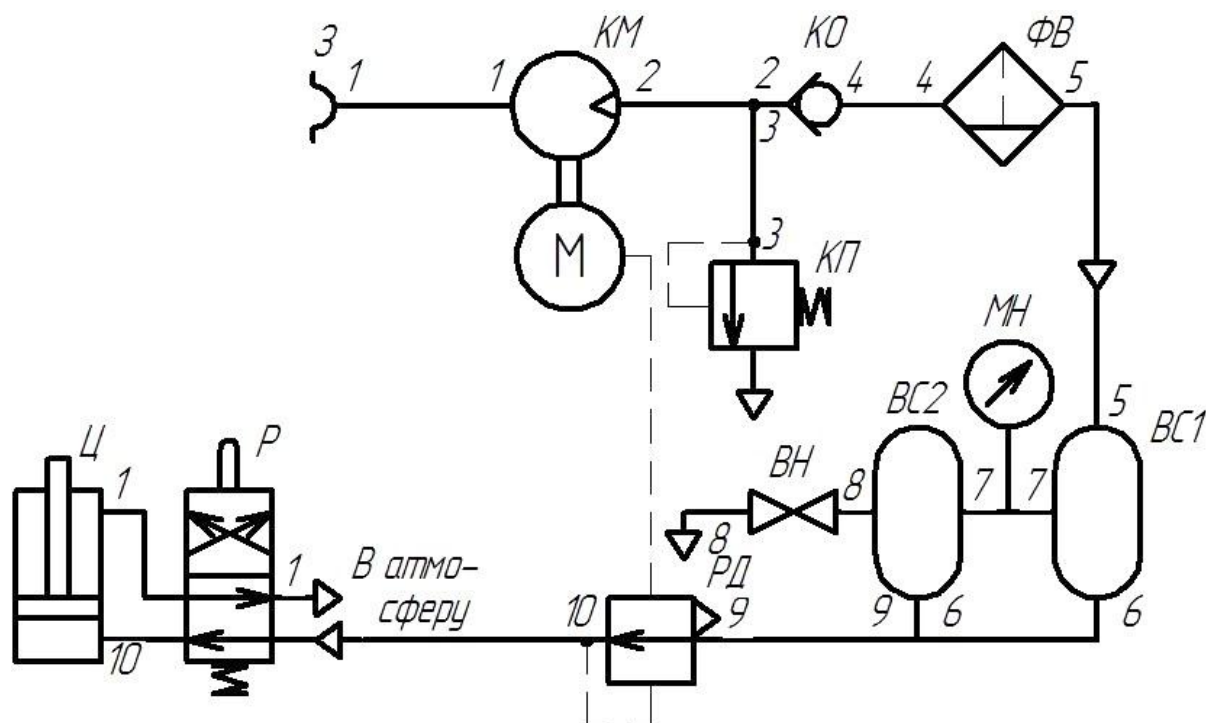


Рис. 8.14. Принципиальная пневматическая схема

В соответствии со схемой воздух через заборник 3 поступает в компрессор *КМ*, приводимый в действие электродвигателем *М*. Сжатый в компрессоре воздух через влагоотделительный фильтр *ФВ* нагнетается в воздухохраники *ВС1* и *ВС2*. Последние снабжены контрольными манометрами *МН* и вентилем *ВН* для ручного сброса воздуха в атмосферу. Между компрессором и влагоотделительным фильтром установлен обратный клапан *КО*, препятствующий перетеканию воздуха из воздухохраников в компрессор в случаях, когда последний не работает. Если давление в воздухохраниках превышает допустимое, установленный между компрессором и обратным клапаном предохранительный клапан *КП* автоматически сбрасывает избыточный воздух в атмосферу, поддерживая давление в воздухохраниках на заданном уровне. Из воздухохраников воздух через регулятор давления *РД* и четырехлинейный двухпозиционный распределитель *Р* с механическим приводом от кулачка и пружинным возвратом поступает в пневматический цилиндр *Ц*. Регулятор давления управляет работой компрессора. При падении давления воздуха в воздухохраниках ниже необходимого для работы исполнительного меха-

низма (цилиндра) регулятор давления включает электродвигатель компрессора для подачи воздуха в воздухозаборники.

Распределитель воздуха изображен на схеме условно, по ГОСТ 2.781-96. Условное графическое изображение распределителя состоит из обозначений его отдельных элементов и их комбинаций:

- позиций подвижного элемента (например, золотника распределителя или поворотной пробки у крана-распределителя);
- линий связи (трубопроводов);
- проходов (каналов в корпусе распределителя);
- элементов управления (например, рукоятки, при ручном управлении, электромагнитов).

