

Министерство науки и образования Республики Казахстан

Некоммерческое акционерное общество
«Алматинский университет энергетики и связи»

А.Д. Динасылов, Э.А. Яхьяев, Е.М. Мажиев

**ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ
КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

Учебное пособие

Алматы
АУЭС
2015

УДК 744(075)
ББК 22.151я73
Д46

Рецензенты:

кандидат технических наук, профессор КазГАСА

К.Г. Жомартова,

кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор
кафедры механики и конструирования сельскохозяйственной техники
КазНАУ

А.А. Гульбаев,

кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии
КазНТУ им. К.К. Сатбаева

У.Т. Карымсаков

Рекомендовано к изданию Ученым советом Алматинского университета энергетики и связи (Протокол №7 от 12.05.2015 г.) Печатается по тематическому плану выпуска ведомственной литературы АУЭС на 2014 г, позиция 34.

Динасылов А.Д., Яхьяев Э.А., Мажиев Е.М.

Д46 Общие правила выполнения конструкторской документации:
Учебное пособие (для студентов вузов всех технических специальностей) /А.Д. Динасылов, Э.А. Яхьяев, Е.М. Мажиев. – Алматы: АУЭС, 2015. – 130 с.: табл. 8, ил. 144, библиогр. - 43назв.

ISBN 978-601-7098-77-3

В учебном пособии содержится материал, который относится к дисциплинам «Инженерная и компьютерная графика», «Основы компьютерного черчения и 3D-моделирования», «Инженерная графика» и другим, обеспечивающим графическую подготовку бакалавров для различных отраслей техники. В пособии отражены основные требования государственных стандартов по выполнению чертежей и схем изделий производства. Изложение материала сопровождается иллюстрациями.

Учебное пособие предназначено для студентов всех специальностей АУЭС.

УДК 744(075)
ББК 22.151я73

ISBN 978-601-7098-77-3

© АУЭС, 2015
Динасылов А.Д.,

Яхъяев Э.А.,
Мажиев Е.М.,2015

Содержание

Введение	5
1 Общие сведения	6
1.1 Понятие о чертеже	6
1.2 Предварительные сведения о стандартах	6
2 Основные требования стандартов ЕСКД к оформлению чертежей	7
2.1 Форматы	8
2.2 Масштабы	9
2.3 Линии	9
2.4 Шрифты чертежные.	11
2.5 Основные надписи	13
3 Нанесение размеров на чертежах	15
4 Изображение изделий на чертежах	22
4.1 Виды	23
4.2 Разрезы	27
4.3 Сечения	32
4.4 Условности и упрощения на чертежах	34
4.5 Материалы деталей и их обозначение на чертежах.	35
5 Выполнение эскизов и рабочих чертежей деталей	40
5.1 Основные требования, предъявляемые к рабочим чертежам и эскизам	40
5.2. Выполнение эскизов деталей	40
5.3. Последовательность выполнения рабочих чертежей	44
6 Понятия о соединениях. Резьбовые соединения и их изображение на чертежах.	45
6.1 Резьбовые соединения.	45
6.1.1 Резьба и ее изображение на чертежах.	45
6.1.2 Стандартные резьбовые крепежные детали и их условные обозначения	58
6.1.3 Соединение деталей болтом.	64
6.1.4 Резьбовые соединения труб.	66
6.2 Шпоночные соединения.	68
6.3 Шлицевые соединения.	73
6.4 Сварные соединения	76
6.5 Заклепочные соединения.	83
6.6 Паяные и клеевые соединения	84
7 Чертежи сборочных единиц	86
7.1 Общие сведения об изделиях.	86
7.2 Виды и назначение чертежей сборочных единиц	90
7.3 Содержание сборочных чертежей.	90
7.4 Указание размеров на сборочном чертеже.	91
7.5 Спецификация. Нанесение номеров позиций составных частей сборочной единицы	92
7.6 Условности и упрощения на сборочных чертежах.	95

8 Аксонометрические проекции.	100
8.1 Прямоугольные проекции.	101
8.1.1 Изометрическая проекция.	101
8.1.2 Диметрическая проекция	103
8.2 Косоугольные аксонометрические проекции.	104
8.3 Выбор вида аксонометрической проекции.	106
9 Схемы и правила их выполнения.	107
9.1 Общие положения.	107
9.2 Виды и типы схем.	108
9.3 Общие требования к выполнению схем.	109
9.3.1 Номенклатура схем. Форматы. Код схемы.	109
9.3.2 Построение схемы.	110
9.3.3 Условные графические обозначения элементов.	112
9.3.4 Линии взаимосвязи.	113
9.3.5 Текстовая информация.	114
9.3.6 Перечень элементов.	115
9.4 Выполнение принципиальных электрических схем.	117
9.5 Примеры выполнения других типов схем.	124
Список литературы	128

Введение

Предлагаемое учебное пособие содержит материал, излагаемый, в основном, на практических занятиях по таким дисциплинам как «Инженерная и компьютерная графика», «Основы компьютерного черчения и 3D-моделирования», «Инженерная графика» и другие, обеспечивающим графическую подготовку бакалавров для различных отраслей техники. В этих дисциплинах формируются знания, умения и навыки, необходимые для разработки, чтения, хранения и передачи конструкторской документации.

В настоящее время разработка чертежей выполняется с помощью компьютерных технологий, в связи с чем распространено мнение, что знание правил, по которым выполняются чертежи, знать специалисту не обязательно. Однако, это мнение глубоко ошибочно, т.к. даже при использовании 3D-моделирования изделий для их производства требуются обычные чертежи, которые должны быть правильно оформлены: на чертежах должны быть представлены все необходимые изображения и пояснения, правильно расставлены размеры, чертёж должен хорошо «читаться» и т.п.

В настоящем учебном пособии содержится лишь необходимый минимум сведений, относящихся к правилам выполнения конструкторской документации (чертежей, схем, текстовой информации). В связи с ограниченностью объема дисциплин, в которых излагается материал данного пособия, и тем, что эти дисциплины изучаются, в основном на первом курсе, когда студенты не изучали такие дисциплины как механика и материаловедение, ряд вопросов, относящихся к оформлению чертежей (проставка допусков размеров и формы, указание шероховатости на чертежах, назначение технических требований и др.) здесь не рассматривается. В случае необходимости отсылаем читателей к более полной справочной литературе [36-42].

1 Общие сведения

1.1 Понятие о чертеже

Проектирование, изготовление и эксплуатация машин, аппаратов, механизмов и приборов требуют от специалистов во всех отраслях техники умения работать с технической документацией на изделие.

Изделием называется любой предмет или набор предметов, выпускаемых промышленными предприятиями. В немалой степени качество изделия обеспечивается качеством технической документации, в том числе и чертежами.

Чертеж - это графический документ, содержащий изображение изделия (машины, прибора, сооружения или их частей) и другие данные, необходимые для разработки технологии изготовления, производства, сборки и контроля изделия. Правильно выполненный чертеж должен обладать наглядностью и нести большой объем информации, понятной специалисту независимо языка, которым он владеет. Однако «чтение чертежа» требует знания правил и условностей его выполнения.

1.2 Предварительные сведения о стандартах

Установление и применение правил во всех областях деятельности называют стандартизацией. Стандартизация основывается на объединенных достижениях науки, техники и практического опыта. Результатом конкретной работы по стандартизации является стандарт.

В инженерной графике стандарты представлены в виде документов, содержащих ряд требований или норм, установленных для всеобщего и многократного использования. Требуется строгое и четкое соблюдение стандартов, так как порой даже незначительное, на первый взгляд, отклонение от установленных правил может привести к серьезным ошибкам и даже к катастрофам. Важно не только знать о существовании соответствующего стандарта, уметь находить его, но и помнить основные требования, непосредственно относящиеся к трудовой деятельности специалиста.

В нашей стране и в большинстве стран, бывших ранее союзными республиками в составе СССР, действуют Межгосударственные стандарты, установленные на всю продукцию, а также на нормы, правила, требования, понятия, обозначения и т.п. Во времена СССР это были Государственные стандарты Союза ССР (ГОСТ). Межгосударственные стандарты (ГОСТы) относятся к высшей категории стандартов. Также существуют республиканские стандарты (СТ РК), отраслевые стандарты, стандарты предприятия и другие стандарты.

Межгосударственные стандарты объединены в межотраслевые классы стандартов, число которых к настоящему времени свыше 30. Каждому классу (комплексу) присвоен номер, который введен в обозначение стандарта.

При конструировании изделий машиностроения и приборостроения

требуется соблюдать правила комплекса стандартов под номером 2, который называется «Единой системой конструкторской документации» (ЕСКД). В строительном проектировании, с учетом специфики строительства, комплекс ЕСКД дополняется комплексом стандартов под номером 21 «Система проектной документации для строительства» (СПДС).

Стандарты ЕСКД устанавливают правила и положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации на всех предприятиях страны. Конструкторская документация - это совокупность документов, содержащих данные, необходимые для разработки, изготовления и эксплуатации изделия.

Все стандарты комплекса ЕСКД распределены по классификационным группам от 0 до 9. В курсе инженерной графики изучаются преимущественно стандарты группы 3 - Общие правила выполнения чертежей, а также некоторые стандарты, входящие в группы: 1 - Основные положения, 4 - Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения, 7 - Правила выполнения схем.

Каждый стандарт в группе имеет порядковый номер. Например, в 3-й группе: 01 - форматы, 02 - масштабы, 03 - линии и т. д. Кроме того, в обозначение стандарта входит год его регистрации.

Стандарт не является неизменным, его периодически пересматривают, в результате чего может быть разработан новый стандарт. В этом случае в его обозначении меняют две последние цифры года утверждения (начиная с 2000 г. - 4 цифры). Так, ГОСТ 2.305-68 после пересмотра и соответствующей переработки стал обозначаться как ГОСТ 2.305-2008.

При прохождении регистрации с изменениями в отдельных пунктах стандарта обозначение его полностью сохраняется, но над годом регистрации документа проставляют «*». При

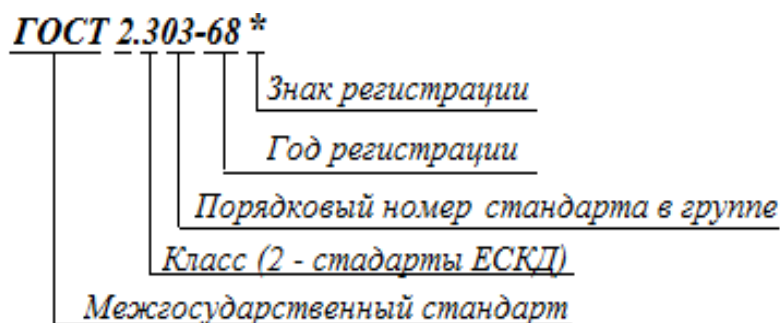


Рисунок 1.1

ссылке на тот или иной стандарт в тексте звездочки в обозначении документа обычно не указываются. Пример обозначения стандарта ЕСКД приведен на рисунке 1.1.

2 Основные требования стандартов ЕСКД к оформлению чертежей

Все чертежи должны выполняться в строгом соответствии с правилами, установленными ЕСКД. К оформлению чертежей относятся стандарты на форматы, масштабы, линии, шрифты чертежные, основные надписи.

2.1 Форматы

Чертежи должны выполняться на форматах, установленных стандартом ГОСТ 2.301-68 (таблица 2.1) и выделяемых на листе бумаги внешней рамкой, проводимой сплошными тонкими линиями.

Таблица 2.1 - Основные форматы

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

К основным форматам относятся форматы A0, A1, A2, A3, A4. Формат A0 по площади равен 1 м^2 , а соотношение его сторон равно $\sqrt{2}:1$, с учетом чего несложно найти размеры сторон. Остальные основные форматы можно получить делением длинной стороны каждого предыдущего на 2 равные части линией, параллельной его короткой стороне (рисунок 2.1). Разрешается также использование формата A5 со сторонами 148 x 210 мм.

Кроме основных форматов ГОСТ 2.301-68 позволяет использовать кратные форматы. Они образуются увеличением коротких сторон основных форматов в целое число раз, так формат A2 x 3 имеет размеры 594 x 1261 мм.

Внутри внешней рамки чертежа вычерчивается толстыми линиями рамка рабочего поля на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой сторон формата и на расстоянии 20 мм от левой стороны.

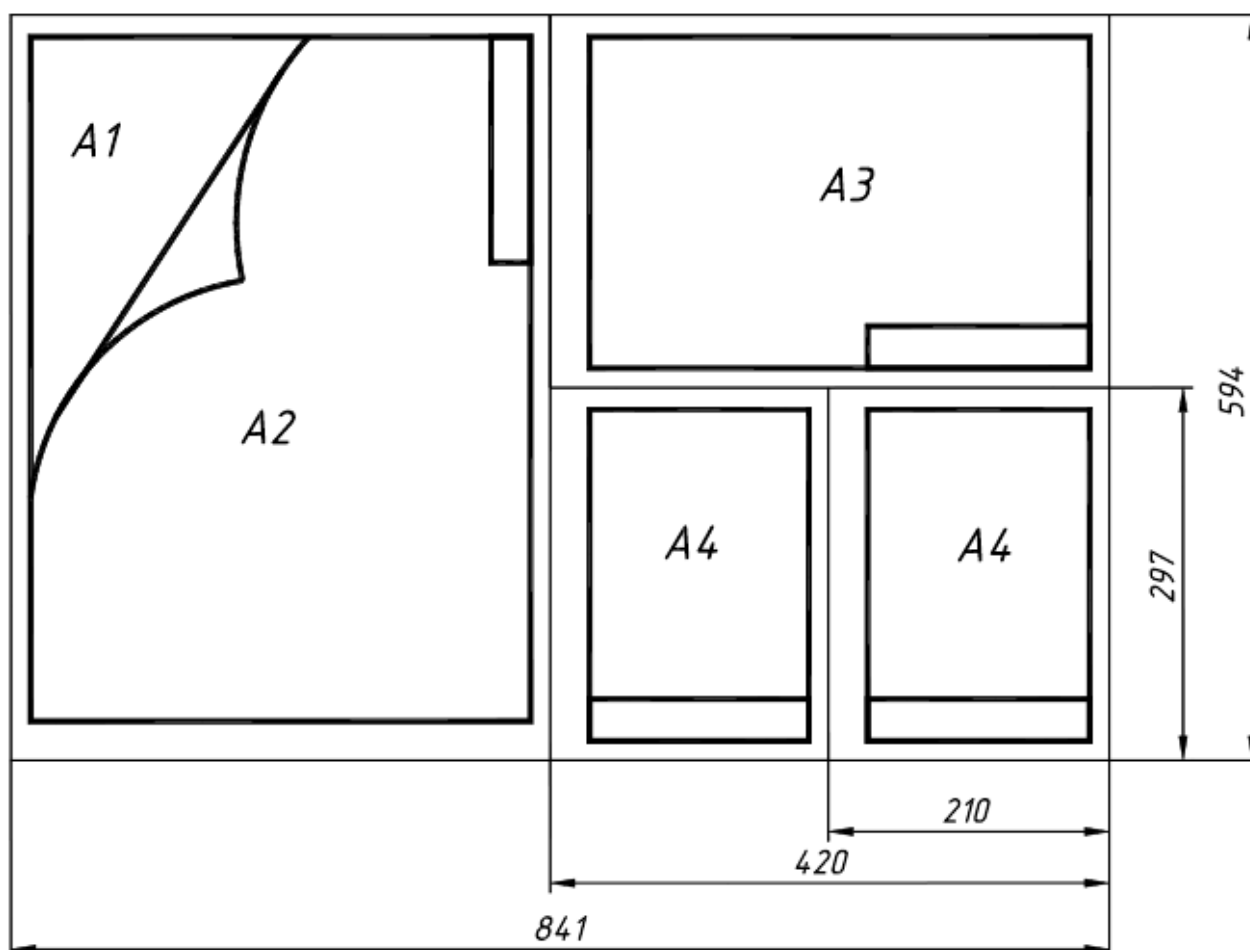


Рисунок 2.1 – Основные форматы

В правом нижнем углу чертежа должна находиться основная надпись чертежа. На листах формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны листа а для всех остальных форматов, как вдоль короткой, так и вдоль длинной стороны. Примеры форматов А2, А3, А4, полученных путем деления формата А1, приведены на рисунке 2.1.

2.2 Масштабы

В зависимости от сложности и величины изделия изображения на чертеже выполняются в масштабах, установленных ГОСТ 2.302-68.

Масштаб - это отношение размеров изображения на чертеже к соответствующим действительным (натуральным) размерам изделия. Масштабы выбирают из стандартных рядов (см. таблицу 2.2).

Выбранный масштаб должен обеспечить четкое изображение изделия и его конструктивных элементов.

Масштаб изображений указывается в соответствующей графе основной надписи чертежа. Если масштаб какого-либо изображения на чертеже отличается от указанного в основной надписи, то его помещают в скобках справа от надписи, относящейся к обозначению изображения, например, А (1 : 2), или без скобок над изображением, если его обозначение отсутствует.

Таблица 2. 2 - Стандартные ряды масштабов

Тип масштаба	Численное обозначение
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
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

2.3 Линии

Для облегчения чтения чертежей применяют девять типов линий, установленных ГОСТ 2.303-68. Все видимые контуры изделия выполняются сплошной толстой - основной линией. В зависимости от формата чертежа, величины и сложности изображения толщина основной линии s принимается от 0,5 до 1,4 мм. Остальные линии, кроме линий сечений, выполняются в 2-3 тоньше.




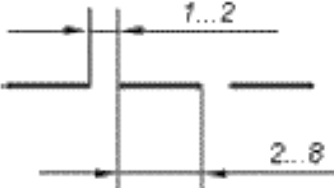

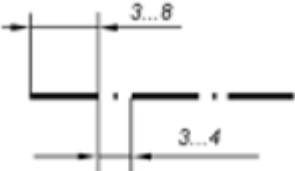
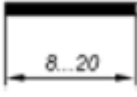
Толщина линий одного назначения должна быть одинаковой для всех изображений на чертеже. Штрихпунктирные линии должны начинаться,пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрихи в линии должны быть одинаковой длины, а промежутки между штрихами равны между собой.



Типы линий и их основное назначение показаны в таблице 2.3. Примеры использования типов линий и некоторое дополнительное их назначение в

приведены ГОСТ 2.303-68.

Продолжение таблицы 2.3

Таблица 2.3 – Типы линий

Наименование и начертание	Толщина	Основное назначение
<p>Сплошная толстая – основная</p> 	$s = 0,5 - 1,4 \text{ мм}$	<p>Линии видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)</p>
<p>Сплошная тонкая</p> 	<p>от $s/3$ до $s/2$</p>	<p>Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски, полки линий-выносок и подчеркивание надписей Линии контура наложенного сечения</p>
<p>Сплошная волнистая</p> 	<p>от $s/3$ до $s/2$</p>	<p>Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза</p>
<p>Штриховая</p> 	<p>от $s/3$ до $s/2$</p>	<p>Линии невидимого контура</p>
<p>Штрихпунктирная тонкая</p> 	<p>от $s/3$ до $s/2$</p>	<p>Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений</p>
<p>Штрихпунктирная утолщенная</p> 	<p>от $s/3$ до $\frac{2}{3}s$</p>	<p>Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью (наложенная проекция)</p> <p>Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию</p>
<p>Разомкнутая</p> 	<p>от s до $1\frac{1}{2}s$</p>	<p>Линии сечений</p>

Наименование и начертание	Толщина	Основное назначение
Сплошная тонкая с изломами 	от $s/3$ до $s/2$	Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная тонкая с двумя точками 	от $s/3$ до $s/2$	Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии сгиба на развертках Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

2.4 Шрифты чертежные

Все надписи на чертежах должны быть четкими и выполнены чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81. При выполнении документов автоматизированным способом допускается применять шрифты, используемые средствами вычислительной техники; в этом случае должны быть обеспечены их хранение и передача пользователям документов.

ГОСТ 2.304-81 устанавливает следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Размер определяется высотой h прописных букв в миллиметрах, измеряемой перпендикулярно к основанию строки. Стандарт устанавливает шрифт прямой и с наклоном 75° двух типов: тип *A* с толщиной линий шрифта $d = 1/14h$ и тип *B* с толщиной линий шрифта $d = 1/10h$. Обозначения параметров шрифтов указаны на рисунке 2.2. Размеры параметров шрифтов типа *A* и типа *B* приведены в таблице 2.4 и 2.5 соответственно.

Форма букв русского алфавита и арабских цифр наклонного шрифта показана на рисунке 2.3. Толщина линий букв и цифр должна быть одинаковой для всей надписи.

Нижние и боковые отростки букв (прописных и строчных, типов *A* и *B*) делают за счет промежутков между смежными буквами, а верхняя черта буквы *Й* выполняется за счет промежутков между строками. При кажущемся увеличении промежутков между некоторыми прописными буквами, например *Г* и *А*, можно уменьшить эти промежутки до размера, равного толщине линий

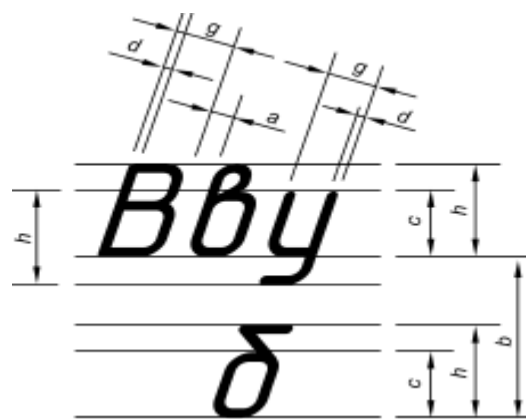


Рисунок 2.2 – Обозначение параметров шрифтов

букв. Для правильного воспроизведения конструкции букв и цифр при оформлении первых чертежей рекомендуется строить вспомогательную сетку (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Написание шрифтов

Для надписей, выполняемых шрифтом размером 3,5 или 5 мм, достаточно провести (или аккуратно процарапать измерителем) две горизонтальные линии на расстоянии, равном высоте, и наклонные линии под углом 75°.

При выполнении чертежей в карандаше рекомендуемая высота

Таблица 2.4 - Размеры параметров шрифтов типа А

Параметр	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм				
Размер шрифта – высота прописных букв	<i>h</i>	$(14/14)h$ $14d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Высота строчных букв	<i>c</i>	$(10/14)h$ $10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0
Расстояние между буквами	<i>a</i>	$(2/14)h$ $2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4
Минимальное расстояние между основаниями строк	<i>b</i>	$(22/14)h$ $22d$	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0
Минимальное расстояние между словами	<i>e</i>	$(6/14)h$ $6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2
Толщина линий шрифта	<i>d</i>	$(1/14)h$ d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7

прописных букв и цифр не меньше 3,5 мм.

Для различных надписей на машиностроительных чертежах предпочтительно использовать шрифт типа Б с наклоном. На строительных чертежах часто применяют шрифт без наклона.

2.5 Основные надписи

Основную надпись помещают в правом нижнем углу чертежа. На форматах А4 она может быть расположена только вдоль короткой стороны листа, на других форматах – как вдоль короткой, так и вдоль длинной стороны листа.

ГОСТ 2.104–2006 устанавливает формы основных надписей на чертежах. Для чертежей и схем применяется форма 1 (рисунок 2.4), а для текстовых конструкторских документов первого и заглавного листа – форма 2 (рисунок 2.5). Для последующих листов чертежей и схем используют форму 2а (рисунок 2.6).

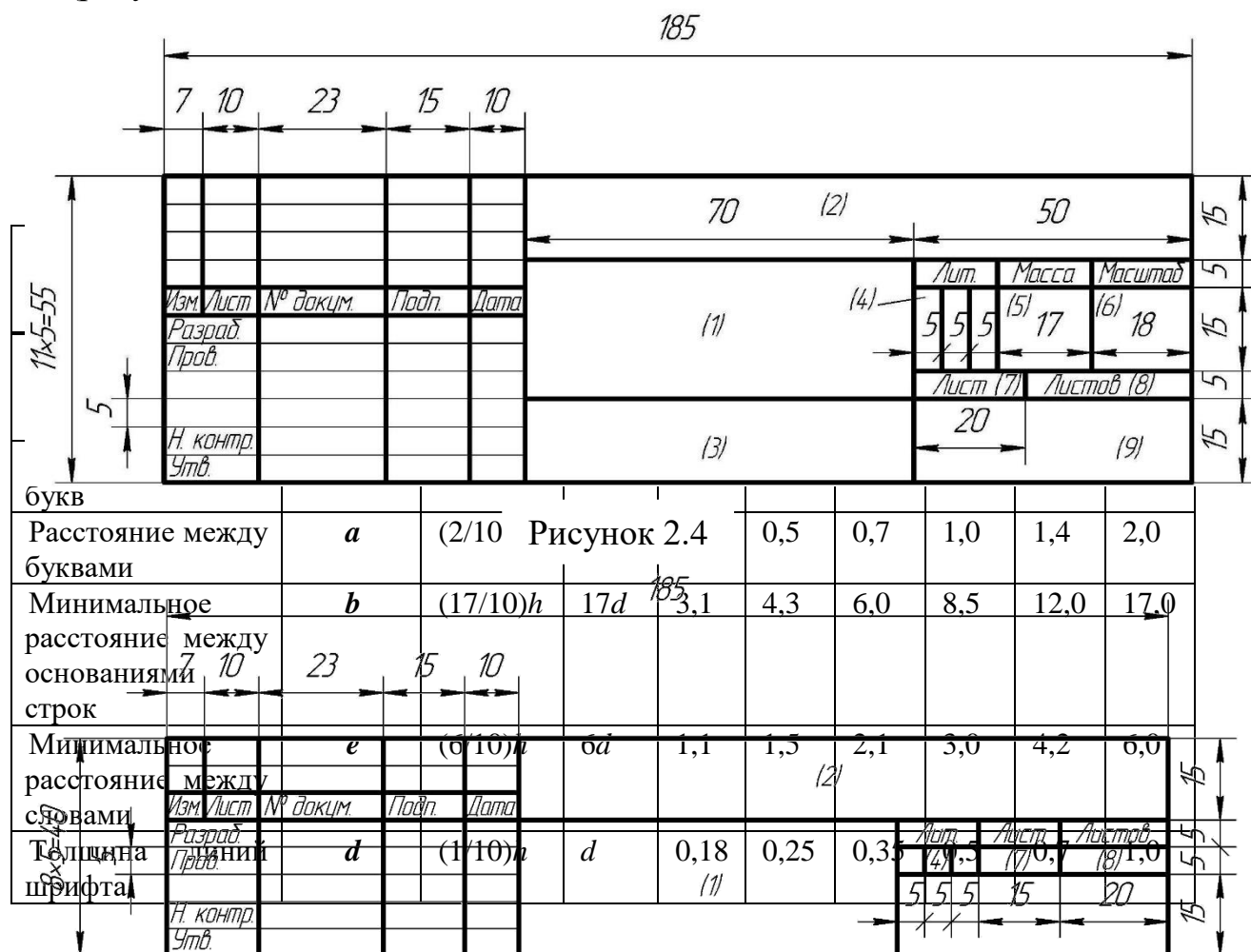


Рисунок 2.5

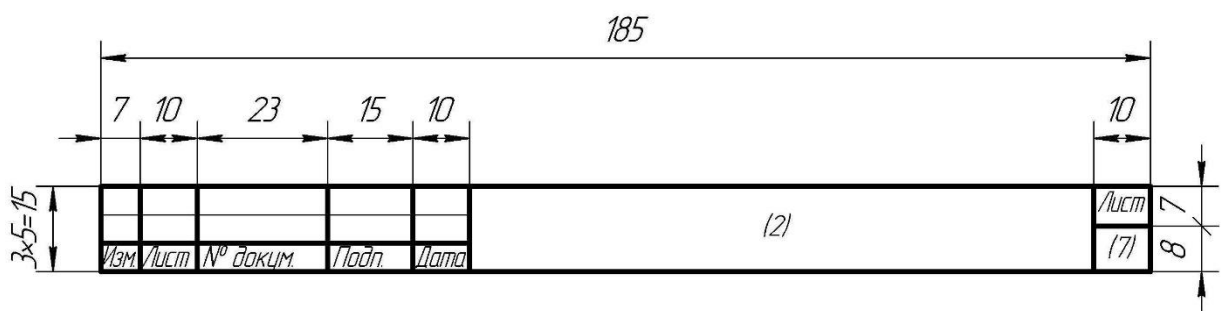


Рисунок 2.6

В основной надписи (номера граф даны в скобках) указывается:

графа 1 – наименование изделия (например, *Вал*);

графа 2 – обозначение технического документа (на учебных чертежах в АУЭС рекомендуется обозначение вида *АУк-13-02.01.03.08*, где *АУк-13-02* – индекс учебной группы, *01* – номер РГР, *03* – номер задания в этой РГР, *08* – номер варианта);

графа 3 – обозначение материала, данную графу заполняют только для чертежей деталей (например, *Ст3 ГОСТ 380-2005*);

графа 4 – литера, присвоенная данному документу по ГОСТ 2.103–68 (графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки. Например, литера *О* означает «опытный образец», «опытная партия», литера *У* – «учебный чертеж»; при этом литера *У* стандартом не предусмотрена, но широко используется в технических учебных заведениях);

графа 5 – масса изделия (например, *0,75 кг*);

графа 6 – масштаб изображения предмета на чертеже (например, *1 : 1*); проставляется в соответствии с ГОСТ 2.302–68;

графа 7 – порядковый номер листа (например, *3*); если чертеж выполнен на одном листе, то графа не заполняется;

графа 8 – общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);

графа 9 – наименование предприятия, выпустившего данный чертеж.

Пример выполнения основной надписи приведен на рисунке 2.7.

					<i>Э-14-08.02.01.12</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док-м.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Корпус</i>	<i>Лист</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Санбаев</i>							1:1
<i>Проб.</i>	<i>Динасылов</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Н. контр.</i>					<i>Сталь 45 ГОСТ 1050-94</i>	<i>АУЭС кафедра СУАТ</i>		
<i>Утв.</i>								

Рисунок 2.7

3 Нанесение размеров на чертежах

Все изображения на чертежах должны сопровождаться нанесением размеров. При нанесении размеров следует руководствоваться основными положениями ГОСТ 2.307-2011.

На чертеже проставляются размеры истинной величины детали и ее элементов независимо от масштаба, в котором выполнены изображения.

Линейные размеры указываются на чертеже в миллиметрах без обозначения единицы измерения, угловые - в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения.

Для нанесения на чертеже размеров проводят выносные и размерные линии (сплошные тонкие линии). При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии - перпендикулярно размерным линиям (рисунок 3.1,а).

При нанесении размера угла размерная линия проводится в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии - радиально (рисунок 3.1,б). При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят concentрично дуге, а выносные линии - параллельно биссектрисе угла и над

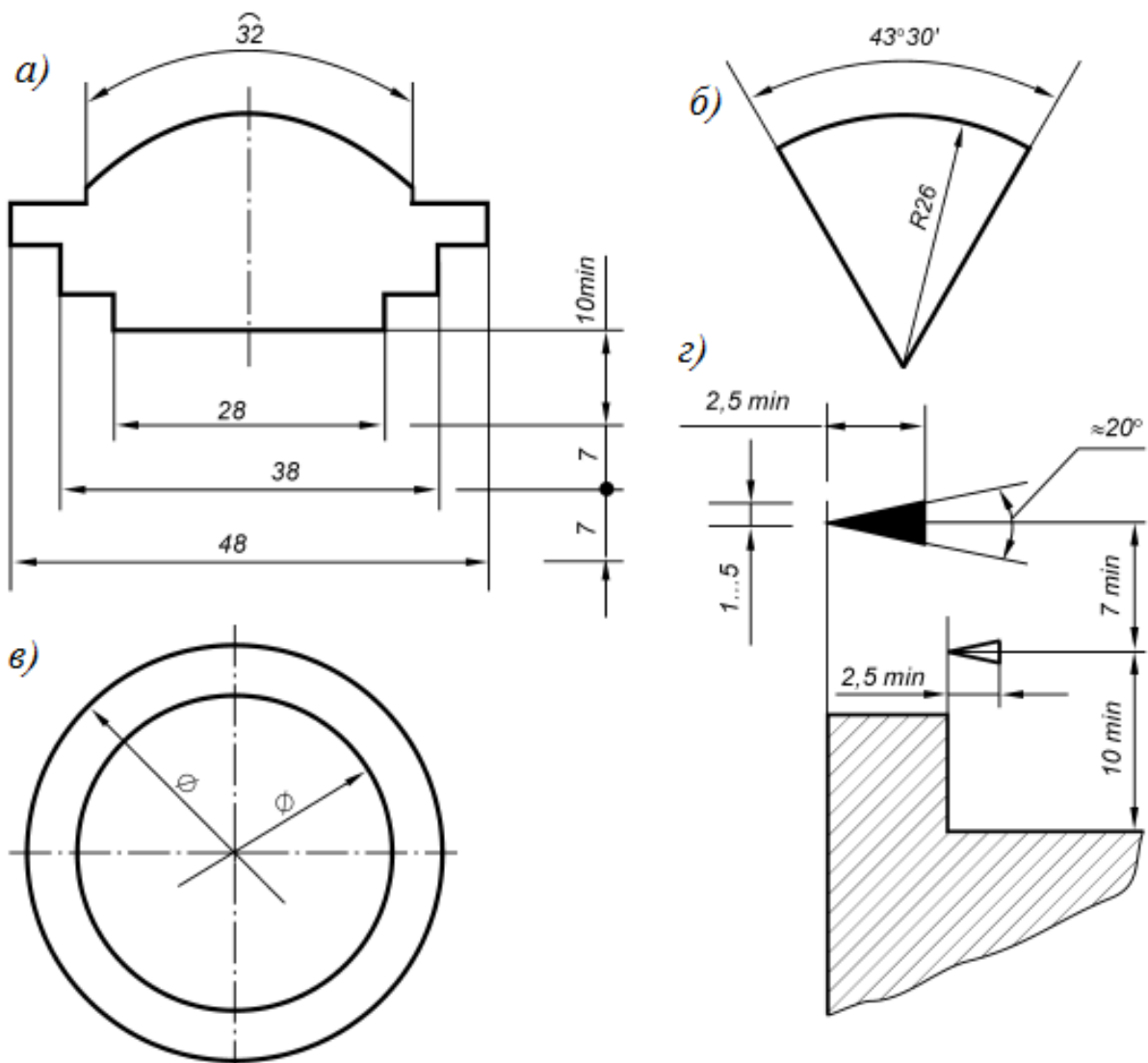


Рисунок 3.1

размерным числом наносят знак \frown (рисунок, 3.1,а).

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Не допускается в качестве размерных линий использовать линии контура, центровые и выносные линии. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Размерную линию ограничивают с обоих концов стрелками, упирающимися в выносные, осевые или контурные линии. Размерная линия радиуса ограничивается одной стрелкой со стороны определяемой дуги или скругления (рисунок 3.1,б). При указании диаметра окружности независимо от того, изображена она полностью или частично, допускается проводить размерные линии с обрывом. Обрыв делают за центром окружности (рисунок 3.1,в). Формы двух видов стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рисунке 3.1,г.

Выносные линии проводят от линий видимого контура. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм (рисунок 3.1,з).

Расстояние между линией контура и размерными линиями выбирается в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Минимальное расстояние размерной линии от параллельной ей линии контура должно быть 10 мм, а минимальное расстояние между параллельными размерными линиями - 7 мм (рисунок 3.1,а,з).

Размерные числа наносят над размерной линией по-возможности ближе к ее середине. При нанесении нескольких параллельных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа следует располагать в шахматном порядке (рисунок 3.1,а).

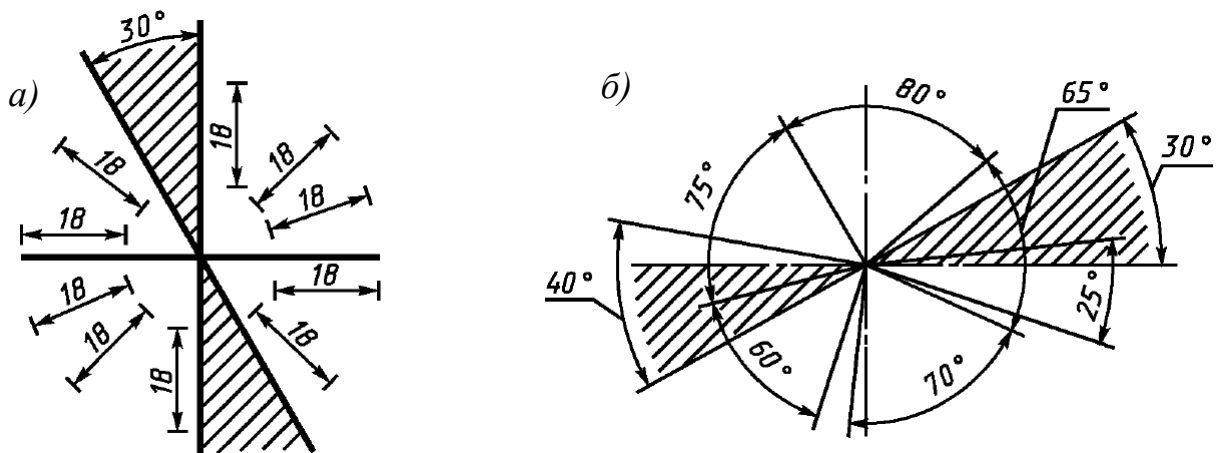


Рисунок 3.2

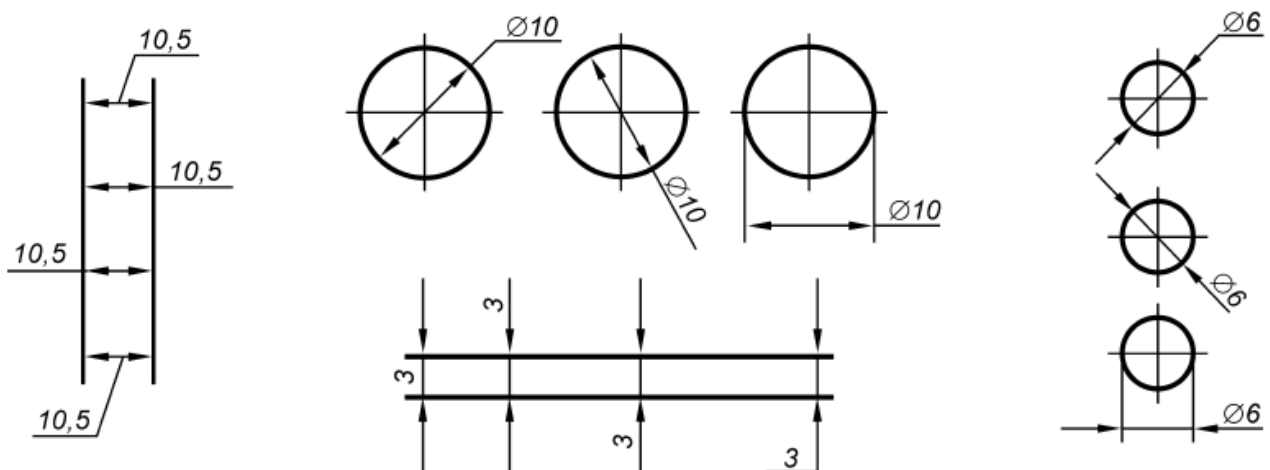


Рисунок 3.3

Линейные размеры при различных наклонах размерных линий и угловые размеры при различных положениях углов наносят так, как показано на рисунке 3.2,а. Если размерное число линейного или углового размера, наносимое над серединой размерной линии, попадает в заштрихованные зоны (в пределах угла 30°), то оно выносится

на горизонтально расположенную полку линии-выноски. Для углов малых размеров при недостатке места размерные числа размещают на полках линий-выносок в любой зоне (угол 5° на рисунке 3.2,б).

Если для нанесения стрелок и размерных чисел недостаточно места, то их наносят одним из способов, показанных на рисунке 3.3. Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии прерывают. Линии контура прерывать не допускается. Нельзя наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых и центровых линий.

Перед размерным числом радиуса помещают прописную букву *R* (например, *R15*), перед размерным числом диаметра – знак \varnothing (например, $\varnothing 30$). При большой величине радиуса центр дуги окружности допускается приближать к дуге. В этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (рисунок 3.4,а). Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать относительно него (рисунок 3.4,а). При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой (рисунок 3.4,б).

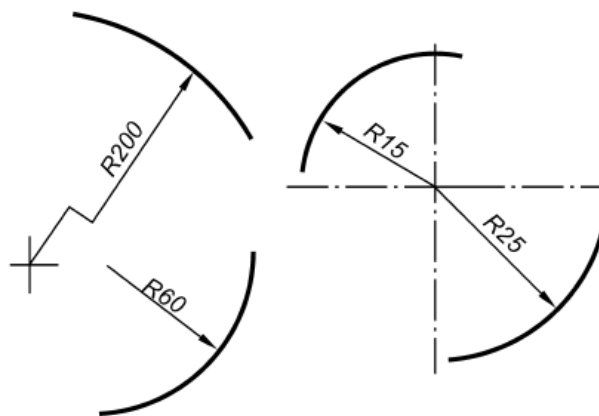


Рисунок 3.4

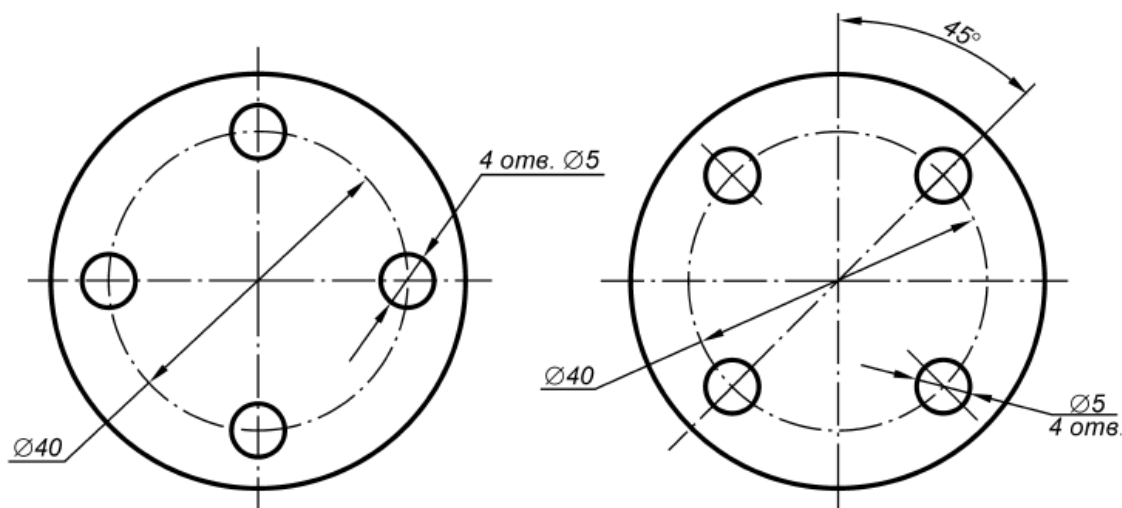


Рисунок 3.5

О
бще
е
кол
иче
ств
о
раз
мер
ов
на
чер
теж
е

должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Размеры одного и того же элемента на чертеже повторять не допускается. Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как

правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски или под ней количества этих элементов (рисунок 3.5). При этом для элементов, равномерно расположенных по окружности (например, отверстий), угловые размеры между ними не ставят при условии, что один из этих элементов лежит на одной из осей симметрии (рисунок 3.5,а). Наносится лишь размер диаметра окружности, на которой расположены центры отверстий ($\varnothing 40$ на рисунке 3.5,а). Если ни одно из отверстий не лежит на оси симметрии, то следует задавать угол до первого элемента (рисунок 3.5,б).

Глубина отверстий на чертежах показывается на разрезе детали, поэтому и их диаметры лучше наносить на этих разрезах (рисунок 3.6).

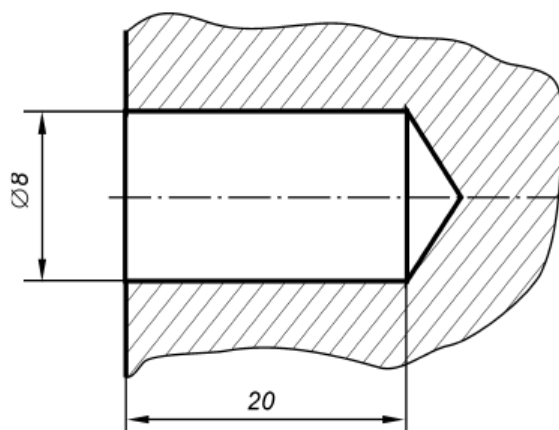


Рисунок 3.6

В случае выполнения изображения со сферой, если ее трудно отличить от других поверхностей, допускается при нанесении размера диаметра (радиуса) сферы писать слово «Сфера» (рисунок 3.7) или наносить знак \bigcirc (например, СфераR5, $\bigcirc \varnothing 40$).

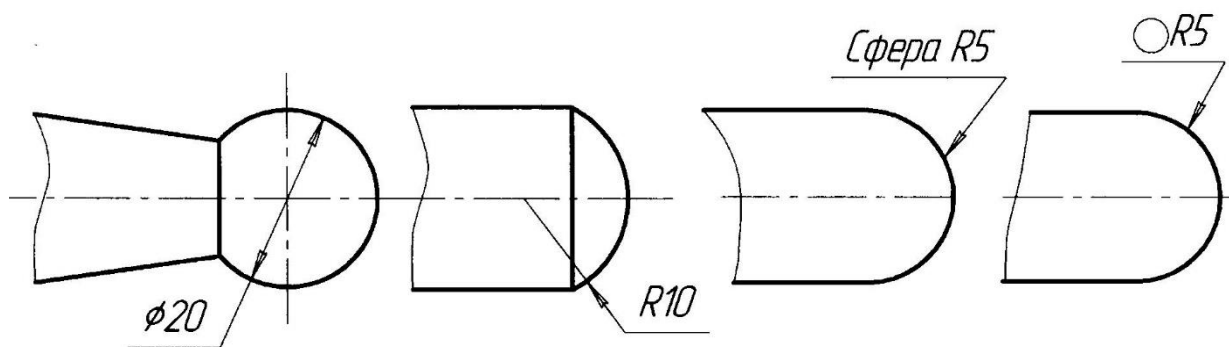


Рисунок 3.7

Квадрат на чертеже определяют двумя размерами его сторон или одним размером со знаком \square (рисунок 3.8,а). Диагонали, проведенные тонкими линиями (рисунок 3.8,а), условно обозначают плоскость (ГОСТ 2.305-2008).

Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на левом торце вала

на рисунке 3.9,*а*. Размеры фасок под другими углами указывают линейным и угловым размерами (рисунок 3.8,*а* – правый торец вала) или двумя линейными размерами (рисунок 3.9,*б*).

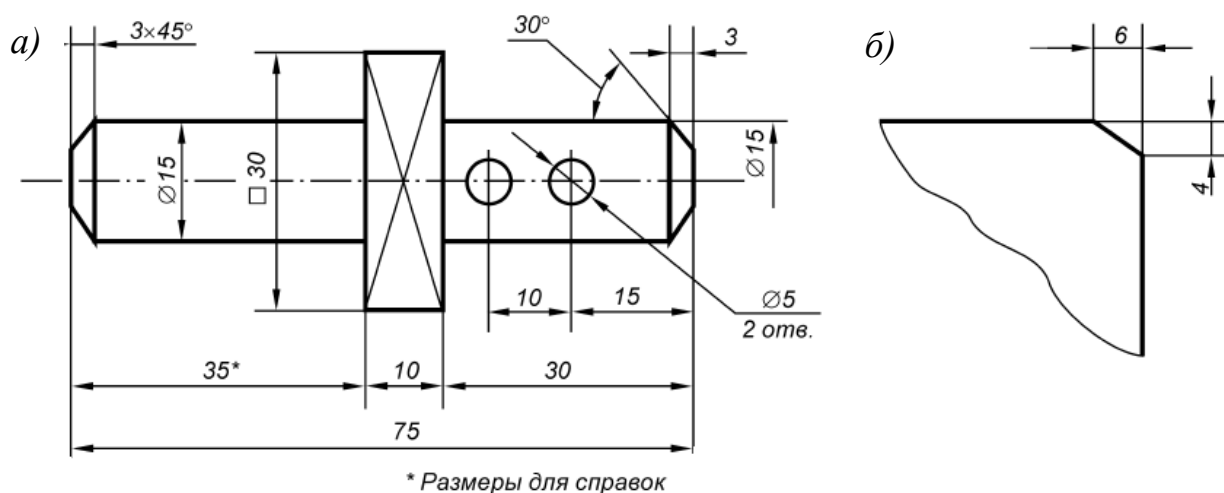


Рисунок 3.8

В случае выполнения на чертеже изображения, на котором вид совмещен с разрезом (вид сверху или слева), а также при вычерчивании симметричной фигуры до оси симметрии или с обрывом, размерную линию проводят с обрывом, который делают дальше оси или линии обрыва изображения (рисунок 3.9).

