



**Федеральное государственное бюджетное образова-
тельное учреждение высшего образования**
«Башкирский государственный аграрный университет»

Приложение к
ОПОП СПО

Лабораторный
практикум

ОП.01 Техническое черчение

Лабораторный практикум

Профессия

**35.01.15 Мастер по ремонту и обслуживанию
электрооборудования в сельском хозяйстве**

Квалификация

Мастер

Уфа 2025

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры прикладной механики и компьютерного инжиниринга

Составитель: преподаватель Тархова Л.М.

Рекомендовано к изданию методической комиссией энергетического факультета

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой прикладной механики и компьютерного инжиниринга к.т.н., доцент Ахметьянов И.Р.

ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Цель: Изучение общих правил выполнения чертежей и приобретение практических навыков при выполнении и оформлении чертежей.

Задачи: 1. Изучение ГОСТов системы ЕСКД по оформлению чертежей (ГОСТ 2.301-68 – форматы, ГОСТ 2.302-68 – Масштабы, ГОСТ 2.303-68 – Линии чертежа, ГОСТ 2.104-2006 – Основные надписи.)

2. Приобретение навыков в написании чертежным шрифтом ГОСТ 2.304-81.

Чертежные принадлежности и инструменты: Ватман, карандаши различной твердости, линейка, ластик, готовальня (циркуль большой и маленький, измеритель)

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

Чертежи всех графических заданий должны выполняться в соответствии со следующими ГОСТ ЕСКД (Единой системы конструкторской документации) [1]: ГОСТ 2.301-68* Форматы, ГОСТ 2.104-68 Основные надписи, ГОСТ 2.302-68* Масштабы, ГОСТ 2.303-68* Линии, ГОСТ 2.304-81 Шрифты чертежные.

1.1 Форматы (ГОСТ 2.301-68)

ГОСТ 2.301-68 установлены следующие основные форматы чер- тежей и их размеры для всех конструкторских документов (таблица 1.1)

Таблица 1.1 Размеры форматов

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297

Разрешается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Коэффициент увеличения должен быть целым числом.

1.2 Основная надпись (ГОСТ 2.104-2006)

Поле чертежа внутри каждого листа ограничивается рамкой на расстоянии 5мм. от границ формата, а от левого края листа – на расстоянии 20мм. для брошюровки.

В нижней части любого формата вычерчивается таблица называемая **основной надписью**.

В правом нижнем углу на каждом чертеже помещается основная надпись вплотную к линиям рамки согласно ГОСТ 2.104-2006 (рисунок 1.1).

Формы и размеры основной надписи устанавливает ГОСТ 2.104-68. На чертежах деталей, сборочных чертежах, видов общих, схем основная надпись применяется по форме 1. Для таблиц, текстовой документации, спецификаций по форме 2 и 2а. На рисунке 1.1 представлена основная надпись по форме 1, разработанная на основе стандартной применительно к учебным целям. В графах основной надписи указывают:

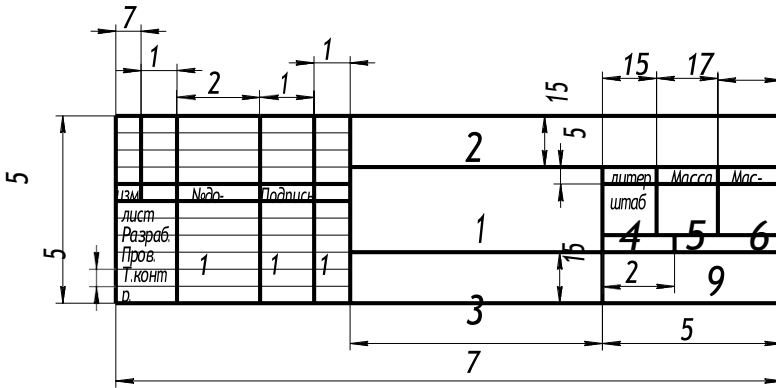
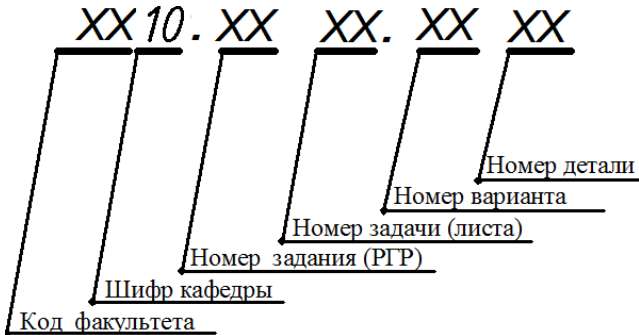