В распределителях дискретного (прерывистого) действия характерную (рабочую) позицию подвижного элемента изображают квадратом, вычерченным сплошными основными линиями. Число таких позиций изображают соответствующим числом квадратов.

В данном примере распределитель имеет две характерные позиции, которые условно на схеме изображены двумя квадратами.

Линии связи (трубопроводы) на принципиальных схемах подводят к квадрату, изображающему исходную позицию подвижного элемента (золотника). Проходы (каналы в корпусе распределителя) изображают отрезками прямых линий со стрелками, показывающими направление потока воздуха в каждой позиции (квадрате), стрелки должны упираться в стороны квадратов.

8.6. Оптические схемы

Оптические схемы выполняют по правилам, изложенным в ГОСТ 2.412-81 ЕСКД «Правила выполнения чертежей и схем оптических изделий».

По этим правилам на оптической схеме должны быть изображены:

- упрощенно, в разрезе все оптические детали (линзы, зеркала и т.п.) в основном рабочем положении. Если такие детали могут перемещаться вдоль или поперек оптической оси, то их изображают в крайних положениях;
- источники освещения (например, электролампы) – упрощенно или условными графическими обозначениями по ГОСТ 2.732-68;
- приемники лучистой энергии (например, фотоэлементы) – условными графическими обозначениями;

- положение диафрагм (с надписью «*Диафрагма*»);
- при необходимости – положение зрачков глаза наблюдателя (в виде диафрагмы);
- положение фокальных плоскостей, плоскостей изображения и плоскостей предмета. Их показывают сплошной основной линией и снабжают надписью «*Плоскость изображения*» или «*Плоскость предмета*».

Все детали оптического изделия на схеме изображают, располагая их по ходу светового луча, идущего от плоскости предмета слева направо. Деталям оптики присваивают позиционный номер по ходу луча, который помещают на полке линии-выноски.

При необходимости допускается присваивать позиционный номер источникам света и приемникам лучистой энергии.

Все оптические детали с номерами позиций записывают в таблицу-перечень деталей по ГОСТ 2.412-81, которая по содержанию и размерам граф близка таблицам для пневмо- и гидросхем. Перечень размещают над основной надписью.

Если изделие сложное и имеет оптические сборочные единицы, то схемы последних допускается выполнять в виде отдельного документа. Тогда в перечень деталей оптической схемы всего изделия записывают обозначение и наименование документов – оптических схем самостоятельных сборочных единиц (например: «*Окуляр 2. Схема оптическая*»). При этом на схеме всего изделия подобные схемы сборочных единиц изображают упрощенно, обводят штрихпунктирной линией и наносят размеры, определяющие их положение в схеме изделия. Допускается повторение на схеме всего прибора полностью схемы сборочной единицы.

На оптической схеме (рис. 8.15) помещают:

- основные оптические характеристики изделия (например, увеличение);
- фокусные расстояния и расстояния отдельных сборочных единиц оптической системы (например, объективов и окуляров);
- дополнительные сведения (например, линейное перемещение окуляра на одну диоптрию);
- наименование, шифр или тип источников освещения и приемников лучистой энергии.

Эти данные помещают на поле схемы в отдельной таблице произвольного размера.