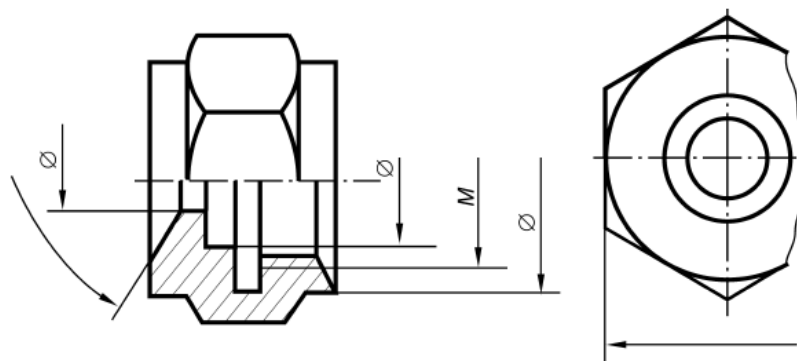


Рисунок 3.9

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять четко наносимыми точками или засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, (рисунок 3.10,*а*). При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать (рисунок 3.10,*б*).

В случае необходимости нанесения размерного числа на

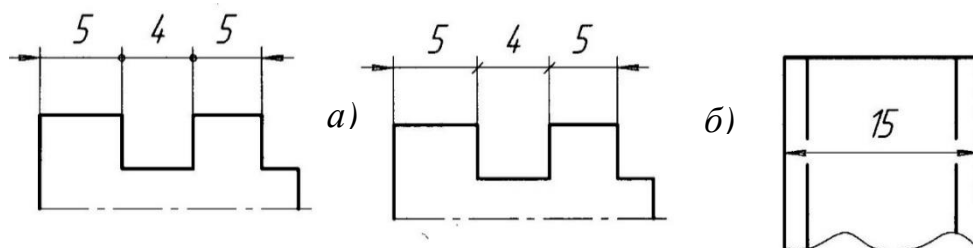


Рисунок 3.10

заштрихованном поле изображения линии штриховки прерывают (рисунок 3.11).

На технических чертежах не допускается наносить размеры в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров - справочный (см. размер 35* на рисунке 3.8).

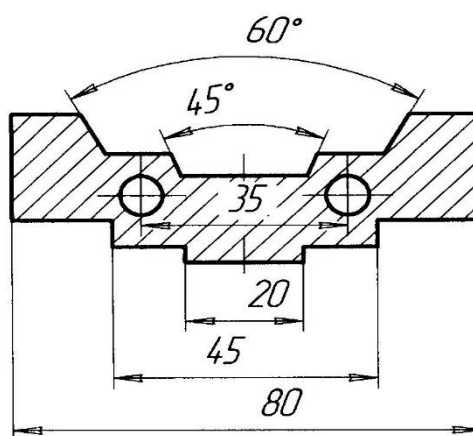


Рисунок 3.11

Угловые размеры иногда удобно задавать значениями уклона и конусности. Уклон - это тангенс угла наклона данной прямой (плоскости) к какой-либо другой прямой (плоскости). Уклон поверхности указывают непосредственно у изображения

поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения (рисунок 3.12,а), в процентах (рисунок 3.12,б) или в промилле (рисунок 3.12,в). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак \sphericalangle , острый угол которого направлен в сторону уклона.

Под конусностью понимают отношение разности диаметров двух

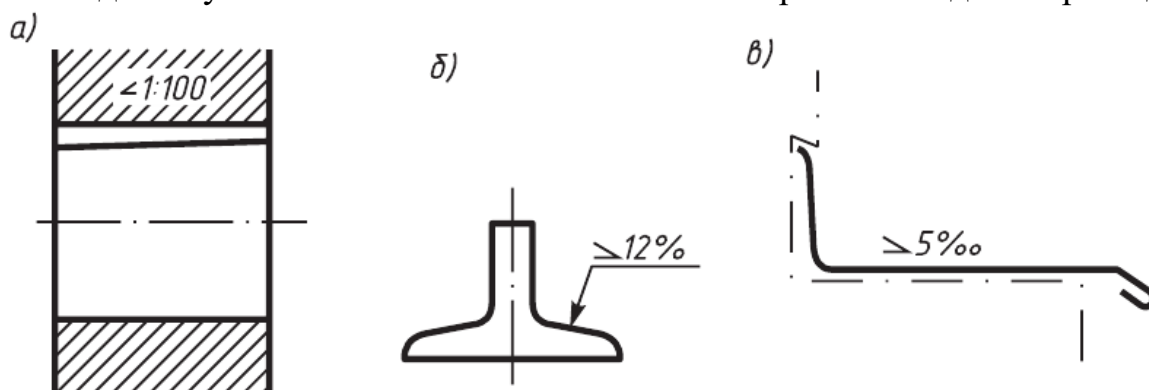


Рисунок 3.12 – Обозначения уклона

поперечных сечений конуса к расстоянию между ними. Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак \sphericalangle , острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рисунок 3.13).

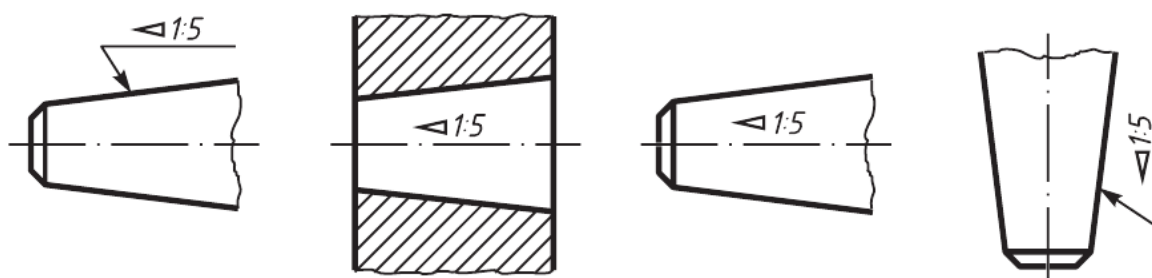


Рисунок 3.13 – Обозначения уклона

При изображении детали в одной проекции на полке линии-выноски (рисунок 3.14,а,б) наносят размер толщины ($s0,4$) или длины ($l200$).

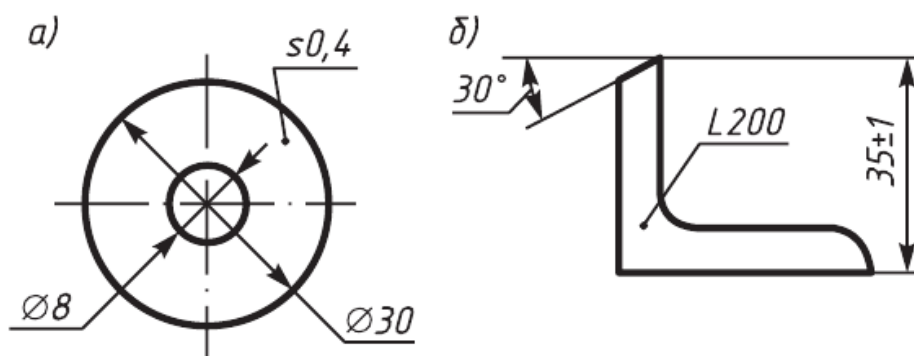


Рисунок 3.15 – Изображение детали в одной проекции

4 Изображение изделий на чертежах

Изображение изделий на чертежах осуществляется по методу ортогонального проецирования на плоскость. Правила изображения предметов на чертежах устанавливает ГОСТ 2.305-2008. За основные плоскости проекций принимают шесть граней пустотелого куба, на которые может быть спроецирован любой предмет, при этом предмет мысленно располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций

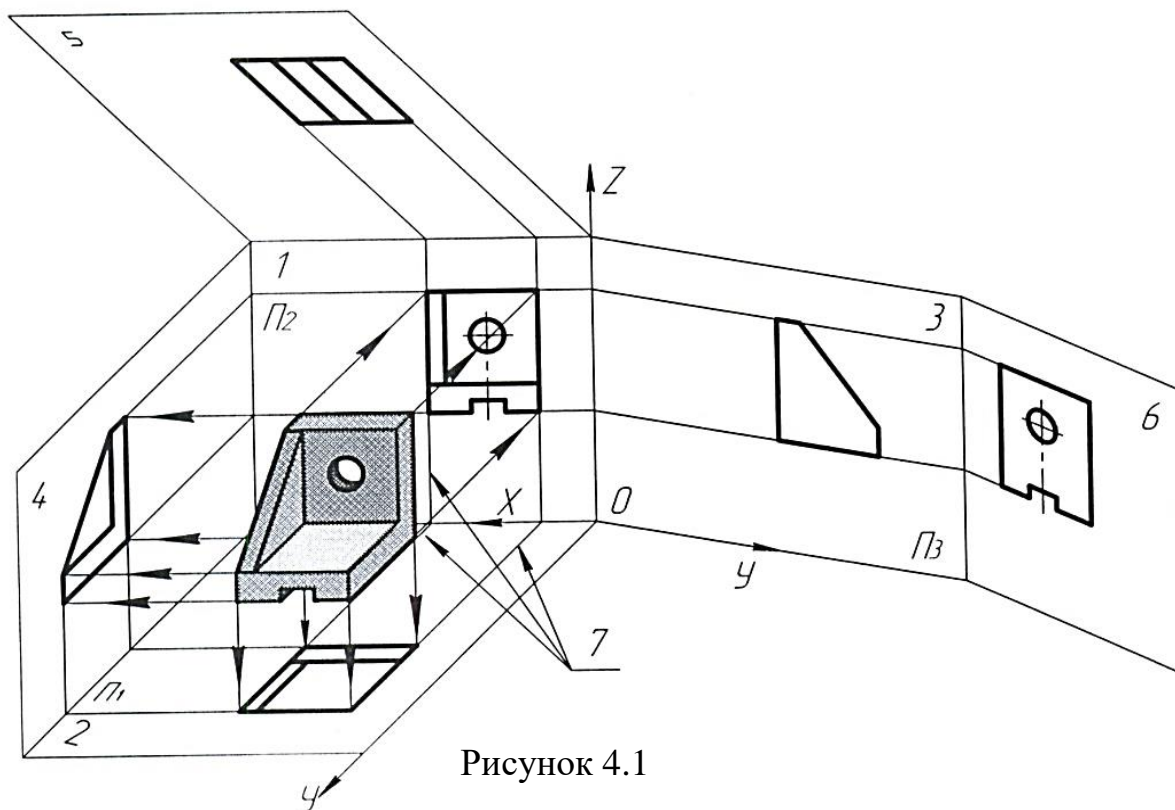


Рисунок 4.1

(рисунок 4.1).

Далее куб мысленно разрезают по ребрам и совмещают его грани вместе с полученными на них изображениями с фронтальной плоскостью проекций. В результате получают чертеж, на котором проекции предмета оказываются

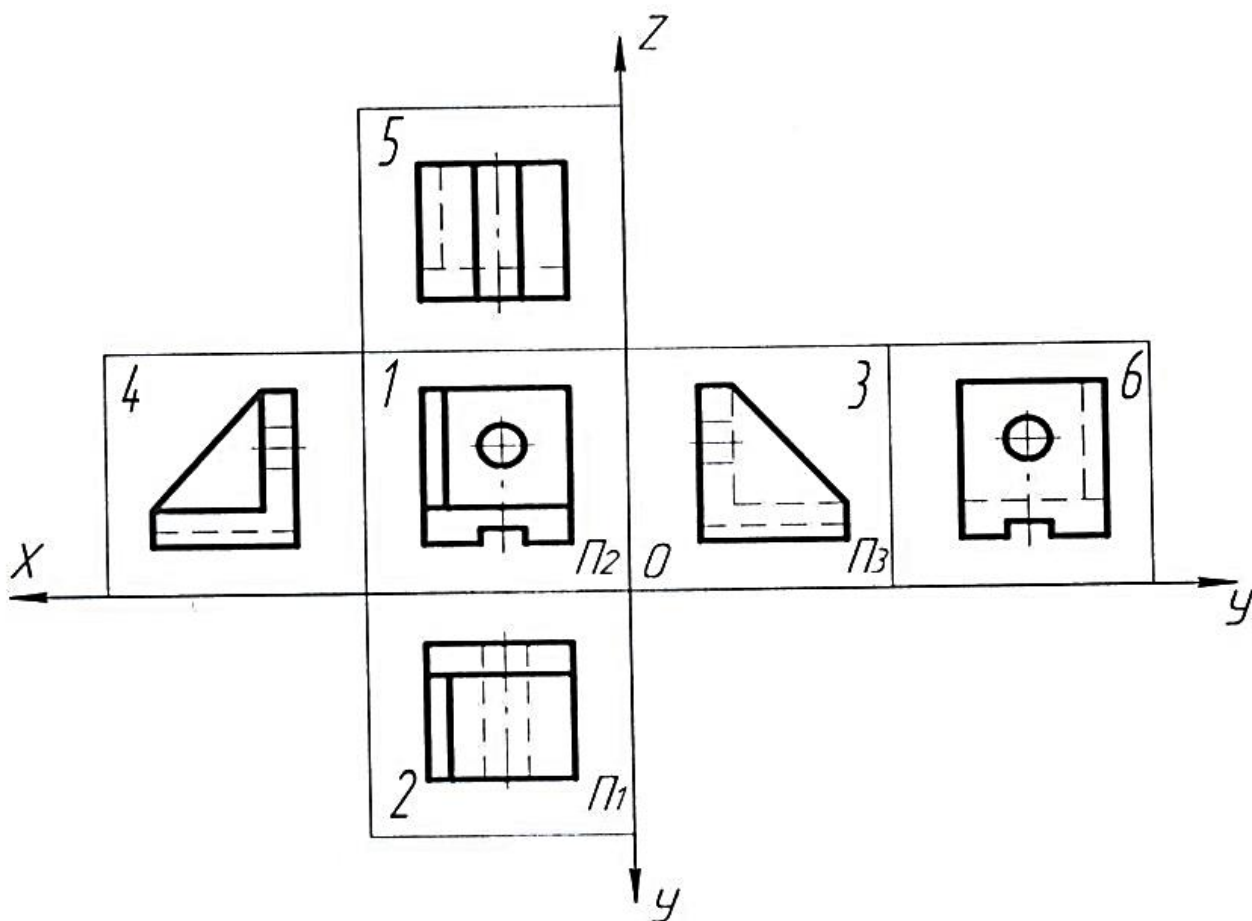


Рисунок 4.2– Основные виды

расположенными в закономерной последовательности (рисунок 4.2). Отметим, что грань 6 (передняя грань куба) может располагаться рядом с плоскостью 4.

4.1 Виды

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета (ГОСТ 2.305-2008). Для уменьшения количества изображений допускается на видах указывать невидимый контур детали штриховыми линиями. Виды, получаемые на основных плоскостях проекций, считаются *основными видами* и имеют названия: 1 – вид спереди или главный вид; 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади (рисунок 4.2).

Главным видом называется изображение предмета на фронтальной плоскости проекций, дающее наиболее полное представление о его форме и размерах. Остальные основные виды размещаются относительно главного

вида.

Виды рекомендуется располагать в проекционной связи так, как они размещены на рисунке 4.2, и в этом случае обозначать основные виды не следует.

Отметим, что для детали, показанной на рисунках 4.1 и 4.2, нет необходимости вычерчивать все шесть основных видов, достаточно трех видов, как показано на рисунке 4.3. Здесь 1, 2, 3 –

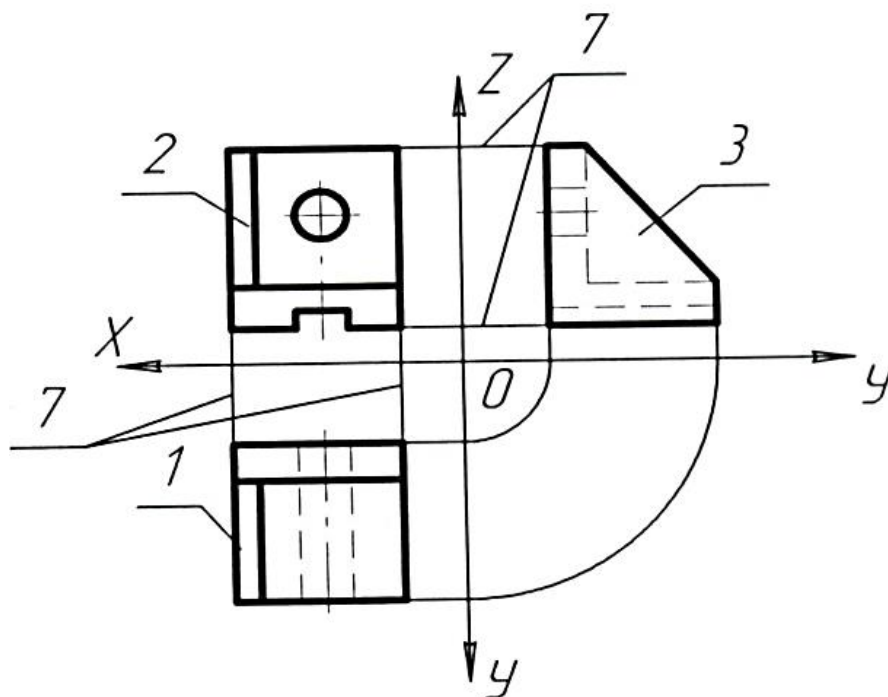


Рисунок 4.3– Необходимые виды в проекционной связи

соответственно вид сверху, спереди и слева, 7 – линии связи. В других случаях может оказаться необходимым от 1 до 6 основных видов, а также дополнительные виды и другие изображения.

Если какой-либо вид на чертеже расположен вне проекционной связи с главным видом или отделен от него другими изображениями, то соответствующее этому виду направление проецирования указывают стрелкой, обозначенное прописной буквой русского алфавита (начиная с буквы А), а сам вид отмечается той же буквой (рисунок 4.4). Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера шрифта размерных чисел, применяемых на данном чертеже, примерно в два раза. Если размерные числа выполняются шрифтом 3,5, тогда размер буквенных обозначений – шрифтом 7. Буквенные обозначения наносят около стрелок, указывающих направление проецирования;

положение буквы всегда вертикально.

Если какая-либо

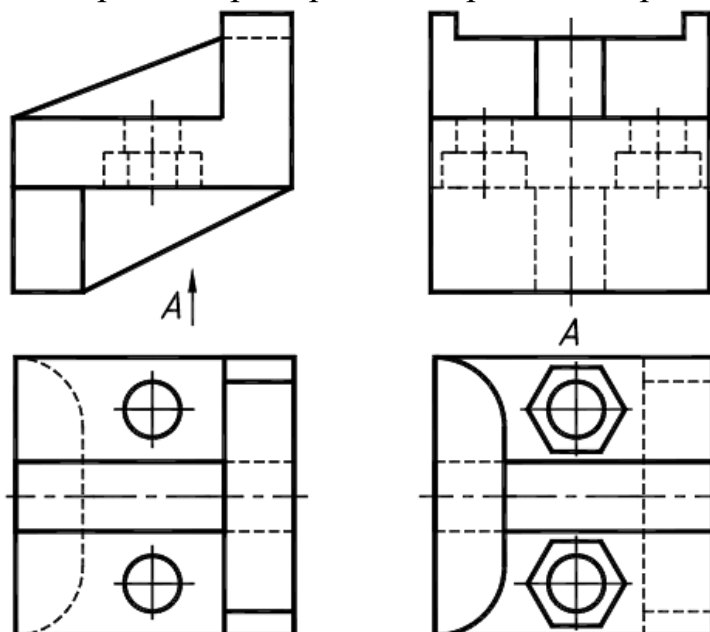


Рисунок 4.4– Вид снизу не в проекционной связи

часть предмета не может быть показана ни на одном из основных видов без искажения формы и размеров, то применяют *дополнительные виды*. Если дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим видом, его не обозначают (рисунок 4.5,*а*). В остальных случаях дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже надписью типа «А», а у связанного с дополнительным видом изображения детали должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (рисунок 4.5,*б,в*). Дополнительный вид можно поворачивать, сохраняя положение, принятое для изображаемого предмета на главном виде (рисунок 4.5,*в*); при этом к обозначению вида добавляют условное графическое обозначение «повернуто».

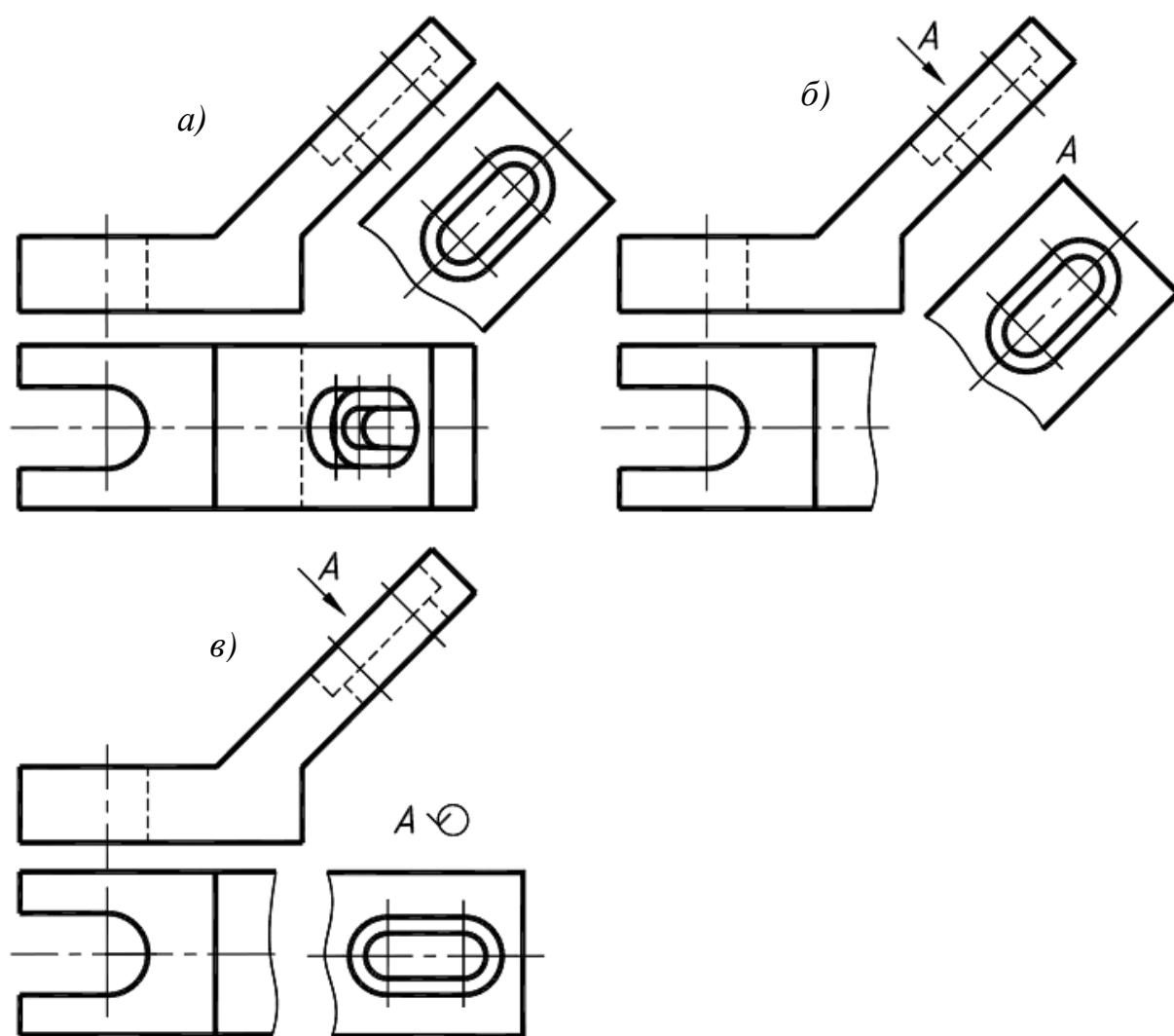


Рисунок 4.5– Дополнительный вид

На рисунке 4.6 показаны начертания и размеры стрелки, указывающей направление взгляда, и знака «повернуто».

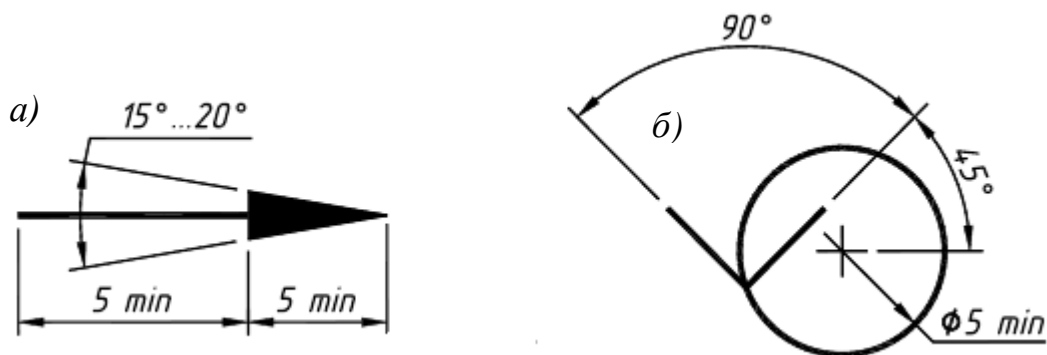


Рисунок 4.6

Для изображения на чертеже отдельного, ограниченного места поверхности предмета применяется *местный вид*. Местный вид может быть ограничен линией обрыва (по возможности в наименьшем размере), или не ограничен. Обозначение местного вида аналогично обозначению дополнительного. Примеры выполнения дополнительного и местных видов приведены на рисунке 4.7 и 4.7. Местный разрез не допускается выполнять на разрезе.

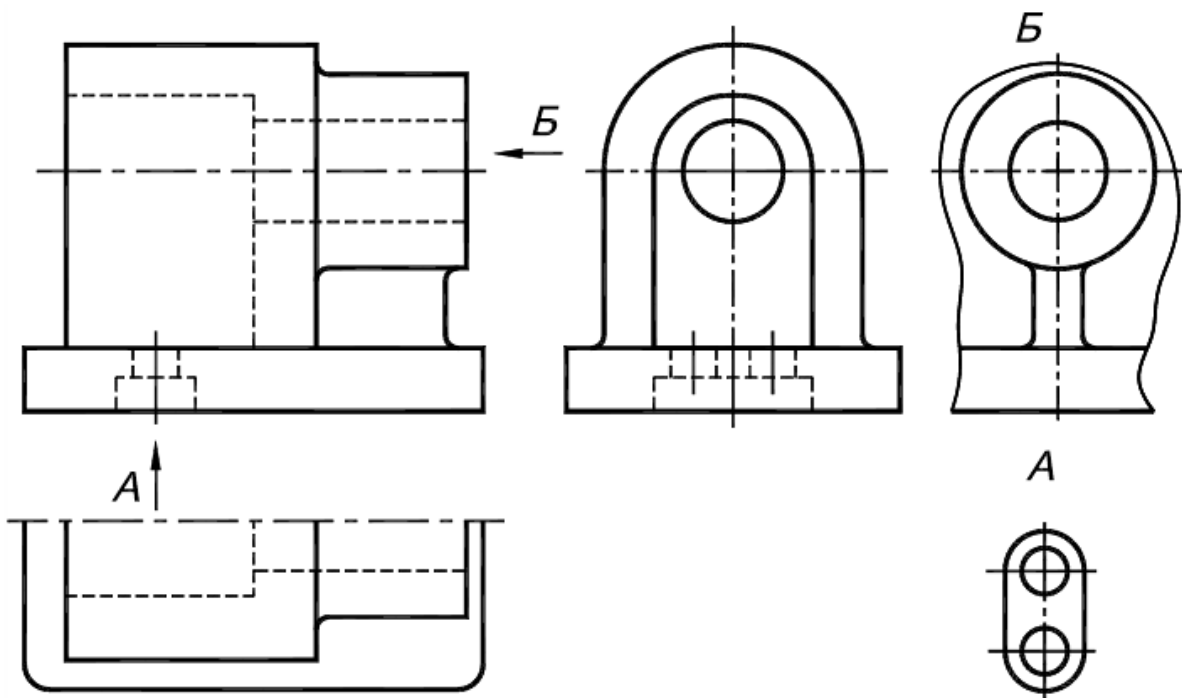


Рисунок 4.7– Чертеж с местными видами А и В

Когда на основном или дополнительном виде невозможно показать мелкие элементы предмета со всеми подробностями, применяют *выносные элементы*. При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной линией –

окружностью, прямоугольником и т.п. с обозначением выносного элемента на полке линии-выноски прописной буквой русского алфавита. У выносного элемента указывают букву и масштаб, например, как показано на рисунке 4.8.

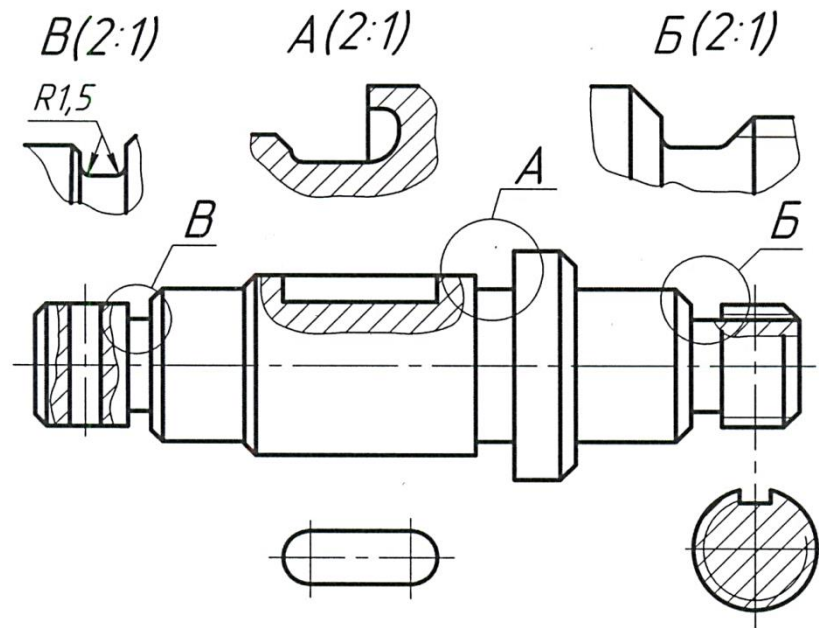


Рисунок 4.8– Чертеж вала с выносными элементами

4.2 Разрезы

При сложном внутреннем строении предмета на чертежах применяют разрезы. *Разрез* – изображение предмета, мысленно рассечённого одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечёт за собой изменение других изображений предмета. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и что расположено за ней. Все части предмета, пересекаемые плоскостью, заштриховывают, пустоты не штрихуют (рисунок 4.9).

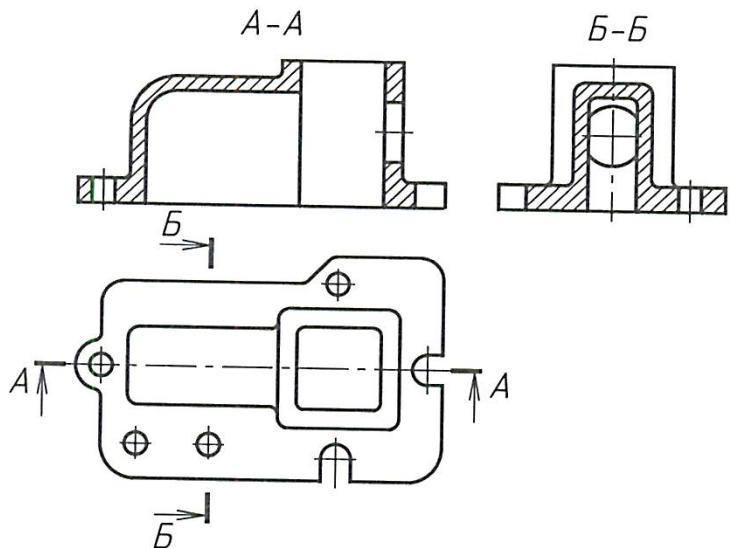


Рисунок 4.9– Примеры разрезов

Плоскости мысленного рассечения детали называют секущими плоскостями. Часть детали, расположенная между секущей плоскостью и наблюдателем, мысленно удаляется, а образованное секущей плоскостью сечение штрихуется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.306- 68.

Внутренние очертания предмета на разрезе изображают сплошными основными линиями. На чертежах положение секущей плоскости обозначают разомкнутой линией со стрелками и прописными буквами русского алфавита.

Разрез можно размещать на любом свободном месте поля чертежа, но рекомендуется, по возможности, ближе к тому месту, где этот разрез выполняется. Разрез можно изображать и на месте основного вида, если секущая плоскость параллельна данной плоскости проекций. Если разрез расположен на месте главного вида, то он называется простым фронтальным разрезом.

На начальном и конечном штрихах необходимо ставить стрелки, указывающие направление взгляда при проецировании (рисунок 4.10). Буквы ставят у начала и конца линии сечения, т.е. так, чтобы стрелки размещались между буквой и изображением.

Стрелки должны наноситься на расстоянии 2...3 мм от внешнего конца штриха. Начальный и конечный штрихи

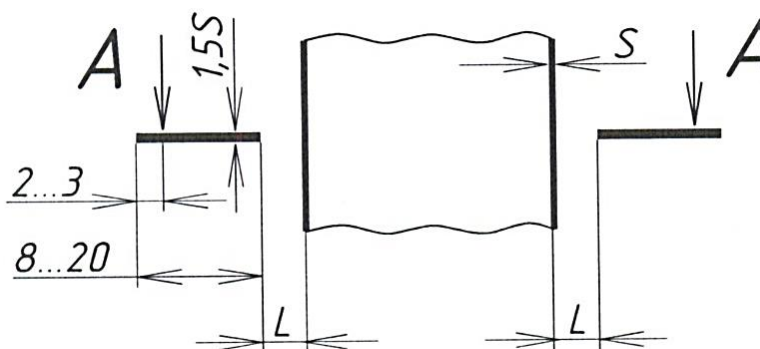


Рисунок 4.10 – Указание секущей плоскости

не должны пересекать контур предмета (значение L – не менее 3 мм). Над изображением разреза делают надпись по типу $A-A$.

Не указывают положение секущей плоскости, направление проецирования и не наносят буквенные обозначения, если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета и параллельна одной из основных плоскостей проекций.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на простые и сложные. Простые разрезы образованы одной секущей плоскостью, сложные – несколькими.

В зависимости от положения секущей плоскости простые разрезы разделяются на горизонтальные, вертикальные и наклонные.

Горизонтальными называются разрезы, выполненные секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекции (рисунок 4.11).

Вертикальными называются разрезы, выполненные секущей плоскостью, перпендикулярной к горизонтальной плоскости проекции). Вертикальный разрез называется фронтальным (рисунок 4.12), если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

Фронтальные, горизонтальные и профильные разрезы обычно располагают на месте соответствующих основных видов.

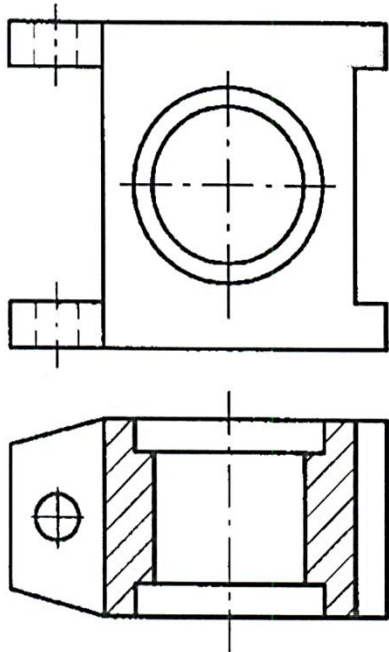


Рисунок 4.11 – Горизонтальный
разрез

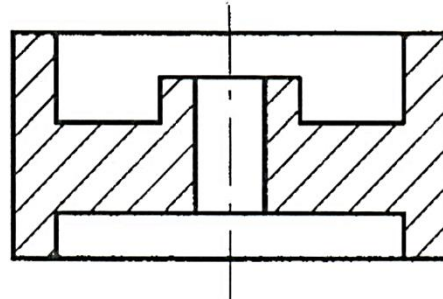


Рисунок 4.12 – Фронтальный
разрез

Наклонными называют разрезы, у которых секущая плоскость составляет с плоскостями проекций угол, отличный от прямого угла (рисунок 4.13).

Если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета то разрезы называются продольными, если секущие плоскости направлены перпендикулярно к длине или высоте предмета – поперечными.

Сложные разрезы бывают ступенчатыми, если секущие плоскости параллельны (рисунок 4.14,*a*), и ломанными, если секущие плоскости пересекаются (разрез *A-A* на рисунке 4.14,*б*). При ломаном разрезе секущие плоскости условно поворачиваются до совмещения в одну плоскость.

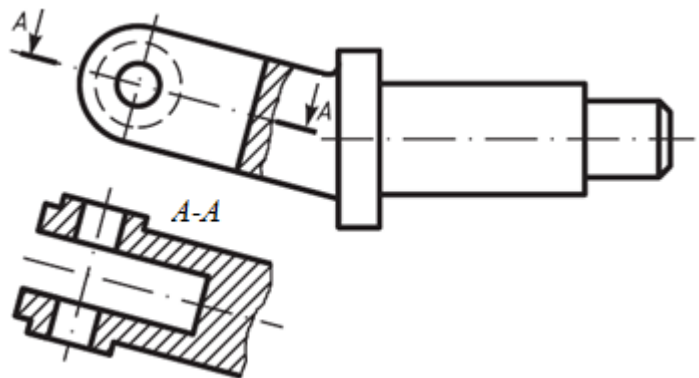


Рисунок 4.13 – Наклонный разрез

Ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида, если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций.

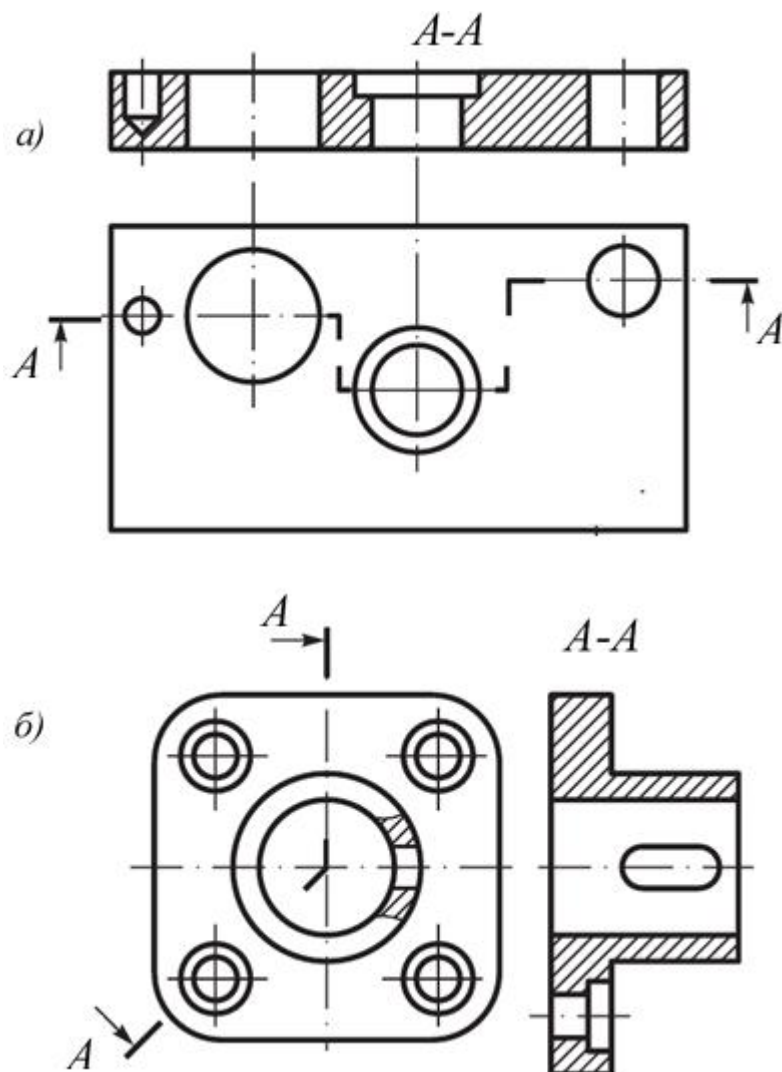


Рисунок 4.14 - Сложные разрезы: а) - ступенчатый; б) - ломанный

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их тонкой волнистой линией или тонкой линией с изломами. Линии невидимого контура на соединяемых частях обычно не показывают. Если вид и разрез представляют собой симметричные фигуры (рисунок 4.15), то вычерчивают половину вида и половину разреза изображения, разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии. Часть разреза располагают справа (рисунок 4.15,а) или снизу от оси симметрии, разделяющей часть вида и часть разреза (рисунок 4.15,б).

Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии. Соединять, таким образом части несимметричной детали не допускается.

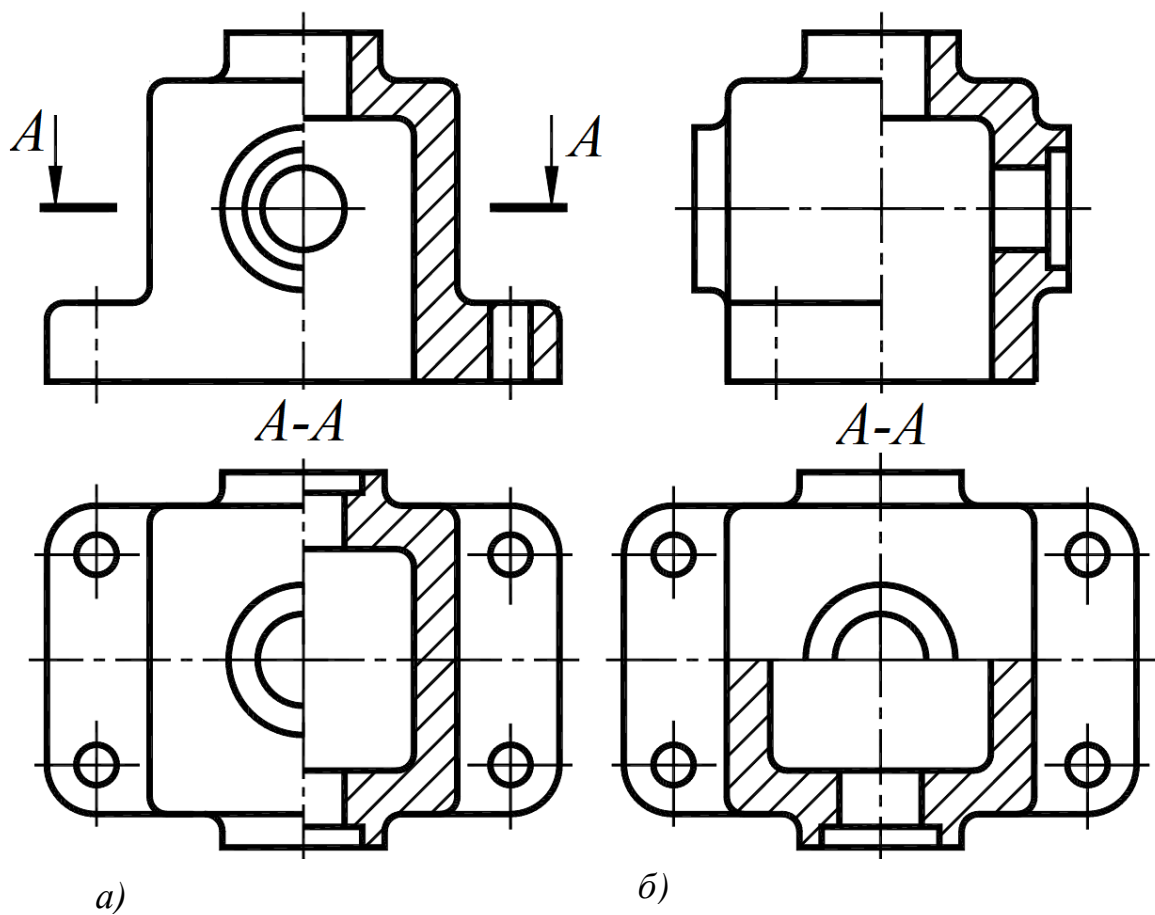


Рисунок 4.15 - Совмещение половины вида с половиной разреза

При соединении симметричных частей вида и разреза, если с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии, например ребра (рисунок 4.16), то вид от разреза отделяют сплошной волнистой линией, так чтобы ребро стало видимым.

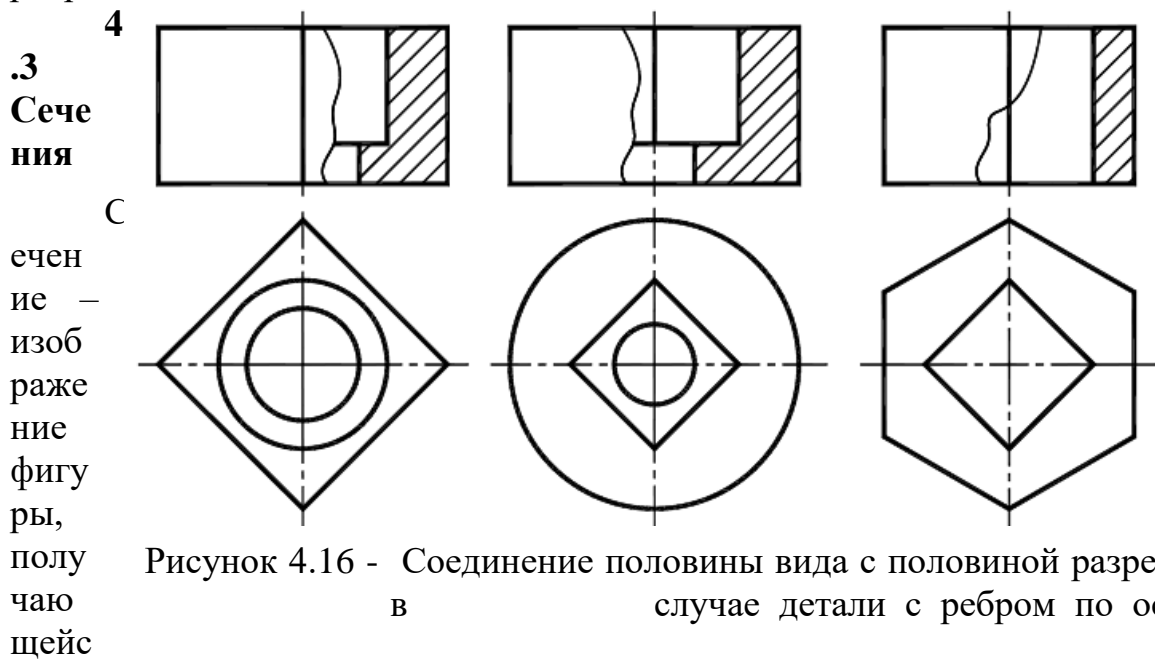


Рисунок 4.16 - Соединение половины вида с половиной разреза в случае детали с ребром по оси

я при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. На чертежах сечения обозначаются так же, как и разрезы.

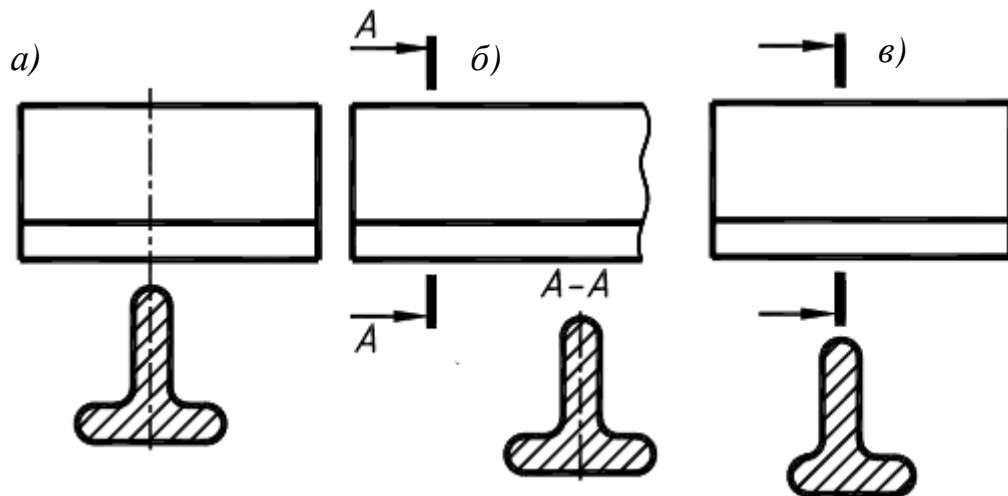


Рисунок 4.17- Вынесенное сечение

Сечения не входящие в состав разреза, разделяются на вынесенные (рисунок 4.17) и наложенные (рисунок 4.18). Вынесенным называется сечение, расположенное на чертеже вне контура вида предмета. Вынесенные сечения предпочтительны, их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рисунок 4.19).

Контур сечений, входящих в состав разреза, и вынесенных сечений изображают сплошными толстыми линиями, контур наложенных сечений – сплошными тонкими линиями, при этом контур изображения на месте наложенного сечения не прерывают (рисунок 4.17).

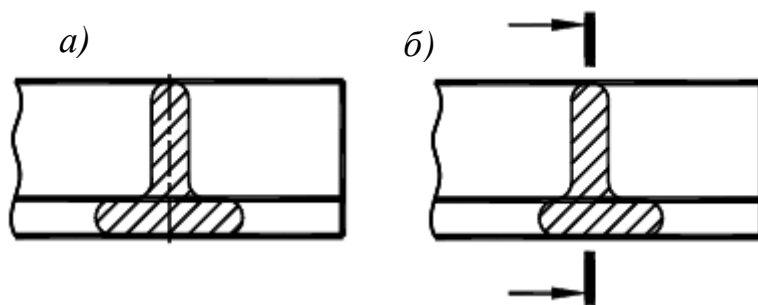


Рисунок 4.18- Наложённое сечение

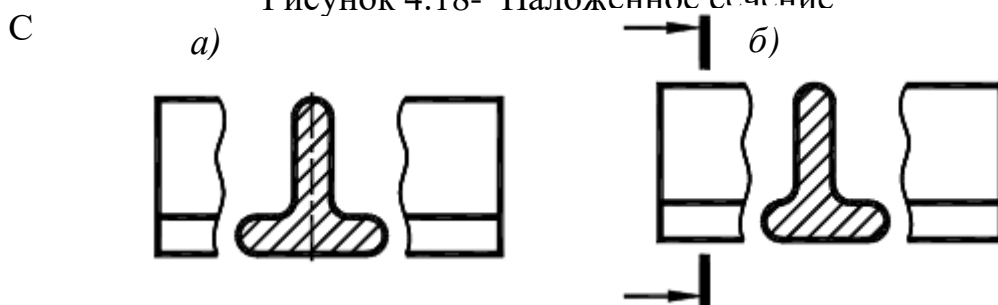


Рисунок 4.19 – Сечение расположенное в разрыве между частями одного и того же вида

ле
ду
ет
по
мн
ит
ь,

что в случае, когда проекционная связь нарушена, надо обозначать сечение и указывать положение секущей плоскости и направление взгляда; если проекционная связь не нарушена, но сечение несимметрично, сечение обозначать не надо, но нужно указывать положение секущей плоскости и направление взгляда; если же проекционная связь не нарушена, и сечение симметрично, то указывается только ось симметрии.

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рисунок 4.20).

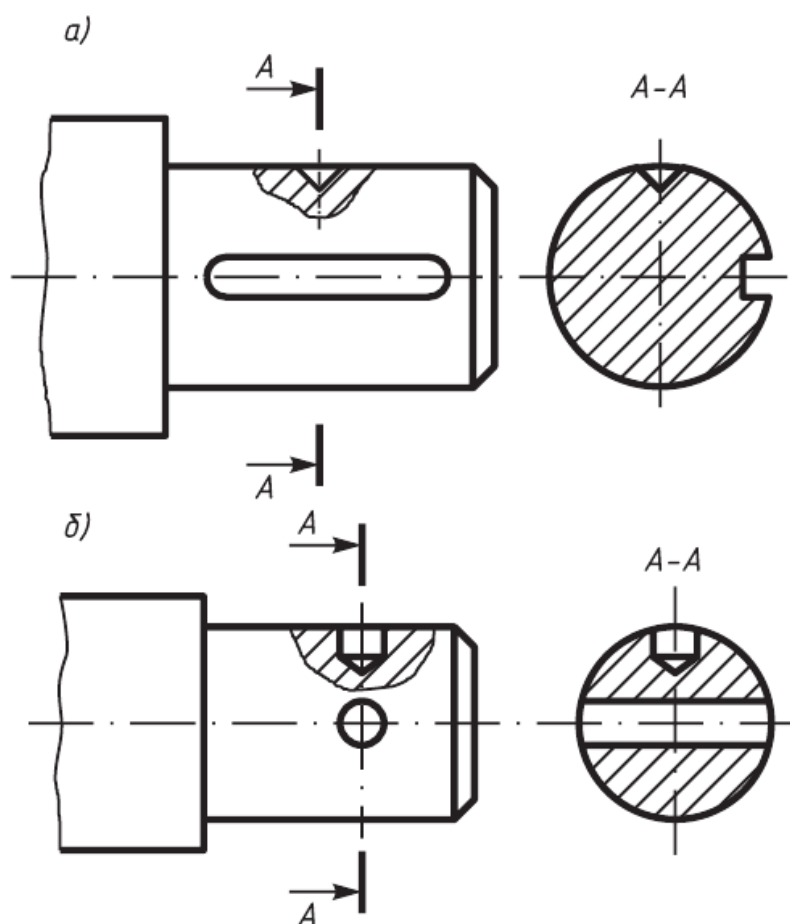


Рисунок 4.20 – Варианты изображения сечения

4.4 Условности и упрощения на чертежах

При выполнении чертежей используют ряд упрощений и условностей, которые значительно сокращают время разработки чертежа.

Если предмет имеет несколько одинаковых равномерно расположенных элементов, то на изображении предмета полностью показывают один-два таких элемента, а остальные показывают упрощённо или условно; если фигура симметрична, можно изображать половину или немного больше половины изображения (рисунок 4.21).

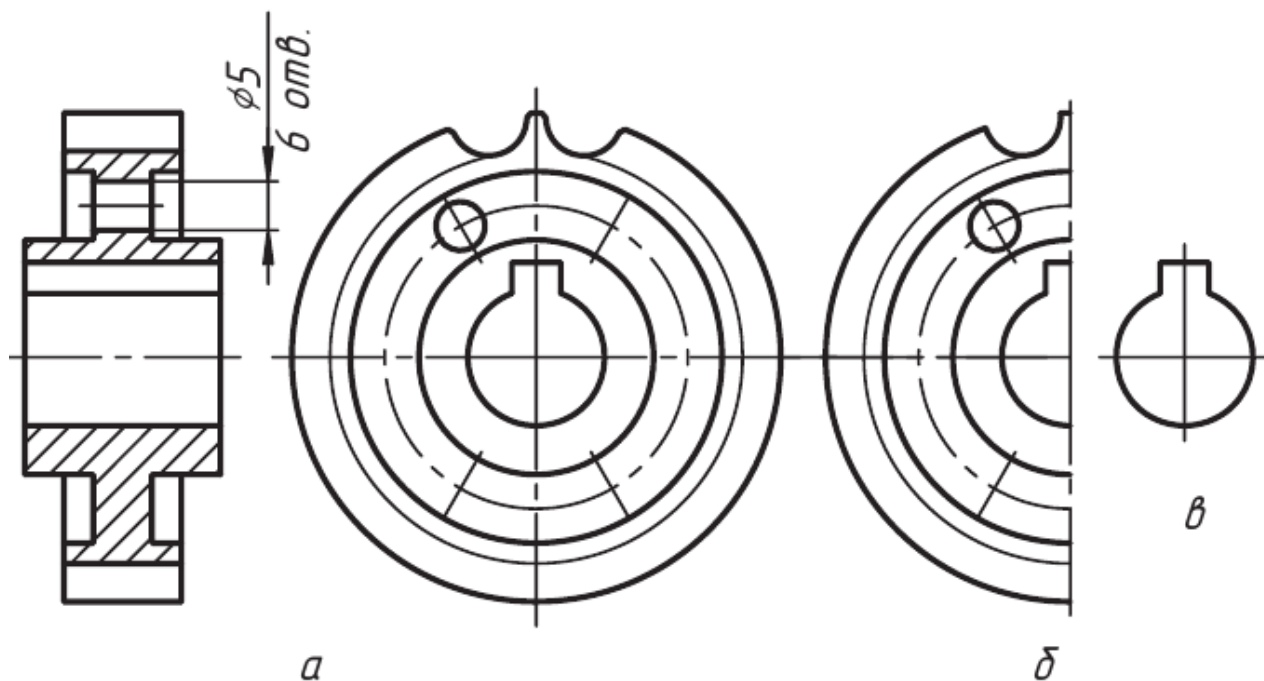


Рисунок 4.21 – Примеры упрощений на чертеже

Линии пересечения поверхностей можно изображать упрощенно или не изображать совсем. Элементы деталей, имеющие размеры (или разницу в размерах) на чертеже 2 мм и менее, допускается изображать с небольшим увеличением, отступая от масштаба, принятого всего изображения. Это касается отверстий, фасок, углублений, толщины пластин и т.д. Плоские поверхности предмета можно выделить диагоналями, которые строят тонкими линиями (рисунок 4.22).

При выполнении разреза следует помнить, что такие элементы, как винты, болты, заклепки, шпонки не пустотелые валы шпиндели, рукоятки и т.д., показывают не рассечёнными. Обычно показывают не рассечёнными на сборочных чертежах гайки, и шайбы. Шарики всегда показывают не рассечёнными. Тонкие стенки типа ребер жёсткости (рисунок 4.22), спицы маховиков шкивов, зубчатых колёс и другие показывают незаштрихованными в том случае, если секущая плоскость проходит вдоль оси или длинной стороны такого элемента.

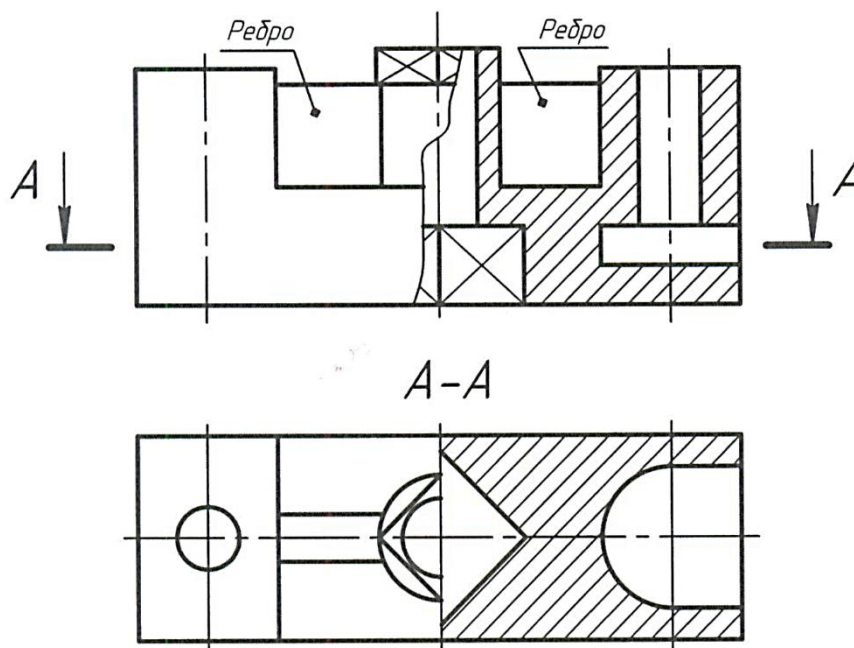


Рисунок 4.22 – Соединение части вида спереди и части фронтального разреза

На чертежах предметов, имеющих сплошную сетку, рифление, орнамент и т.д., допускается изображать эти элементы частично, с упрощением (рисунок 4.23).

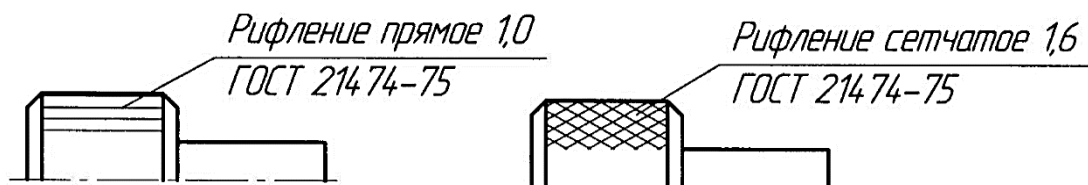


Рисунок 4.23 – Упрощённое изображение рифления

у
слов
ност
и и
упро
щен
ия,
при

меняемые в изображении отдельных видов соединений, будут рассмотрены в соответствующих разделах пособия.

4.5 Материалы деталей и их обозначение на чертежах

4.5.1 *Обозначение материала детали в основной надписи.* Для изготовления деталей машин и механизмов применяются различные металлы, их сплавы, а также неметаллические материалы. Обозначение материала устанавливается соответствующим стандартом и помещается в основной надписи чертежа детали в графе «Материал». Обозначение материала содержит его наименование, марку и номер стандарта или технических условий, например: *Сталь 45 ГОСТ 1050-94*. Если в условное обозначение материала входит его сокращенное наименование типа *Ст*, *СЧ*, *Бр* и т. п., то наименование *Сталь*, *Серый Чугун*, *Бронза* и др. не указывается, а записывается только условное обозначение, например *Ст3 ГОСТ 380-2005*.

Для детали, изготовленной из сортового материала (сортамент), материал детали записывают в соответствии с присвоенным ему в стандарте обозначением.

Рассмотрим обозначения наиболее распространенных материалов.

1. *Серый чугун* (ГОСТ 1412–85).

Пример обозначения: *СЧ 15 ГОСТ 1412-85*.

В обозначении марки чугуна цифры обозначают предел прочности при растяжении в МПа, деленное на 10.

2. *Сталь углеродистая обыкновенного качества* (ГОСТ 380–2005).

Выпускаются марки: *Ст0, Ст1, ..., Ст7*; марки стали здесь расположены в порядке возрастания содержания в них углерода, причем цифры в обозначении марок стали не выражают его количественного содержания, а указывают лишь порядковый номер стали.

Пример обозначения: *Ст3 ГОСТ 380-2005*.

3. *Сталь качественная конструкционная углеродистая* (ГОСТ 1050–94).

Выпускаются марки: *08, 10, 15, 20* и др. с нормальным содержанием марганца или *15Г, 20Г, 30Г* и др. с повышенным содержанием марганца. Двухзначные цифры в маркировке стали обозначают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Буква *Г* означает приблизительное содержание марганца, когда минимальное содержание его выше 1%.

Пример: *Сталь 20 ГОСТ 1050-94* или *Сталь 65Г ГОСТ 1050-94*.

4. *Сталь конструкционная легированная* (ГОСТ 4543–71).

Применяется для изготовления деталей машин, к которым предъявляются требования повышенной прочности, износостойкости, жаропрочности, сопротивления коррозии и т. д. Наиболее распространенные марки легированных сталей: хромистые – *20Х, 30Х*; хромованадиевые – *20ХФ*; хромомарганцовистые – *35ХГ2*; хромоникелевые – *20ХН, 40ХН*.

В марке стали двухзначные цифры слева указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента, а цифры справа от букв означают процентное содержание соответствующего элемента.

5. *Латунь* (ГОСТ 17711–93 и ГОСТ 15527-2004) – сплав меди с цинком, применяется для деталей арматуры подшипников, втулок, нажимных гаек и т. д. Пример обозначения: *ЛАЖМц66-8-3-2 ГОСТ 17711-93*, где *Л* – латунь, *А* – алюминий, *Ж* – железо, *Мц* – марганец, число *66* указывает процентное содержание меди, *8* – алюминия, *3* – железа, *2* – марганца, остальное – цинк.

6. *Бронза* – многокомпонентный сплав на медной основе, содержащий олово, цинк, свинец и другие металлы.

Бронзы оловянистые литейные (ГОСТ 613–79). Применяются для изготовления арматуры, для антифрикционных деталей и др. Пример обозначения: *БрОЦС3-12-5 ГОСТ 613-79* – сплав, содержит 3% олова, 12% цинка, 5% свинца, остальное – медь.

Бронзы безоловянистые (ГОСТ 18175–78). Выпускаются следующие марки: *БрА5, БрАМц9-2, БрАМц9-2Л, БрАЖ9-4, БрАЖМц10-3-1,5, БрАЖН10-4-4Л* и др. Здесь: *А* – алюминий, *Ж* – железо, *Мц* – марганец, *Н* – никель, *Ф* –

фосфор. Используются для изготовления втулок, червячных колес, вкладышей подшипников и др. Пример обозначения: *БрАМц10-2 ГОСТ 18175-78*.

7. *Алюминиевые сплавы, обрабатываемые давлением* (ГОСТ 4784–97).

Применяются для ответственных деталей двигателей, поршней и др.

Выпускаются марки: с основной алюминий–магний – *АЛ8, АЛ13, АЛ22* и др., алюминий–кремний – *АЛ2, АЛ4, АЛ4В* и др., алюминий–медь – *АЛ7, АЛ7В* и др. Для указанных сплавов для литья после начальной буквы *А* ставится *Л*. Для сплавов, предназначенных для проката, штамповки ставится буква *К*. Сплавы алюминия с кремнием предназначены (силумины) для изготовления деталей сложной формы, например карбюраторов. Пример обозначения силумина: *АЛ2 ГОСТ 2685-75*, где *2* – номер силумина.

Сплав алюминия с магнием и медью носит название *дуралюмин*, он очень прочен и хорошо штампуется. Пример: *Алюминий 18 ГОСТ 4784-97*.

8. *Пластмассы* – полимерные материалы (ГОСТ 5689–79). В промышленности широко применяются различные пластмассы, в т.ч. армированные металлами.

Примеры обозначения: гетинакс марки I второго сорта толщиной 6,0 мм - *Гетинакс I 2с-6,0 ГОСТ 2718-74*; текстолит высшего сорта толщиной 20 мм – *Текстолит ПТК-20, сорт высший ГОСТ 5–78*.

9. *Материалы, поставляемые в виде сортаментов*. Для деталей, изготовленных из материала определенного размера и профиля (проволока, лист, лента, трубы и т. п.), должны указываться: наименование материала, обозначение (марка, типоразмер) сортамента, ГОСТ сортамента, марка материала.

Примеры обозначений:

Полоса $\frac{10 \times 70 \text{ ГОСТ } 103 - 2006}{Ст3 \text{ ГОСТ } 535 - 2005}$.

Это обозначение расшифровывается: в числителе – толщина 10мм, ширина 70мм, сортамент по ГОСТ 103–2006, в знаменателе – сталь Ст3, поставляемая по техническим требованиям ГОСТ 535–2005.

Проволока 1,2-П-О-С ГОСТ 3282-74.

Это обозначение расшифровывается: проволока диаметром 1,2мм, термически обработанная, светлая, по ГОСТ 3282-74.

Труба 20 х 2,8 ГОСТ 3262-75.

Это обозначение расшифровывается так: труба обыкновенная, неоцинкованная, обычной точности изготовления, немерной длины, с условным проходом 20 мм, без резьбы и без муфты, по ГОСТ 3262–75.

Уголок $\frac{В63 \times 40 \times 4 \text{ ГОСТ } 8510 - 86}{Ст3 \text{ ГОСТ } 535 - 2005}$.

Это обозначение расшифровывается: угловая неравнополочная сталь размером 63х40х4 мм обычной точности (*В*) по ГОСТ 8510–86, марки Ст3 по ГОСТ 535-2005.

4.5.2 *Графические обозначения материалов.* ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах» устанавливает графические обозначения материалов в сечениях и на фасадах, а также правила их нанесения на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. В данном подразделе пособия рассматривается графическое обозначение материалов на изображениях разрезов и сечений. Эту процедуру называют штриховкой.

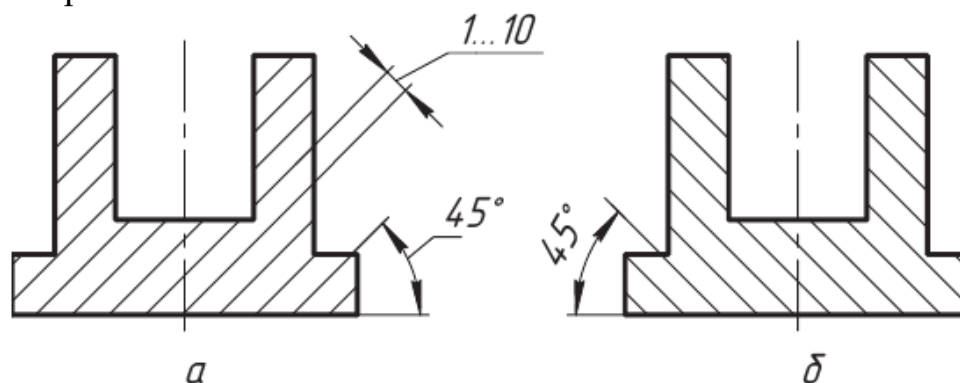


Рисунок 4.24 – Общее графическое обозначение материалов

На рисунке 4.24 показано общее графическое обозначение материалов на фигурах сечений независимо от вида материала, то есть так (штриховкой) обозначаются материалы, когда мы не знаем конкретный материал изделия или когда это не имеет значения.

Аналогично обозначаются металлы, твердые сплавы и композиционные материалы, содержащие металлы и неметаллические материалы.

Линии, применяемые для обозначения материала, называют *линиями штриховки*. Линии штриховки проводятся под углом 45° к линиям рамки чертежа с наклоном влево или вправо в одну сторону на всех сечениях, относящихся к данной детали.

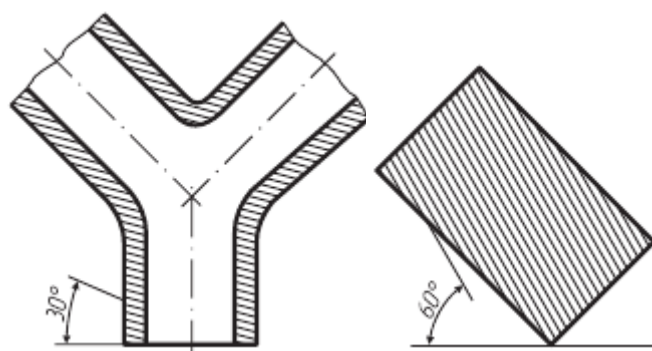


Рисунок 4.25 – Штриховка под углом 30° и 60°

Если же наклон линий контура или осевых линий детали составляет 45° , то штриховка выполняется в ту же сторону, но под углом 30° или 60° (рисунок 4.25).

Расстояние между линиями штриховки может выбираться от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и принимается одинаковым для всех сечений данной детали. При вычерчивании смежных сечений двух деталей наклон штриховки выполняют в разных направлениях или изменяют расстояние между линиями штриховки (рисунок 4.26, а, б).

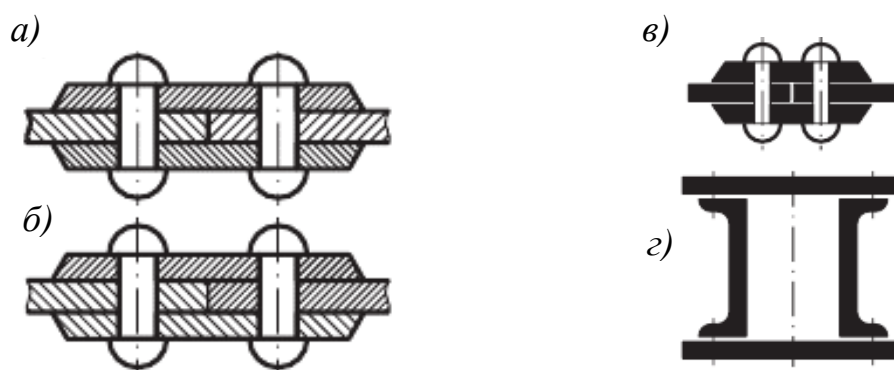


Рисунок 4.26 – Штриховка смежных сечений

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с оставлением просветов между смежными сечениями не менее 0,8 мм (рисунок 4.26, в, г).

Графические обозначения, установленные для некоторых других видов материалов, приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Графические обозначения материалов

Материал	Обозначение
Металлы и твердые сплавы	
Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	
Древесина	
Камень естественный	
Керамика и силикатные материалы для кладки	
Бетон	
Стекло и другие светопрозрачные материалы	
Жидкости	
Грунт естественный	

5

Выполнен
эскиз
и
рабочих
чертежей
деталей

Д

сталь
ю
называется
изделие,
изготовленное
из
одного

одного по наименованию и марке материала, без применения сборочных

операций. Для детали основным конструкторским документом является *рабочий чертеж* - это документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

5.1 Основные требования, предъявляемые рабочим чертежам и эскизам

Требования к выполнению чертежей деталей изложены в ГОСТ 2.109–73; чертеж детали должна выполняться на отдельном формате по ГОСТ 2.301–68.

Рабочий чертеж должен содержать:

- а) минимальное, но достаточное число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), полностью раскрывающих форму детали;
- б) необходимые размеры;
- в) сведения о материале;
- г) технические требования.

Поле чертежа должно быть заполнено на 75–80%.

5.2. Выполнение эскизов деталей

Чертежи, предназначенные для разового использования, допускается выполнять в виде *эскизов*, т.е. чертежей, выполненный от руки без использования чертежных инструментов.

Эскизы выполняются в глазомерном масштабе, при котором должны обеспечиваться пропорции детали и ее элементов на всех изображениях, построенных на эскизе.

Выполнение эскизов производится на листах любой бумаги стандартного формата. Можно использовать писчую бумагу, графленую в клетку либо миллиметровую бумагу.

Эскиз может служить документом для изготовления детали или для выполнения ее рабочего чертежа. Поэтому эскиз детали должен содержать все сведения о ее форме, размерах, материале. Также на эскизе помещают другие сведения, оформляемые в виде графического или текстового материала (технические требования и т. д.).

Процесс эскизирования можно условно разбить на этапы. В качестве примера приведем эскизирования детали «Корпус» [40].

1. Ознакомление с деталью. При ознакомлении с деталью определяется форма детали и ее основных элементов. Если возможно, выясняется назначение детали, сведения о материале, из которого она изготовлена, и т. п.

2. Выбор главного вида и других необходимых изображений. Главный вид следует выбирать так, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах детали.

Изображения деталей с поверхностями вращения (валов, колес, фланцев и т.п.) располагают так, чтобы на главном виде ось детали была параллельна основной надписи, что удобно при изготовлении детали по чертежу.

Использования линий невидимого контура нужно, по возможности, избегать, т.к. они снижают наглядность; вместо этого следует использовать разрезы и сечения для выявления внутренних особенностей детали.

3. Выбор формата листа и масштабов. Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301–68 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения, выбранные при выполнении второго этапа. Масштаб изображения должен позволять отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения.

4. Подготовка листа. Сначала нужно ограничить выбранный лист внешней рамкой и внутри нее провести внутреннюю рамку чертежа заданного формата. Расстояние между этими рамками должно составлять 5 мм, а слева необходимо оставить поле шириной 20 мм для подшивки листа. Затем наносится контур рамки основной надписи.

5. Компонировка изображений на листе. Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают «на глаз» соотношение габаритных размеров детали. После этого на эскизе наносят тонкими линиями «габаритные прямоугольники» будущих изображений (рисунок 5.1,а). Прямоугольники располагают таким образом, чтобы расстояния между ними и краями рамки были достаточными для нанесения размерных линий и условных знаков, а также для размещения технических требований.

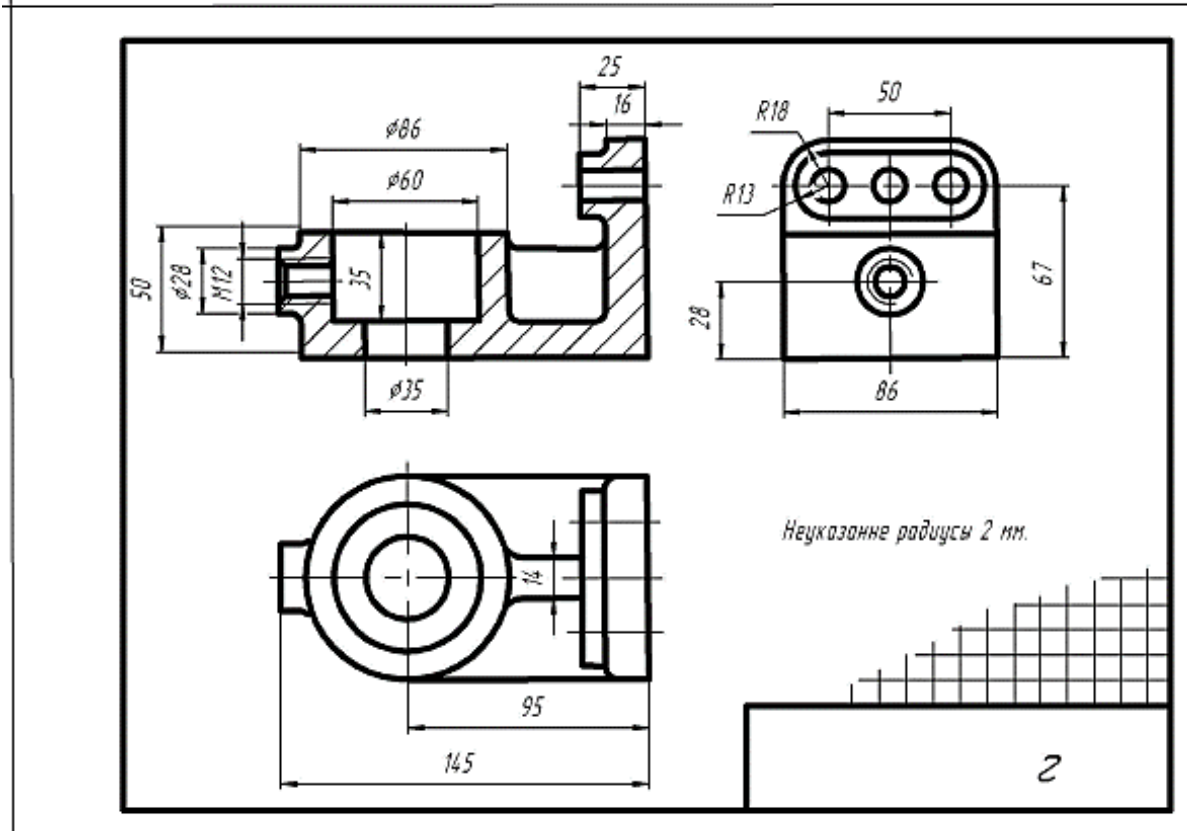
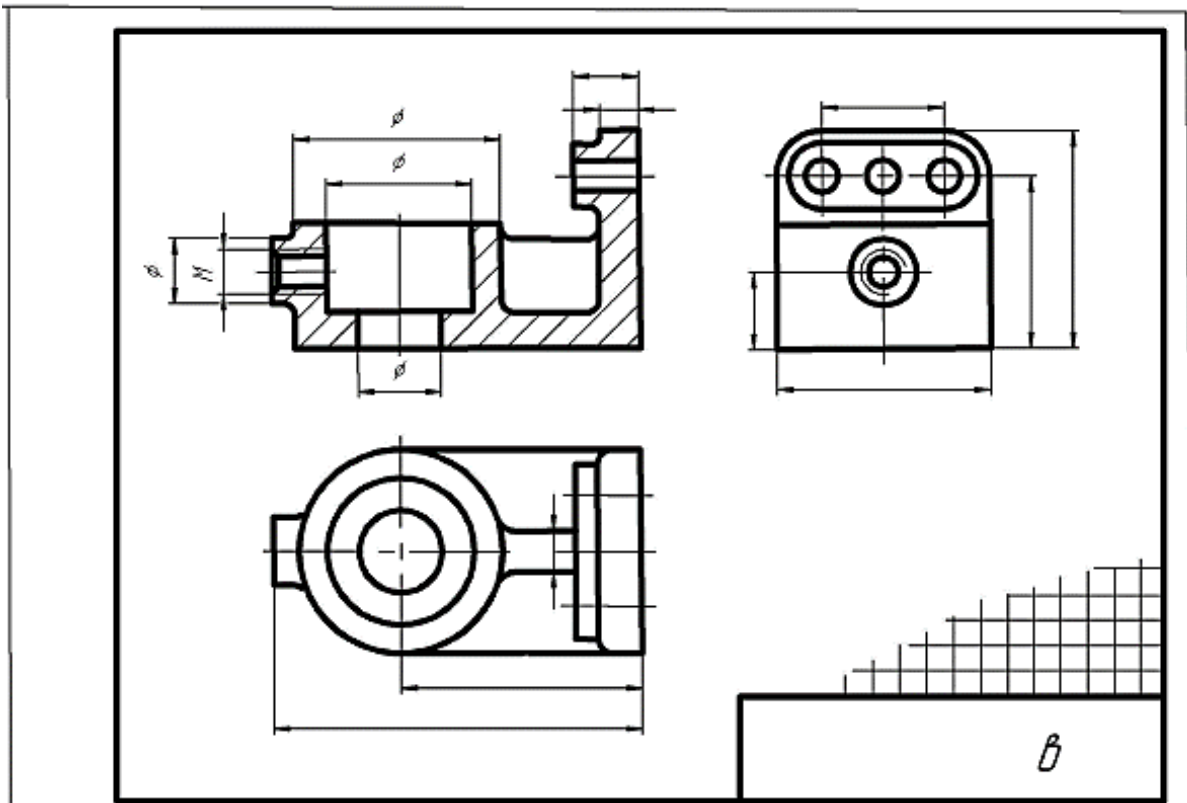
6. Нанесение изображений элементов деталей. Внутри «габаритных прямоугольников» наносят тонкими линиями изображения элементов детали (рисунок 5.1,б). При этом необходимо соблюдать пропорции размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

7. Оформление видов, разрезов и сечений. В процессе оформления на всех видах (рисунок 5.1,в) уточняют подробности, не учтенные при выполнении этапа 6 (например, скругления, фаски и т. п.), и удаляют вспомогательные линии построения. В соответствии с ГОСТ 2.305–2008 оформляют разрезы и сечения, затем наносят графическое обозначение материала (штриховка сечений и разрезов) и производят обводку изображений соответствующими линиями по ГОСТ 2.303–68.

8. Нанесение размерных линий и условных знаков. Размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон, тип резьбы и т. д.) наносят по ГОСТ 2.307–2011 (рисунок 5.1,в).

9. Нанесение размерных чисел. Определяют размеры элементов при помощи измерительных инструментов и наносят размерные числа на эскизе. Если имеется резьба, то необходимо определить ее параметры и указать на эскизе соответствующее обозначение резьбы (рисунок 5.1,г).





Продолжение рисунка 5.1

10. Окончательное оформление эскиза. При окончательном оформлении заполняется основная надпись. Если нужно, приводятся технические требования и выполняются пояснительные надписи (рисунок 5.1,з). Затем производится окончательная проверка выполненного эскиза и вносятся необходимые уточнения и исправления.

Выполняя эскиз детали с натуры, следует внимательно относиться к форме и расположению отдельных ее элементов. Так, например, дефекты литья (неравномерность толщин стенок, смещение центров отверстий, неровные края, асимметрия частей детали, необоснованные приливы и т. д.) не должны изображаться на эскизе. Стандартизированные элементы детали (проточки, фаски, глубина сверления под резьбы и т. п.) должны иметь оформление и размеры, предусмотренные соответствующими стандартами.

5.3. Последовательность выполнения рабочих чертежей

Рабочие чертежи деталей разрабатываются по снятым с натуры эскизам, а также по чертежам общего вида или сборочным чертежам.

В отличие от эскиза рабочий чертеж детали выполняют чертежными инструментами или средствами компьютерной графики и в определенном масштабе.

Рабочие чертежи рекомендуется выполнять в два этапа: подготовительный и основной.

Подготовительный этап:

1. Ознакомиться с конструкцией детали, расчленить ее на простейшие геометрические фигуры.

2. Установить наименование детали, материал, из которого она изготовлена, назначение, рабочее положение.

3. Выбрать положение детали для построения главного вида, дающего наиболее полное представление о ее форме и размерах.

4. Определить необходимое число изображений – видов, разрезов, сечений, выносных элементов.

Основной этап:

1. Выбрать масштаб изображения.

2. Провести осевые и центровые линии, нанести контуры изображений детали и конструктивных элементов (фасок, проточек и др.). При наличии стандартных элементов используют их стандартные изображения.

3. Нанести выносные и размерные линии, причем рекомендуется размеры внешних элементов наносить со стороны вида, а внутренних – со стороны разреза.

4. Выполнить штриховку разрезов и сечений детали.

5. Выполнить необходимые надписи (названия изображений, технические требования и т. д.).

6. Заполнить основную надпись.

6. Понятия о соединениях. Резьбовые соединения и их изображение на чертежах

Если изделие состоит из более чем одной детали, которые должны совместно обеспечивать его функционирование, то эти детали должны быть определенным образом соединены между собой. По конструкции и условиям эксплуатации соединения деталей могут быть разделены на подвижные и неподвижные. Детали подвижных соединений могут взаимно перемещаться в рабочем состоянии по некоторым траекториям. Детали неподвижных соединений в рабочем состоянии перемещаться не могут.

Согласно ГОСТ 23887-79 соединения подразделяются на следующие виды:

а) разъёмные, т. е. такие, которые могут многократно разъединяться и соединяться, не разрушая и не деформируя при этом ни соединения, ни крепёжные детали. К разъёмным соединениям относятся резьбовые, шпоночные, шлицевые и клиновые соединения;

б) неразъёмные – соединения деталей, которые могут быть разобраны лишь при повреждении хотя бы одной из деталей, образующих соединение. К неразъёмным соединениям можно отнести сварные, паяные, клеевые, армированные, клёпаные соединения и некоторые другие.

6.1 Резьбовые соединения

6.1.1 Резьба и ее изображение на чертежах

Наиболее распространенным видом разъёмных соединений является резьбовые соединения. По ГОСТ 23887-79 резьбовыми называют соединения составных частей изделия с применением детали, имеющей резьбу. Под резьбой понимают поверхность, образованную при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности, с образованием заданного профиля. Все основные типы резьб стандартизованы.

Резьба классифицируется по нескольким признакам:

а) в зависимости от формы профиля различают резьбы треугольного, трапецеидального, круглого, прямоугольного и других профилей;

б) в зависимости от формы поверхности, на которой выполнены резьбы, они разделяются: на цилиндрические и конические;

в) в зависимости от расположения на поверхности резьбы они разделяются: на наружные (болт) и внутренние (гайка);

г) по эксплуатационному назначению резьбы подразделяются: на крепёжные (метрические, трубные, дюймовые) и ходовые (трапецеидальные, с прямоугольным профилем);

д) в зависимости от направления винтовой поверхности резьбы подразделяются: на правые и левые. Обычно на изделии нарезается правая резьба;

е) по числу заходов резьбы подразделяются: на однозаходные и

многозаходные.

Каждая резьба характеризуется целым рядом параметров, из которых

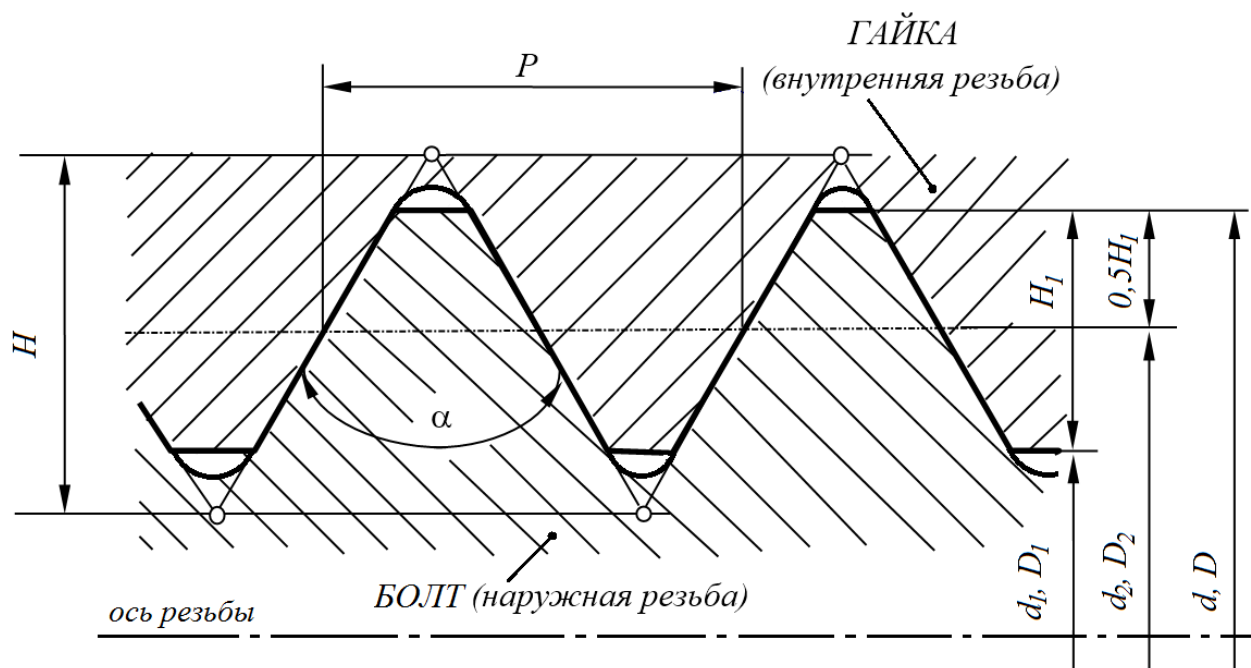


Рисунок 6.1 – Основные параметры резьбы
ниже рассматриваются основные (рисунок 6.1).

Профиль резьбы – контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось.

Угол профиля α – угол между боковыми сторонами профиля.

Наружный диаметр резьбы d (D) – это диаметр, на котором располагаются вершины наружной и впадины внутренней резьбы.

Внутренний диаметр резьбы d_1 (D_1) – это диаметр, на котором располагаются впадины наружной и внутренней резьбы.

Шаг резьбы P – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

Ход резьбы P_n – расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой линии. Величина хода определяется из выражения $P_n = P \cdot n$, где n – число заходов резьбы. Для однозаходной резьбы $P_n = P$, т. е. ход резьбы равен шагу резьбы.

На рисунке 6.2 показаны конструктивные элементы резьбы, которые выполняются или образуются при её нарезании.

При нарезании резьбы образуется участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, называемой сбегом резьбы. На чертежах сбег обычно не изображают, но при необходимости его изображают тонкими линиями, проведёнными примерно под углом 30° к оси. Длиной резьбы называют длину участка детали, на котором образована резьба, включая сбег резьбы и фаску (рисунок 6.2,а). Если резьбу выполняют до

некоторой поверхности, не позволяющей перемещать резбонарезающий инструмент до упора к ней, то образуется недовод резьбы. Участок, равный сумме сбег и недовада, называется недорезом резьбы (рисунок 6.2, б, в).

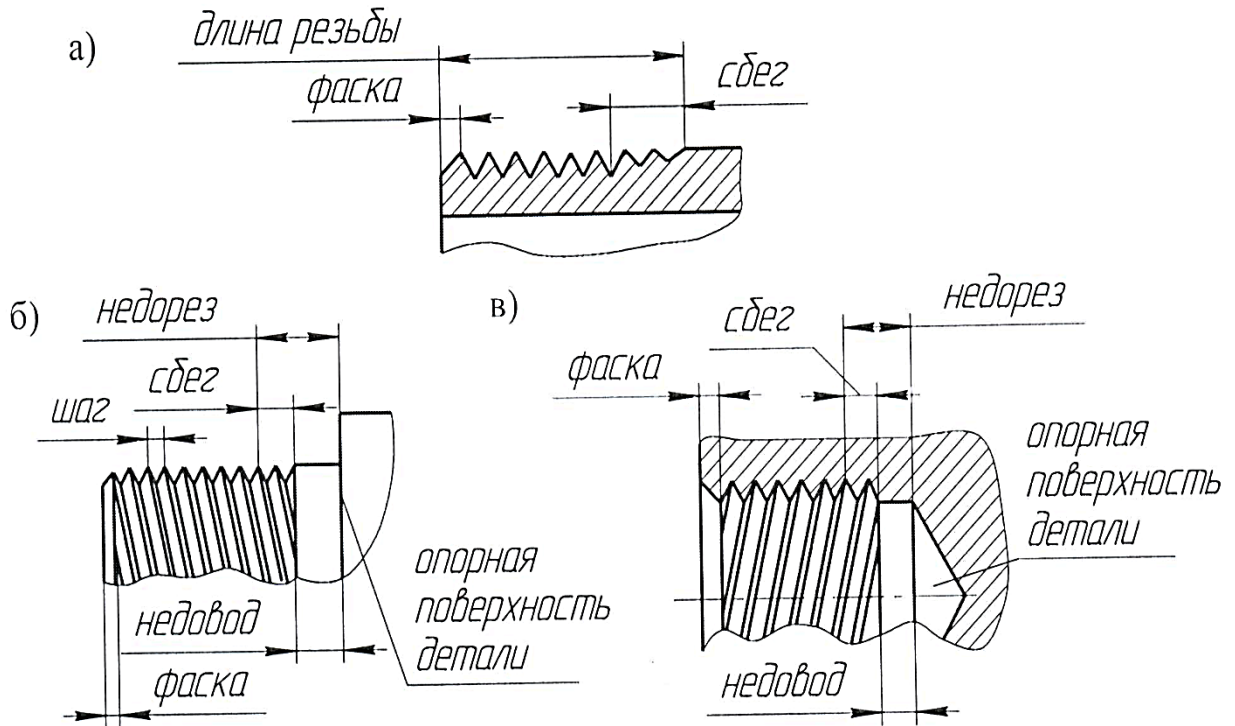


Рисунок 6.2 – Конструктивные элементы резьбы

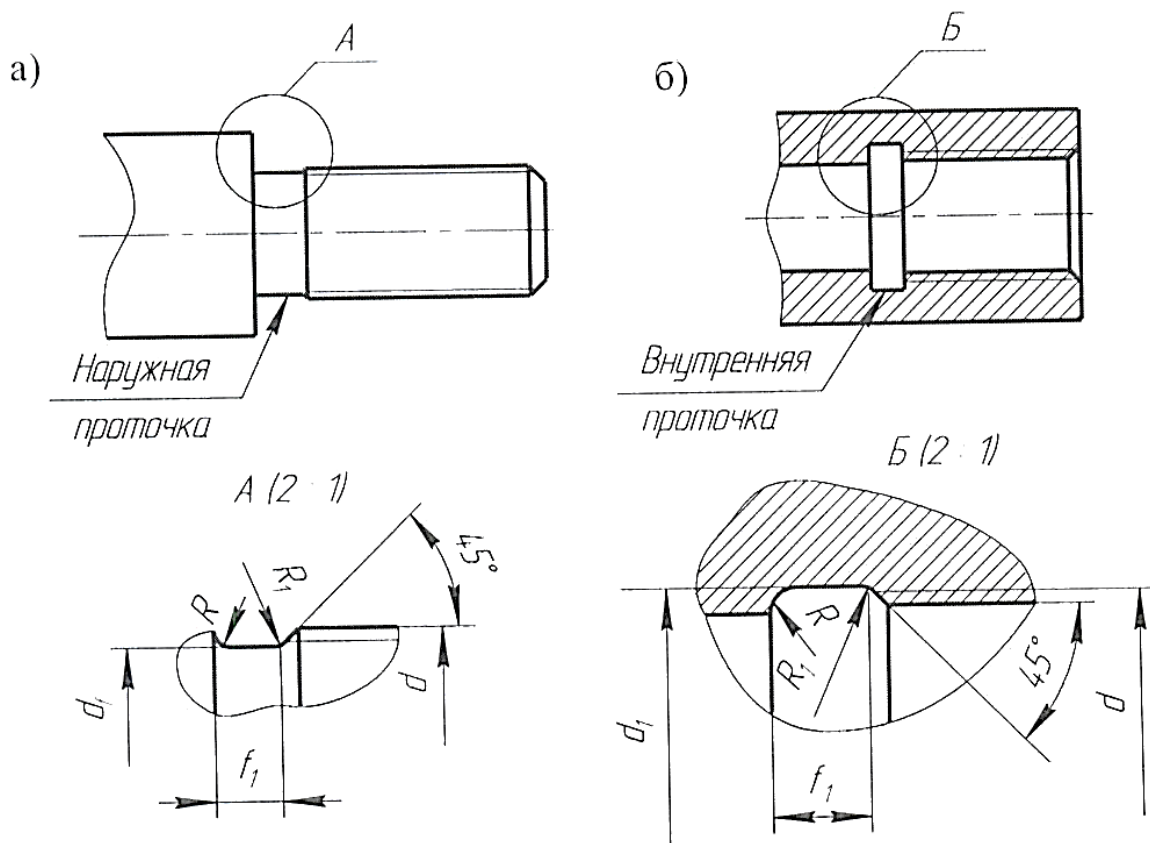


Рисунок 6.3 – Изображение резьбы с проточкой: а – на стержне, б – в отверстии

Для получения резьбы полного профиля необходимо сначала выполнить в конце резьбы проточку (кольцевую канавку) для вывода резьбонарезающего инструмента (рисунок 6.3). Диаметр проточки должен быть меньше внутреннего диаметра на стержне, и немного больше наружного диаметра резьбы в отверстии. В начале резьбы выполняют коническую фаску, предохраняющую крайние витки от повреждения. Фаски выполняют до нарезания резьбы. Размеры фасок, сбегов, недорезов и проточек стандартизованы (ГОСТ 10549-80).