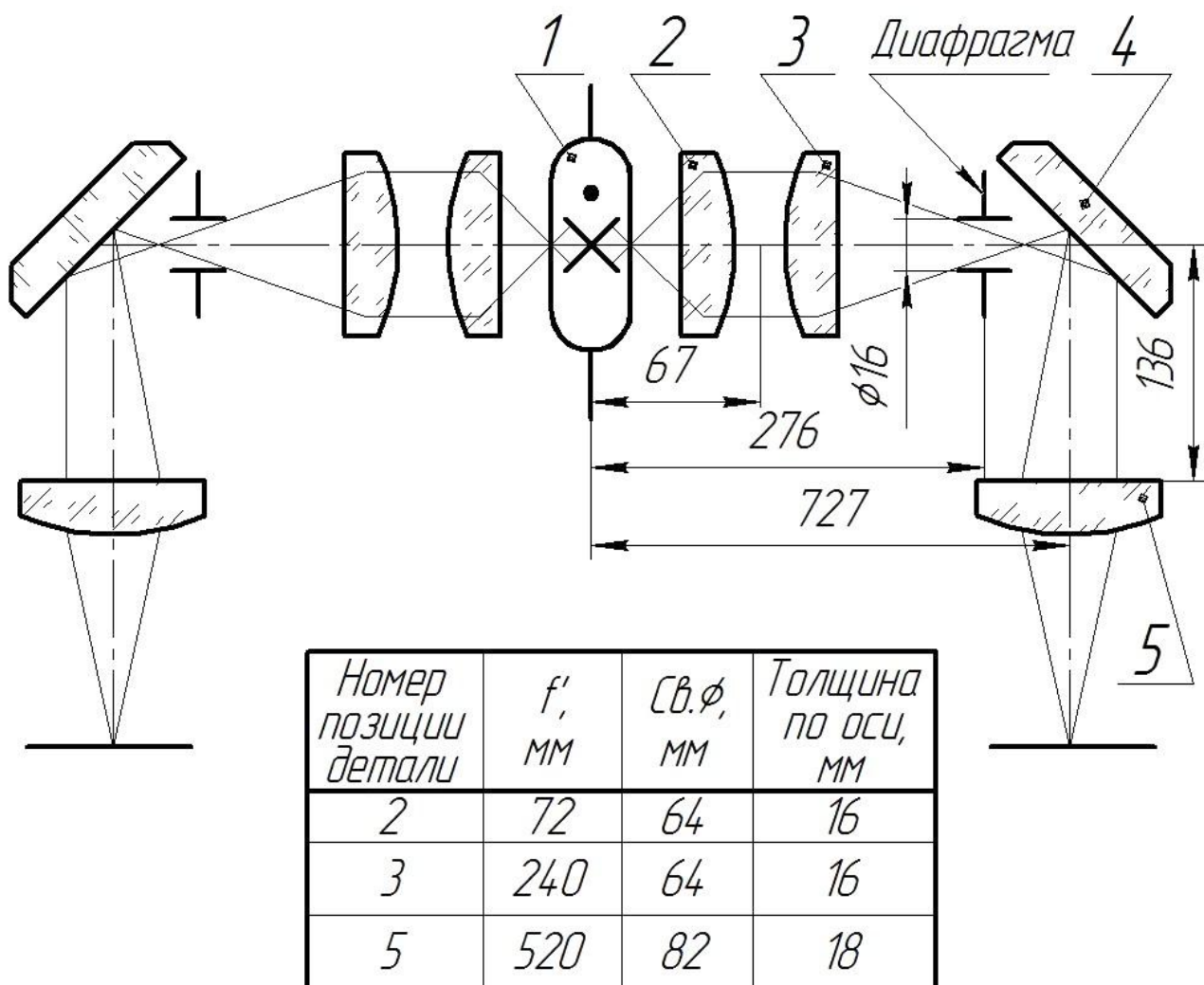


Рис. 8.15. Схема оптическая

На оптической схеме указывают следующие размеры:

– световые диаметры и толщину оптических деталей по оси, для призм указывают длину развертки (эти данные помещают в таблице произвольного размера на поле схемы);

– диаметры диафрагм;

– воздушные промежутки и другие размеры по оптической оси, определяющие взаимное расположение оптических деталей.

На рисунке 8.15 приведена оптическая схема прибора, в середине которого расположен источник освещения – газоразрядная лампа 1, изображенная условно (по ГОСТ 2.732-68). От нее справа и слева размещены (по ходу лучей) оптические детали: два двухлинзовых конденсора с линзами 2 и 3, две диафрагмы, два зеркала 4 и объективы с линзами 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стремясь успешно усвоить теоретический материал учебного курса, студент должен задаться вопросом: «На какие ключевые моменты следует обратить особое внимание?»

Если в процессе изложения теоретического материала сначала рассматриваются частные вопросы и лишь впоследствии делаются обобщения и выводы, то на этапе закрепления необходимых знаний рекомендуется обратный образ действий. Это означает, что в качестве ключевых моментов следует избрать наиболее общие идеи и выводы, относящиеся ко всему курсу. Таких общих идей наберется сравнительно немного, и они достаточно просты.

В качестве некоторых опорных позиций можно предложить следующие:

1. Любой пространственный объект может заменить некая геометрическая модель, представленная в виде графического изображения.

2. Использование моделей в границах инженерного проектирования должно подчиняться заранее установленным техническим стандартам. Знание действующей системы стандартов, умение ориентироваться внутри нее и выходить к необходимым справочным материалам определяет компетентность специалиста в области инженерной графики.

3. Кроме чисто теоретических знаний важную роль играет уровень общей графической культуры инженера, позволяющий создавать полноценно оформленные проекты.

4. Значительную часть работы инженер может выполнить при помощи современной компьютерной техники, умения и навыка работы с которой он должен приобрести при изучении других дисциплин.