На чертежах принято резьбу изображать условно, согласно ГОСТ 2.311-68. Условное изображение резьбы одинаково для всех резьб.

Наружная резьба (на стержне) изображается сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру (рисунок 6.4,а). При изображении на плоскости, параллельной оси резьбы, эта тонкая линия должна пересекать границу фаски на конце стержня и доходить до сплошной линии, ограничивающей резьбу.

На плоскости, перпендикулярной оси резьбы, внутренний диаметр резьбы проводят в форме дуги, примерно равной $\frac{3}{4}$ этой окружности. Разрыв окружности допускается в любом месте. Начало и конец этой дуги не должны совпадать с осевой линией, фаска на этом виде не показывается.

Внутреннюю резьбу (в отверстии) в разрезах изделий показывают сплошными

основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими – по наружному диаметру (рисунок 6.4,б). На плоскости, перпендикулярной оси резьбы, наружный диаметр резьбы изображают сплошной тонкой линией в виде дуги, примерно равной $\frac{3}{4}$ этой окружности и разомкнутой в любом месте и фаска на этом виде не показывается.

Расстояние между сплошной и тонкой линиями принимают не менее 0,8 мм и не более шага резьбы. Прямую линию, определяющую границу резьбы, проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией.

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до сплошной основной

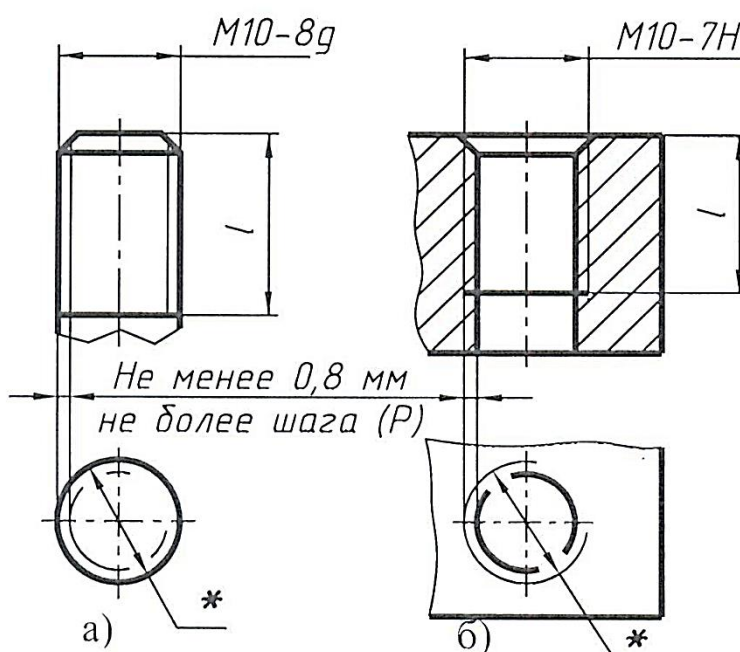
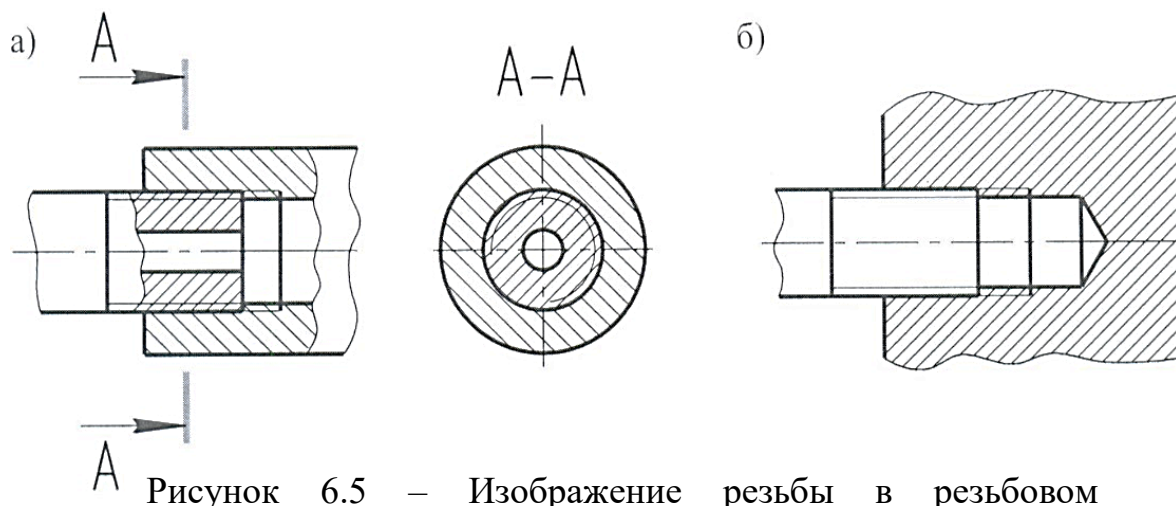


Рисунок 6.4 – Изображение резьбы: а - на стержне,

линии, т. е. до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра резьбы в отверстии (рисунок 6.4, б).

При изображении резьбы в разрезах резьбового соединения на участке, общем для двух деталей (рисунок 6.5, а, б), резьба показывается только на детали, которая ввертывается (стержень) т. е. резьба стержня закрывает резьбу отверстия.



Стандартизованы следующие типы резьб: метрическая, трубная цилиндрическая, трубная коническая, трапецеидальная, упорная, круглая.

Метрическая резьба наиболее часто применяется в крепежных деталях: болтах, винтах, шпильках, гайках и др.

Номинальный профиль и размеры элементов метрической резьбы устанавливает ГОСТ 9150-2002. На рисунке 6.6 изображен профиль метрической резьбы (с углом при вершине 60°), причем вершины выступов и впадин профиля резьбы срезаны по прямой (по внешнему контуру) или дуге окружности (по внутреннему контуру), что облегчает изготовление резьбы и предохраняет резьбу от повреждений при эксплуатации.

Метрические резьбы могут выполняться с крупным (единственным для данного диаметра резьбы) мелкими шагами, которых для данного диаметра резьбы может быть несколько. Резьбу с мелким шагом применяют для увеличения герметичности резьбовых соединений, при тонкой регулировке в приборах, а также в тонкостенных деталях.

Обозначение резьбы включает в себя буквенное обозначение, определяющее тип резьбы, а также размер резьбы. Величина шага в обозначение резьбы с крупным шагом не входит. Метрическая резьба с крупным обозначается буквой *M* и размером наружного диаметра, например, *M14*, *M20*.

Метрическая резьба с мелким шагом обозначается буквой *M*, размером наружного диаметра и шагом резьбы (так, для диаметра резьбы 20 мм мелкий шаг может быть равен 2; 1,5; 1; 0,75; и 0,5 мм), например *M24 x 1,5*.

Многозаходная метрическая резьба должна обозначаться буквой *M*, номинальным диаметром, числовым значением хода и в скобках буквой *P* с числовым значением шага, например, трехзаходная резьба номинальным диаметром 20 мм, с шагом 1,5 мм и ходом 4,5 мм обозначается – *M20 x*

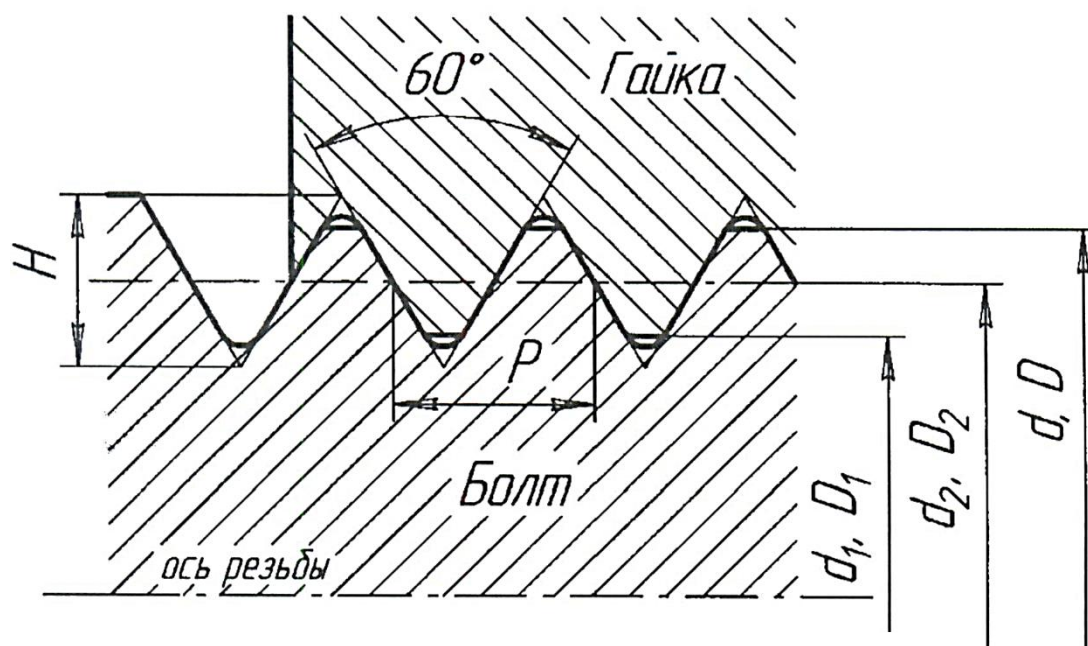


Рисунок 6.6 – Профиль метрической резьбы

4,5(P1,5).

Для обозначения левой резьбы после условного обозначения ставят буквы *LH*, например, *M24 x 1,5 LH*, *M20 x 4,5(P1,5) LH*.

На производственных чертежах в обозначение метрической резьбы входит также обозначение поля допуска диаметра резьбы, которое состоит из цифры, обозначающей степень точности, и буквы латинского алфавита (прописной – для внутренней резьбы; строчной – для наружной резьбы), обозначающей основное отклонение. Это обозначение следует за обозначением размера резьбы (см. примеры на рисунке 6.7).

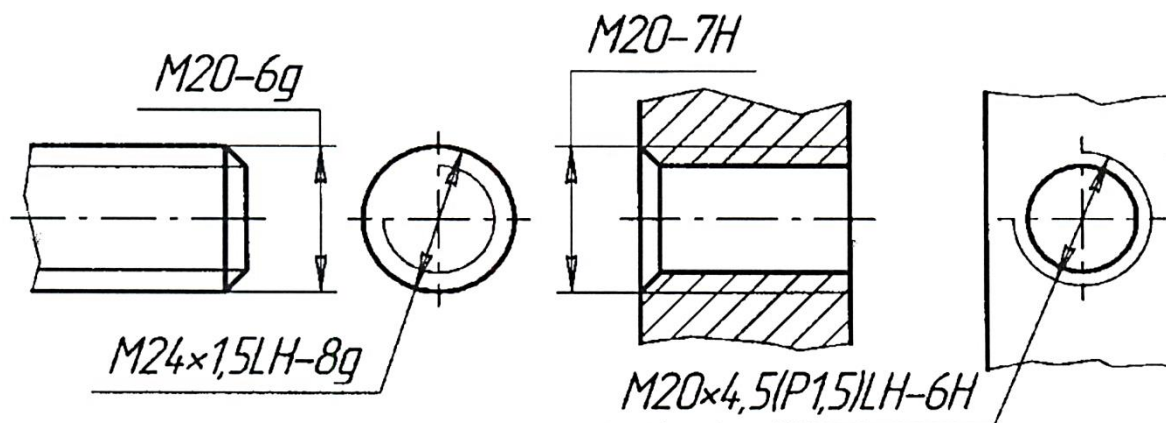


Рисунок 6.7 – Обозначение метрической резьбы на чертежах

Для конической метрической резьбы с конусностью 1:16 профиль резьбы, диаметры, шаги и основные размеры устанавливает ГОСТ 25229-82. Коническая метрическая резьба обозначается буквами *МК*, например, *МК20 x 1,5*; *МК20 x 1,5LH*.

Трубная цилиндрическая резьба в соответствии с ГОСТ 6367-81 имеет профиль резьбы – равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° (рисунок 6.8). Профиль, общий для наружной и внутренней резьб, имеет скругления вершин и впадин, что делает резьбу более герметичной, чем метрическая резьба. Резьба стандартизована для диаметров от 1/16” до 6” при числе шагов *Z* от 28 до 11. Шаг трубной резьбы задают косвенным способом: указывают число ниток резьбы, укладываемых на 1” (1 дюйм = 1” = 25,4 мм). Номинальный размер резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы (к величине условного прохода). Так, резьба с номинальным диаметром 1” имеет диаметр условного прохода 25 мм, а наружный диаметр 33,249 мм. Трубную цилиндрическую резьбу применяют для соединения труб, а также для тонкостенных деталей.

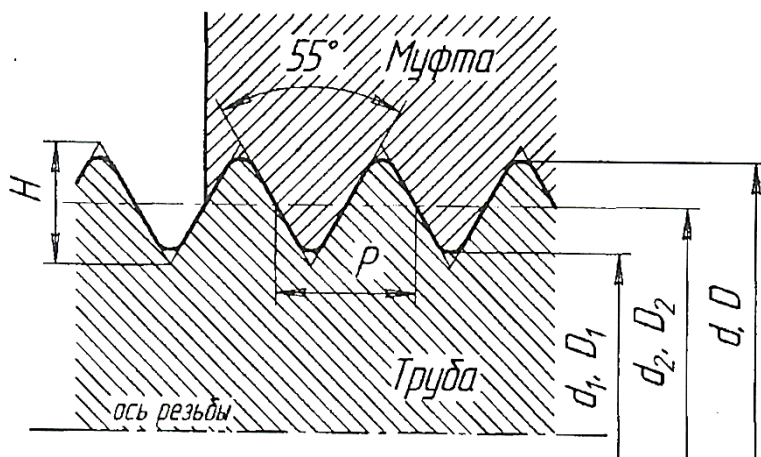


Рисунок 6.8 – Профиль трубной цилиндрической резьбы

В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы входит буква *G*, числовое значение условного прохода трубы в дюймах, класс точности среднего диаметра (*A*, *B*) и буквы *LH* для левой резьбы. Например, резьба с номинальным диаметром 2”, класс точности *A* – обозначается как *G2-A*; левой резьбы класса точности *B* – *G1/2LH-B*. Примеры обозначения трубной цилиндрической резьбы на чертежах приведены на рисунке

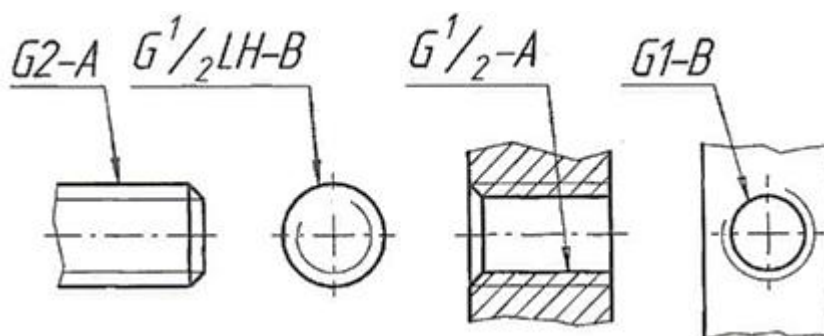


Рисунок 6.9 - Обозначение трубной цилиндрической резьбы на чертежах

6.9.

Трубная коническая резьба применяется в случаях, когда требуется повышенная герметичность соединения труб при больших давлениях жидкости или газа. ГОСТ 6211-81 распространяется на трубную коническую резьбу с конусностью 1:16, профиль – равнобедренный треугольник с углом при вершине 55°, биссектриса которого

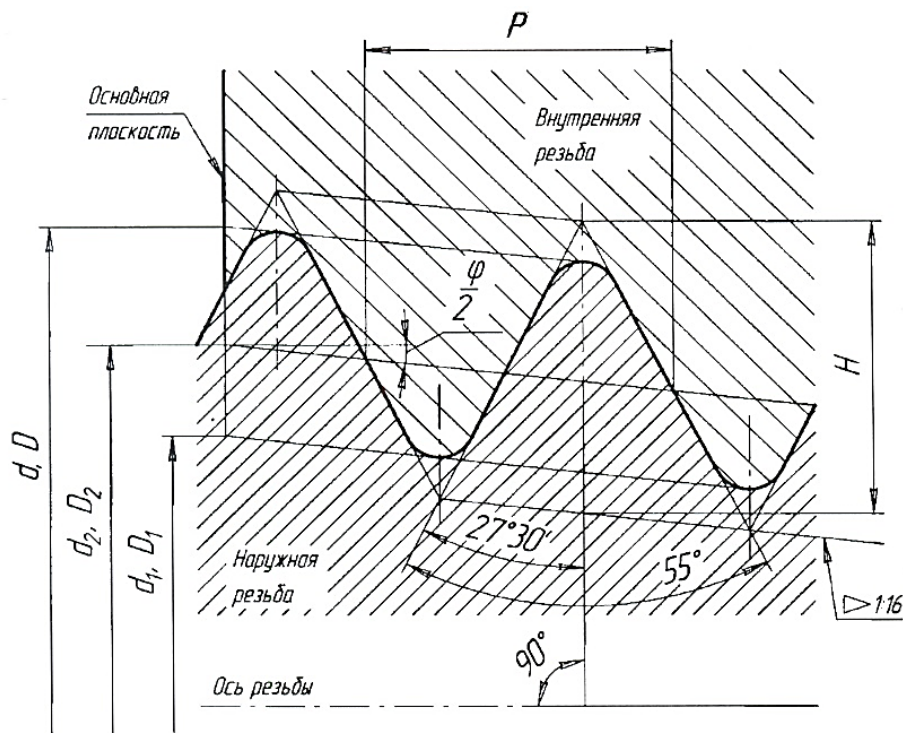


Рисунок 6.10 – Профиль трубной конической резьбы

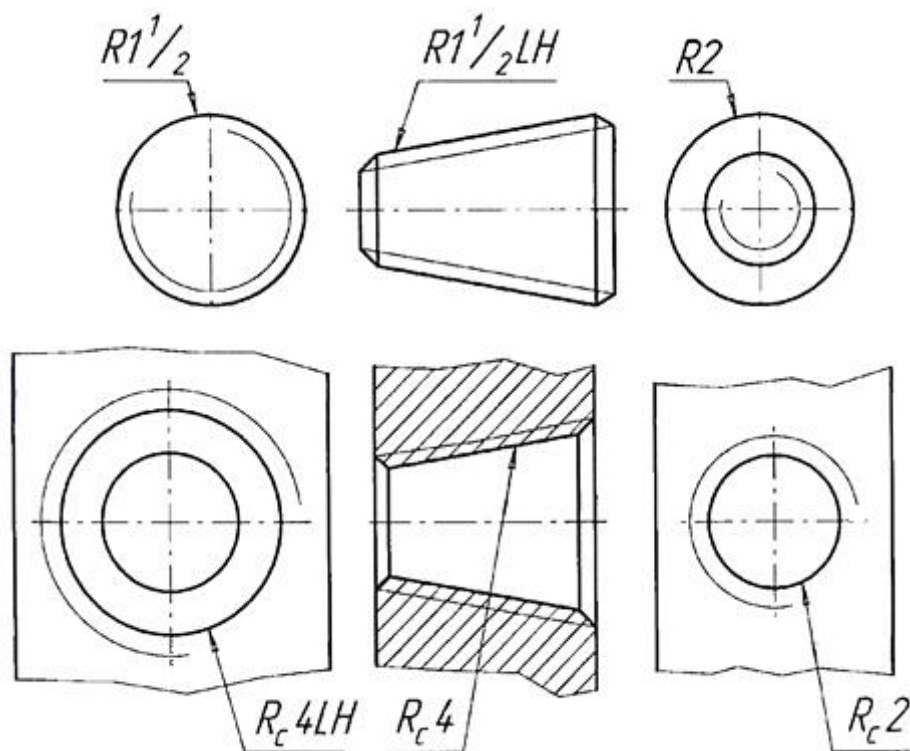


Рисунок 6.11 - Обозначения трубной конической резьбы на чертежах

перпендикулярна к оси конуса (рисунок 6.10).

В условное обозначение трубной конической резьбы входят; буквы R (R – для конической наружной трубы, Rc – для конической внутренней резьбы) и обозначение резьбы. Левая резьба дополняется буквами LH . Например, наружная трубная коническая резьба 2” – $R2$ ”, левая внутренняя трубная коническая резьба – $Rc2$, $Rc4LH$. Примеры обозначения трубной конической резьбы на чертежах показаны на рисунке 6.11.

Резьба трапецеидальная предназначена для передачи возвратно-поступательного движения и осевых усилий. Профиль и размеры её элементов (рисунок 6.12) устанавливает ГОСТ 9484-81.

ГОСТ 24737-81 устанавливает основные размеры для однозаходной трапецеидальной резьбы, а ГОСТ 24738-81 – диаметры (от 8 до 640 мм) и шаги. Основные размеры для многозаходной трапецеидальной резьбы устанавливает ГОСТ 24739-81.

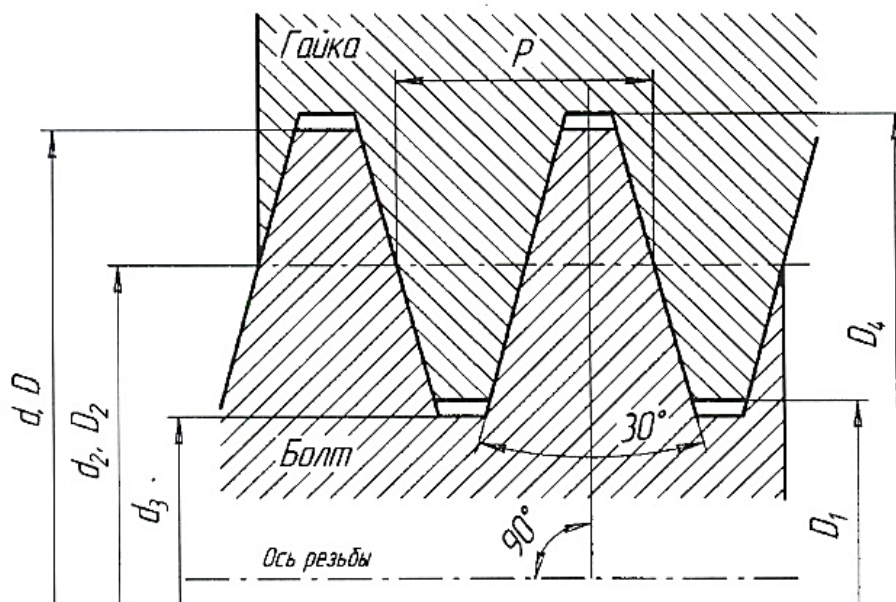


Рисунок 6.12 – Профиль трапецеидальной резьбы

Профиль резьбы имеет форму равнобокой трапеции с углом между боковыми сторонами, равным 30° . Условное обозначение трапецеидальной однозаходной резьбы состоит из букв Tr , значения номинального диаметра резьбы, шага. Для обозначения левой резьбы служат буквы LH , например, $Tr40 \times 5$, $Tr22 \times 3LH$. В обозначение многозаходной резьбы указывают номинальный диаметр резьбы, ход резьбы и в скобках буква P и числовое значение шага, например, двухзаходная трапецеидальная резьба диаметром 20 мм с шагом 4 мм – $Tr20 \times 8(P4)$, то же самое, но с левой резьбой – $Tr20 \times 8(P4)LH$. На рисунке 6.13 приведены примеры обозначения трапецеидальной резьбы на чертежах.

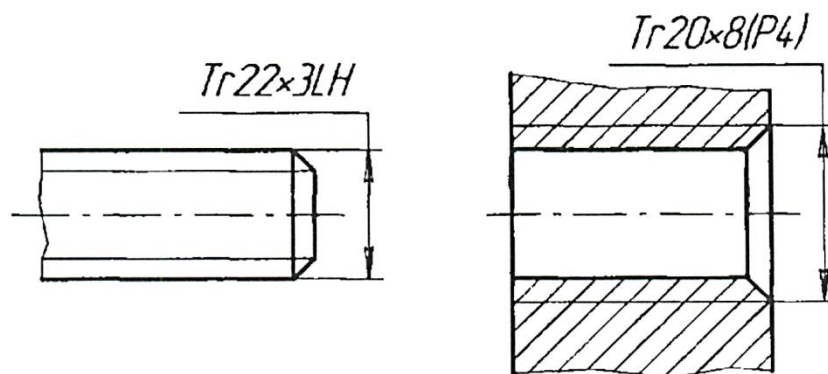


Рисунок 6.13 - Обозначения трапецеидальной резьбы на чертежах

Резьба упорная, применяемая на винтах, подверженных односторонне направленным усилиям, например в домкратах. ГОСТ 10177-82 устанавливает профиль и основные размеры. В стандарте приведены характеристики упорной резьбы диаметром от 10 до 640 мм с шагом от 2 до 24 мм. Профиль резьбы – неравнобокая трапеция, одна из сторон наклонена к вертикали под углом 3° , а другая – под углом 30° (рисунок 6.14). Применяются усиленные упорные резьбы и с углом наклона боковой стороны 45° .

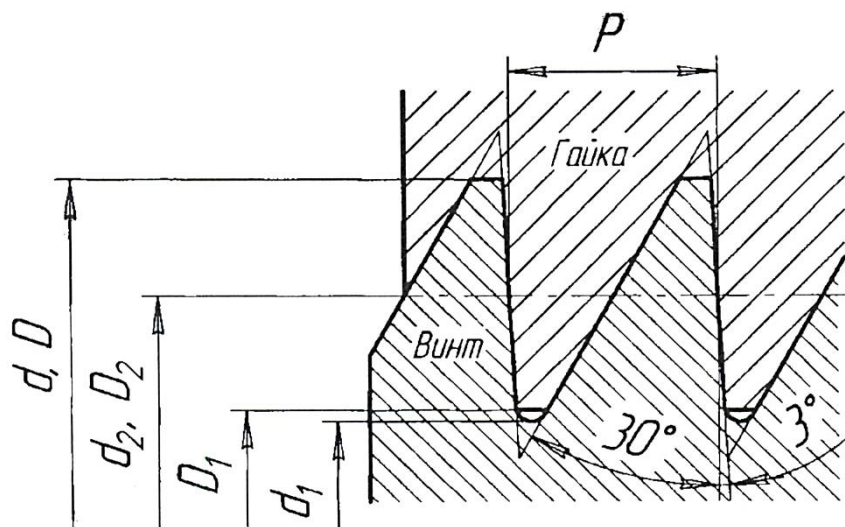


Рисунок 6.14 – Профиль упорной резьбы

Резьба упорная может выполняться с разными шагами при одном и том же диаметре.

Условное обозначение упорной однозаходной резьбы состоит из буквы *S*, значений номинального диаметра и шага, например, резьба упорная диаметром 80 мм с шагом 10 мм – *S80 x 10*; то же самое, но с левой резьбой – *S80 x 10LH*. В условное обозначение многозаходной резьбы входит буква *S*, номинальный диаметр, ход и в скобках буква *P* и значение шага, например, двухзаходная упорная резьба диаметром 40 мм с шагом 8 мм и значением хода 16 мм – *S40 x 16(P8)*, то же для левой резьбы – *S40 x 16(P8)LH*.

Примеры обозначений резьбы упорной на чертежах приведены на рисунке 6.15.

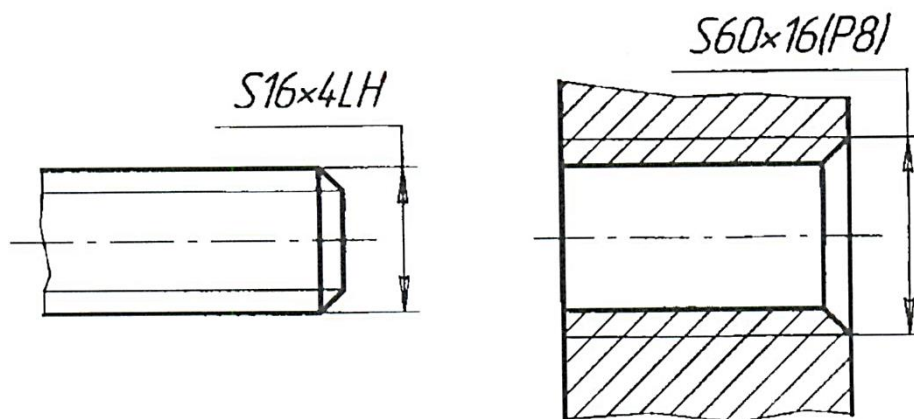


Рисунок 6.15 – Обозначение резьбы упорной на чертежах

Резьба Эдисона круглая. Резьба с круглым профилем обладает сравнительно большим сроком службы и повышенным сопротивлением при значительных нагрузках. Применяется при изготовлении часто свинчиваемых соединений работающих в загрязненной среде, а также тонкостенных деталей с накатанной или штампованной резьбой (цоколь электролампы). На рисунке 6.16 приведен профиль круглой резьбы.

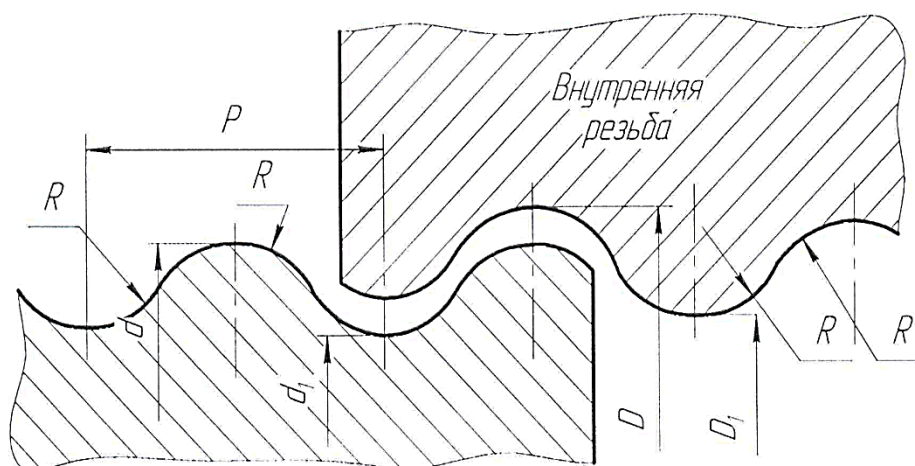


Рисунок 6.16 – Профиль круглой резьбы

В обозначение резьбы круглой для цоколей и патронов электрических ламп, изготавливаемой по ГОСТ 6042-83, входит буква *E*, а для санитарно-технической арматуры, изготавливаемой по ГОСТ 13536-78, буквы *Rd16* (рисунок 6.17).

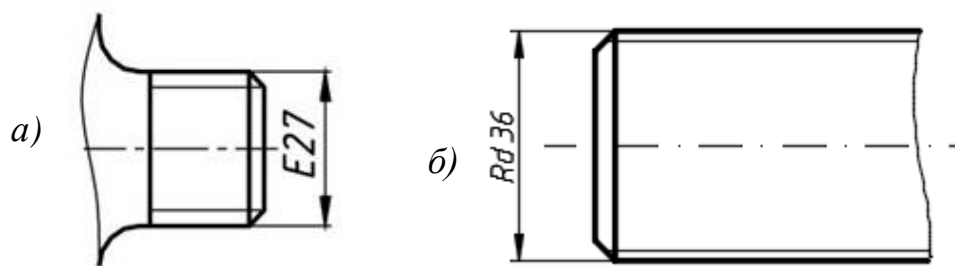


Рисунок 6.17 – Обозначение круглой резьбы на чертежах:

- а) – для цоколей и патронов электрических ламп;
- б) – для санитарно-технической арматуры

R
езьба
прямо

угольная не стандартизована. Прямоугольную резьбу применяют для передачи осевых сил в грузовых винтах и движения ходовых винтах, так как она имеет высокий КПД. Профиль резьбы прямоугольник (рисунок 6.18), его показывают частично на чертеже и как выносной элемент, где и проставляют все параметры. На чертеже задаётся всеми конструктивными размерами: наружным и внутренним диаметрами, шагом, шириной зуба, также указывается заходность (если она не однозаходная) и направление (если она левая) в соответствии с рисунком 6.18.

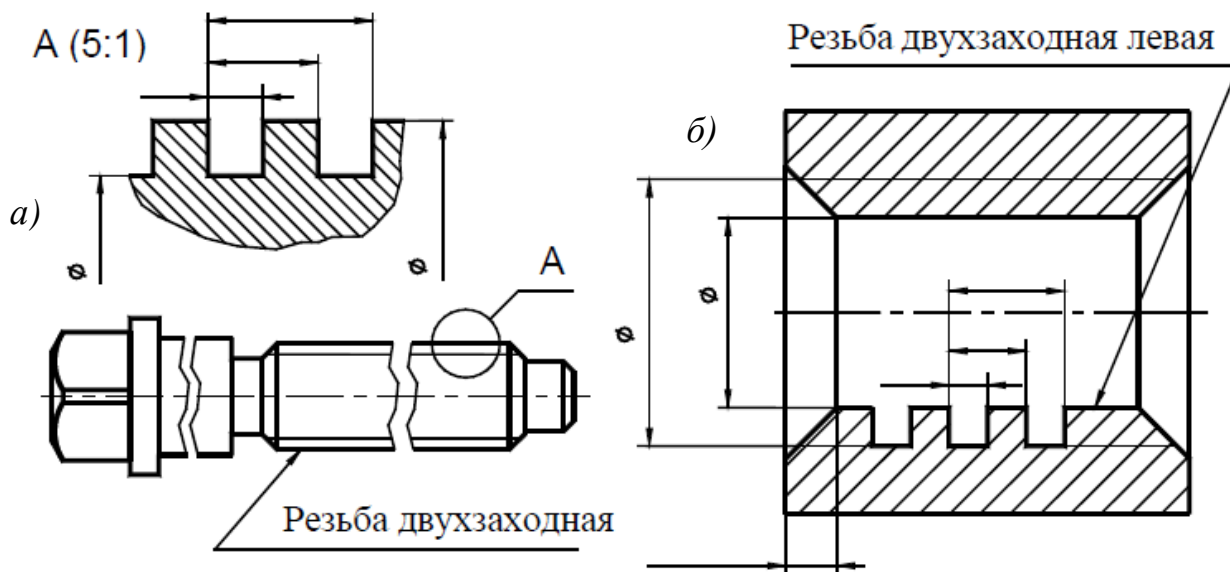


Рисунок 6.18 – Изображение и способы нанесения размеров на прямоугольную резьбу на стержне (а) и в отверстии (б)

6.1.2 Стандартные резьбовые крепежные детали и их условные обозначения

Крепёжные резьбовые соединения конструктивно могут быть выполнены непосредственно навинчиванием одной детали на другую или при помощи крепежных деталей, к которым относятся болты шпильки, винты, гайки. Соединения, осуществляемые при помощи этих деталей, соответственно называются болтовыми, шпилечными, винтовыми (рисунок 6.19). Все крепёжные резьбовые изделия выполняются с метрической резьбой (как правило, с крупным шагом, реже с мелким) и изготавливаются по соответствующим стандартам. Каждая крепежная деталь имеет условное обозначение, в котором отражаются: форма, основные размеры, материал и т.п. Рассмотрим условное обозначение наиболее часто применяемых крепёжных изделий: болтов, винтов, шпилек, гаек и шайб.

Болт- стандартное резьбовое изделие, представляющее собой стержень, имеющий на одном конце резьбу под гайку, на другом - головку различной формы. Форма головки болта может быть шестигранной, полукруглой и др. Чаще всего в технике применяются болты с шестигранной формой головки болта с конической фаской повышенной, нормальной и грубой точности, с нормальной или уменьшенной головкой, с крупным или мелким шагом резьбы, выпускаемые в одном или нескольких исполнениях.

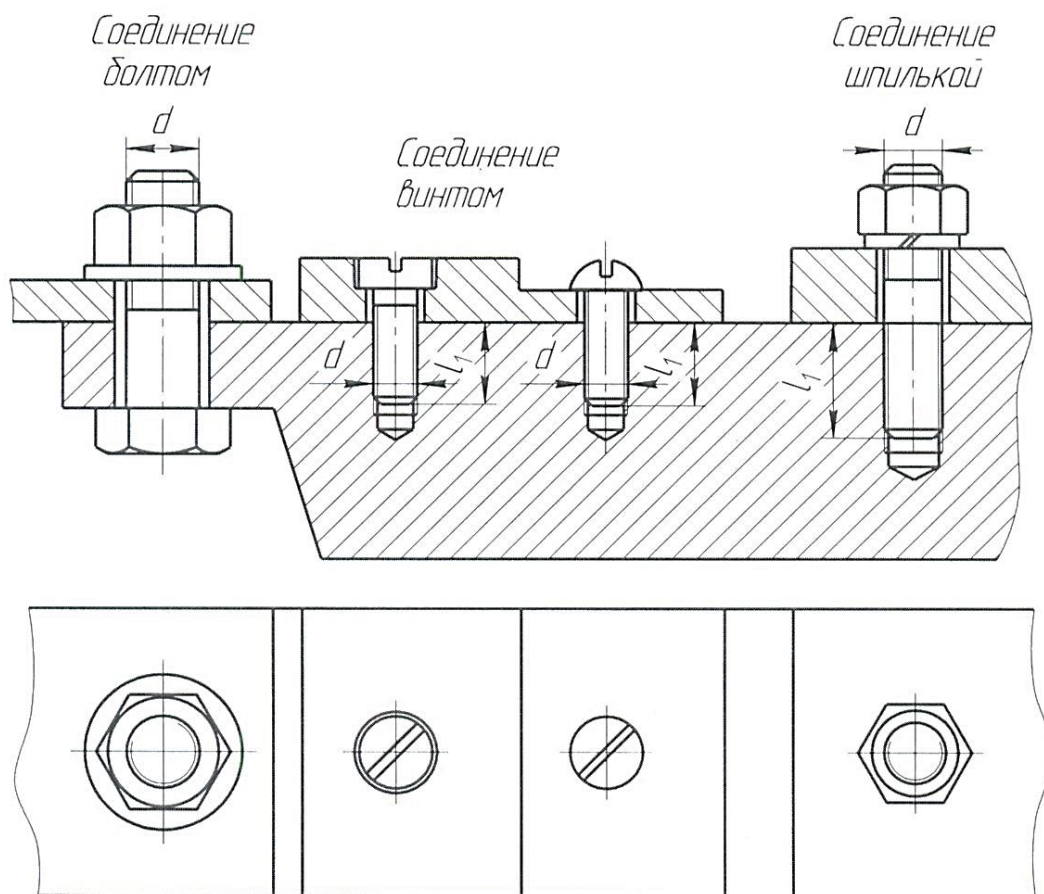


Рисунок 6.19 - Резьбовые соединения

Г
ОСТ
7798
-70
пред
усма
трив
ает
чет
ыре
испо
лен
ия
болт
ов с
шес
тигр
анно
й
голо
вкой
нор

мальной точности (рисунок 6.20).

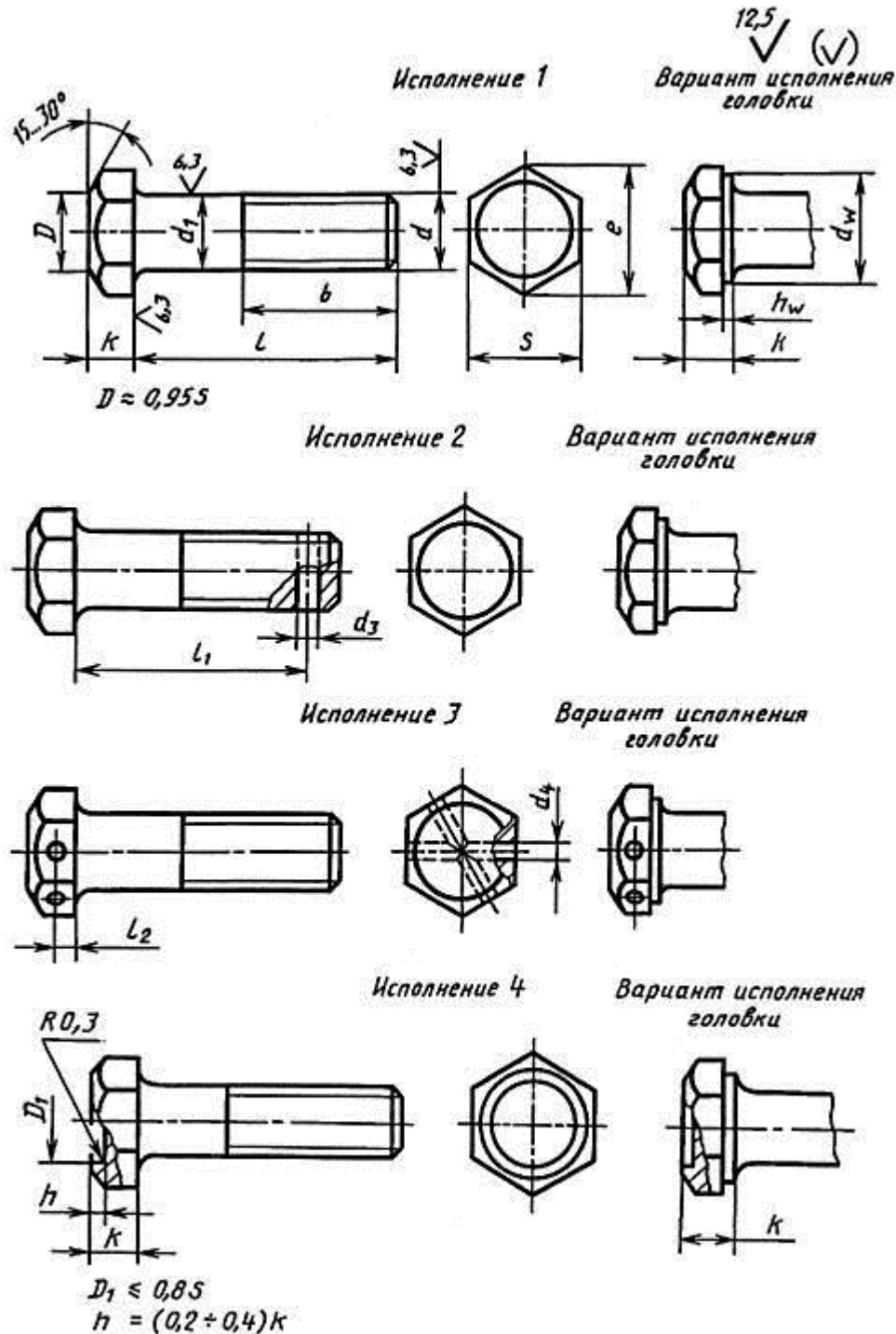


Рисунок 6.20 - Виды исполнения болтов с шестигранной головкой

Болт второго исполнения применяется в изделиях испытывающих вибрацию. Поэтому для предохранения гайки от самоотвинчивания применяется дополнительная деталь – шплинт. Шплинт закладывают в отверстие на резьбовом конце болта при завинченной гайке и отгибают полукруглые выступающие концы - «усики» в разные стороны.

При изображении болта на чертеже выполняют два вида по общим

правилам и наносят размеры длины болта l , длины резьбы b , размер под ключ S , и обозначение резьбы Md . Высота k головки в длину болта не включается. Болт чертится так, чтобы его ось располагалась параллельно основной надписи чертежа. При обозначении болта на учебных чертежах ограничиваются упрощенным обозначением болта, например: болт с диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной $l = 60$ мм, исполнения 1, с крупным шагом резьбы – Болт $M12 \times 60$ ГОСТ 7798-70, то же исполнения 2, с мелким шагом – Болт $M12 \times 1,25 \times 60$ ГОСТ 7798-70.

Гайка – крепёжная деталь с резьбовым отверстием в центре. Применяется для навинчивания на наружную резьбу (например, болт или шпильку) до упора в одну из соединяемых деталей. В зависимости от названия и условий работы гайки выпускаются шестигранные, круглые, квадратные, стопорные, барашковые, фасонные и т.д. Шестигранные гайки подразделяются на обыкновенные, прорезные и корончатые; нормальные, низкие, высокие и особо высокие; с одной и двумя фасками (рисунок 6.21). Наибольшее применение в машиностроении имеют обыкновенные шестигранные гайки нормальной точности (ГОСТ 5915-70)

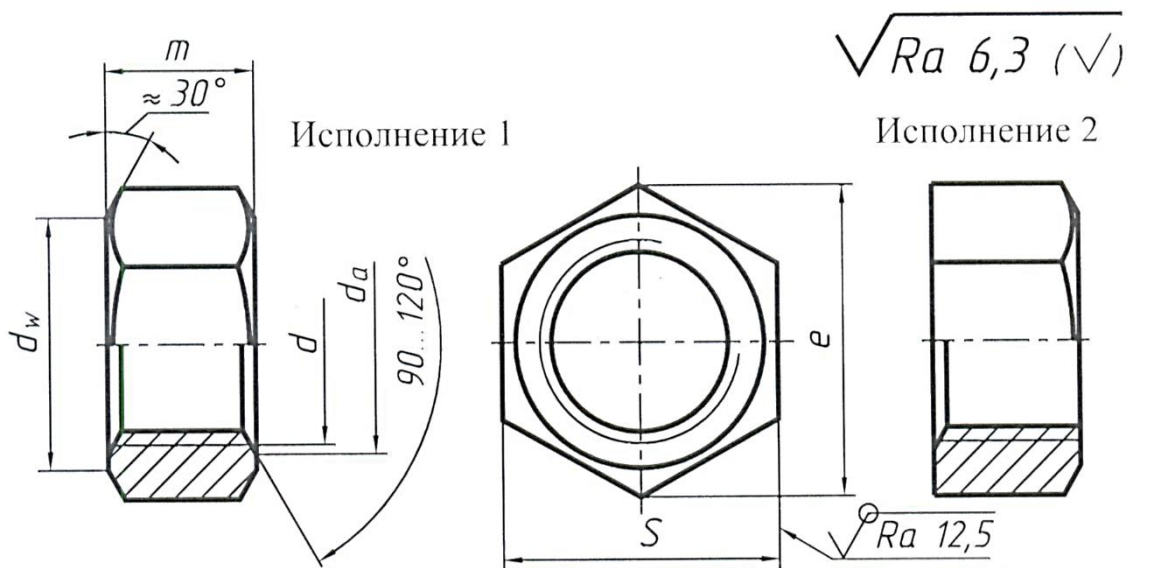


Рисунок 6.21 - Гайки шестигранные нормальной точности

Форму гайки на чертеже вполне определяют два её вида, на плоскости проекций, параллельной оси гайки, совмещают половину вида с половиной фронтального разреза, и на плоскости, перпендикулярной оси гайки, со стороны фаски. На чертеже указывают размер резьбы, размер S под ключ. При обозначении гайки на учебных чертежах указывают: исполнение (исполнение 1 не указывают), диаметр резьбы, величину шага (только для резьбы с мелким шагом), номер ГОСТа. Например, гайка первого исполнения, диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом – Гайка $M12$ ГОСТ 5915-70; 2 исполнения, с мелким шагом 1,25 мм – Гайка $M12 \times 1,25$ ГОСТ 5915-70.

Шайба – деталь, с отверстием без резьбы, которую подкладывают под

гайку или головку болта, или винта для увеличения опорной поверхности, для передачи и распределения усилий на соединяемые детали, а также для их стопорения. Круглые шайбы применяются для предохранения поверхности детали от повреждения. При наличии ударных нагрузок, вибрации и вследствие этого возможности самоотвинчивания применяются пружинные шайбы и стопорные с лапками шайбы (рисунок 6.22).

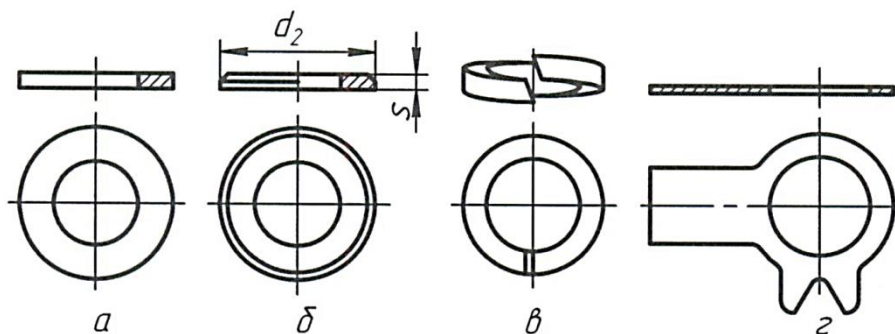


Рисунок 6.22 - Типы шайб: а, б – круглые, в – пружинные, z - стопорные деформируемые с лапкой

Пружинные шайбы представляют собой виток пружины квадратного сечения с левым направлением навивки. Пружинная шайба разрезана поперёк, под углом $70-85^\circ$ к плоскости опоры. Острые края её при сжатии гайкой стремится внедриться в материал детали и в торец гайки, тем самым задерживая обратное вращение гайки или болта. Кроме того, пружинная шайба обеспечивает постоянное натяжение между витками резьбы болта и гайки и этим самым способствует задержке обратного поворота гайки.

Стопорную шайбу с лапкой применяют для конструкций, в которых есть возможность отогнуть длинную лапку за край детали. Разрезную лапку отгибают на грани гайки для её фиксации в выбранном положении.

Конструкция шайбы и её обозначение устанавливаются стандартом, определяются назначением и условиями работы, а типоразмер зависит от диаметра основной крепёжной детали. Поэтому в условное обозначение шайбы вводятся: её исполнение (кроме первого), диаметр стержня крепёжной детали, для которой предназначена шайба, и обозначение стандарта. Например, шайба плоская обыкновенная исполнения 1 по ГОСТ 11371-78, предназначенная для болта с резьбой $M16$ обозначается следующим образом – Шайба 16 ГОСТ 11371-78. Аналогичная шайба исполнения 2 для стержня диаметра 16 мм – Шайба 2.16 ГОСТ 11371-78.

Конструкцию и типоразмеры пружинной шайбы устанавливает ГОСТ 6402-70, которые делятся на лёгкие (Л), нормальные (Н) и особо тяжёлые (ОТ). Серия шайбы указывается в её обозначении (исключая нормальную серию). Например, для диаметра стержня 16 мм шайба пружинная легкая, выполненная из стали марки 65Г – Шайба 16Л.65Г ГОСТ 6402-70.

Конструкция и размеры шайбы стопорной с лапкой устанавливает ГОСТ 13463-77. Для стержня диаметра 16 мм – Шайба 16 ГОСТ 13463-77.

Винт – резьбовое изделие, представляющее собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется, как правило, головка, на другом – резьба для ввинчивания в одну из соединяемых деталей. По назначению различают винты крепёжные и установочные (рисунок 6.23).

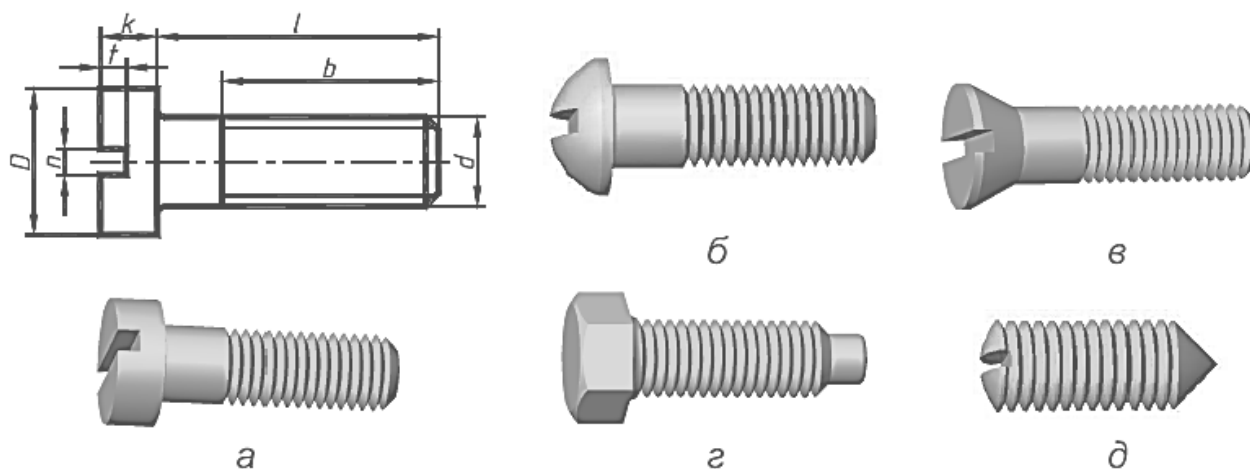


Рисунок 6.23 - Типы винтов: *а, б, в* – крепёжные; *г* – установочные, *д* – стопорный

Крепёжные винты служат для разъёмного соединения деталей, когда к основной детали крепится вспомогательная деталь. Установочные винты применяют для фиксирования одной детали относительно другой. Они отличаются от крепёжных тем, что на стержне резьба нарезана на всю длину, а сам стержень имеет нажимной конец (плоский, конический, сферический), входящий в соответствующие углубления сопряжённой детали.

Примеры условного обозначения винтов: с потайной головкой исполнения 1, диаметром резьбы 12 мм, с крупным шагом резьбы, длиной 40 мм – *Винт М12 х 40 ГОСТ 17475-80*. То же исполнения 2, диаметром 12 мм, с мелким шагом резьбы 1,25 мм длиной 40 мм – *Винт 2М12 х 1,25 х 50 ГОСТ 17475-80*.

Шпилька – крепёжная деталь для разъёмного резьбового соединения, представляющая собой цилиндрический стержень с метрической резьбой на обоих концах. Резьбовой конец шпильки b_1 , ввинчиваемый в деталь, называется посадочным. Второй резьбовой конец b , на который навинчивается гайка, называется гаечным. Расчетная длина шпильки l включает в себя длину гаечного конца b и длину гладкой цилиндрической части (рисунок 6.24).

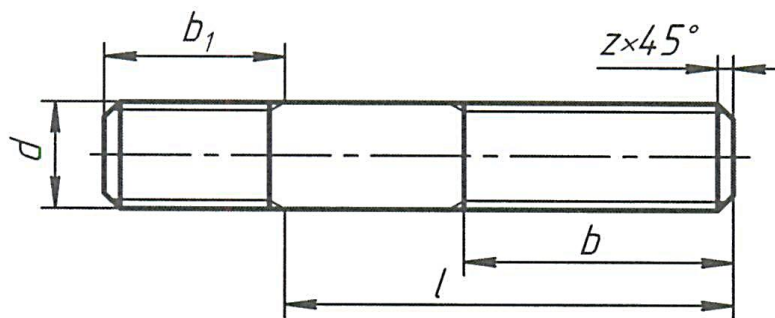


Рисунок 6.24 – Шпилька

На ввинчиваемом и гаечном концах шпильки нарезается резьба с одинаковым шагом или с мелким шагом резьбы на одном из концов и с крупным шагом на другом. Соединение шпилькой используется в тех случаях, когда соединение болтом применить невозможно или невыгодно из конструктивных соображений.

Длину посадочного конца (b_1), выбирают в зависимости от материала детали, в которую ввинчивают шпильку, по следующим рекомендациям:

$b_1 = d$ (ГОСТ 22034-76* - для шпилек нормальной точности, ГОСТ 22033-76 - для шпилек повышенной точности) применяющиеся для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых, латунных и титановых сплавах деталей;

$b_1 = 1,25d$ – (ГОСТ 22034-76 и ГОСТ 22035-76) и $b_1 = 1,6d$ – (ГОСТ 22036-76 и ГОСТ 22037-76) для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна;

$b_1 = 2d$ (ГОСТ 22038-76 и ГОСТ 22039-76) и $b_1 = 2,5d$ (ГОСТ 22040-76 и ГОСТ 22041-76) для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов.

Соединение шпилькой используется в тех случаях, когда соединение болтом применить невозможно или невыгодно из конструктивных соображений. Само соединение формируется следующим образом. Вначале из условия надёжности выбирается размер d резьбы и размер b_1 ввинчиваемого конца шпильки. В детали позиции 1 для выбранной шпильки сверлится отверстие по внутреннему диаметру d_1 резьбы на глубину l_1 (рисунок 6.24), которую назначают с учётом шага P резьбы ($l_1 = b_1 + (6...8)P$). В просверленном отверстии нарезают резьбу на участке $l_2 = b_1 + 2P$. В отверстие с резьбой ввинчивается шпилька 2. На шпильку накладывается деталь 3, шайба 4 и всё затягивается гайкой 5.

Длина шпильки подсчитывается по формуле

$$l_{mp} = S_1 + S + m + K,$$

где: l_{mp} - требуемая длина шпильки;

S_1 - толщина присоединяемой детали;

S - высота шайбы;

m - высота гайки;

K - выступающий из гайки конец шпильки ($K = (2...3)P$).

По требуемой величине l_{mp} принимается наиболее близкое стандартное значение длины l шпильки.

В условном обозначении шпилек указывают: слово «Шпилька», исполнение (исполнение 1 не пишется), диаметр резьбы, шаг резьбы (только для резьбы с мелким шагом), длину l шпильки и номер стандарта на шпильки. Например, шпилька с диаметром резьбы 20 мм, с крупным шагом 2,5 мм, длиной 120 мм - Шпилька М20 х 120 ГОСТ 22032-76; то же с мелким шагом 1,5 мм – Шпилька М20 х 1,5 х 120 ГОСТ 22032-76; шпилька с резьбой М20 с мелким шагом на ввинчиваемом конце с длиной $1,6d$, с крупным шагом 2,5 мм

на гаечном конце длиной 32 мм – Шпилька $M20 \times 1,5/2,5 \times 32$ ГОСТ 22036-76.

6.1.3 Соединение деталей болтом

Соединение двух или большего количества деталей при помощи болта, гайки и шайбы называется болтовым соединением. При выполнении болтового соединения в соединяемых деталях (позиции 1, 2 и 3 на рисунке 6.254,а) предварительно просверливают гладкие цилиндрические отверстия диаметром D_0 , размер которых выбирается по ГОСТ 11284-75 «Сквозные отверстия под крепежные детали», в зависимости от размера d болта. Детали собираются так, чтобы оси отверстий совпали. Затем в совмещенные отверстия деталей вставляется болт (позиция 4 на рисунке 6.254,б), на болт надевается шайба 6 и закручивается гайка 5 до упора. В результате затяжки гайки тело болта растягивается. Под действием усилия затяжки между деталями возникают силы трения, препятствующие относительному сдвигу

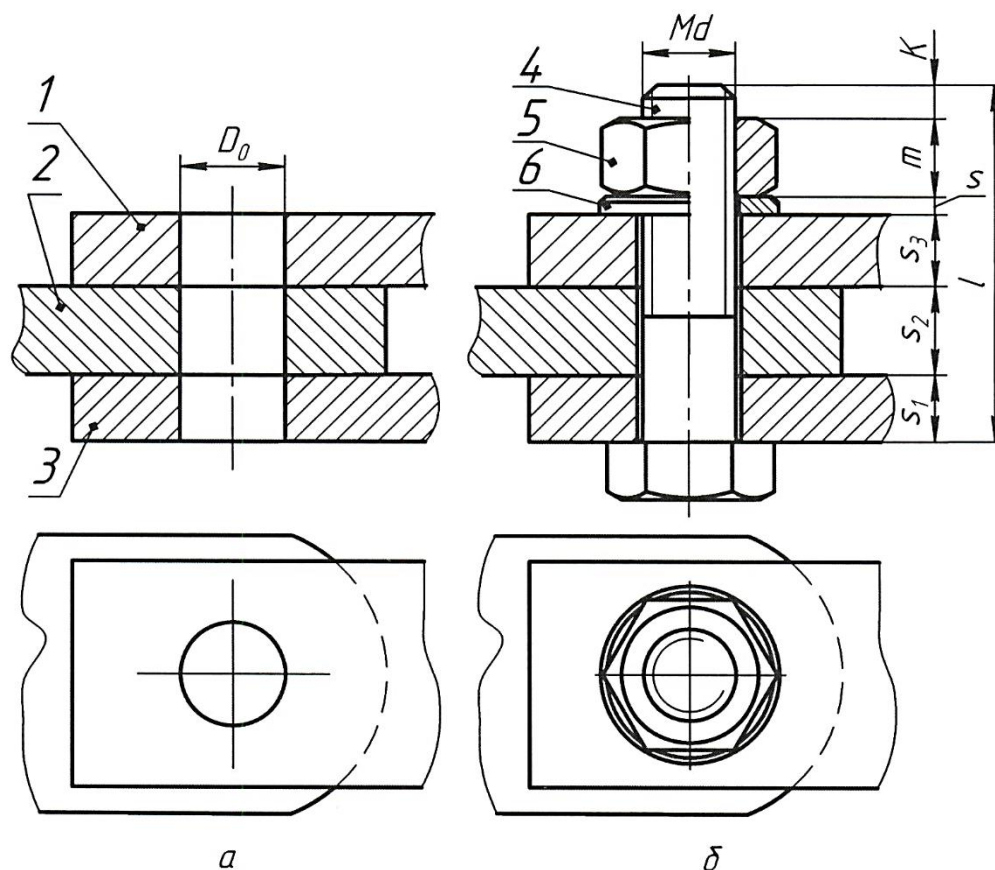


Рисунок 6.25– Конструктивное изображение болтового соединения деталей.

Диаметр болта обычно назначается на основе расчетов на прочность или по конструктивным соображениям, а требуемая длина подсчитывается как

$$l_{mp} = S_1 + S_2 + S_3 + s + m + k,$$

где S_1, S_2, S_3 – толщина соединяемых деталей (рисунок 6.25,б);

s – толщина шайбы;
 m – высота гайки;
 k – высота выступающей части болта, рекомендуется $k = (2...3)P$, здесь P – шаг резьбы.

Подсчитав требуемую длину болта, подбирают значение длины болта из ряда длин, установленных стандартом в зависимости от диаметра резьбы d .

Стандартные значения длин болтов (ГОСТ 7798-70):

2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, ..., 300.

После выбора конструкции и определения размеров деталей выполняется чертёж соединения (рисунок 6.25, б). На рисунке показано совмещение половины вида и половины разреза шайбы и гайки. На сборочных чертежах шайбы и гайки показываются неразрезанными.

На чертежах сборочных единиц стандартами допускается упрощенное и условное изображение гаек, и других деталей и всего соединения. Так, на рисунке 6.26 представлено упрощенное изображение соединения болтом. На сборочных чертежах крепежные детали вычерчивают упрощенно по относительным приближенным размерам в зависимости от величины наружного диаметра резьбы d .

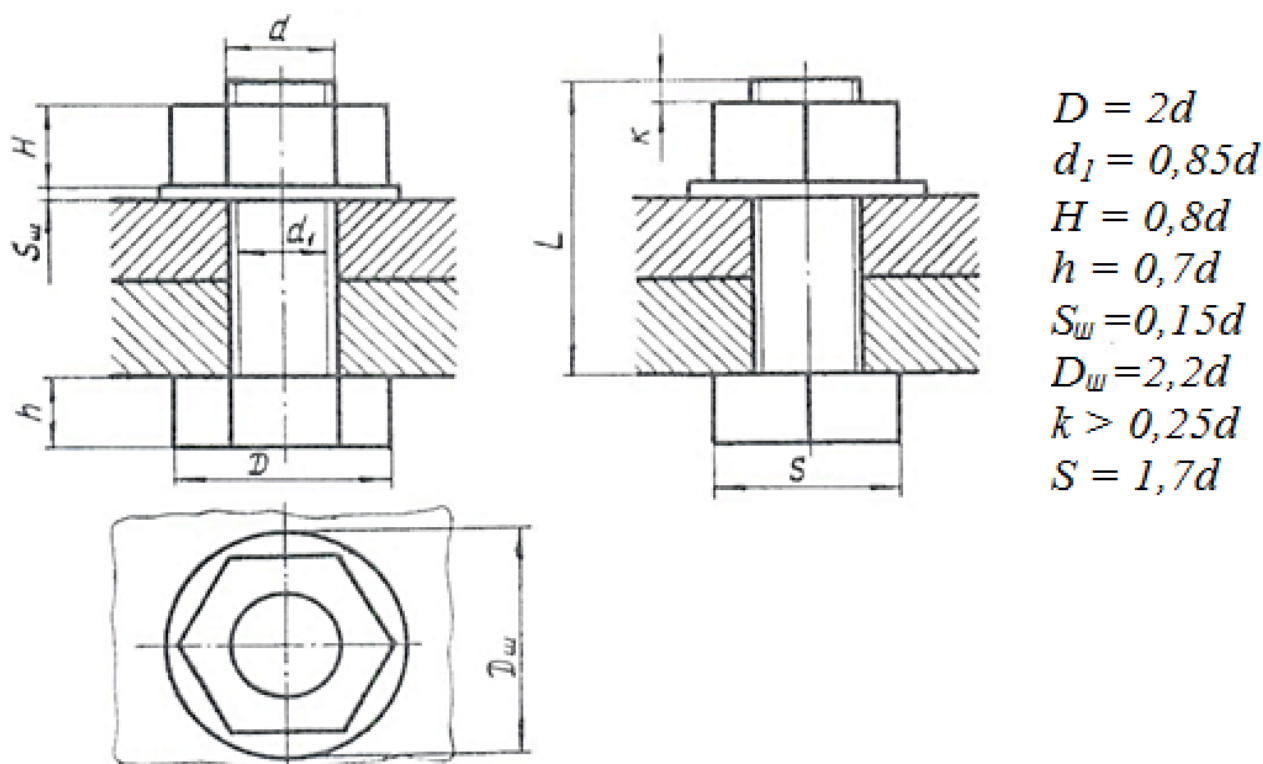


Рисунок 6.26 - Упрощенное изображение болтового соединения

Отличие упрощенного изображения от конструктивного заключается в следующем:

- а) резьбу показывают на всей длине стержня;
- б) не показывают зазор между болтом и отверстием детали;
- в) резьбовой конец болта, головку болта, гайку изображают без фаски;
- г) при проецировании на плоскость, перпендикулярную оси болта, внутренний диаметр резьбы (дугу, равную 3/4 окружности d_1) не изображают.

Если стандартные крепёжные детали на сборочном чертеже попадают в продольный разрез, то их показывают не рассечёнными.

6.1.4 Резьбовые соединения труб

Резьбовые соединения труб широко применяются в системах теплоэнергетики, теплоснабжения, водопровода, газопровода и т.п. Резьбовые соединения труб, осуществляются при помощи специальных деталей, называемых фитингами (угольников, тройников, муфт и т.п.).

На концах труб и на фитингах нарезается трубная цилиндрическая резьба. Размеры труб и фитингов определяются условным проходом D_y соединяемых труб. Для резьбового соединения труб используются специальные дополнительные детали. При соединении труб одного диаметра используются прямые угольники, тройники, кресты, прямые короткие и длинные муфты и т.п. (рисунок 6.27).

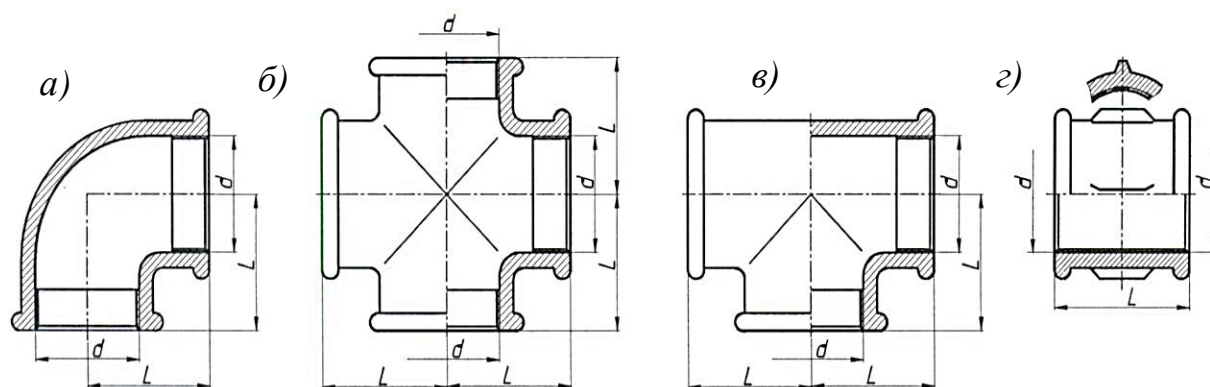


Рисунок 6.27 - Фитинги: а – угольники прямые по ГОСТ 8946-75; б – кресты

прямые по ГОСТ 8957-75; в – тройники по ГОСТ 8948-75;

При соединении труб разного диаметра применяются переходные угольники, тройники, кресты и муфты. Для резьбового соединения труб используются специальные дополнительные детали. Так, на рисунке 6.28 показаны детали, которые обеспечивают образование прямого трубопровода. Сгон – это короткий отрезок трубы с разной длиной нарезки резьбы по его концам. Сгоны изготавливаются из стальных водо-, газопроводных труб по ГОСТ 3262-75. На одном конце сгона длина резьбы равна короткой длине резьбы на трубе. На другом конце сгона длина резьбы примерно в пять раз больше. Этим концом сгон ввинчивается в фитинг со стороны контргайки. Параметры сгона устанавливает ГОСТ 8969-75.

Технологию соединения труб с помощью муфты можно разделить на два этапа. Вначале сгон 1 концом с короткой резьбой вворачивается в соединительную часть существующего трубопровода (рисунок 6.28). На длинный участок резьбы навинчивается контргайка 2, устанавливается прокладка 3 и навинчивается муфта 4 почти на полную её длину.

К свободному концу муфты пристыковывается присоединяемая труба 5. Трубы удерживаются, а муфту свинчивают (сгоняют) со сгона. Она свинчивается со сгона и одновременно навинчивается на присоединяемую трубу (рисунок 6.29). Муфта сгоняется на половину её длины или на весь участок короткой резьбы на трубе. Затем к муфте сдвигается прокладка, которая зажимается контргайкой. Так как в резьбе существуют зазоры, она предварительно уплотняется с помощью специального материала (мастики, особой плёнки, пеньки).

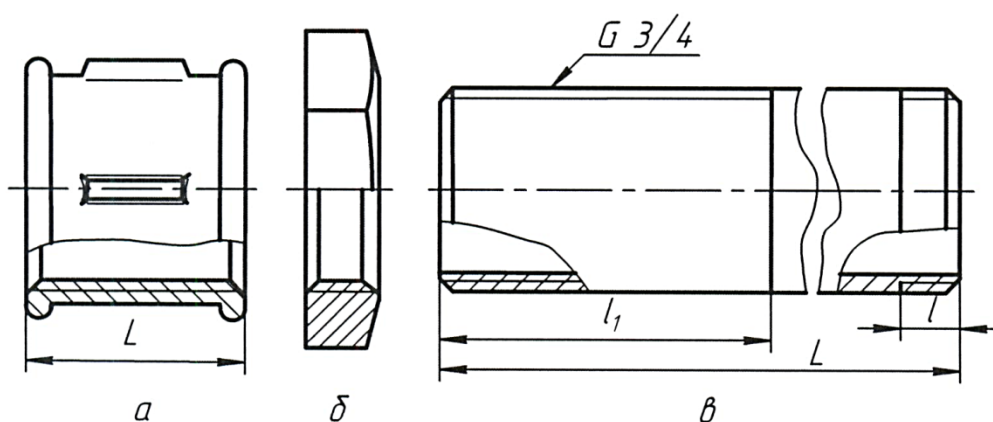


Рисунок 6.28 – Соединительные части трубопровода: *a* – муфта, *б* – контргайка, *в* – сгон

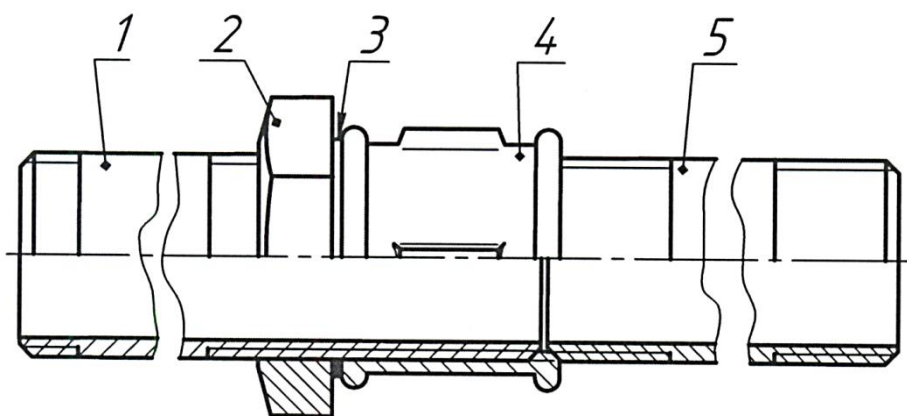


Рисунок 6.29 – Первый этап монтажа соединения

На рисунке 6.30 специально для учебных работ показано изображение так, что между сгоном и трубой оставлен зазор, кроме того, приведено изображение вида слева (вид по *A*), совмещённого с профильным разрезом (*Б-Б*). Это сделано для того, чтобы показать разницу в построении в различных

ситуациях.

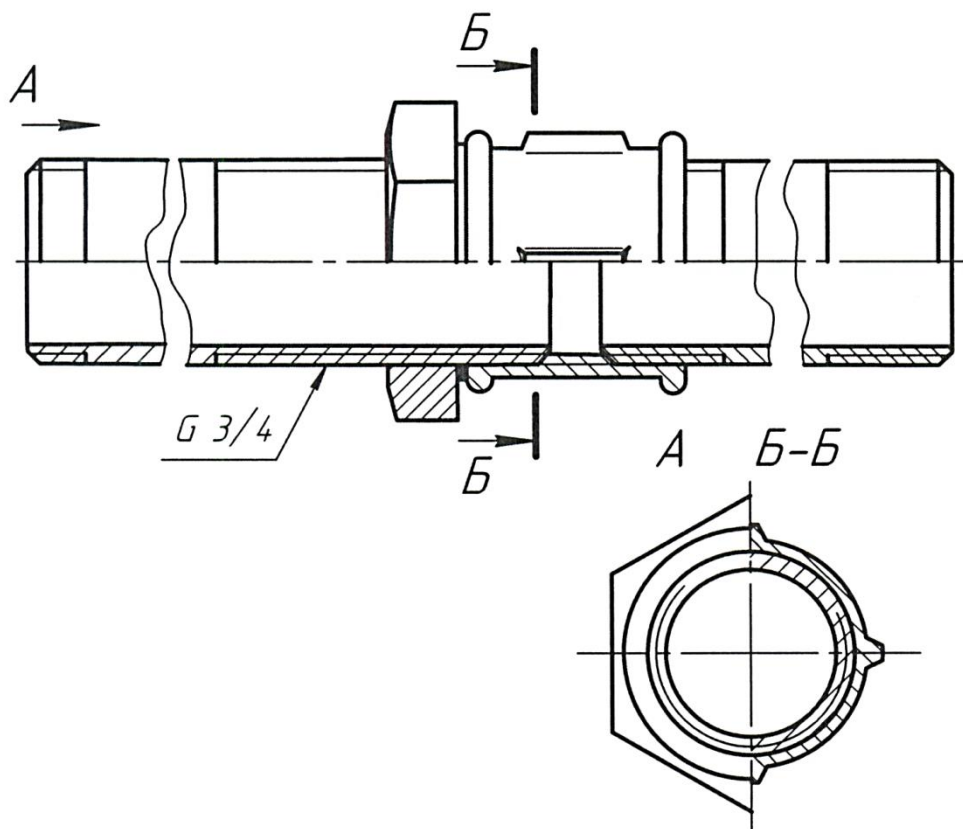


Рисунок 6.30 – Изображение соединения труб муфтой

6.2 Шпоночные соединения

Шпоночные соединения это разъемные соединения, предназначенные для передачи крутящего момента. Их применяют в тех случаях, когда к точности центрирования соединяемых деталей не предъявляется особых требований. Пример изображения шпоночного соединения на чертеже приведен на рисунке 6.31.

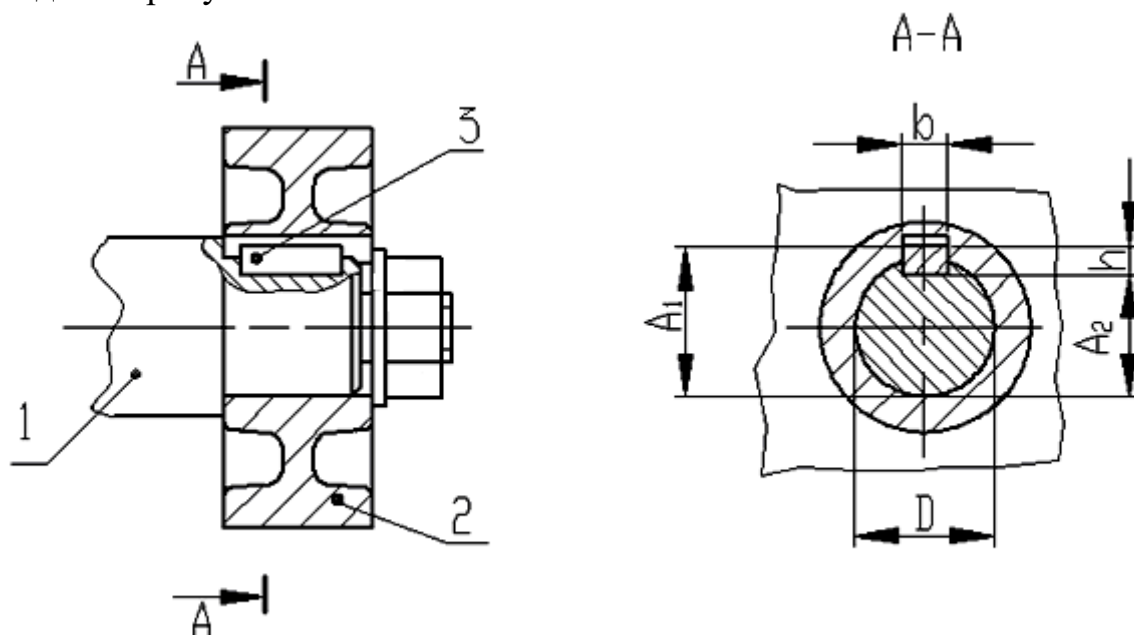


Рисунок 6.31 – Шпоночное соединение вала и шкива

В шпоночном соединении в пазы вала 1 и наружной детали 2, имеющие одинаковую ширину, помещают специальную деталь 3 - шпонку.

Шпонки имеют плоские рабочие боковые (или верхнюю и нижнюю) грани, которые соприкасаются со стенками пазов вала и наружной детали и передают крутящий момент. Шпоночные соединения могут быть подвижными или неподвижными вдоль оси вала.

Размеры сечений шпонок и шпоночных пазов выбирают в зависимости от диаметра вала из таблиц соответствующих стандартов.

На продольных разрезах шпоночных соединений все шпонки показывают нерассечёнными.

В таком соединении на плоскости проекций, параллельной оси вала, наружную деталь 2 (в данном случае шкив) показывают в разрезе, вал 1 изображают с местным разрезом так, чтобы выявить конструкцию шпонки 3.

Если необходимо показать форму шпонки, то выполняют другое изображение, например, вид сверху. На нем наружную деталь показывают в разрезе, а вал и шпонку - видом.

Поперечную форму шпонки и пазов под нее показывают в сечении или разрезе плоскостью, перпендикулярной оси, например разрез *A-A* на рисунке 6.31. На этом разрезе показаны характерные размеры шпоночного соединения: диаметр D , высота h и ширина b шпонки (и соответственно ширина пазов на валу и в наружной детали), размер A_2 , относящийся к валу, и A_1 , относящийся к наружной детали. Следует отметить, что $A_1 > A_2 + h$. Эти размеры на сборочных чертежах не указываются.

Форма и размеры большинства шпонок стандартизованы и зависят от условий работы соединяемых деталей и от диаметра вала.

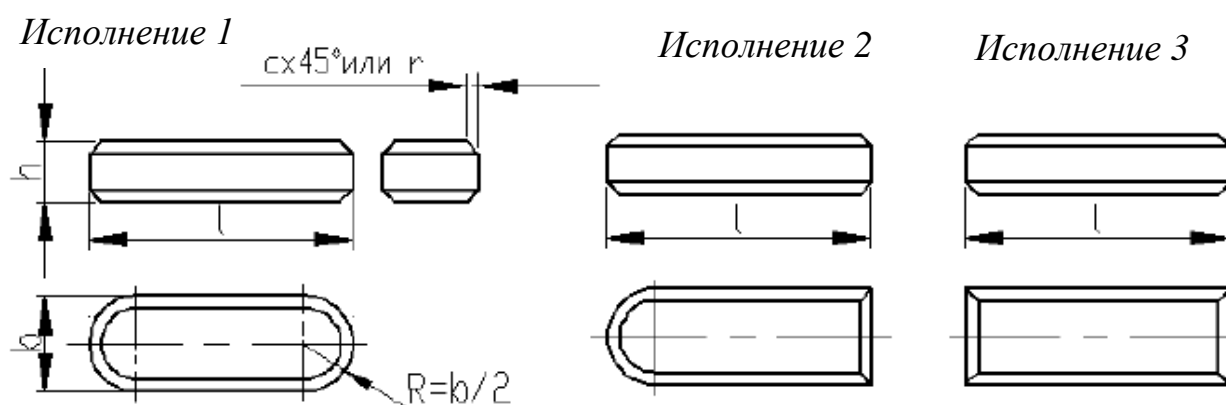


Рисунок 6.32 – Призматические шпонки нормальной высоты

Шпонки общего назначения разделяются на призматические, клиновые и сегментные.

Наиболее широко применяются *призматические шпонки*:

а) *нормальной высоты*, выпускаемые по ГОСТ 23360-78 в трех исполнениях (рисунок 6.32);

б) *высокие* - по ГОСТ 10748-79; (без крепежных отверстий);
 в) *направляющие* с отверстиями для крепления на валу по ГОСТ 8790 – 79, применяемые в тех случаях, когда ступицы должны иметь возможность перемещения вдоль оси (рисунок 6.33).

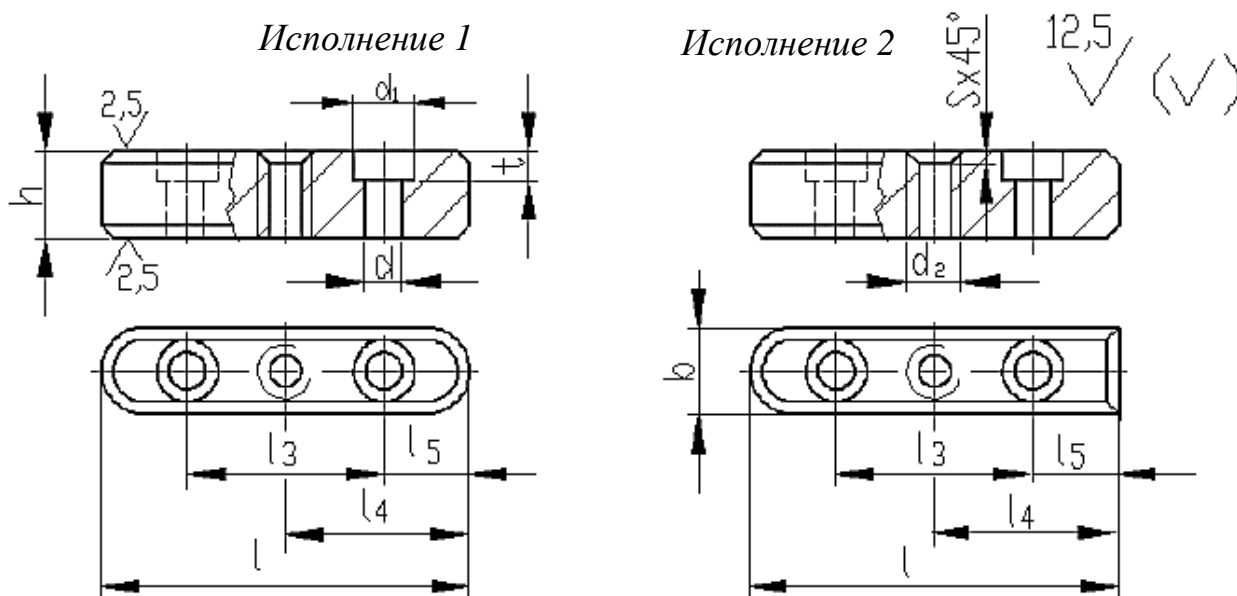


Рисунок 6.33 – Призматические шпонки с креплением на валу

Пример выполнения соединения призматическими шпонками по ГОСТ 23360-78 приведен на рисунке 6.34, по ГОСТ 8790-70 – на рисунке 6.35. Боковые грани у этих шпонок являются рабочими, над верхней гранью в соединении имеется зазор.

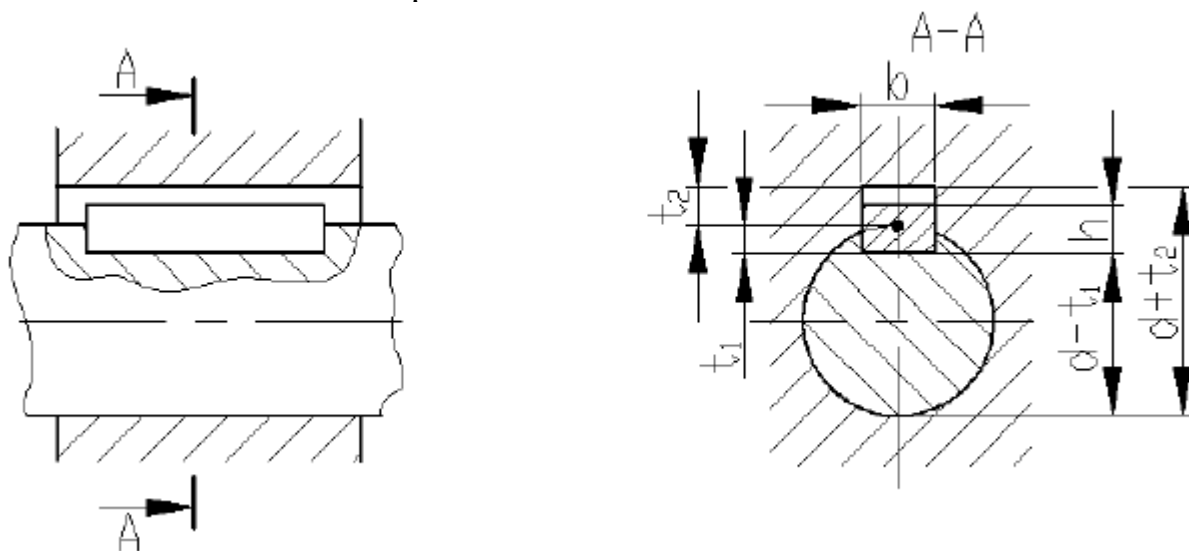


Рисунок 6.34 – Пример выполнения соединения по ГОСТ 23360-78

Размеры, указанные на этих чертежах для шпонок и шпоночных пазов, необходимые для вычерчивания соединения, выбираются из таблиц

посоответствующим стандартам. При выполнении шпоночных соединений на сборочных чертежах эти размеры не указываются.

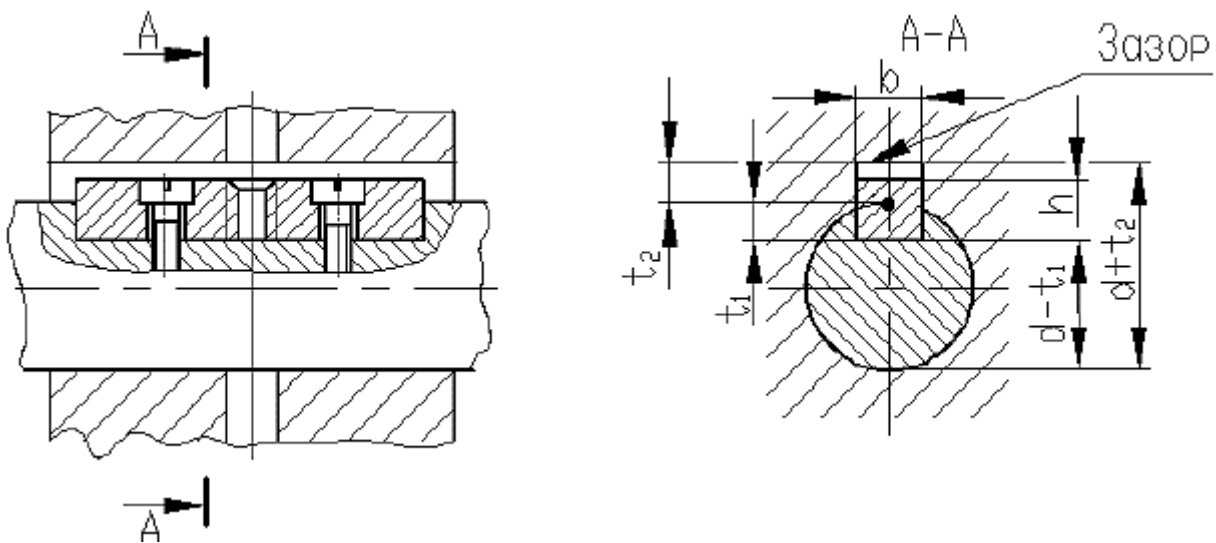


Рисунок 6.35 – Пример выполнения соединения по ГОСТ 8790-70

Сечение шпонки зависит от диаметра вала, длина – от передаваемого крутящего момента и конструктивных особенностей соединения. Необходимая длина шпонки выбирается из ряда стандартных длин.

Примеры обозначений призматических шпонок:

Шпонка 2-20 x 12 x 70 ГОСТ 23360-78;

Шпонка 20 x 12 x 70 ГОСТ 23360-78.

Здесь 2 - исполнение (исполнение 1 в обозначении не указывают); 20 - ширина; 12 - высота; 70 - длина шпонки.

Клиновые шпонки. Клиновые шпонки выпускают по ГОСТ 24068-80 в четырех исполнениях (рисунок 6.36).

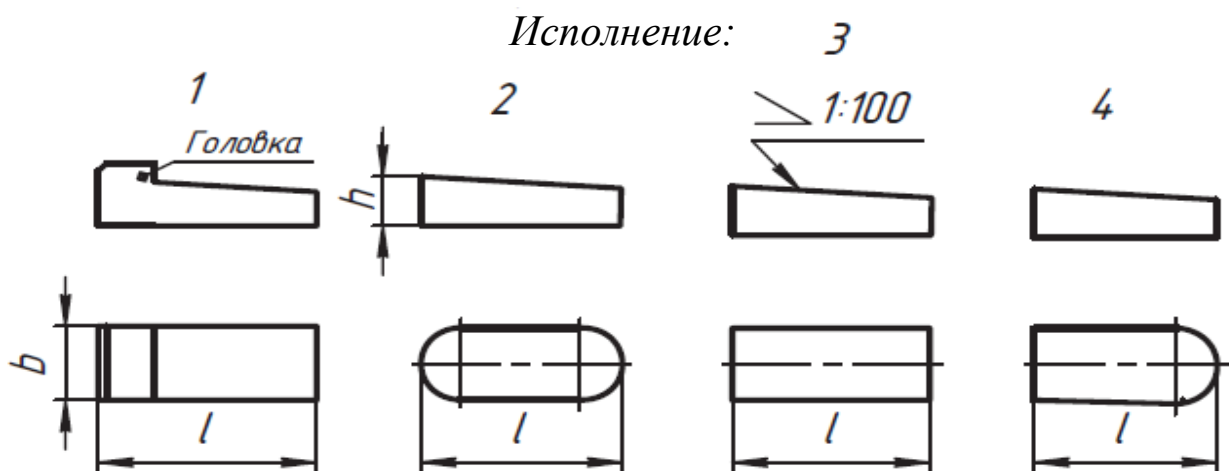


Рисунок 6.36

Клиновые шпонки применяют в тихоходных механизмах. Они рекомендуются для неподвижных соединений с обязательным выходом шпоночного паза на торце вала. Рабочие поверхности клиновых шпонок – верхняя и нижняя грани. Между боковыми гранями шпонки и паза имеются зазоры.

Клиновые шпонки применяют реже, чем призматические, т.к. после их установки получается небольшой перекосяк, создающийся после забивки шпонки в паз. Форма клиновой шпонки – скошенная с одной стороны призма с уклоном 1:100.

Клиновые шпонки разделяют на закладные и забивные. У закладных шпонок, как и у призматических, могут быть один или два закругленных торца или два плоских торца. Забивные клиновые шпонки изготавливаются с головками для забивки и извлечения их из пазов.

Для закладной шпонки длина паза на валу равна длине шпонки. Эта шпонка вкладывается в паз на валу, а ступица колеса надвигается на вал, а затем на шпонку.

Паз на валу для забивных шпонок более длинный, чем сама шпонка, так как забивная шпонка вводится в соединение тогда, когда втулка колеса уже насажена на вал.

Клиновые шпонки создают напряженное соединение деталей.

Пример выполнения соединений клиновыми шпонками показаны на рисунке 6.37.

Размеры шпонок и шпоночных пазов, необходимые для выполнения шпоночного соединения, выбираются из таблиц по соответствующим стандартам. При выполнении таких соединений на сборочных чертежах эти размеры не указываются.

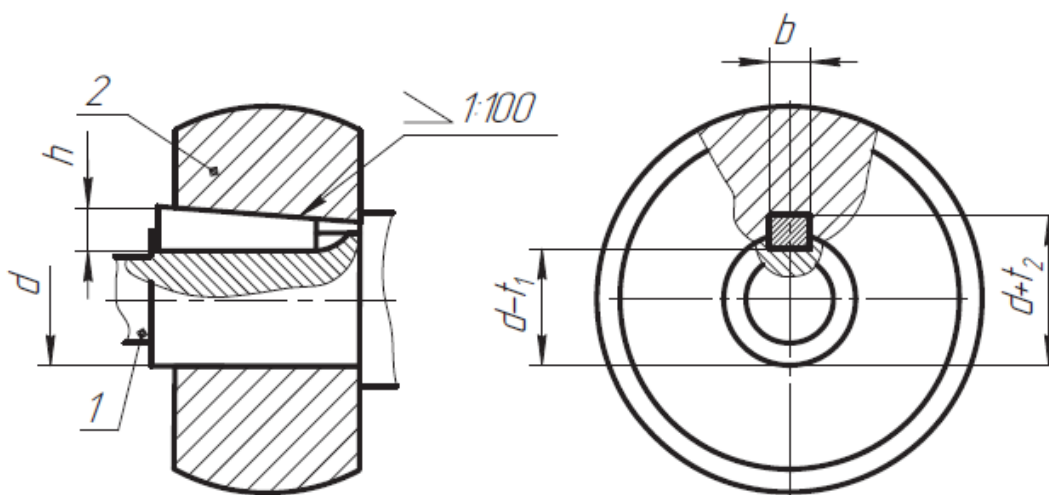


Рисунок 6.37

Примеры условного обозначения клиновых шпонок:

Шпонка 18x11x100 ГОСТ 24068-80,

Шпонка 4-18x11x100 ГОСТ 24068-80.