При последующей детализации опорных позиций возникает ряд закономерностей, правил, типовых геометрических построений. Некоторые наиболее общие приемы следует отрабатывать в практических упражнениях с тем, чтобы взять их на постоянное вооружение. Другие операции нужно научиться выводить по мере надобности самостоятельно, исходя из базовых данных. Наконец, третью группу факторов допустимо отнести к области справочного материала, который можно почерпнуть в соответствующей справочной литературе, умение пользоваться которой – еще один немаловажный навык инженера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2.001-93–2.125-88. Единая система конструкторской документации. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 372 с.
2. ГОСТ 2.301-68–2.321-84. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 232 с.
3. Аверин, В.Н. Компьютерная инженерная графика: учеб. пособие / В.Н. Аверин. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2011. – 224 с.
4. Аверьянов, О.И. Основы инженерной подготовки: учеб. пособие / О.И. Аверьянов. – М.: Изд-во МГИУ, 2009. – 66 с.
5. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В.И. Анурьев; под ред. И.Н. Жестковой. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2005.
6. Березина, Н.А. Инженерная графика: учеб. пособие / Н.А. Березина. – М.: Альфа, 2010. – 272 с.
7. Боголюбов, С.К. Инженерная графика: учеб. / С.К. Боголюбов. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2010. – 352 с.
8. Ботвинников, А.Д. Черчение: учеб. / А.Д. Ботвинников, В.Н. Виноградов, И.С. Вышнепольский. – 4-е изд., дораб. – М.: АСТ, 2007. – 224 с.
9. Дегтярев, В.М. Инженерная и компьютерная графика: учеб. / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
10. Елкин, В.В. Инженерная графика: учеб. пособие / В.В. Елкин, В.Т. Тозик. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 304 с.
11. Королев, Ю.И. Инженерная графика. Стандарт третьего поколения: учеб. для вузов / Ю.И. Королев, С.Ю. Устюжанина. – СПб.: Питер, 2011. – 464 с.
12. Крутов, В.Н. Графические изображения некоторых принципов рационального конструирования в машиностроении: учеб. пособие / В. Н. Крутов, Ю. М. Зубарев, И. В. Демидович [и др.]. – СПб.: Лань, 2011. – 208 с.
13. Лагерь, А.И. Инженерная графика: ЭУМКД / А.И. Лагерь, О.В. Дерягина, Т.Е. Скоробогатова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008. – 332 с.
14. Лагерь, А.И. Инженерная графика: учеб. / А.И. Лагерь. – 5-е изд., стер.– М.: Высш. шк., 2008. – 335 с.

15. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей / В.С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 435 с.
16. Макарова, М.Н. Техническая графика. Теория и практика: учеб. пособие / М.Н. Макарова. – М.: Культура, 2012. – 496 с.
17. Миронов, Б.Г. Инженерная и компьютерная графика: учеб. для вузов / Б.Г. Миронов, Р.С. Миронова, А.А. Пузииков [и др.]. – 5-е изд. – М.: Высш. шк., 2006. – 334 с.
18. Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества: учеб. пособие / А.И. Половинкин. – СПб.: Лань, 2012. – 368 с.
19. Пуйческу, Ф.И. Инженерная графика: учеб. / Ф.И. Пуйческу, С.Н. Муравьев, Н.А. Чванова. – М.: Академия, 2010. – 320 с.
20. Ройтман, И.А. Основы машиностроения в черчении: учеб. для вузов: в 2 кн. / И.А. Ройтман, В.И. Кузьменко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Владос, 2000.
21. Сорокин, Н.П. Инженерная графика: учеб. / Н.П. Сорокин, Е.Д. Ольшевский, А.Н. Заикина [и др.]. – 5-е изд., стер. – М.: Лань, 2011. – 392 с.
22. Талалай, П.Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний: учеб. пособие / П.Г. Талалай. – СПб.: Лань, 2010. – 256 с.
23. Фазлулин, Э.М. Инженерная графика: учеб. / Э.М. Фазлулин, В.А. Халдинов. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2008. – 400 с.
24. Фазлулин, Э.М. Сборник упражнений по инженерной графике: учеб. пособие / Э.М. Фазлулин, В.А. Халдинов. – М.: Академия, 2010. – 192 с.
25. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия и черчение: учеб. / А.А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2012. – 471 с.
26. Чекмарев, А.А. Задачи и задания по инженерной графике: учеб. пособие / А.А. Чекмарев. – 4-е изд. стер. – М.: Академия, 2005. – 128 с.
27. Чекмарев, А.А. Инженерная графика: учеб. для вузов / А.А. Чекмарев. – 7-е изд. – М.: Высш. шк., 2006. – 365 с.
28. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению: учеб. пособие / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – 6-е изд., перераб.– М.: Высш. шк., 2005. – 493 с.
29. Чумаченко, Г.В. Техническое черчение: учеб. / Г.В. Чумаченко. – М.: КноРус, 2013. – 296 с.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебное пособие

***Владимир Владимирович Корниенко
Ирина Геннадьевна Борисенко***

Редактор Н.В. Красовская

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 10.01.2014. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 16,0 Тираж 110 экз. Заказ № 54

Издательство Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117