Здесь 18 – ширина в мм; 11 – высота в мм; 100 – длина в мм; 4 –

исполнение(исполнение 1 в обозначении не указывается).

Сегментные шпонки выпускают по ГОСТ 24071-80.

Сегментные шпонки применяют при передаче небольших крутящих моментов (т.к. глубокий паз ослабляет вал) и при сравнительно коротких ступицах колес. Они рекомендованы только для неподвижных соединений.

Шпонки выполняют в виде сегмента в двух исполнениях (рис. 49).

Примеры обозначений сегментных шпонок:

Шпонка 5 x 6,5 ГОСТ 24071 - 80,

Шпонка 2 -5 x 6.5 ГОСТ 24071 – 80.

Здесь 5 - ширина; 6,5 - высота шпонки в мм; 2 - исполнение (исполнение 1- в обозначении не указывается).

Пример выполнения соединения сегментной шпонкой показан на рисунке 6.38.

У сегментных шпонок, так же, как и у призматических, рабочими являются боковые грани, которые соприкасаются с боковыми поверхностями пазов навалах и втулках. Над верхней гранью в соединении имеется зазор.

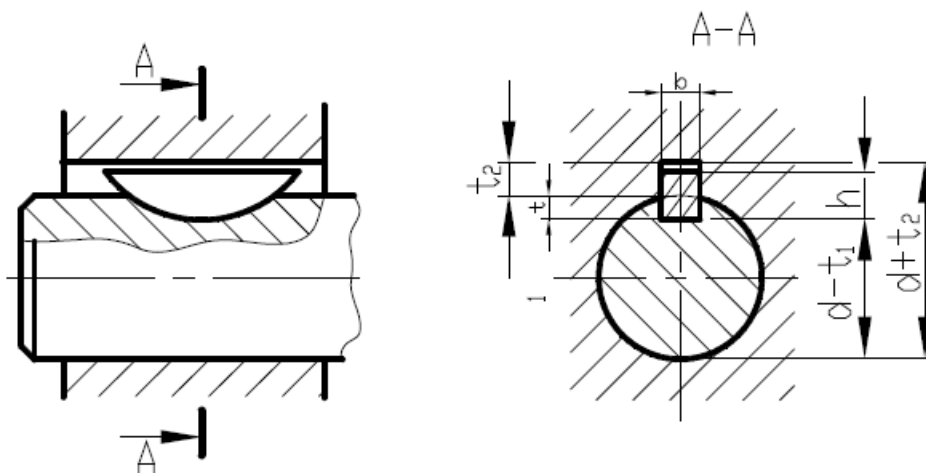


Рисунок 6.38

6.3 Шлицевые соединения

Шлицевые соединения иногда называют многошпоночными соединениями, т.к. здесь зубья, нарезанные на валу, выполняют роль шпонок. В шлицевом (зубчатом) соединении (рисунок 6.39) крутящий момент передается за счет того, что выступы - шлицы (зубья) вала 1, расположенные вдоль его оси, входят в соответствующие им пазы наружной детали 2. Большое количество шлицов позволяет уменьшить их высоту по сравнению с высотой шпонки и при том же диаметре вала передавать увеличенный крутящий момент. Кроме того, шлицевое соединение хорошо обеспечивает взаимное центрирование втулки колеса и вала, что очень важно для валов с большим числом оборотов.

Шлицевое соединение позволяет перемещать наружную деталь вдоль оси вала в процессе вращения, как, например, в карданных валах.

При изображении шлицевых соединений на чертежах допускается показывать профиль одного выступа и двух смежных с ним впадин, например, как показано на рисунке 6.39. Остальные шлицы показывают условно тонкой линией по границе внутреннего диаметра впадин на валу.

На плоскости проекций, параллельной оси вала и соединения, наружную деталь в шлицевом соединении показывают в разрезе, вал - нерассечённым, с наружным диаметром, равным наружному диаметру выступов (шлицев). По границам внутреннего диаметра впадин проводят две тонкие линии, параллельные наружному контуру на расстоянии высоты шлица от него.

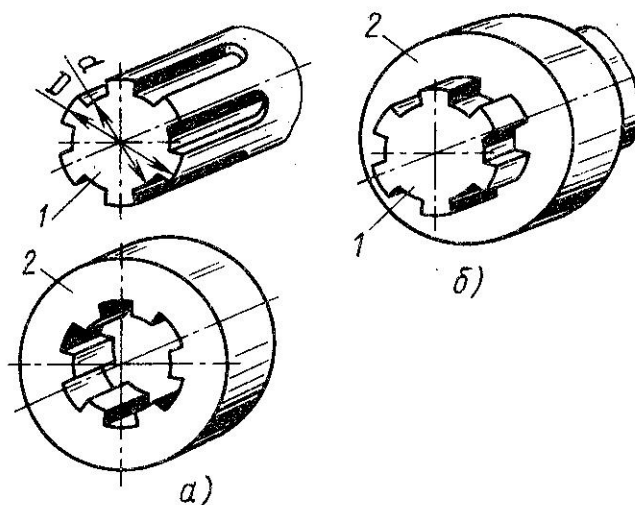


Рисунок 6.39

Форма сечения шлицев плоскостью, перпендикулярной оси соединения,

может иметь прямобочный, эвольвентный (рисунок 6.40) или треугольный профиль.

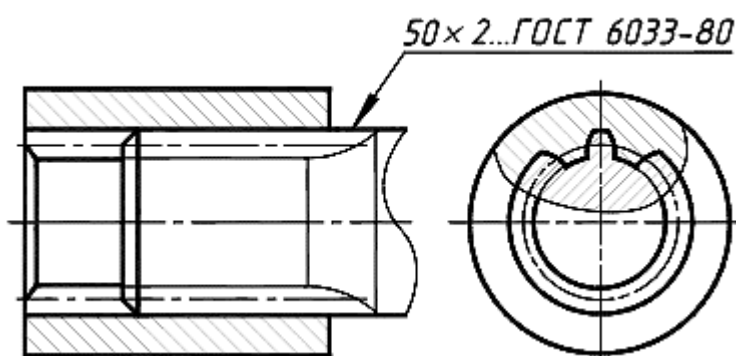


Рисунок 6.40

Наиболее часто применяются соединения с прямобочным профилем зубьев по ГОСТ 1139-80, предусматривающему три исполнения и три серии соединения - легкую, среднюю и тяжелую. При этом поверхности зубьев

вала и втулки могут соприкасаться (центрироваться) по наружному диаметру D (с образованием зазора по внутреннему диаметру d) (рисунок 6.41,а); по внутреннему диаметру d

(с образованием зазора по наружному диаметру D) (рисунок 6.41,б); по боковым сторонам зубьев h (с образованием зазора по наружному и внутреннему диаметрам) (рисунок 6.41,в).

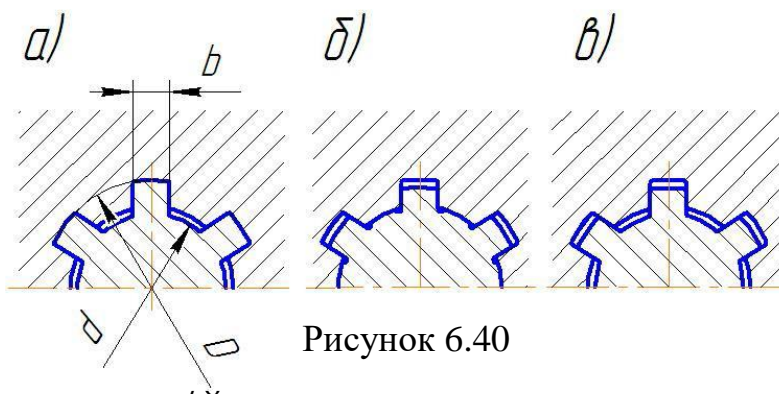


Рисунок 6.40

Размеры шлицевых соединений стандартизованы в зависимости от наружного диаметра вала.

На чертежах вала и втулки указывают условное обозначение шлицов (рисунок 6.42).

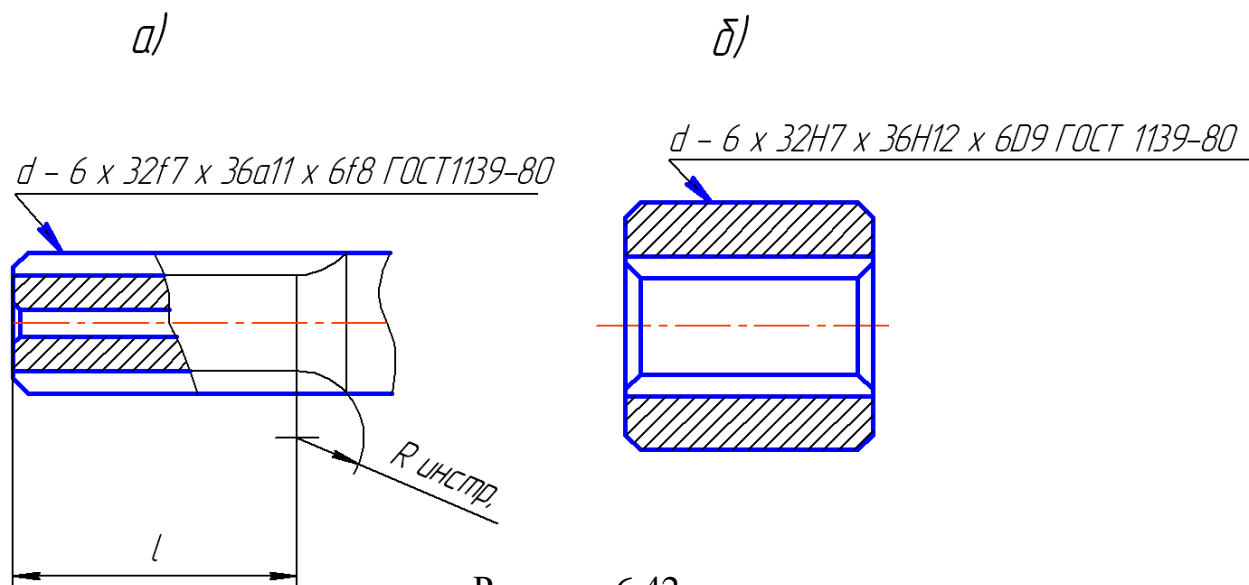


Рисунок 6.42

На чертежах общего вида или сборочных чертежах обычно указывают условное обозначение шлицевого соединения по соответствующему стандарту как показано на рисунке 6.43.

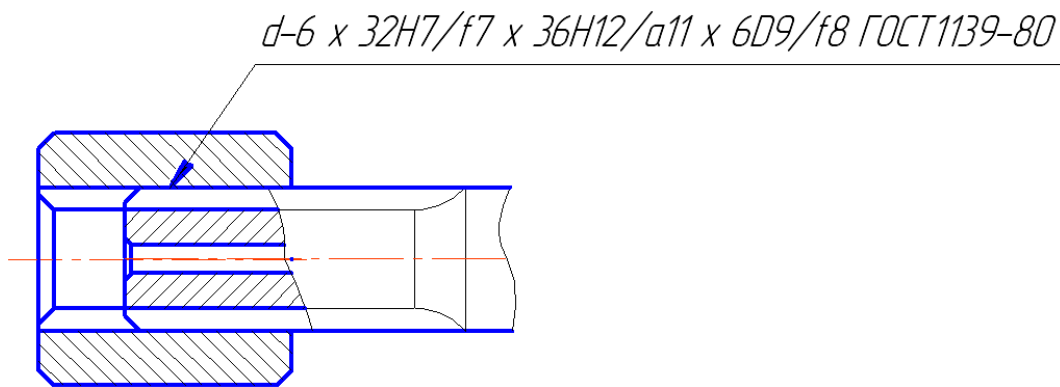


Рисунок 6.43

Пример обозначения шлицов на *втулке* (ступице колеса) при центрировании по внутреннему диаметру $d-6 \times 32H7 \times 36H12 \times 6D9$; здесь d - тип центрирования; 6 - число зубьев; 32 - значение внутреннего диаметра в мм с полем допуска по $H7$; $36H12$ - значение наружного диаметра в мм с полем допуска $H12$; $6D9$ - значение ширины выступа в мм с полем допуска $D9$.

Пример обозначения шлицов на *валу* при центрировании по внутреннему диаметру $d-6 \times 32f7 \times 36a11 \times 6f8$; здесь $f7$, $a11$, $f8$ - поля допусков размеров d , D и b соответственно.

Пример обозначения шлицевого соединения на чертеже общего вида

или сборочном чертеже:

$d-6 \times 32H7/f7 \times 36H12/a11 \times 6D9/f8$

Обозначения проставляются на полке линии-выноски, как показано на рисунке 6.42 и 6.43.

На учебных чертежах допускается проставлять в обозначениях шлицов на валу, на втулке и в шлицевом соединении только номинальные значения размеров d , D и b без указания допусков.

6.4 Сварные соединения

Сварка – процесс получения соединения при их местном или общем нагреве либо пластическом деформировании или при совместном действии того и другого (ГОСТ 2601-84). Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений устанавливает ГОСТ 5254-80. Сварным швом называют затвердевший после расплавления металл, соединяющий свариваемые детали, а совокупность деталей, соединённых сварным швом, называется сварным соединением.

По способу исполнения различают сварку плавлением и сварку давлением. Сварку плавлением разделяют на: дуговую, электрошлаковую, газовую, газоплазменную и термитную. К сварке давлением относятся электрическая контактная, газопрессовая сварка, сварка с нагревом трением, холодная сварка.

По способу взаимного расположения частей свариваемых деталей различают соединения: стыковые (C), угловые ($У$), тавровые (T) и соединения внахлестку (H). На рисунке 6.44 приведены способы взаимного расположения частей свариваемых деталей. Кромки свариваемых деталей могут быть подготовлены: с отбортовкой (а), без скосов (в, г, д, ж), со скосом одной кромки (е), со скосом обеих кромок (б), с двумя симметричными скосами одной кромки (з) и др. Шов может быть односторонним (а, б, в, д, ж) и

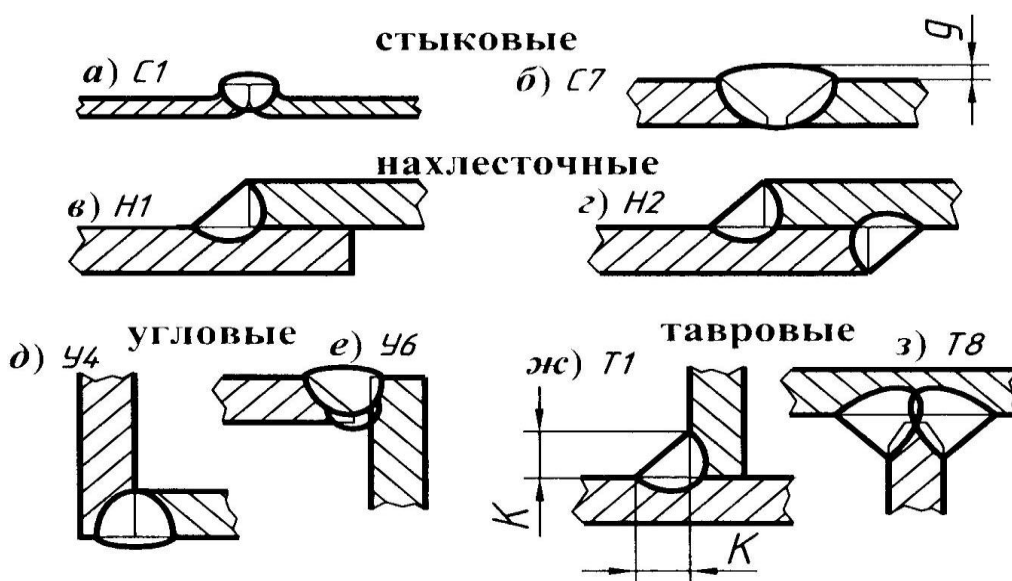


Рисунок 6.44 – Виды сварных соединений

двус
торо
нни
м (г,
е, з).

Ш

вы
под
разд
еля
ютс
я по
про
тяж
ённ
ости

, положению в пространстве, внешней форме шва, числу проходов, характеру выполненного шва. По протяжённости сварные швы могут быть непрерывными (рисунок 6.45) и прерывистыми (рисунок 6.46). Прерывистые

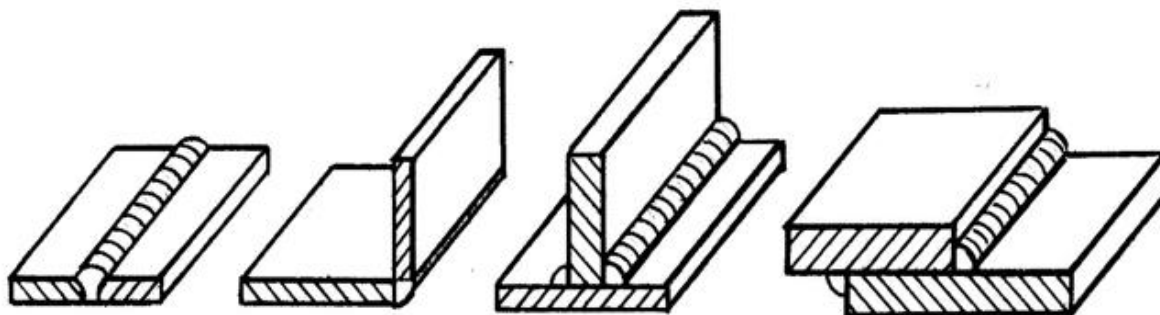


Рисунок 6.45 – Непрерывные сварные

швы подразделяются на: а – тавровые, б – внахлестку, в – односторонние, г – цепные, д - шахматные.

Длина провариваемого участка прерывистого шва 20-60 мм (или определяется расчетом). Расстояние, или шаг прерывистого шва, выбирают из соответствующего стандарта или рассчитывают.

По положению в пространстве швы разделяют на нижние, вертикальные, горизонтальные, и потолочные (рисунок 6.47).

Нижние швы выполняют на горизонтальных поверхностях, горизонтальные и вертикальные – на вертикальных (по горизонтали и вертикали), потолочные – под изделием.

Для швов угловых и тавровых соединений, а также соединений внахлестку характерным размером является размер катета поперечного сечения шва. По числу проходов сварные швы разделяются на однопроходные и многопроходные в зависимости от количества проходов сварочной дуги.

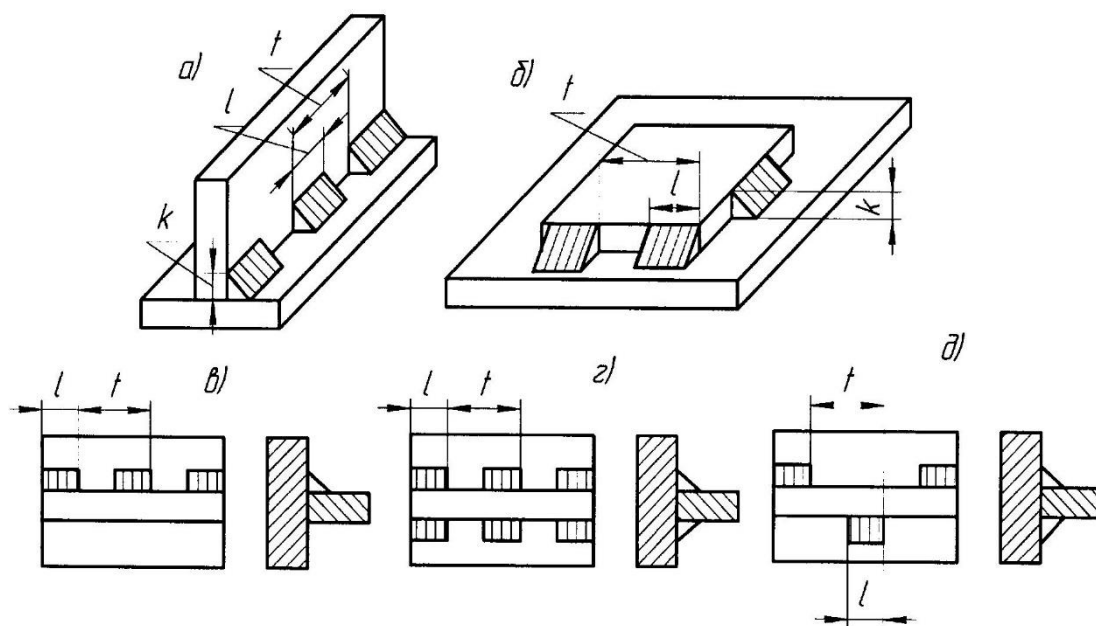


Рисунок 6.46 – Прерывистые сварные

арак
тер
шва
зави
сит
от
тол
щин
ы
свар
ива
емы
х
дета
лей,
тех
нич
еск
их

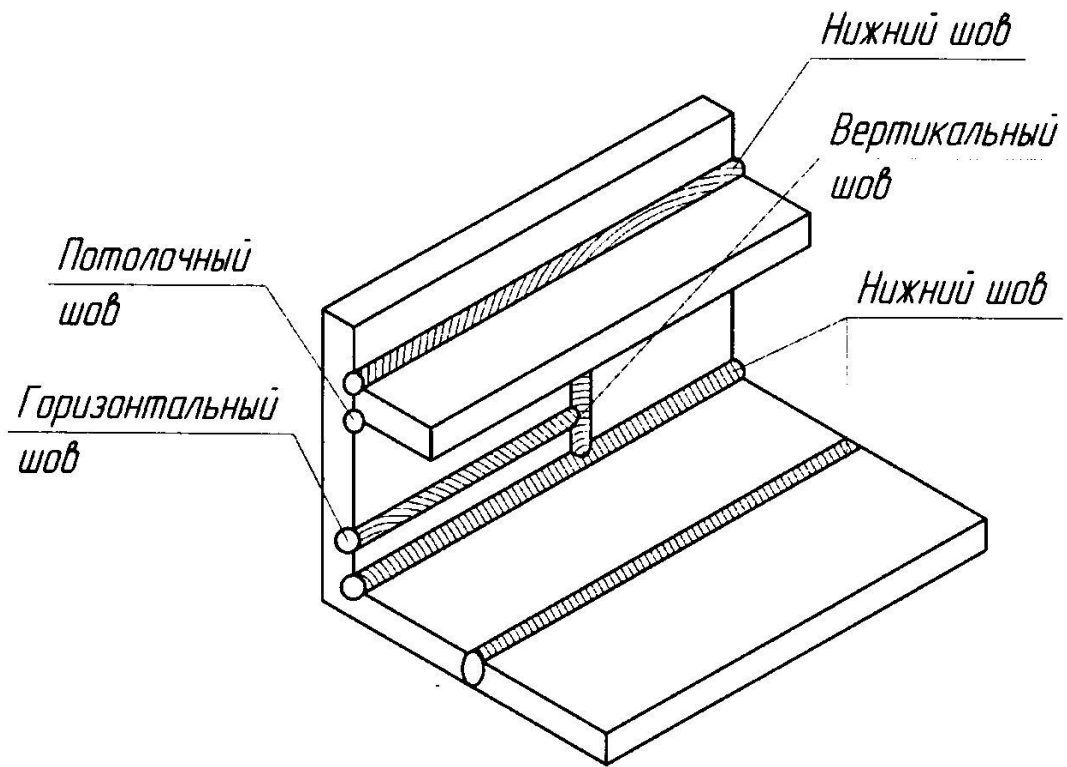
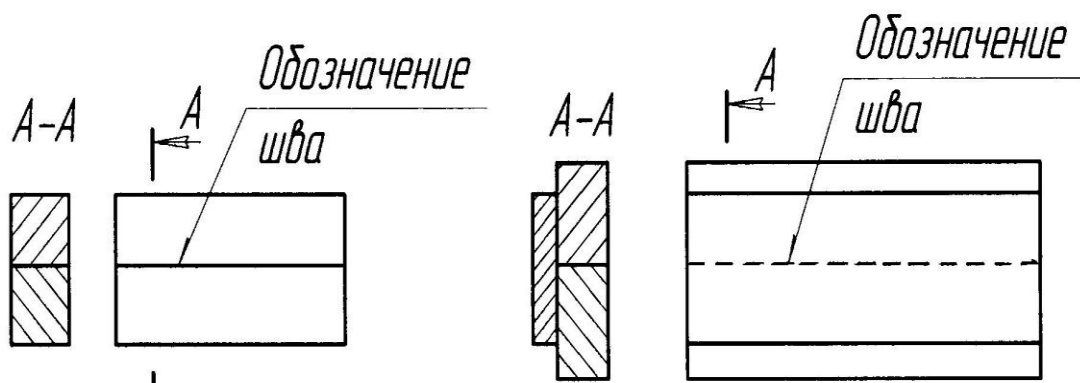


Рисунок 6.47 – Пространственное расположение сварных швов

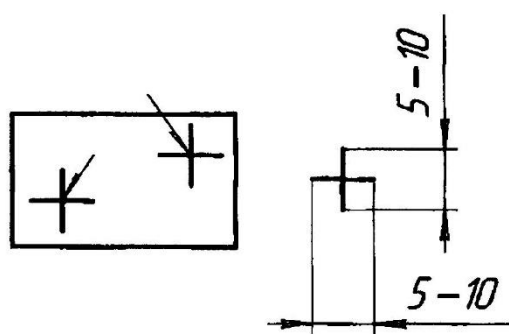
условий сварки и может быть односторонним или двусторонним. Форма подготовки кромок зависит от толщины свариваемых деталей, положения шва в пространстве и других данных.

ГОСТ 5264-80 (Ручная дуговая сварка), ГОСТ 8713-79 (Сварка под флюсом), ГОСТ 14771-76 (Дуговая сварка в защитном газе) устанавливают основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из сталей и сплавов на железоникелевой и никелевой основе.

Для производства сварочных работ на чертежах должны быть указаны места расположения сварных швов, условное обозначение стандартного шва или одиночной сварной точки, при нестандартном сварном шве его размеры. ГОСТ 2.312-72 устанавливает условные изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий всех отраслей промышленности. Швы сварных соединений независимо от способа сварки условно изображают сплошной линией, если шов видимый, и штриховой линией, если шов невидимый (рисунок 6.48). Видимую сварную точку изображают значком «+» (рисунок 6.49), который выполняют сплошными основными линиями (невидимые точки не изображают).



Для указания места шва сварного соединения применяют линию-выноску с



односторонней стрелкой, которая вычерчивается сплошной тонкой линией толщиной ($S/2 - S/3$), но не тоньше 0,3 мм для чертежей, выполняемых карандашом. Линия-выноска выполняется под углом 30-60° к линии шва. Линию-

Рисунок 6.49 – Условные обозначения одиночной

выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва.

Форма и размер односторонней стрелки соответствуют половине размерной стрелки; к линии-выноске присоединяют горизонтальную черту (полку) такой же толщины (рисунок 6.49). При необходимости допускается излом линии-выноски. На черте и под ней проставляются обозначения шва сварного соединения (рисунок 6.50).



Рисунок 6.50 – Линия-выноска

На изображении сварного шва наносятся условные обозначения с помощью вспомогательных знаков (ГОСТ 2.312-72). В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняются сплошными тонкими линиями. Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва (таблица 1).

Таблица 6.1 – Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

В

№ поз. рис. 36	Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение знака относительно полки линии-выноски	
			с лицевой стороны	с оборотной стороны
1		Усиление шва снять		
2		Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
3		Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
4		Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. (Угол наклона линии ≈ 60°)		
5		Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
6		Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм		
7		Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

сварочным производством применяется, как правило, стандартные сварные швы, параметры которых

определяются соответствующими стандартами. Каждый стандартный шов имеет буквенно-цифровое обозначение, полностью определяющее конструктивные элементы шва. Структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки приведена на схеме (рисунок 6.51).

Из приведенной схемы видно, что вспомогательные знаки «шов по замкнутой линии» и «шов выполнить при монтаже изделия» располагают на изломе линии-выноски и ее черты. Порядок записи в обозначении отмечен на

рисунке прямоугольниками (позиции 1 – 7). На месте прямоугольников наносят:

- 1 – обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы шва;
- 2 – буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;
- 3 – условное обозначение способа сварки согласно стандарту (на учебных чертежах допускается не указывать);
- 4 – знак «прямоугольный треугольник» и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементов швов;
- 5 – геометрические параметры сварного шва: для прерывистого шва – длина провариваемого участка l , знак №4 или №5 (см. таблицу 6.1) и размер шага; для одиночной сварной точки – расчетный диаметр точки;
- 6 – вспомогательные знаки №7, №2, или 1 (см. таблицу 9.1);
- 7 – знак №3 – вспомогательный знак монтажного шва и №6 – шва по замкнутому контуру (см. таблицу 9.1).



Рисунок 6.51 – Структура условного обозначения сварного шва

из условного обозначения могут быть включены те или иные его структурные составляющие.

Примеры обозначений сварных соединений приведены на рисунке 6.52:

а) шов стыкового соединения со скосом одной кромки, двусторонний, со снятием выпуклости с обеих сторон, с требуемой шероховатостью обработанных поверхностей, выполняемый ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80. Слева изображена форма поперечного сечения шва, условное обозначение которого $C8$;

б) верхний шов (на чертеже изображен штриховой линией) нахлесточного соединения, нижний – таврового. Оба шва прерывистые цепные (высота катета шва равна 5, $l = 50$ и $t = 100$ мм), выполняемые ручной дуговой сваркой при монтаже по незамкнутым линиям;

в) нахлесточное соединение, осуществляемое контактной сваркой, в трех сварных точках, расчетный диаметр точки – 5 мм;

г) соединение под тупым углом со скосом одной кромки (У4), выполняемое по ГОСТ 23518-79 дуговой сваркой в инертных газах плавящимся электродом (ИП) по замкнутой линии.

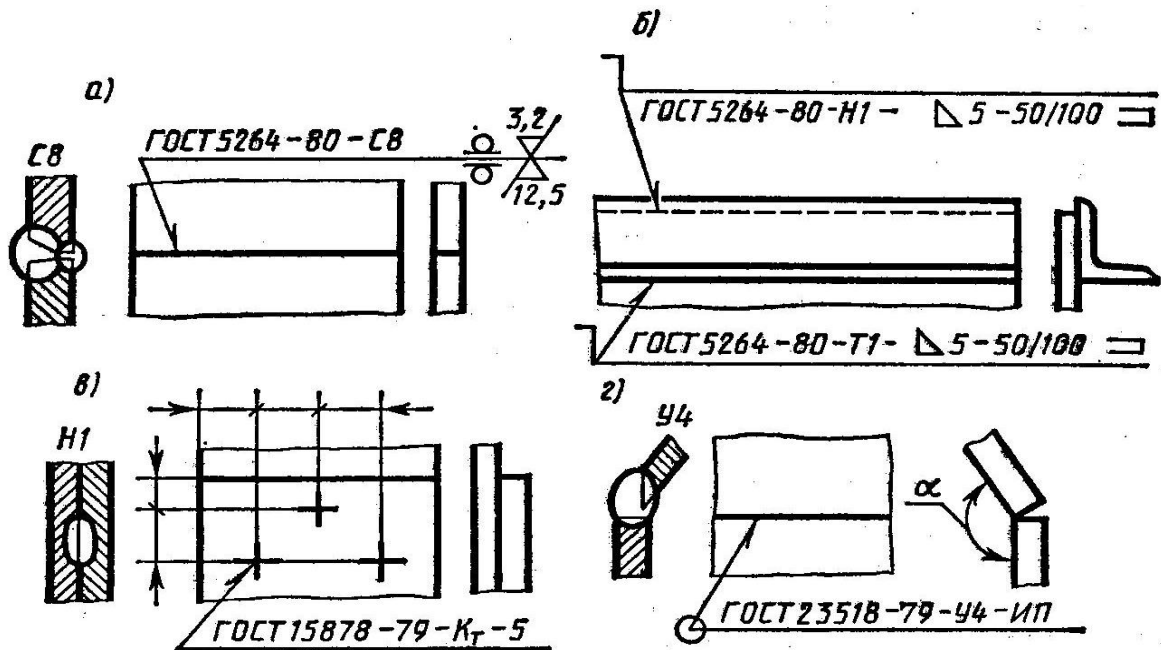


Рисунок 6.52 – Примеры условного обозначения сварных соединений

Если на чертеже имеются одинаковые швы, обозначения наносят у одного из них, а от изображений остальных проводят линии-выноски, на полках которых проставляют присвоенный им один порядковый номер или без полок, если все швы одинаковы (рисунок 6.53).

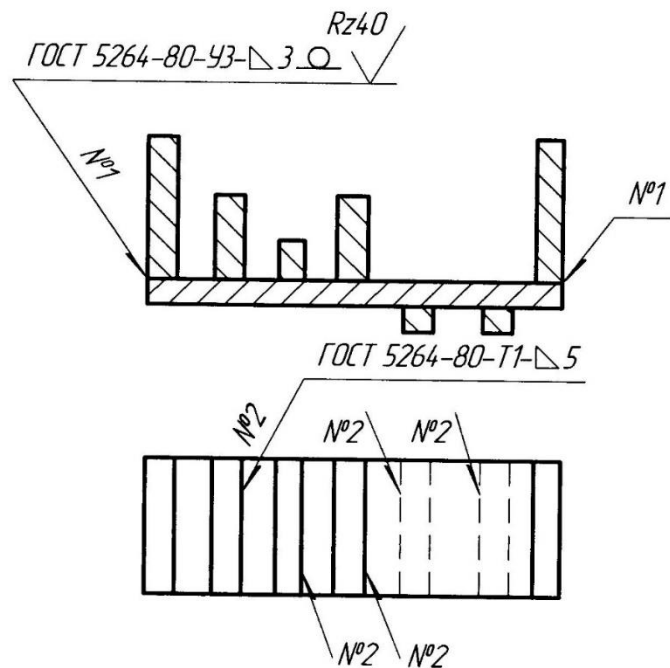


Рисунок 6.53 – Обозначение одинаковых сварных швов

6.5 Заклёпочные соединения

Заклёпочное соединение – неразъёмное соединение деталей при помощи заклёпок. Обеспечивает высокую стойкость в условиях ударных и вибрационных нагрузок. Применяют, в основном, в авиа- и судостроении, в металлоконструкциях и других изделиях с внешними нагрузками, действующими параллельно плоскости стыка.

Заклепка - цилиндрический металлический стержень с головкой определенной формы. Головка заклепки, изготовленная вместе со стержнем, называется закладной, другая, образующаяся во время клепки из части стержня, выступающего над поверхностью склепываемых деталей, называется замыкающей. В зависимости от требований к поверхности, заклёпки могут иметь полукруглую головку, потайную, полупотайную или плоскую.

ГОСТ 2.313-82 устанавливает условные изображения и обозначения соединений, получаемых клёпкой. Примеры условного изображения соединений, получаемых клёпкой, приведены на рисунке 6.54.

Детали 1 и 5 соединены двумя рядами заклёпок 2 и 4 с использованием накладок 3. Заклёпка с головкой с головкой на одном конце вставляется в

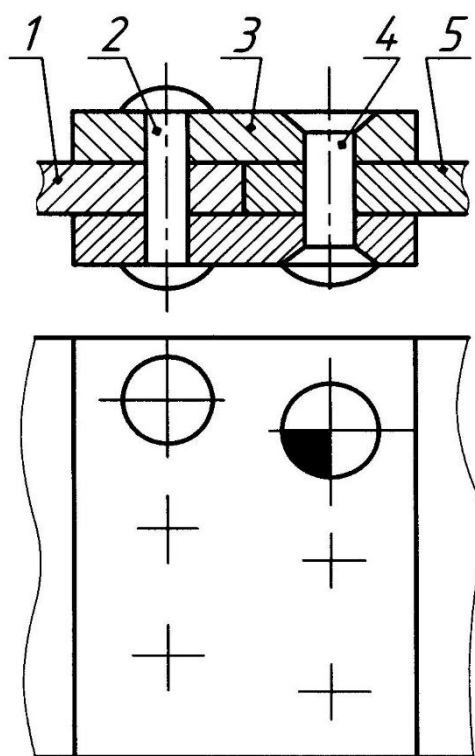


Рисунок 6.54 – Пример заклепочного

заготовленное отверстие, другой её конец расклёпывается (подвергается пластической деформации). Так создается прочноплотное соединение деталей. В примере использованы заклёпки 2 с полукруглой головкой и заклёпки 4, у которых готовая головка сделана полупотайной. Если соединение выполняется рядом одинаковых заклёпок, то в ряду достаточно изобразить одну заклёпку (см. вид сверху), а другие можно показать только осевыми линиями. Если используются разные заклёпки, то однотипным заклёпкам присваивается графическое (например, частичная затушёвка) или буквенное обозначение. Расположение рядов и шаг заклёпок показываются размерами на чертеже, дополнительные сведения отмечаются в технических условиях.

В условном обозначении заклёпок на чертежах указывают слово «Заклёпка», диаметр стержня мм, длину стержня мм, группу материала; группу покрытия; номер стандарта. Например: заклёпка диаметром 8 мм, длиной 20 мм, из материала группы 00, без покрытия: *Заклёпка 8 x 20.00*

ГОСТ 10299-80.

Заклепки изготовляют из материалов, обладающих хорошей пластичностью: сталей *Ст.2, 10; Ст.3, 15*, меди *МЗ, МТ*, латуни *Л63*, алюминиевых сплавов *АМгбП, Д18, АД1*, для ответственных соединений из нержавеющей стали *X189Т*, легированной стали *09Г2*. Длина не поставленной заклёпки складывается из толщины склёпываемых листов и припуска на образование замыкающей головки, приблизительно равного $(1,4 - 1,7)d$, где d – диаметр заклёпки.

6.6 Паяные и клеевые соединения

Соединение пайкой – неразъёмное соединение, выполненное пайкой. Пайкой называется процесс образования неразъёмного соединения с межатомными связями путём нагрева соединяемых материалов ниже температуры их плавления и применения присадочного материала – припоя. Пайка позволяет создавать неразъёмные соединения деталей из разнородных материалов, деталей из жаропрочных сплавов и деталей со сложной конфигурацией. Применение пайки в машиностроении возрастает в связи широким внедрением новых конструкционных материалов многие из которых плохо свариваются. Соединение деталей пайкой находят широкое применение в приборостроении, электронике, в том числе и радиоэлектронике.

Существует большое число способов пайки, например (по источнику нагрева): паяльником, погружением в расплавленный припой, газопламенный, лазерный, электронно-лучевой и др. Способ пайки указывают в технологической документации.

Припои подразделяют: по температуре расплавления на особолегкоплавкие (до 145°C), легкоплавкие (до 450°C), средне плавкие (до 1100°C) тугоплавкие (свыше 1850°C); по основному компоненту – на оловянные (*ПО*), оловянно-свинцовые (*ПОС*), цинковые (*ПЦ*), медно-цинковые (латунные, *ПМЦ*), серебряные (*ПСр*) и др. Выпускают припои в виде проволоки (*Прв*), прутков (*Пт*), лент (*Л*), и др.

Марку припоя записывают в технических требованиях чертежа по типу *Припой ПОС 40 ГОСТ 21931-76* или *Припой Прв КР2 ПОС 40 ГОСТ 21931-76*, где *Прв КР2* – проволока круглого сечения диаметром 2 мм. Число 40 указывает содержание олова в процентах (остальное свинец).

Паяные швы (*П*) подразделяют (рисунок 6.55) на:

- а) стыковые (*ПВ-1, ПВ-2, ...*);
- б) нахлесточные (*ПН-1, ПН-2, ...*);
- в) угловые (*ПУ-1, ПУ-2, ...*);
- г) тавровые (*ПТ-1, ПТ-2, ...*);
- д) соприкасающиеся (*ПС-1, ПС-2, ...*).

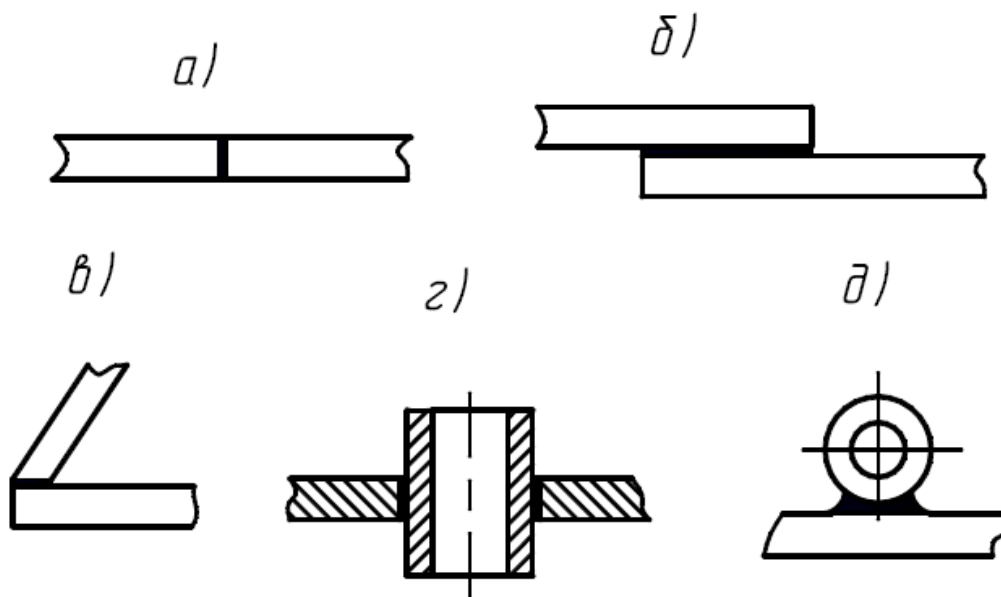


Рисунок 6.55 – Виды

Независимо от способа пайки швы на видах и разрезах изображают сплошной линией толщиной $2s$ (рисунок 6.55, 6.56). К шву паяного соединения проводят выносную линию со стрелкой. Эту линию пересекают условным знаком пайки в виде дуги \complement . Для швов, выполненных по периметру (рис.12б), линию-выноску заканчивают окружностью диаметром 3-4 мм. От линии-выноски проводят полочку. На ней наносят условное обозначение типа шва и номер пункта технических требований, в которых указывают марку припоя и требования к качеству шва.

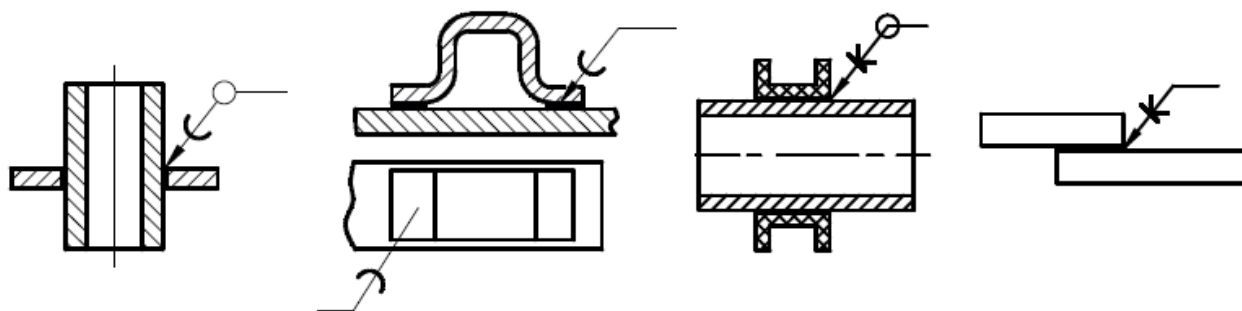


Рисунок 6.56 – Обозначение паяных и клееных

Обозначение припоя по соответствующему стандарту или техническим условиям следует приводить в технических требованиях чертежа записью потипу: "ПОС 40 ГОСТ..."

Клеевые соединения. Клеевым называется неразъемное соединение составных частей изделия с применением клея. Действие клеев основано на образовании межмолекулярных связей между клеевой плёнкой и поверхностями склеенных материалов. Клееные соединения выполняют клеями различных составов. Данный способ соединения деревянных,

пластмассовых и металлических деталей и конструкций находит широкое применение в промышленности. Для соединения деталей из пластика этот способ в некоторых случаях является единственно возможным способом.

Правила условного изображения и обозначения полностью совпадают изложенным выше для паяных соединений, с тем лишь отличием, что вместо знака пайки используют знак склеивания **К**, который выполняется основной линией (рисунок 6.56).

Марки некоторых широко распространенных клеев в приборостроении приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Марки клеев

Марка клея	Обозначение стандарта
Бальзам пихтовый	ГОСТ 2290-76
Бальзамин Бальзамин-М Бальзамин-М2 Акриловый ОК – 50П ОК – 72ФТ5 ОК – 90М УФ – 215 ТКС – 1 ММА	ГОСТ 14887-80
БФ – 2 БФ 2Н БФ - 4 БФ – 6 БФР - 2	ГОСТ 12172- 74

Обозначение клеящего вещества приводят в технических требованиях по типу *Клей БФ-10Т ГОСТ 22345-77*, в простейших случаях – на полке линии-выноски.

7 Чертежи сборочных единиц

7.1 Общие сведения об изделиях

Как известно, результатом любого производственного процесса является изделие. ГОСТ 2.101-68 определяет понятие изделия как любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на производстве. Иначе говоря, изделием является все, что производится предприятиями промышленности. К изделиям можно отнести: комплексы, комплекты, сборочные единицы и детали (рисунок 7.1).

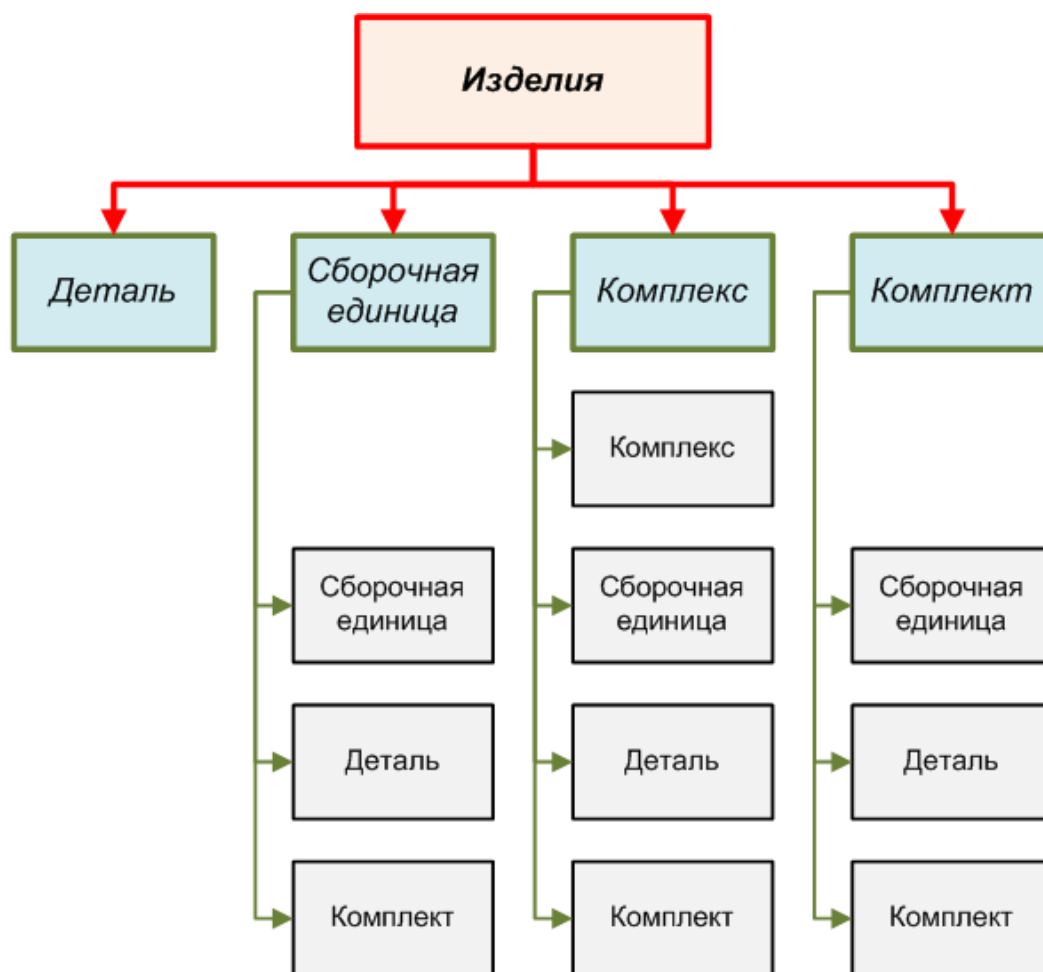


Рисунок 7.1 – Виды изделий

В соответствии с ГОСТ 2.101-68 *сборочная единица* - это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опресовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т.п.). Примерами сборочных единиц являются: автомобиль, станок, микромодуль, редуктор, сварной корпус.

К сборочным единицам, при необходимости, также относят:

а) изделия, для которых конструкцией предусмотрена разборка их на составные части, 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, самолета; комплект составных частей врезного замка (замок, запорная планка, ключи);

в) совокупность сборочных единиц и (или) деталей, имеющих общее функциональное назначение, совместно уложенные 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.

Деталь является составной неделимой частью сборочной единицы. В соответствии с ГОСТ 2.101-68, деталь это изделие, изготавливаемое из однородного материала, без применения сборочных операций. Примеры: винт, литой корпус; пластина из биметаллического листа; печатная плата; отрезок кабеля или провода заданной длины. К деталям относят также эти же изделия, подвергнутые покрытиям (защитным либо декоративным) или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склепки, сшивания и т.п. Примерами таких деталей являются: винт, подвергнутый хромированию, трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала.

Комплекс - это два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих изделий служит для выполнения одной или нескольких функций, установленных для всего комплекса. В комплекс, кроме изделий, выполняющих основные функции, могут входить детали, сборочные единицы и комплекты, предназначенные для выполнения вспомогательных функций, например: детали и сборочные единицы, предназначенные для монтажа комплекса на месте его эксплуатации; комплект запасных частей и др.

Комплект - это два и более изделия, несоединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера. Примерами комплектов являются: комплект запасных частей, комплект инструмента, комплект упаковочной тары и др. В комплект также включают сборочную единицу или деталь, поставляемую вместе с набором других сборочных единиц и (или) деталей, предназначенных для выполнения вспомогательных функций при эксплуатации этой сборочной единицы или детали. Примеры: осциллограф в комплекте с укладочным ящиком, запасными частями, монтажным инструментом, сменными частями. На рисунке 7.1 наглядно показана взаимосвязь деталей, сборочных единиц, комплексов и комплектов.

Наиболее распространенными видами изделий являются детали и сборочные единицы. Вся информация, необходимая для производства деталей и сборочных единиц, содержится в конструкторской документации. Основным конструкторским документом для изготовления деталей является чертеж детали, в случае, когда на предприятии используется двумерная конструкторская документация, и 3D модель детали, если на предприятии используется трехмерная конструкторская документация. Виды конструкторских документов устанавливает ГОСТ 2.102-2013.

Чертеж детали - документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Электронная модель детали - документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к её изготовлению и контролю

(включая предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей и др.).

Для сборочной единицы основным конструкторским документом является спецификация, в случае если на предприятии используется двумерная конструкторская документация и электронная структура изделия, если на предприятии используется трехмерная конструкторская документация. Кроме того, для изготовления сборочной единицы сборочный чертеж или трехмерная модель сборочной единицы для двумерной и трехмерной конструкторской документации соответственно.

Сборочный чертёж - 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.

Электронная модель сборочной единицы - документ, содержащий электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля.

Спецификация - документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Электронная структура изделия - документ, содержащий в электронной форме состав сборочной единицы, комплекса или комплекта и иерархические отношения (связи) между его составными частями и другие данные в зависимости от его назначения.

Согласно 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 последующего контроля сборочной единицы. Допускается помещать на чертеже схему соединения или расположения составных частей изделия;

б) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу в процессе сборки;

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

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

д) основные характеристики изделия;

е) габаритные, установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

К сборочному чертежу прилагается спецификация, в которую вносят перечень составных частей, входящих в изделие, и разрабатываемые к нему конструкторские документы.

7.2 Виды и назначение чертежей сборочных единиц

Чертежи сборочных единиц разрабатываются на всех стадиях проектирования изделий, и они различаются по назначению, от которого зависит их содержание. На стадии разработки проектной документации выпускают чертежи общих видов, а на стадии выполнения рабочей документации - сборочные чертежи.

Чертеж общего вида (ГОСТ 2.120-73) - это конструкторский документ, предназначенный для определения конструкции изделия, взаимодействия его составных частей и пояснения принципа работы изделия. Чертеж общего вида служит основой для разработки рабочей документации: спецификации, чертежей деталей и сборочных чертежей всего изделия.

Сборочные чертежи - это чертежи комплексов, машин, станков и аппаратов, состоящих из нескольких сборочных единиц и деталей. Они входят в комплект рабочей документации и предназначаются для производства. По сборочным чертежам выполняют сборочные работы, соединяют детали в сборочные единицы изделия, контролируют правильность сборки.

При составлении сборочного чертежа учитывается не только надежность работы конструкции в процессе эксплуатации, но и порядок сборки и разборки, удобство в эксплуатации, дизайн и т. п.

Кроме сборочного чертежа на стадии рабочего проектирования выполняют габаритный, монтажный и ремонтный чертежи сборочных единиц.

Габаритный чертеж не предназначен для изготовления по нему изделия, поэтому выполняется с максимальными упрощениями. На этом чертеже наносят габаритные, установочные и присоединительные размеры изделия, а при необходимости - размеры выступающих частей.

Монтажный чертеж выполняют по правилам, установленным для сборочных чертежей, но с упрощенными изображениями. Здесь допускается вместо перечня деталей указывать обозначения монтируемого изделия, а также сборочных единиц, деталей и материалов, необходимых для монтажа, на полках линий-выносок. Монтируемое изделие изображают сплошными основными линиями, а устройство, к которому крепится изделие, сплошными тонкими линиями. На этом чертеже указывают установочные и присоединительные размеры, а также правильность установки (расстояние до стен помещения, до соседних установок, высоту размещения изделия и т. п.).

Ремонтный сборочный чертеж входит в комплект рабочей документации, его используют при ремонте изделия. На этом чертеже выделяют место, подлежащее ремонту.

7.3 Содержание сборочных чертежей

Сборочный чертеж составляют по рабочим чертежам или по эскизам деталей, входящих в данное изделие. Число изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о конструкции и взаимосвязях составных частей изделия.

Сборочные чертежи выполняют с разрезами, позволяющими выявить характер соединения деталей. Если изделие проецируется на каком-то виде в форме симметричной фигуры, рекомендуется совмещать половину вида с половиной соответствующего разреза. Разрез на сборочном чертеже представляет собой совокупность разрезов деталей, входящих в сборочную единицу.

При штриховке деталей, попавших в плоскость разреза, необходимо иметь в виду, что одна и та же деталь на всех видах штрихуется одинаково.

На сборочном чертеже перемещающиеся части изделия изображают, как правило, в рабочем положении. Допускается изображать их в крайнем или промежуточном положении с соответствующими размерами, используя для этого тонкую штрихпунктирную линию с двумя точками (рисунок 7.2, поз. 1).

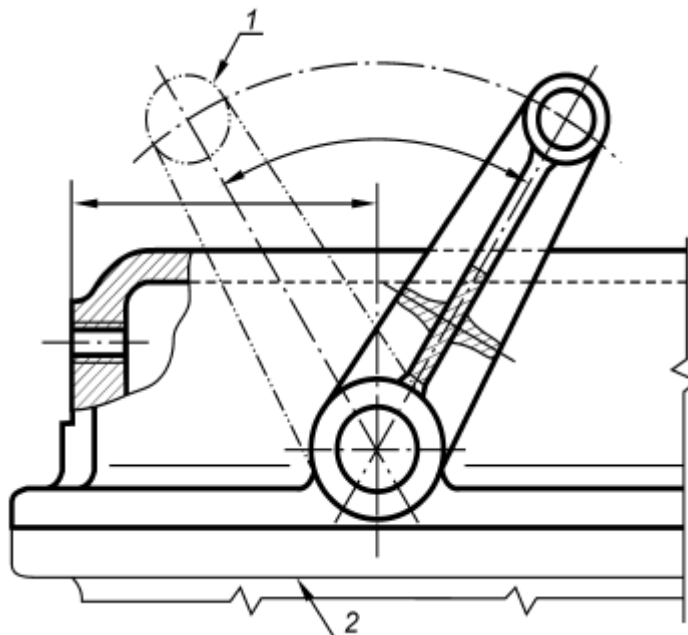


Рисунок 7.2 - Изображение промежуточного

на сборочном чертеже изделия допускается помещать изображение пограничных (соседних) изделий («обстановки») и размеры, определяющие их взаимное расположение; при этом предметы «обстановки» изображают упрощенно сплошной тонкой линией (рисунок 7.3, поз. 2).

7.4 Указание размеров на сборочном чертеже

Размеры на сборочных чертежах можно разделить на две группы:

а) размеры, подлежащие выполнению по данному сборочному чертежу; они включают в себя:

1) монтажные размеры, определяющие взаимное расположение деталей и их элементов в изделии, например, межосевое расстояние, монтажные зазоры и т. п.;

2) эксплуатационные размеры, указывающие крайнее положение движущихся частей изделия и положение отдельных элементов конструкции, например, ход поршня, рычага, клапана двигателя;

3) размеры элементов деталей, которые выполняются в процессе и после сборки, например, путем механической обработки после сварки, клепки, пайки, запрессовки;

4) размеры сопрягаемых элементов деталей, которые обуславливают характер соединения (посадки), например, сопрягаемый размер с предельными отклонениями диаметра цилиндра и поршня, вала и

подшипника;

б) размеры, не подлежащие выполнению по данному сборочному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом (справочные размеры):

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

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

Справочные размеры, как указывалось, отмечают на чертеже знаком * и в технических требованиях чертежа делают запись «* Размеры для справок».

7.5 Спецификация. Нанесение номеров позиций составных частей сборочной единицы

Как говорилось выше спецификация - это текстовый конструкторский документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса и комплекта. Она необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и запуска в производство изделий.

Спецификация выполняется на отдельных листах формата А4 (рисунок 7.3) по форме 1 и 1а (ГОСТ 2.108-68). Форма 1 применяется для заглавного листа, а форма 1а - для последующих листов, когда состав сборочной единицы не может быть помещен на одном заглавном листе. Обе формы имеют одинаковые наименования граф и размеры и отличаются только размерами основной надписи. На заглавном листе применяется основная надпись по форме 2, а на последующих листах - по форме 2а (ГОСТ 2.104-2006) (рисунки 2.5 и 2.6 соответственно).

В спецификацию вносят перечень составных частей, входящих в изделие, а также конструкторских документов, относящиеся к этому изделию, и заполняют спецификацию сверху вниз.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: 1) документация; 2) комплексы; 3) сборочные единицы; 4) детали; 5) стандартные изделия; 6) прочие изделия; 7) материалы; 8) комплекты. В зависимости от состав изделия те или иные разделы могут отсутствовать. Название раздела записывают в виде заголовка строчными буквами (кроме первой прописной) в графе «Наименование» посередине строки и подчеркивают сплошной тонкой

основной комплект конструкторских документов изделия, например: сборочный чертеж, монтажный чертеж, схемы, технические условия, пояснительные записки и т. д. Все записи в строках выполняются только в один ряд. Расстояния от рамки до границ текста следует оставлять следующие: в начале строк - не менее 5 мм, в конце строк - не менее 3 мм.

В разделы «Комплексы» и «Сборочные единицы» вносят наименования комплексов и сборочных единиц, непосредственно входящих в изделие, на которые в свою очередь составляют самостоятельные сборочные чертежи со спецификацией.

В раздел «Детали» записывают наименования нестандартных деталей, входящих в изделие. Сначала вносят составные части, входящие в сборочную единицу, на которую выпущены самостоятельные чертежи (рабочие чертежи деталей), далее записывают детали, которые не имеют чертежей, но выполняются по данным, указанным в сборочном чертеже и спецификации.

В раздел «Стандартные изделия» записывают наименования изделий, изготовленных по государственным, республиканским, отраслевым стандартам и стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий в алфавитном порядке, а в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандартов, например:

Болт М20х70.58 ГОСТ 7805-70

Болт М24х75.58 ГОСТ 7798-70

В пределах одного стандарта обозначения записывают в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия, например:

Болт М12х70.58 ГОСТ 7798-70

Болт М24х65.58 ГОСТ 7798-70

Группу крепежных изделий записывают в спецификации в алфавитном порядке: болты, винты, гайки, шайбы, шпильки и т. д.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускается резервировать номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе «Формат» указывают размер формата, на котором выполнен чертеж детали или иной конструкторский документ; графу не заполняют для разделов «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы»; для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают «БЧ» (без чертежа).

В графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части изделия; графа заполняется в случае, если чертеж разделен на зоны.

В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей изделий (позиции) в последовательности, представленной в спецификации.

В графе «Обозначение» указывают обозначение конструкторского

документа, например: ГР44.06.12.006. Для раздела «Материалы» графу не заполняют.

В графе «Наименование» указывают: для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия - только их наименование, например: «Сборочный чертеж», «Схема» и т.п.; для деталей - их наименование в соответствии с основной надписью на чертежах этих деталей. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование, обозначение, материал, а также размеры, необходимые для их изготовления. Для стандартных изделий и материалов указывают наименования и условные обозначения в соответствии со стандартами или техническими условиями.

В графе «Кол.» указывают количество составных частей, входящих в одно изделие, а для материалов - количество материала на одно изделие с указанием единицы измерения.

В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения, относящиеся к изделиям и документам, внесенным в спецификацию. Например, для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают массу.

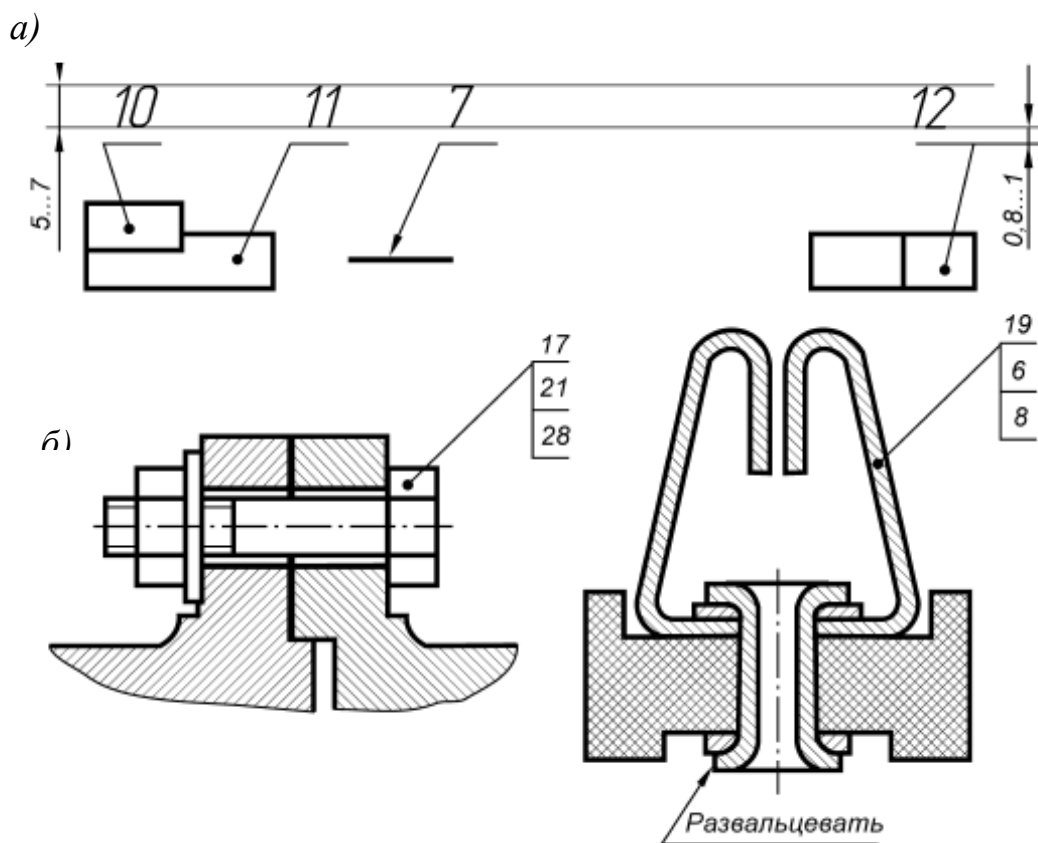


Рисунок 7.4 - Простановка номеров позиций

точку заменяют стрелкой (рисунок 7.4,а, поз. 7).

Линии-выноски не должны пересекать изображения других деталей, пересекаться между собой и пересекать размерные и выносные линии (по возможности) или располагаться параллельно линиям штриховки.

ля
заче
рне
нны
х
или
узк
их
по
тол
щи
не
изд
ели
й
(на
при
мер
,
про
кла
д-
ки)

Номера позиций указывают на тех изображениях, где соответствующие составные части проецируются как видимые 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. В обоснованных случаях разрешается указывать их повторно. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на данном чертеже.

Разрешается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью (рисунок 7.4, б, в). При этом на верхней полке указывают номер позиций той детали, от которой проведена линия-выноска.

7.6 Условности и упрощения на сборочных чертежах

Для быстрого и безошибочного чтения и составления сборочных чертежей необходимо знать и уметь применять установленные государственными стандартами (ГОСТ 2.109-73) условности и упрощения. Ниже приведены некоторые из них:

а) на сборочном чертеже допускается не показывать:

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

б) болты (без отверстий облегчения), винты, заклепки, шпонки, стержни, сплошные валы, шпиндели, рукоятки, гайки, стандартные шайбы, зубья, зубчатые колеса изображают в продольных разрезах нерассеченными (ГОСТ 2.305-2008), т. е. вычерчивают как виды. В поперечных разрезах эти детали разрезают и заштриховывают. Шарики всегда показывают нерассеченными (рисунок 7.5);

в) линии невидимого контура на сборочных чертежах применяют только для изображения простых (невидимых) элементов, когда выполнение разрезов не упрощает чтение чертежа, а затрудняет его;

г) при изображении

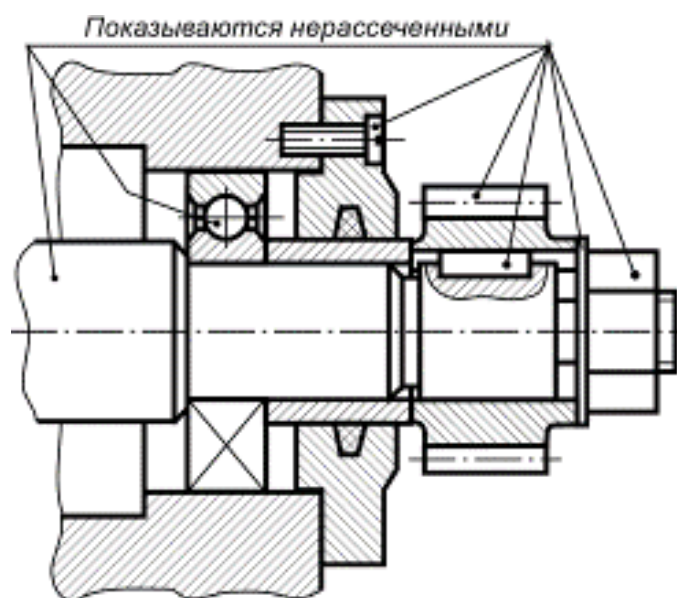


Рисунок 7.5—Условности и упрощения

ввернутого в отверстие нарезанного стержня (болта, шпильки) резьба стержня полностью перекрывает резьбу в отверстии (рисунок 7.5);

д) на сборочном чертеже подвижные детали показывают, как правило, в рабочем состоянии. Крайние или промежуточные положения механизма или отдельных частей устройства согласно ГОСТ 2.303-68 изображают штрих-пунктирной линией с двумя точками;

е) краны трубопроводов изображают открытыми. Положение отверстия в пробке всегда должно обеспечивать движение жидкости, газов или воздуха по трубам. Такое условное изображение называют рабочим положением пробки крана. Вентили изображают в закрытом положении;

ж) для управления клапанными устройствами задвижек и вентилей служат штурвалы (маховики), а для пробок кранов - рукоятки или ключи. В тех случаях, когда штурвалы, рукоятки или ключи на какой-либо проекции закрывают собой конструктивные особенности изделия, их вычерчивают отдельно на свободном поле чертежа с пояснительной надписью, например, «Вид А поз. N», а у соответствующей проекции изделия (где эта деталь условно не изображена) делают надпись: «Деталь N не показана»;

и) в случаях, когда на сборочных чертежах нет необходимости изображать отдельные крепежные детали или их соединения по существующим стандартам, их изображают или упрощенно, или условно, исходя из масштаба изображаемого изделия и назначения чертежа;

к) если изображенный на сборочном чертеже предмет имеет несколько одинаковых соединений, например, болтами, то на видах и разрезах эти соединения выполняются условно или упрощенно лишь в одном месте каждого соединения, а остальные - в виде осевых и центровых линий (рисунок 7.6);

л) шлицы на головках винтов, шурупов и других крепежных изделий изображают одной сплошной утолщенной линией ($2s$): на одном виде - по оси крепежной детали, на другом - под углом 45° к рамке чертежа (рисунок 7.5).

На рисунках 7.7 и 7.8 показаны пример выполнения сборочного чертежа и спецификация к нему.

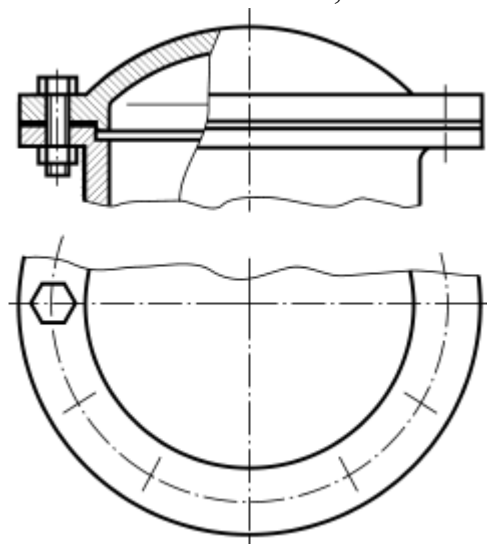


Рисунок 7.6—Изображение одинаковых

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
А3			ПС-14-03.01.03.14.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
	1		ПС-14-03.01.03.14.001	Корпус	1	
	2		ПС-14-03.01.03.14.002	Фланец	1	
	3		ПС-14-03.01.03.14.003	Крышка	1	
	4		ПС-14-03.01.03.14.004	Труба Р-20×2,8×50	1	
				ГОСТ 3262-75		
				<u>Стандартные изделия</u>		
	5			Болт М 16×1,5-6g×6 5.48.0512	1	
				ГОСТ 7798-70		
	6			Винт М 12-8g×2 5.46	3	
				ГОСТ 17475-80		
				Гайка ГОСТ 5915-70		
	7			М 16×1,5-6 Н.5.0512	1	
	8			2М16-7Н.5	1	
				Шайба ГОСТ 11371-78		
	9			16.01.Сталь 10.0512	1	
	10			2.16.04	1	
	11			Шпилька М 16-8g×45.46	1	
				ГОСТ 22032-76		
			ПС-14-03.01.03.14.000			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разработ	Краснов				Лист	Листов
Провер	Решетов					1
И. канц.					АУЭС	
Утв					кафедра СУАТ	
				Переходник		

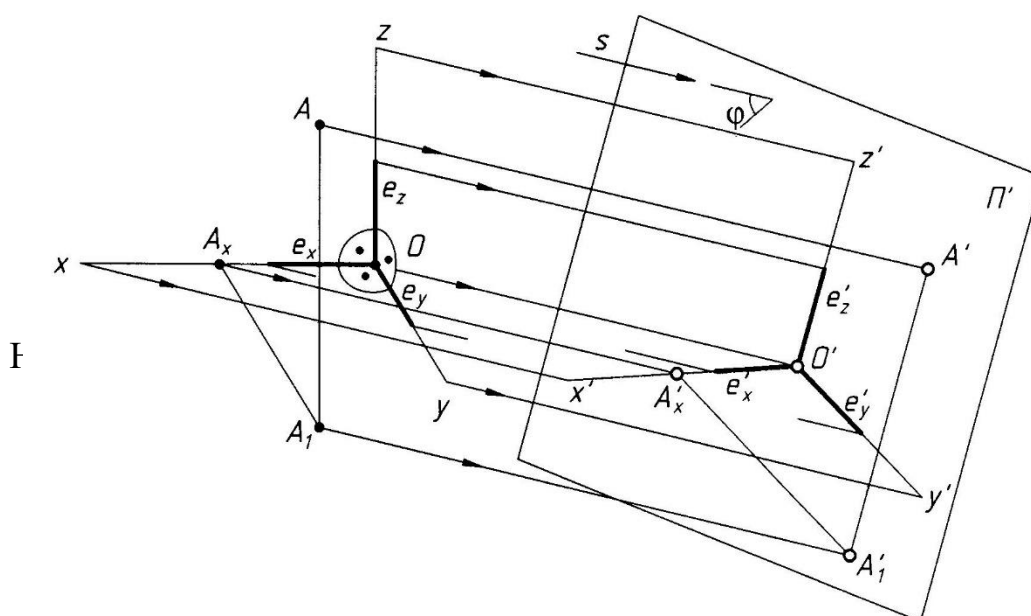
Рисунок 7.8—Спецификация к сборочному чертежу на рисунке 7.7

8 Аксонометрические проекции

Аксонометрическая проекция – один из способов изображения пространственных фигур на плоскости. Этот вид проекций обладает большой наглядностью и является обратимым изображением. Слово «Аксонометрия» образовано из слов древнегреческого языка: «аксон» - ось и «метрио» - измеряю, что означает «измерение по осям».

Сущность способа аксонометрического проецирования показана на рисунке 8.1: геометрическая фигура вместе с осями прямоугольных координат, к которым она отнесена в пространстве, параллельно проецируется на некоторую плоскость, принятую за плоскость аксонометрических проекций (называемую также картинной плоскостью). При этом направление проецирования, указанное стрелкой S , не совпадает с направлением

прос
тран
стве
нных
коор
дина
тных
осей.



Р
а
рису
нке
испо
льзо
ваны
след
ующ
ие обозначения:

Рисунок 8.1–Образование аксонометрических проекций

Π' – аксонометрическая плоскость проекций;

x, y, z – оси координат в пространстве;

A – точка пространства;

A' – проекция точки A на плоскость проекций Π' ;

S – направление проецирования;

x', y', z' – аксонометрические оси, являющиеся проекциями осей координат на плоскость Π' .

В общем случае длина отрезков осей координат в пространстве не равна длине их проекций. Искажение отрезков осей координат при их проецировании на плоскость Π' характеризуется коэффициентами искажения. Обозначив через k, m, n коэффициенты искажения по осям Ox, Oy и Oz соответственно, находим: $k = e_{x'}/e_x, m = e_{y'}/e_y, n = e_{z'}/e_z$

АксонOMETрическая проекция точки – это точка пересечения проецирующего луча, проведенного через заданную точку в пространстве параллельно направлению проецирования, с аксонOMETрической плоскостью проекций. При заданном направлении проецирования каждой точке A пространства на плоскости проекций соответствует определённая аксонOMETрическая проекция A' . Но обратное утверждать нельзя. Проекция A' на плоскости Π' соответствует любая точка проецирующего луча $A'A$.

АксонOMETрические проекции классифицируют в основном по двум признакам:

а) по направлению проецирования:

1) *прямоугольные*, если направление проецирования перпендикулярно аксонOMETрической плоскости проекций ($S \perp \Pi'$);

2) *косоугольные*, если направление проецирования не перпендикулярно аксонOMETрической плоскости проекций ($S \not\perp \Pi'$);

б) по коэффициентам искажения:

1) *изометрия* – коэффициенты искажения по всем трём осям равны между собой, $k = m = n$;

2) *диметрия* – коэффициенты искажения по двум осям равны между собой, а третий им не равен, например, $k = m \neq n$;

3) *триметрия* – коэффициенты искажения по всем трем осям не равны между собой, $k \neq m \neq n$.

Для аксонOMETрических изображений предметов в соответствии с ГОСТ 2.317-2011 применяют следующие пять видов аксонOMETрических проекций:

а) *прямоугольные проекции*:

1) *изометрические*;

2) *диметрические*;

б) *косоугольные*:

3) *фронтальные диметрические*;

4) *фронтальные изометрические*;

5) *горизонтальные изометрические*.

8.1 Прямоугольные проекции

8.1.1 Изометрическая проекция

Этот вид изометрических проекций широко распространен благодаря хорошей наглядности изображений и простоте построений. В прямоугольной изометрии аксонOMETрические оси OX , OY , OZ расположены под углом 120° одна к другой (рисунок 8.2).

Коэффициенты искажения по всем осям одинаковы и равны 0,82. Поскольку такой перерасчет размеров неудобен, принимают приведенный коэффициент искажения равным единице. При этом увеличение изображения предмета составляет 22% (увеличение 1,22 раза). В этом случае при построении аксонометрических изображений измерения предметов, параллельные направлениям аксонометрических осей, откладываются без сокращений (в натуральную величину).

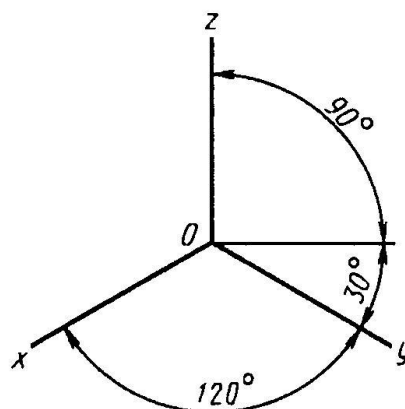


Рисунок 8.2 – Расположение осей в прямоугольной изометрии

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы (рисунок 8.3).

В изометрии большие оси эллипсов перпендикулярны соответствующим в плоскости осей, а малые оси по направлению совпадают с ними. Большие оси эллипсов равны $1,22d$, а малые – $0,71d$, где d – диаметр изображаемой окружности.

Пример изометрической проекции детали с вырезом изображен на рисунке 8.4.

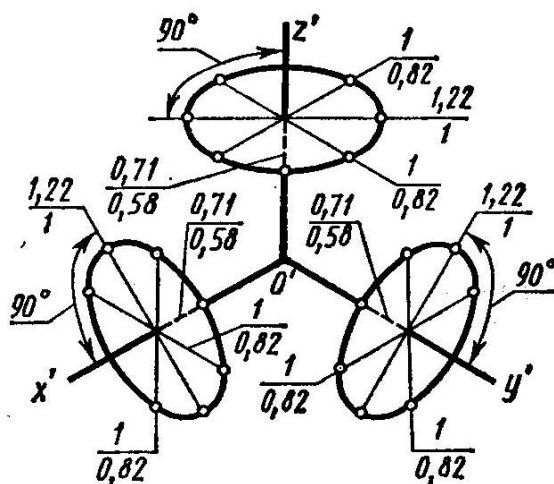


Рисунок 8.3 – Построение проекций окружности в изометрии

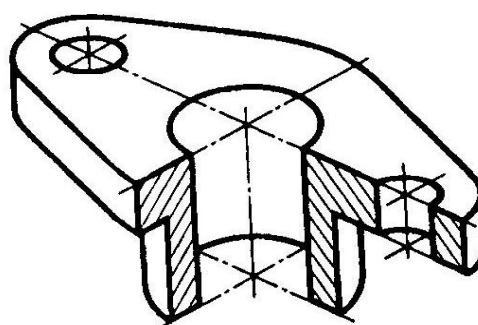


Рисунок 8.4 – Изометрическая проекция детали

Согласно ГОСТ 2.317-2011 ЕСКД линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях параллельно одной из проекций диагоналей квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны

которых параллельны координатным осям (рисунок 8.5).

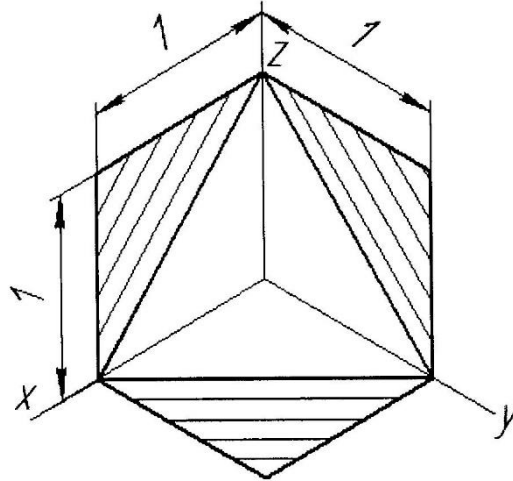


Рисунок 8.5 – Штриховка в прямоугольной изометрии

8.1.2 Диметрическая проекция

Прямоугольная диметрическая проекция (диметрия) обладает хорошей наглядностью, однако ее построение сложнее, чем прямоугольной изометрии. Положение соответствующих аксонометрических осей приведено на рисунке 8.6.

Коэффициенты искажений по осям OX и OZ равны 0,94, по оси OY – 0,47. Для упрощения рекомендуется прямоугольную диметрию строить в приведённых коэффициентах искажений: по осям OX и OZ равных 1, а по OY равным 0,5 от натуральной величины. В этом случае изображение увеличивается в 1,06 раза (увеличение составляет 6%).

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных

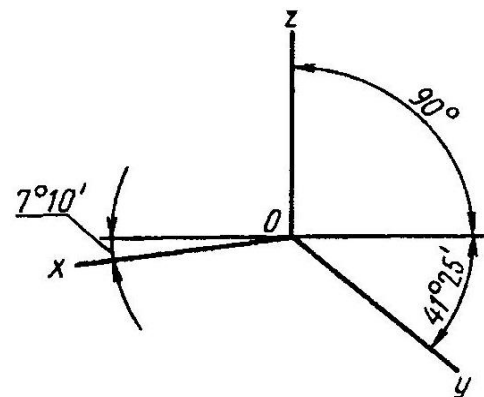


Рисунок 8.6 - Расположение осей в прямоугольной диметрии

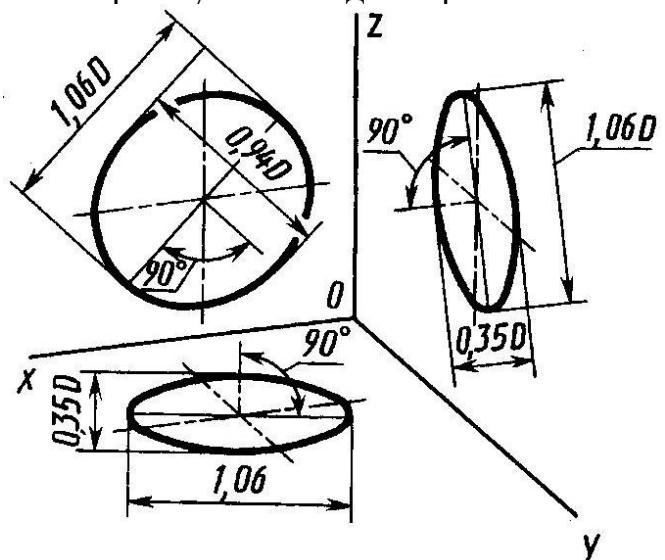


Рисунок 8.7 - Построение проекций окружности

плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы (рисунок 8.7). Большая ось эллипсов во всех случаях равна $1,06d$, где d - диаметр окружности. Малые оси эллипсов, расположенных на плоскостях, параллельных профильной и горизонтальной плоскостям, равны $0,35d$, на плоскости, параллельной фронтальной плоскости – $0,95d$.

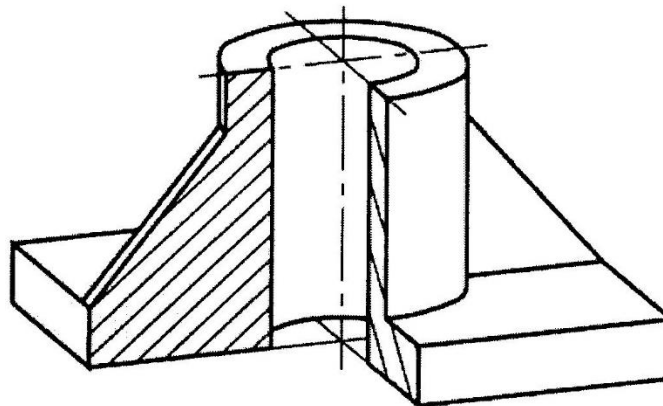


Рисунок 8.8 – Изображение детали в прямоугольной диметрии

Пример изображения детали в прямоугольной диметрической проекции и показан на рисунке 8.8.

Ребра жесткости, тонкие стенки, ушки, спицы маховиков и подобные элементы, попавшие в продольный разрез, изображаются в аксонометрии заштрихованными, как ребро жесткости на рисунке 8.8.

Линии штриховки в диметрии наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рисунок 8.9,а). На сборочных чертежах, для смежных деталей, применяют штриховку, приведенную на рисунке 8.9,б.

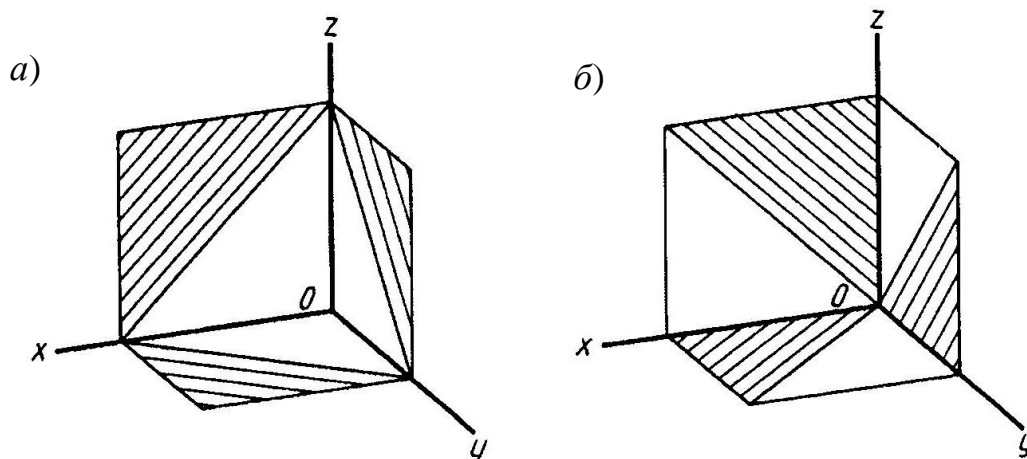


Рисунок 8.9 – Нанесение линий штриховки в аксонометрии

8.2 Косоугольные аксонометрические проекции

Аксонометрические изображения при косоугольном проецировании оказываются менее наглядным, чем при прямоугольном проецировании. Однако изображения в косоугольной аксонометрии обладают и важным преимуществом – плоские элементы детали, параллельные плоскости аксонометрических проекций, проецируются без искажения, а на две другие –

в виде эллипсов.

Фронтальная изометрическая проекция. Положение аксонометрических осей приведено на рисунке 8.10. Допускается применять фронтальные изометрические проекции с углом наклона оси OY 30° и 60° . Фронтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям OX , OY и OZ .

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость в окружности. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальным и профильным плоскостям, проецируются в эллипсы (рисунок 8.11).

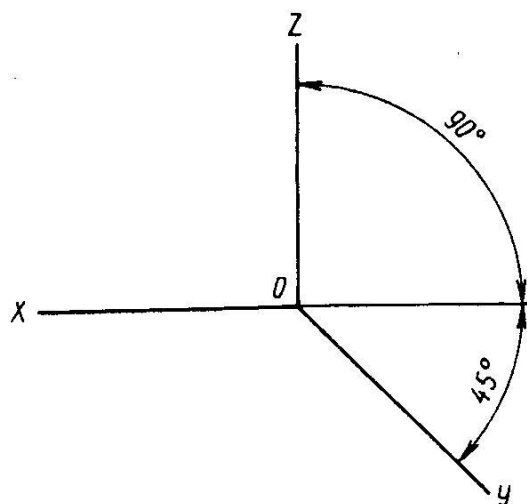


Рисунок 8.10 - Расположение осей на фронтальной изометрии

Большая ось эллипсов 2 и 3 равна $1,3d$, а малая ось – $0,54d$, где d – диаметр окружности. Большая ось эллипсов 2 и 3 направлена по биссектрисе острого угла между прямыми, параллельными аксонометрическим осям и проходящим через центры эллипсов.

Пример фронтальной изометрической проекции детали приведен на рисунке 8.12.

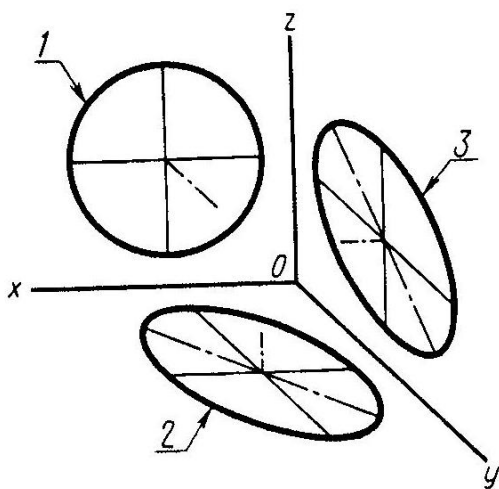


Рисунок 8.11 – Изображение окружностей на фронтальной изометрии

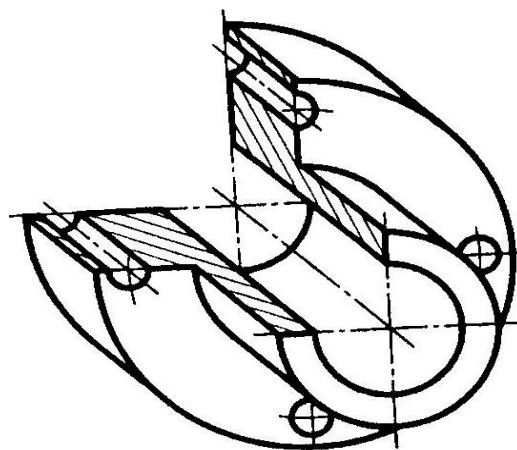


Рисунок 8.12

Косоугольная фронтальная изометрическая проекция применяется в сантехнических чертежах при изображении аксонометрических схем трубопроводов, а также в машиностроительных чертежах при изображении деталей, имеющих большое количество окружностей, расположенных параллельно фронтальной плоскости (детали типа валика или втулки).

Горизонтальная изометрическая проекция (зенитная перспектива). Положение аксонометрических осей показано на рисунке 8.13. Допускается применять горизонтальные изометрические проекции с углом наклона оси OY 45° и 60° , сохраняя угол 90° между осями OX и OY . Горизонтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям OX , OY и OZ .

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в окружности, а окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной и профильной плоскостям проекций – в эллипсы (рисунок 8.14). Большая ось эллипса 1 равна $1,37d$, а малая ось – $0,37d$. Большая ось эллипса 3 равна $1,22d$, а малая ось – $0,71d$, где d – диаметр окружности.

Пример горизонтальной изометрической проекции приведён на рисунке 8.15

Горизонтальная изометрическая аксонометрия удобна при построении наглядного изображения застройки кварталов в инженерно-строительной практике, при решении вопросов пространственной композиции жилых районов и архитектурных ансамблей.

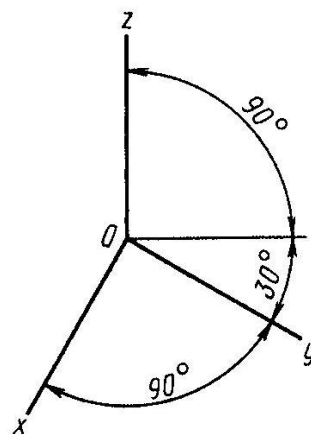


Рисунок 8.13 - Расположение осей на горизонтальной

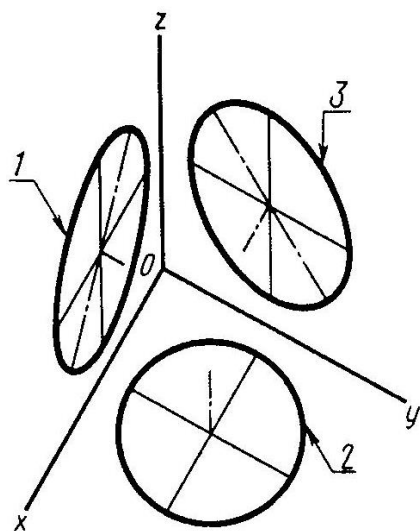


Рисунок 8.14 – Изображение окружностей на горизонтальной изометрии

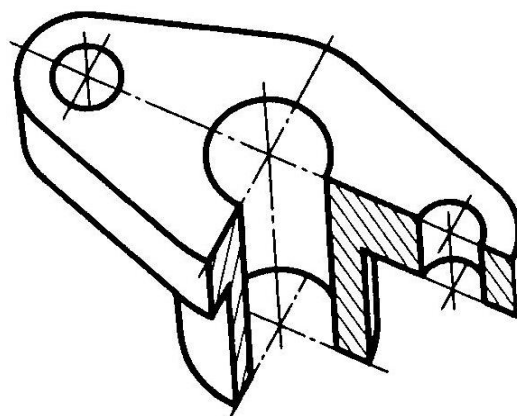


Рисунок 8.15

8.3 Выбор вида аксонометрической проекции

При необходимости построения аксонометрической проекции той или иной детали, следует решить вопрос о том, какой вид аксонометрии необходимо принять для получения наиболее наглядного изображения. Каких-либо общих критериев для выбора того или иного вида аксонометрической проекции нет. Однако в качестве рекомендаций можно пользоваться следующими соображениями:

а) если деталь имеет некоторое количество отверстий, окружности которых расположены в различных плоскостях проекций, то в данном случае рациональным видом аксонометрии окажется изометрия, так как эти окружности в изометрии изображаются одинаковыми по форме эллипсами;

б) если деталь имеет некоторое количество отверстий, окружности, большинство которых расположены в одной плоскости или в параллельных плоскостях, то удобнее пользоваться фронтальной диметрической проекцией, т.к. эти окружности, при расположении их вдоль оси OX , изображаются в данной аксонометрии без искажения;

в) детали, форма которых является квадратной призмой и при этом диагонали основания совпадают с ортогональными осями проекций, рекомендуется изображать в диметрии;

г) при всех равных условиях диметрические проекции воспринимаются зрительным ощущением более естественно, чем изометрические.

Таким образом, при выборе вида аксонометрической проекции необходимо учитывать особенности формы детали, наличие в ней различных отверстий, сопоставить мысленно трудоёмкость графических построений.

9 Схемы и правила их выполнения

Необходимость использования схем основана на том, что чертежи общего вида, определяющие геометрическую форму изделий, расположение и взаимодействие в них отдельных составных частей, в случае сложных изделий не позволяют судить о протекающих в них процессах и выяснить принципы их действия. Так, по чертежам термоэлектрического генератора, компьютера и другим подобным им изделиям не представляется возможным полностью понять принципы их работы. Наличие схем (как составной части полного комплекта конструкторской документации) не только устраняет отмеченный выше недостаток, но и существенно облегчает разработку, изучение и понимание принципов работы изделий электротехники, радиоэлектроники и связи.

Схемы используют при проектировании, для изучения принципов работы, для изготовления, регулировки, контроля и ремонта изделия. Схемы носят условный характер, однако позволяют лаконично и выразительно излагать инженерную мысль с помощью символики и условных обозначений. Схемы должны содержать сведения в объёме, достаточном для изготовления и эксплуатации изделия.

Правила разработки схем различных изделий и ряд установленных

изображений и обозначений их элементов устанавливают стандарты седьмой группы ЕСКД. Ниже излагаются основные положения некоторых из них.

9.1 Общие положения

Схема – конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (ГОСТ 2.102-68).

При выполнении схемы используют следующие термины:

Элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определённую функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (резистор, трансформатор, антенна, подшипник и т.п.).

Устройство – совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (блок, плата и т.п.). Устройство может не иметь в изделии определённого функционального назначения.

Функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих в изделии определённую функцию и не объединённых в единую конструкцию.

Функциональная часть – элемент, функциональная группа и устройство, выполняющие определённую функцию.

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

Линия взаимосвязи (или связи) – отрезок линии, указывающий на наличие связи между функциональными частями изделия.

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

9.2 Виды и типы схем

Правила выполнения схем, их виды и типы, а также общие требования к их выполнению устанавливает ГОСТ 2.701-2008.

В зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, схемы подразделяют на следующие десять *видов*, которые обозначают буквами русского алфавита: электрическая – Э, гидравлическая – Г, пневматическая – П, газовые (кроме пневматических) – Х, кинематическая – К, вакуумная – В, оптическая – Л, энергетическая – Р, деления – Е, комбинированная – С.

Схемы деления изделия на составные части разрабатывают для определения состава изделия. Комбинированные схемы выполняют, если в состав изделия входят элементы разных видов.

В зависимости от основного назначения схемы подразделяют на следующие восемь *типов*, которые обозначают арабскими цифрами: структурная – 1, функциональная – 2, принципиальная (полная) – 3, соединений (монтажная) – 4, подключения – 5, общая – 6, расположения – 7, объединённая – 0. На объединённой схеме совмещаются различные типы схем одного вида, например схема электрическая соединений и подключения – Э0.

Структурная схема определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи и служит для общего ознакомления с изделием. На такой схеме раскрывается не принцип работы отдельных функциональных частей изделия, а лишь взаимодействие между ними. Поэтому составные части изделия изображают упрощённо в виде прямоугольников произвольной формы. Допускается применять условные графические обозначения.

Схема функциональная разъясняет определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Этой схемой пользуются для изучения принципов работы изделия, а также при их наладке, контроле, ремонте.

Схема принципиальная определяет полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия. Принципиальная схема служит основой для разработки других конструкторских документов – схемы соединений и расположения, чертежей конструкции изделия – и является наиболее полным документом для изучения принципа работы изделия.

Схема соединений (монтажная) показывает порядок соединения составных частей изделия, состав элементов соединений (проводов, жгутов, трубопроводов), места присоединений, ввода и вывода.

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

Общая схема определяет составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Ею пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при проектировании, их контроле и эксплуатации.

Схема расположения определяет относительное расположение составных частей изделия, а при необходимости также проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и т.п. Её используют при разработке других конструкторских документов, а также при изготовлении и эксплуатации.

9.3 Общие требования к выполнению схем

9.3.1 Номенклатура схем. Форматы. Код схемы

Комплектность схем (номенклатура) на изделие определяется разработчиком в зависимости от особенностей изделия. При этом количество типов схем на изделие определяют минимальным количеством, но в совокупности оно должно содержать сведения в объеме, достаточным для проектирования, изготовления и ремонта изделия.

Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 2.301-81, при этом основные форматы являются предпочтительными. Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая её наглядности и удобства пользования ею. При выполнении схемы на нескольких листах формат всех листов должен

быть одинаков, при этом следует по возможности стремиться к уменьшению формата за счет увеличения общего количества.

Схема, как другие конструкторские документы, должна иметь основную надпись, содержащую необходимые сведения об изображенных объектах. Наименование схемы вписывают в графу 1 основной надписи (форма 1 по ГОСТ 2.104-2006) после наименования изделия, для которого выполняется схема, шрифтом меньшего размера, чем наименование изделия.

Каждой схеме присваивается код, который добавляется к обозначению схемы справа. Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы и цифровой части, определяющей тип схемы например, схема электрическая принципиальная - ЭЗ; схема гидравлическая соединений - Г4; схема деления структурная - Е1; схема электрогидравлическая принципиальная - СЗ; схема электрогидропневмокинематическая принципиальная - СЗ; схема электрическая соединений и подключения - Э0; схема гидравлическая структурная, принципиальная и соединений - Г0.

Допускается разрабатывать схемы совмещенные, когда на схемах одного типа помещают сведения, характерные для схемы другого типа, например на схеме соединений изделия показывают его внешние подключения.

9.3.2 Построение схемы

Рассмотрим основные требования ГОСТ 2.701-2008 к выполнению схем:

а) схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывают или учитывают приближенно;

б) допускается располагать условные графические обозначения (УГО) элементов на схеме в том же порядке, в котором они расположены в изделии, при условии, что это не затруднит чтение схемы;

в) УГО элементов, устройств, функциональных групп и соединяющие их линии взаимосвязи располагают на схеме так, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей;

г) каждая схема сопровождается перечнем элементов, который помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа (см. раздел 9.3.6).

При наличии в изделии нескольких одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных параллельно, допускается вместо изображения всех ветвей параллельного соединения изображать только одну ветвь, указав количество ветвей при помощи обозначения ответвления. Около УГО, изображенных в одной ветви, проставляют их обозначения. При этом должны быть учтены все элементы, устройства или функциональные группы, входящие в это параллельное соединение (рисунок 9.1). Элементы в этом случае записывают в перечень элементов в одну строку.

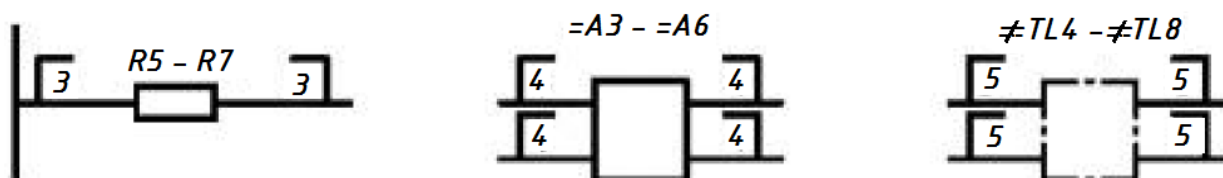


Рисунок 9.1

При наличии в изделии трех и более одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных последовательно, допускается вместо изображения всех последовательно соединенных элементов (устройств, функциональных групп) изображать только первый и последний элементы (устройства, функциональные группы), показывая связи между ними штриховыми линиями.

При присвоении элементам (устройствам, функциональным группам) обозначений должны быть учтены элементы (устройства, функциональные группы), не изображенные на схеме (рисунок 9.2). При этом над штриховой линией указывают общее количество одинаковых элементов. Элементы в этом случае записывают в перечень элементов в одну строку.

Схемы допускается выполнять в пределах условного контура, упрощенно изображающего конструкцию изделия. В этих случаях условные контуры выполняют линиями, равными по толщине линиям взаимосвязи.

Допускается контур изделия выполнять более тонкими линиями.

При выполнении схемы на нескольких листах или в виде совокупности схем одного типа рекомендуется:

а) для схем, предназначенных для пояснения принципов работы изделия (функциональная, принципиальная), изображать на каждом листе или на каждой схеме определенную функциональную группу, функциональную цепь (линию, тракт и т.п.);

б) для схем, предназначенных для определения соединений (схема соединений), изображать на каждом листе или на каждой схеме часть изделия (установки), расположенную в определенном месте пространства или определенной функциональной цепи.

Схемы, выполняемые в электронной форме, рекомендуется выполнять однолистными с обеспечением деления этого листа при печати на необходимые форматы.

Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями УГО должно быть не менее 1,0 мм. Расстояние между соседними параллельными линиями взаимосвязи должно быть не менее 3,0 мм. Расстояние между отдельными УГО должно быть не менее 2,0 мм.

Устройства, имеющие самостоятельную принципиальную схему, выполняют на схемах в виде фигуры сплошной линией, равной по толщине линиям взаимосвязи.

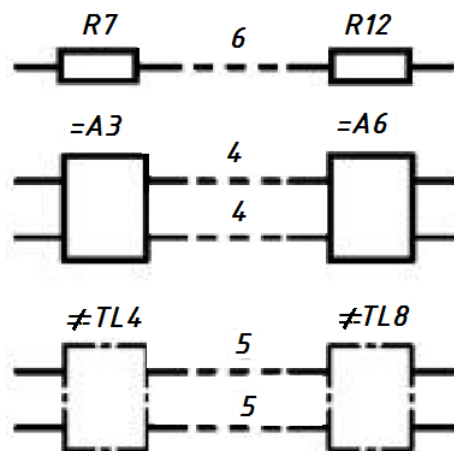


Рисунок 9.2

Допускается выполнять устройства в виде фигуры линией в два раза толще линии взаимосвязи.

Функциональную группу или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, выполняют на схемах в виде фигуры из контурных штрихпунктирных линий, равных по толщине линиям взаимосвязи.

Фигура, очерченная контурной линией, как правило, должна быть прямоугольником. Допускается выделять части схемы фигурами непрямоугольной формы.

При проектировании изделия, в которое входят несколько разных устройств, на каждое устройство рекомендуется выполнять самостоятельную принципиальную схему.

На устройства, которые могут быть применены в других изделиях (установках) или самостоятельно, следует выполнять самостоятельные принципиальные схемы.

При оформлении схем изделия (установки), в состав которого входят устройства, имеющие самостоятельные принципиальные схемы, каждое такое устройство рассматривают как элемент схемы изделия и изображают его в виде прямоугольника или УГО, ему присваивают позиционное обозначение и записывают в перечень элементов одной позицией.

9.3.3 Условные графические обозначения элементов

При выполнении схем применяют такие графические обозначения:

а) УГО, установленные в стандартах Единой системы конструкторской документации, а также построенные на их основе;

б) прямоугольники;

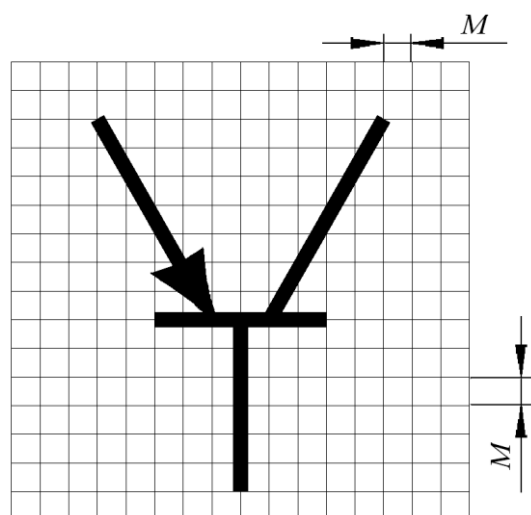
в) упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические).

При необходимости применяют нестандартизованные УГО.

При применении нестандартизованных УГО и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

УГО, для которых установлено несколько альтернативных вариантов выполнения, различающихся геометрической формой или степенью детализации, следует применять, исходя из вида и типа разрабатываемой схемы в зависимости от информации, которую необходимо передать на схеме графическими средствами. При этом на всех схемах одного типа, входящих в комплект документации, должен быть применен один вариант обозначения. Применение на схемах тех или иных УГО определяют правилами выполнения схем определенного вида и типа.

УГО элементов изображают в размерах, установленных в соответствующих стандартах ЕСКД на УГО. УГО, соотношения размеров которых приведены в соответствующих стандартах на модульной сетке, должны



изображаться на схемах в размерах, определяемых по вертикали и горизонтали количеством шагов модульной сетки M (рисунок 9.3). При этом шаг модульной сетки для каждой схемы может быть любым, но одинаковым для всех элементов и устройств данной схемы.

УГО элементов, размеры которых в указанных стандартах не установлены, следует изображать на схеме в размерах, в которых они выполнены в соответствующих стандартах на УГО.

Размеры УГО, а также толщины их линий должны быть одинаковыми на всех схемах для данного изделия (установки).

ГОСТ 2.701-2008 допускает следующее:

- а) пропорционально изменять все размеры УГО;
- б) УГО элементов, используемых как составные части обозначений других элементов (устройств), изображать уменьшенными по сравнению с остальными элементами (например, резистор в ромбической антенне).

УГО на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии взаимосвязи.

УГО элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° , если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания. Допускается УГО поворачивать на угол, кратный 45° , или изображать зеркально повернутыми.

Если при повороте или зеркальном изображении УГО может нарушиться смысл или удобочитаемость обозначения, то такие обозначения должны быть изображены в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

УГО, содержащие цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается поворачивать против часовой стрелки только на угол 90° или 45° .

9.3.4 Линии взаимосвязи

Линии взаимосвязи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от формата схемы и размеров УГО. Рекомендуемая толщина - от 0,3 до 0,4 мм.

Линии взаимосвязи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий взаимосвязи, длину которых следует по возможности ограничивать.

Линии взаимосвязи, переходящие с одного листа или одного документа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы без стрелок.

Рядом с обрывом линии взаимосвязи должно быть указано обозначение или наименование, присвоенное этой линии (например, номер провода, номер трубопровода, наименование сигнала или его сокращенное обозначение и т.п.), и в круглых скобках номер листа схемы и зоны при ее наличии при выполнении схемы на нескольких листах, например, *Лист 5 зона А6 (5, А6)*, или обозначение документа при выполнении схем самостоятельными

документами, на который переходит линия взаимосвязи.

Линии взаимосвязи должны быть показаны, как правило, полностью. Если линии взаимосвязи в пределах одного листа затрудняют чтение схемы, допускается обрывать. Обрывы линий взаимосвязи заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места обозначений прерванных линий, например, подключения, и (или) необходимые характеристики цепей, например полярность, потенциал, давление, расход жидкости и т.п.

Элементы (устройства, функциональные группы), входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь обозначения в соответствии со стандартами на правила выполнения конкретных видов схем.

Обозначения могут быть буквенные, буквенно-цифровые и цифровые.

9.3.5 Текстовая информация

На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около УГО (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы. Около УГО элементов и устройств помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы - диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т.п.).

На схеме текстовые данные приводят, когда содержащиеся в них сведения нецелесообразно или невозможно выразить графически или в виде УГО.

Содержание текста должно быть кратким и точным. В надписях на схемах не должны применяться сокращения слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

Текстовые данные в зависимости от их содержания и назначения могут быть расположены:

- а) рядом с УГО;
- б) внутри УГО;
- в) над линиями взаимосвязи;
- г) в разрыве линий взаимосвязи;
- д) рядом с концами линий взаимосвязи;
- е) на свободном поле схемы.

Текстовые данные, относящиеся к линиям, ориентируют параллельно горизонтальным участкам соответствующих линий.

При большой плотности схемы допускается вертикальная ориентация данных.

На схеме около УГО элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации (например, переключатели, потенциометры, регуляторы и т.п.), помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения.

Над основной надписью допускается помещать необходимые

технические указания, например требования о недопустимости совместной прокладки некоторых проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов, минимально допустимые размеры между проводами, жгутами, жгутами и кабелями, трубопроводами, данные о специфичности прокладки и защиты проводов, жгутов, кабелей и трубопроводов и т.п.

При выполнении схемы на нескольких листах технические указания, являющиеся общими для всей схемы, следует располагать на свободном поле (по возможности над основной надписью) первого листа схемы, а технические указания, относящиеся к отдельным элементам, располагают или в непосредственной близости от изображения элемента, или на свободном поле того листа, где они являются наиболее необходимыми для удобства чтения схемы.

9.3.6 Перечень элементов

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Для электронных документов перечень элементов выполняют только в виде самостоятельного документа. В случае разработки электронной структуры изделия по ГОСТ 2.053 перечень элементов рекомендуется получать из нее в виде отчета, оформленного в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701-2011.

Перечень элементов оформляют в виде таблицы (рисунок 9.4), заполняемой сверху вниз.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
20	110	10	

Рисунок 9.4

В графах таблицы указывают следующие данные:

в графе «Поз. обозначение» - позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп;

в графе «Наименование» - для элемента (устройства) - наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, межгосударственный стандарт, стандарт РК, стандарт организации, технические условия); - для функциональной группы - наименование;

в графе «Примечание» - рекомендуется указывать технические данные элемента (устройства), не содержащиеся в его наименовании.

При выполнении перечня элементов на первом листе схемы его располагают, как правило, над основной надписью.

Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от

основной надписи, повторяя головку таблицы.

При выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его код должен состоять из буквы «П» и кода схемы, к которой выпускают перечень, например код перечня элементов к гидравлической принципиальной схеме – ППЗ. При этом в основной надписи (графа 1) указывают наименование изделия, а также наименование документа «Перечень элементов».

Перечень элементов записывают в спецификацию после схемы, к которой он выпущен.

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-2006 (формы 2 и 2а).

При разбивке поля схемы на зоны перечень элементов дополняют графой «Зона», указывая в ней обозначение зоны, в которой расположен данный элемент (устройство).

Отметим, что в отдельных случаях сведения об элементах, помещаемые на схеме, могут быть неполными, например на этапах технического предложения, эскизного и технического проектов.

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений.

В пределах каждой группы, имеющей одинаковые позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию номеров (рисунок 9.5). При выполнении на схеме цифровых обозначений в перечень их записывают в порядке возрастания. Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри групп - и

<i>Поз. обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
A1	Микросхема КУ 240	1	
	<u>Конденсаторы</u>		
C1	КЛС-1-А-М75-45 пФ±10% ОЖО.460.020ТУ	1	
C2,C3	МБМ-160-0,5-II ГОСТ 5171-69	2	
	<u>Резисторы</u>		
R1,R2	МЛТ-0,25-30 кОм±10% ГОСТ 7113-77	2	
R3	ИСП-I-A-560 Ом±10% ОС-3-12 ГОСТ 5574-73	1	
R4	МЛТ-0,25-1 кОм±10% ГОСТ 7113-77	1	

Рисунок 9.5

между элементами.

Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: *R3, R4, C8 ... C12*, а в графу «Кол.» - общее количество этих элементов.

Ниже наименования устройства (функциональной группы) должна быть оставлена одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

Отметим следующее: если в изделии имеются элементы, не являющиеся самостоятельными конструкциями, то при записи их в перечень графу «Наименование» не заполняют, а в графе «Примечание» помещают поясняющую надпись или ссылку на поясняющую надпись на поле схемы (рисунок 9.6).

<i>Поз. обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
<i>C5</i>		<i>1</i>	<i>Емкость</i>
			<i>монтажа</i>
<i>ДР1</i>		<i>1</i>	<i>См. раздел 5</i>

Рисунок 9.6

9.4 Выполнение принципиальных электрических схем

Схема электрическая принципиальная, код ЭЗ, определяет полный состав элементов изделия и дает детальное представление о принципе работы изделия. Принципиальная схема служит основой для разработки других конструкторских документов – схемы соединений и расположения, чертежей изделия.

Схемы электрические принципиальные должны выполняться в соответствии с ГОСТ 2.701-2008, ГОСТ 2.702-75, ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 2.723-68 (2002), ГОСТ 2.728-74 (2002), ГОСТ 2.729-68, ГОСТ 2.730-73 (2002), ГОСТ 2.736-68, ГОСТ 2.747-68, ГОСТ 2.751-73, ГОСТ 2.755-87.

На принципиальной электрической схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т.п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Схемы вычерчивают для изделий, находящихся в отключённом положении. Контакты автоматов, выключателей, кнопок, реле и других коммутирующих устройств изображают при отсутствии тока во всех цепях схемы. Поэтому все замыкающие контакты на схемах показывают

разомкнутыми, а все размыкающие – замкнутыми.

Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД. Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом.

При совмещённом способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг другу.

Разнесённым способом выполняют схемы автоматики и электрооборудования (т.е. схемы, содержащие много контакторов, реле и различных контактов). При этом составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают на схеме в разных местах таким образом, чтобы отдельные элементы были изображены наиболее наглядно.

При выполнении схем рекомендуется пользоваться строчным способом. УГО элементов или их составные части, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по горизонтальной или вертикальной прямой, а отдельные элементы – рядом, образуя параллельные (горизонтальные или вертикальные) строки. При оформлении строчным способом допускается нумеровать строки арабскими цифрами в соответствии с рисунком 9.7.

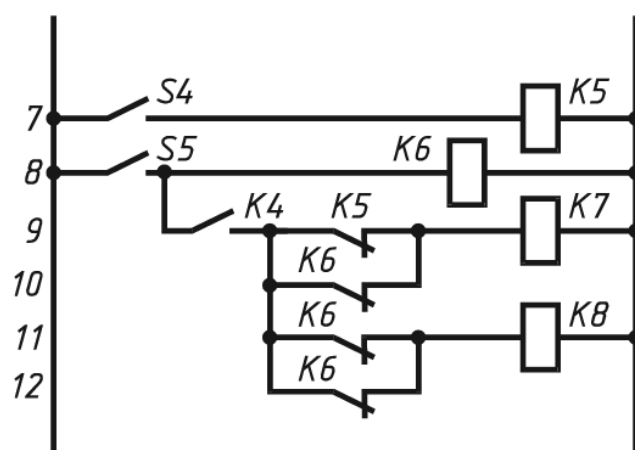


Рисунок 9.7 – Пример выполнения схемы строчным способом

При изображении элементов или устройств разнесенным способом допускается на свободном поле схемы помещать УГО элементов или устройств, выполненные совмещенным способом.

При этом элементы или устройства, используемые в изделии частично, изображают полностью с указанием использованных и неиспользованных частей или элементов (например, все контакты многоконтактного реле).

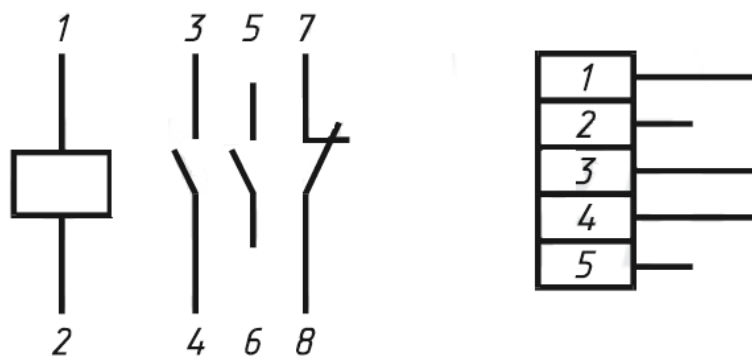


Рисунок 9.8

Выводы (контакты) неиспользованных элементов

(частей) изображают короче, чем выводы (контакты) использованных элементов (частей) (рисунок 9.8).

Схемы выполняют в многолинейном или однолинейном изображении. При многолинейном изображении (рисунок 9.9,а) каждую цепь, изображают отдельной линией, а элементы, содержащиеся в этих цепях, отдельными УГО. При однолинейном изображении (рисунок 9.9,б) все цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы, содержащиеся в цепях, - одним условным графическим обозначением.

Каждый элемент и (или) устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему и рассматриваемое как элемент, входящее в изделие и изображённые на схеме, должны иметь позиционное буквенно-цифровое обозначение в соответствии с ГОСТ 2.710-81. УГО для различных элементов схем приведены в соответствующих стандартах [21-34].

Устройствам, не имеющим самостоятельных принципиальных схем, и функциональным группам рекомендуется также присваивать обозначения в соответствии с ГОСТ 2.710-81 Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. Позиционные обозначения присваивают элементам в пределах данного изделия. Порядковые номера элементам (устройствам) следует присваивать, начиная с единицы, в пределах группы элементов (устройств), которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например, $R1, R2, R3$ и т.д., $C1, C2, C3$ и т.д. Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо. Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов (или) устройств с правой стороны или над ними. На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы и устройства, входящие в состав изделия и изображенные на схеме.

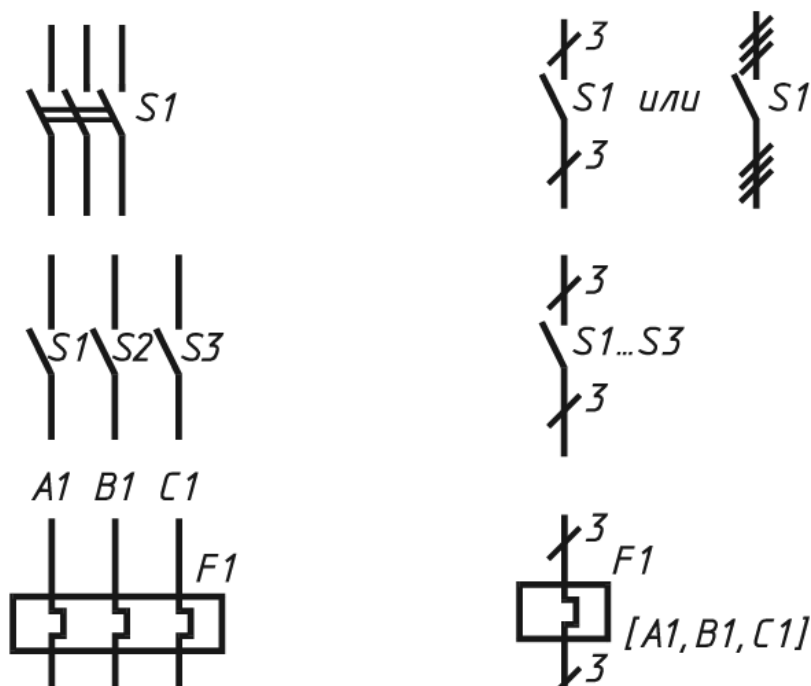


Рисунок 9.9 – Изображение схемы:

- а) в многолинейном изображении;
- б) в однолинейном изображении

Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов. При этом связь перечня с условными графическими обозначениями элементов должна осуществляться через позиционные обозначения.

В некоторых случаях (например, в принципиальных схемах на полупроводниковую интегральную микросхему) около условных графических и позиционных обозначений указывают номиналы резисторов и конденсаторов. При этом допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений, как показано ниже.

Для резисторов (рисунок 9.10):

- а) от 0 до 999 Ом – без указания единиц измерения;
- б) от $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом – в килоомах с обозначением единиц измерения строчной буквой *k*;
- в) от $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом – в мегаомах с обозначением единиц измерения прописной буквой *M*;
- г) свыше $1 \cdot 10^9$ Ом – в гигаомах с обозначением единиц измерения прописной буквой *G*.

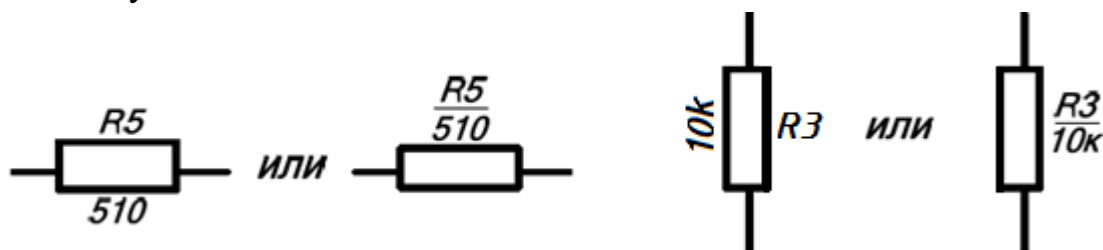


Рисунок 9.10 – Обозначение номиналов резисторов

Для конденсаторов:

- а) от 0 до $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф – в пикофарадах без указания единиц измерения;
- б) от $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф – в микрофарадах с обозначением единиц измерения строчными буквами *мк*.

При изображении на схеме элементов, параметры которых подбирают при регулировании, около позиционных обозначений этих элементов на схеме и в перечне элементов проставляют звёздочки (например, *C5**), а на поле схемы помещают сноску: «Подбирают при регулировании».

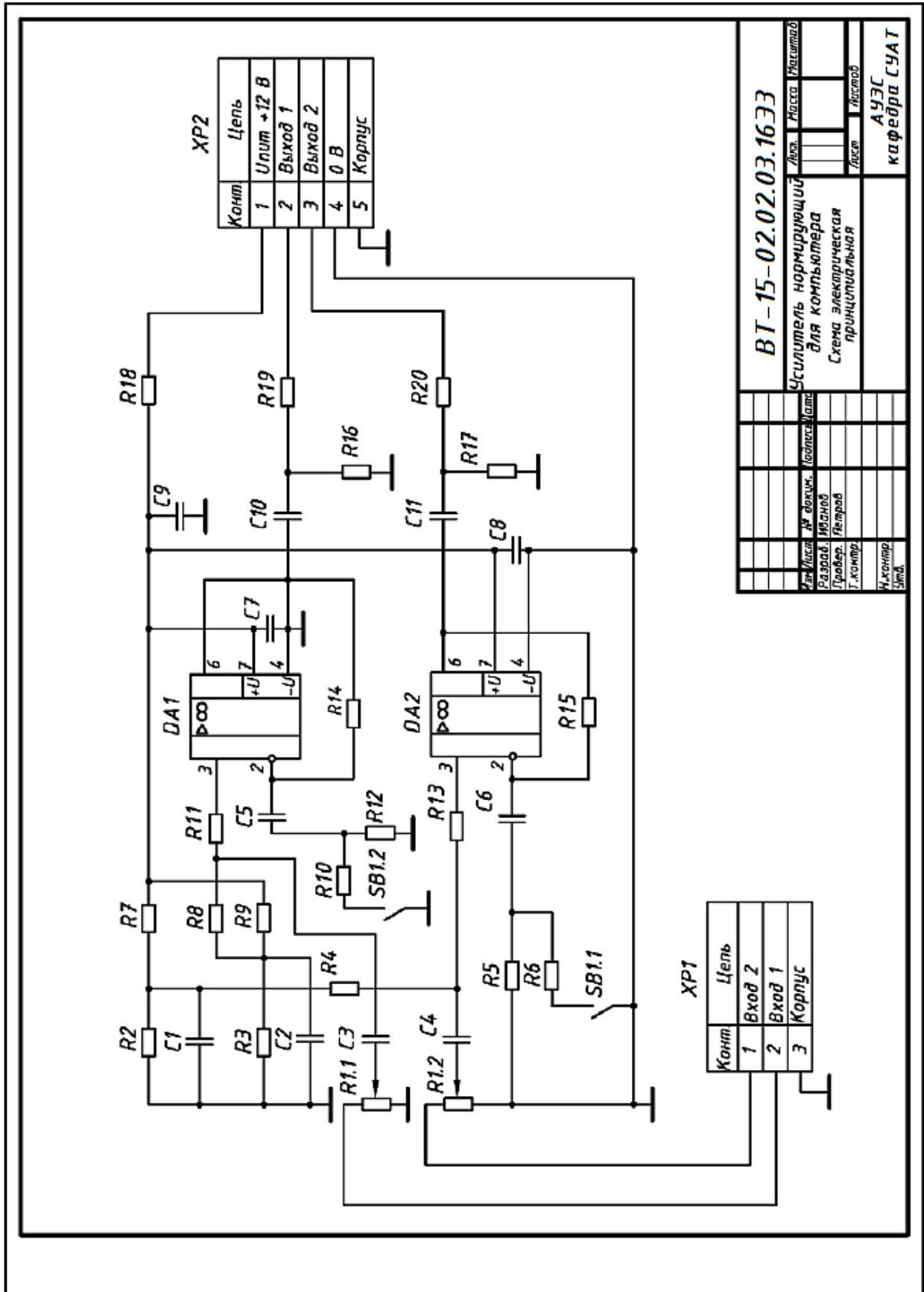
При выполнении схемы электрической принципиальной на поле схемы допускается помещать такие тестовые данные, как указания о марках, сечениях и расцветке кабелей, требования к электрическому монтажу, указания о назначении отдельных цепей (например, о питании микросхем).

При выполнении схем на нескольких листах следует выполнять следующие требования: при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдать сквозную нумерацию в пределах изделия, выполнять

общий перечень элементов.

На рисунке 14.4 показан пример выполнения электрической принципиальной схемы, здесь перечень элементов выполнен на одном листе со схемой.

На рисунке 14.5 и 14.6 показано выполнение схемы и перечня элементов для данной схемы на разных листах.



Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примеч.
<i>Конденсаторы</i>			
C1,C2	K50-16-50B-47 мкФ	2	
C3,C4	K50-16-63B-0,33 мкФ	2	
C5,C6	K50-16-50B-47 мкФ	2	
C7,C8	KM-56-H90-0,1 мкФ	2	
C9	K50-6-50B-2200 мкФ	1	
C10,C11	K50-16-50B-47 мкФ	2	
<i>Микросхемы</i>			
DA1,DA2	KP140YD18	2	K157YD2, K157YD3 или двумя K157YD1
<i>Резисторы</i>			
R1	MЛT-0,125-50 кОм	1	Переменный, сдвоенный 22...50 кОм
R2,R3	MЛT-0,125-6,8 кОм	2	
R4	MЛT-0,125-330 кОм	1	
R5,R12	MЛT-0,125-33 кОм	2	
R6	MЛT-0,5-1,6 кОм	1	
R7,R11	MЛT-0,125-6,8 кОм	2	
R8	MЛT-0,125-330 кОм	1	
R9,R13	MЛT-0,125-6,8 кОм	2	
R10	MЛT-0,5-1,6 кОм	1	
R14,R15	MЛT-0,125-68 кОм	2	
R16,R17	MЛT-0,125-100 кОм	2	
R18	MЛT-1-18 Ом	1	
R19,R20	MЛT-1-39 Ом	2	
SB	Выключатель МТ 1	1	Любой малогабаритный, сдвоенный
ПС-15-02.02.03.16ПЭЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись Дата
Разраб.	Иванов		
Провер.	Петров		
Н.контр.			
Утв.			
Усилитель нормирующий для компьютера Перечень элементов			Лит. Лист Листов 1 2
АУЭС кафедра СУАТ			

Рисунок 9.12 – Первый лист перечня элементов для схемы на рисунке

9.5 Примеры выполнения других типов схем

Ниже приведены примеры выполнения гидравлической схемы (рисунок 9.14), пневматической схемы (рисунок 9.15) кинематической схемы, (рисунок 9.16), тепловой (энергетической) схемы (рисунок 9.17).

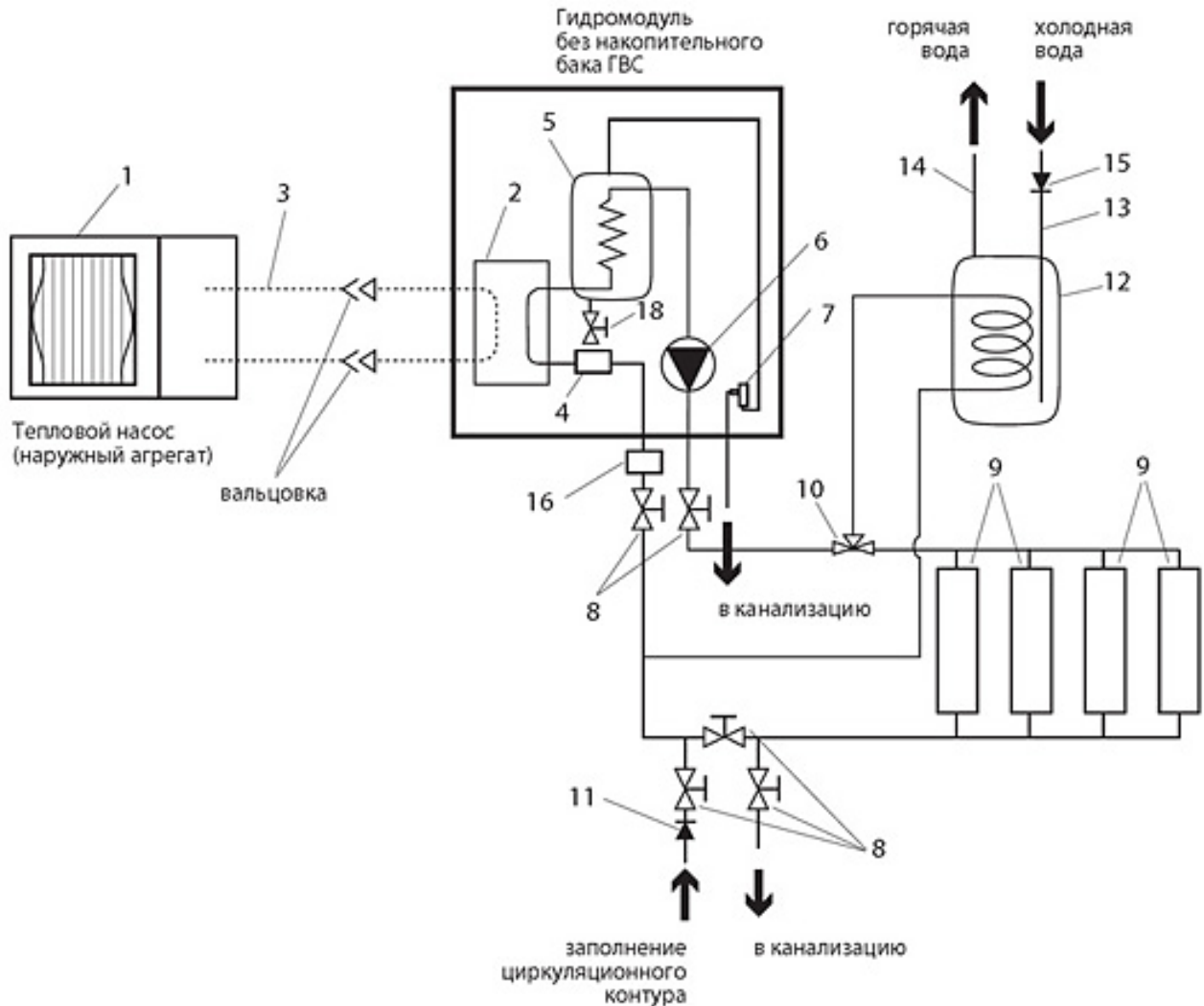


Рисунок 9.14 – Пример гидравлической схемы

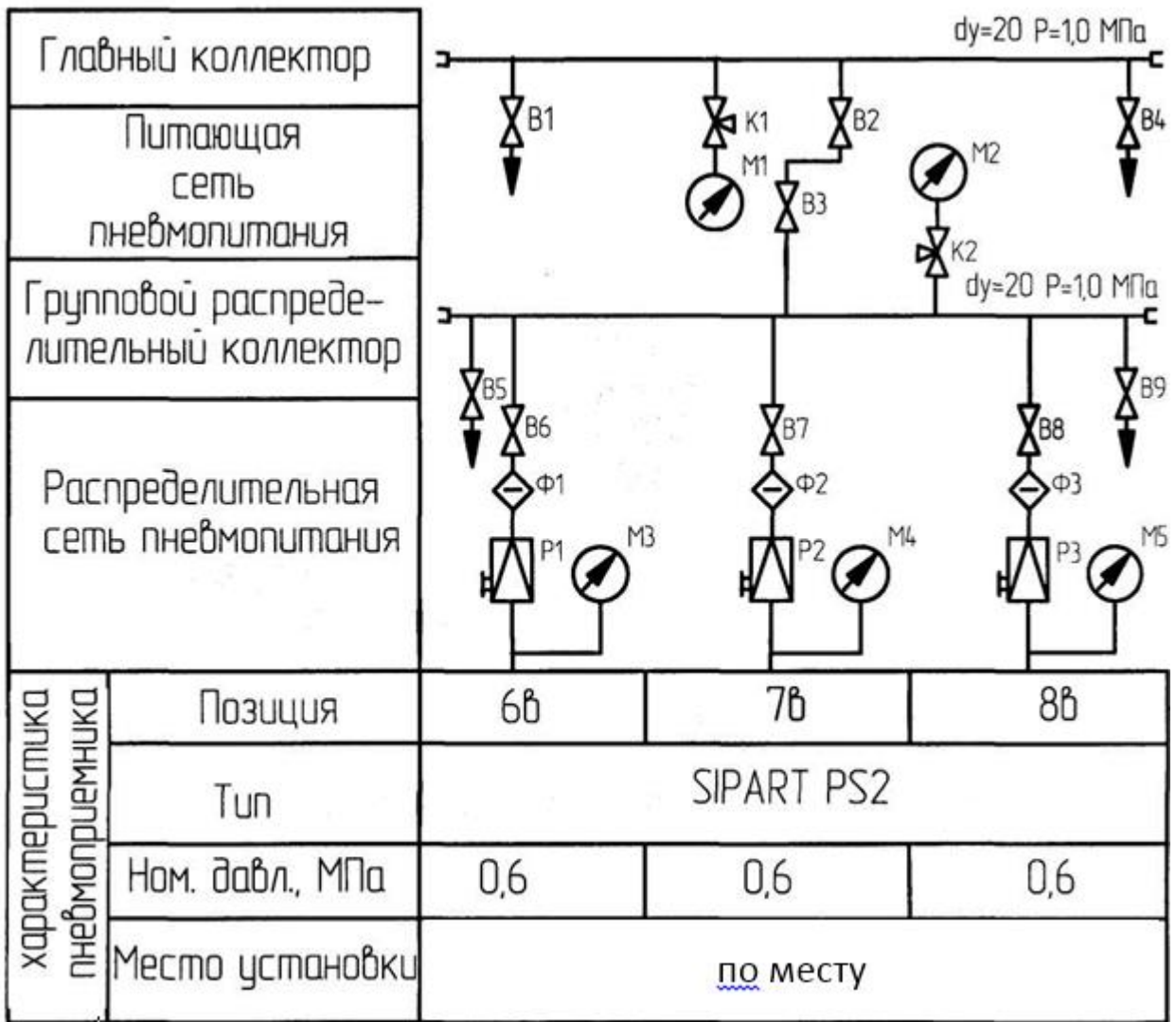


Рисунок 9.15 – Пример принципиальной схемы пневмопитания

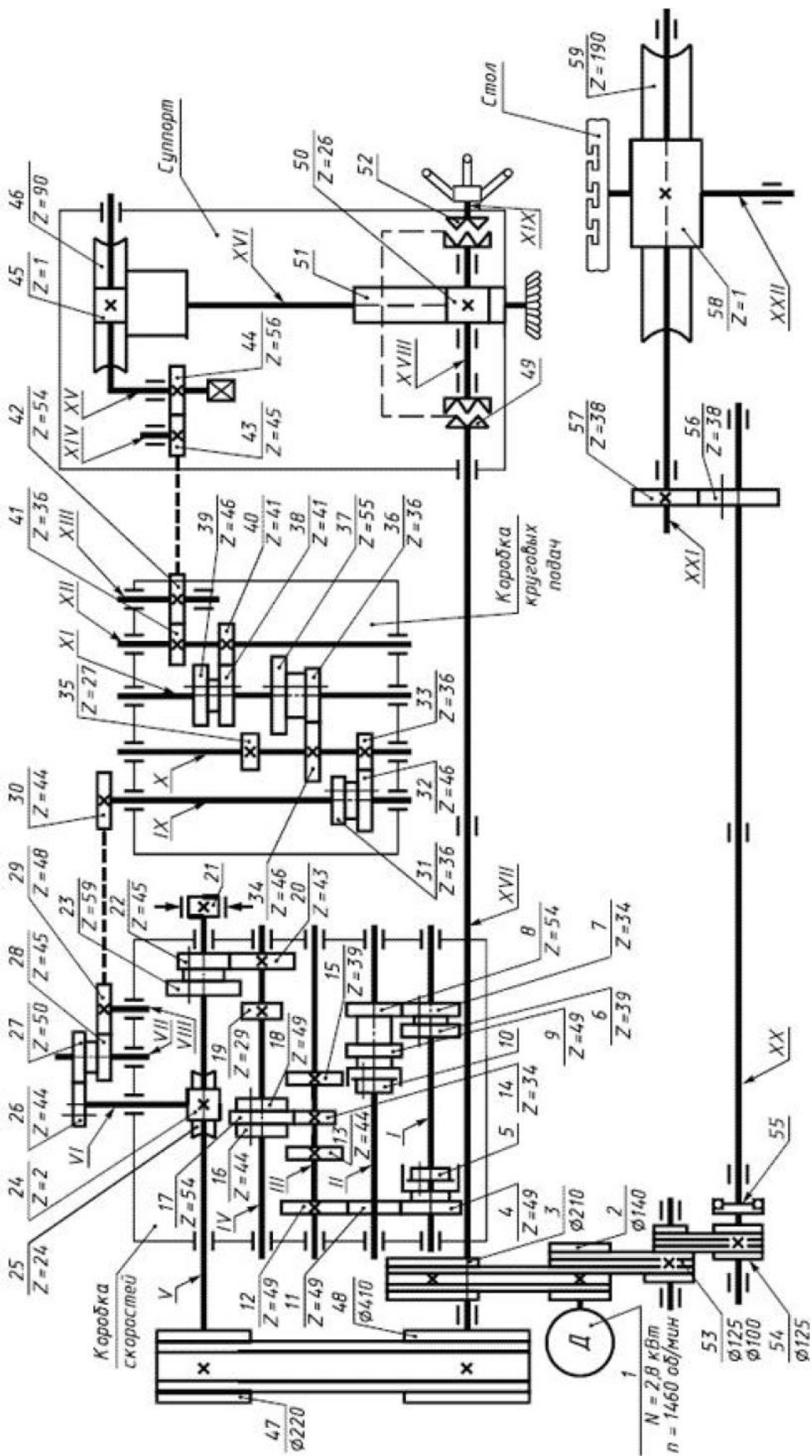


Рисунок 9.16 – Пример выполнения кинематической схемы

Список литературы

1. ГОСТ 2.004-88. Общитребованияк выполнению конструкторских и технологических документовнапечатающихиграфическихустройствахвывода ЭВМ. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2011.
2. ГОСТ 2.101-68. Виды изделий. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
3. ГОСТ 2.103-68. Стадии разработки. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
4. ГОСТ 2.104-2006. Основные надписи. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
5. ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам. – М.: Стандартинформ, 2007.
6. ГОСТ 2.106-96. Текстовые документы. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
7. ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
8. ГОСТ 2.301-68. Форматы. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
9. ГОСТ 2.302-68. Масштабы. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
10. ГОСТ 2.303-68. Линии. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
11. ГОСТ 2.304-81. Шрифты чертежные. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
12. ГОСТ 2.305-2008. Изображения - виды, разрезы, сечения. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2009.
13. ГОСТ 2.306-68. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
14. ГОСТ 2.307-2011. Нанесение размеров и предельных отклонений. Единая система конструкторской документации [Текст]. - Введ. 2012 - 01 - 01. - М.: Стандартинформ, 2012.
15. ГОСТ 2.311-68. Изображение резьбы. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
16. ГОСТ 2.313- 82. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
17. ГОСТ 2.315-68. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2007.
18. ГОСТ 2.316- 008. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Единая система

конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2009.

19. ГОСТ 2.317-2011. Аксонометрические проекции. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2011.

20. ГОСТ 2.701-2008. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2009.

21. ГОСТ 2.702-2011. Правила выполнения электрических схем. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2011.

22. ГОСТ 2.703-2011. Правила выполнения кинематических схем. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2011.

23. ГОСТ 2.704-2011. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2011.

24. ГОСТ 2.708-81. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2008.

25. ГОСТ 2.710-81. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2008.

26. ГОСТ 2.721-74. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2008.

27. ГОСТ 2.722-68. Обозначения условные графические в схемах. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2008.

28. ГОСТ 2.723-68. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2010.

29. ГОСТ 2.725-68. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2010.

30. ГОСТ 2.727-68. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2010.

31. ГОСТ 2.728-68. Обозначения условные графические в схемах. Единая система конструкторской документации. Резисторы, конденсаторы. - М.: Стандартиформ, 2010.

32. ГОСТ 2.729-68. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2010.

33. ГОСТ 2.747 - 68. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартиформ, 2010.

34. ГОСТ 2.747-68. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения. Единая система конструкторской документации. - М.: Стандартинформ, 2010.
35. Динасылов А. Д., Яхъяев Э.А. Инженерная и компьютерная графика, Общие правила выполнения принципиальных схем: Учебное пособие. Алматы: АИЭС. 2009. – 83 с.
36. Инженерная графика: Учебное пособие для вузов / Под ред. Болтухина А.К., Васина С. А., Вяткина Г. П. М.: Машиностроение, 2005. – 555 с.
37. Кочетов В. И. Инженерная и компьютерная графика: Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн.ун-та, 2010. – 80 с.
38. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. М.: Высшая школа, 2007. – 440 с.
39. Миронов Б. Г. Инженерная и компьютерная графика. Учебник для вузов /Б.Г. Миронов, Р С. Миронова, Д.Я. Пяткина, А.А. Тузиков, - М.: Высш. шк., 2004. – 334 с.
40. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение. СПб.: Политехника, 2008. – 480 с.
41. Фазлулин Э. М., Халдинов В. А. Инженерная графика. М.: Академия, 2006. - 400 с.
42. Чекмарев А. А., Осипов В. К. Справочник по машиностроительному черчению. – 3-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2009. – 496 с.
43. Основы машиностроительного черчения: Учебное пособие для студентов технологических специальностей /А.И. Вилькоцкий и др. _ минск? БГТУ, 2008. – 236 с.

Динасылов Алмас Даменович
Яхьяев Эркин Алимджанович
Мажиев Ержан Мырзахметович

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Учебное пособие

Редактор

Подписано в печать . . . 2015
Тираж 100 экз. Формат 60x84 1/16

Бумага типографская №2
Уч.-изд. л. – 8,12. Заказ № .
Цена 4062тенге.

Некоммерческое АО «АУЭС»
г. Алматы, ул. Байтурсынова, 126

Копировально-множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
г. Алматы, ул. Байтурсынова, 126