Рисунок 1.1 Основная надпись

в графе 1 – наименование детали или сборочной единицы надпись выполняется шрифтом -№5 (первая буква прописная, остальные строчные);

в графе 2 – обозначение документа, установленное на кафедре согласно требований ГОСТ 2.201-80 графа 2 надпись выполняется шрифтом -№7;

например:



(2 симв.). Код факультета;

(2 симв.). шифр кафедры –;

(2 симв.). № задания по кафедральному классификатору;(2 симв.). № листа;

(2 симв.). № варианта;

(3 симв.). № детали в сборочной единице или № входящей сборочной единицы;

(2 симв.). Для части документов: СБ – чертеж сборочный; ВО – чертеж общего вида, Э1, Э2, ... - схема электрическая.Пример:

ПС10. 010314.000,

где: ПС – факультет природопользования и строительства; 10 - кафедра прикладной механики и компьютерного инжиниринга;

01 –контрольной работы; расчетно-графической работы, домашнего задания

03 – номер листа , задания; 14 – вариант №14

в графе 3 – обозначение материала (указывают только на чертежах деталей);

в графе 4 – литер чертежа (например: У – учебный чертеж, графа заполняется слева направо) надпись выполняется шрифтом №5;

в графе 5 – масса изделия (если требуется);

в графе 6 – масштаб;

в графе 7 – порядковый номер листа (если чертеж выполнен все-го на одном листе, графа не заполняется);

в графе 8 – общее количество листов (графа заполняется только на первом листе);

в графе 9 – учебная группа студента, например: БГАУ – АИ 101 надпись выполняется шрифтом №7;

в графе 10 – фамилии; в графе

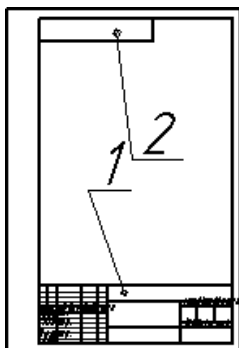
11 – подписи; в графе

12 – даты.

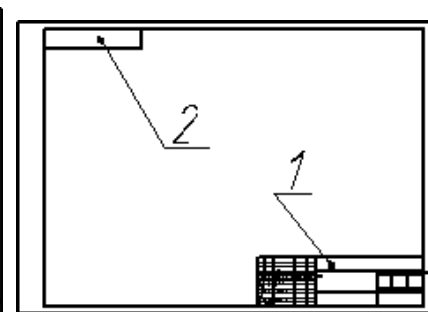
Основная надпись располагается в правом нижнем углу чертежа, ее вычерчивают сплошными основными и сплошными тонкими линиями.

На формате А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны листа.

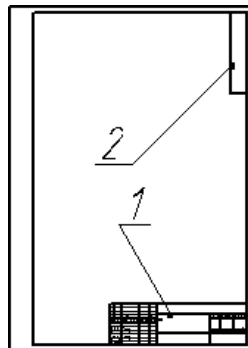
Расположение основных и дополнительных граф на форматах различных размеров и положений показано на рисунке 1.2. Где 1- основная надпись, 2- дополнительные графы.



Формат А4



Для форматов больше А4 при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа



Для форматов больше А4 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа

Рисунок 1.2 Расположение основных и дополнительных графа на чертежах

1.3 Масштабы (ГОСТ 2.302-68*)

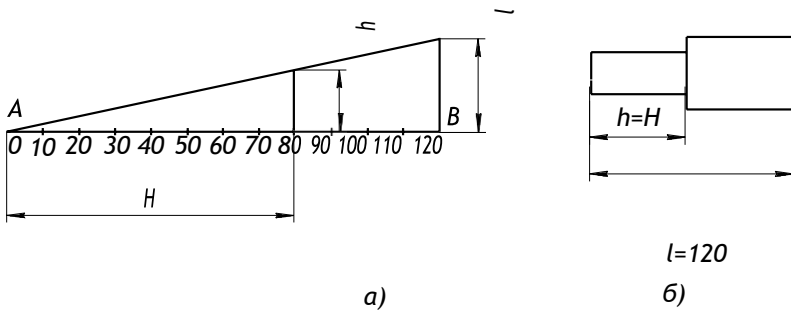
Масштабом называется отношение линейных размеров изображаемого на чертеже предмета к его действительным размерам. Величины масштабов принимают по ГОСТ 2.302-68. Числовой масштаб обозначают дробью в предназначенной для этого графе основной надписи по типу 1:1, 2:1, 1:2 и т.д. Отношение чисел показывает кратность увеличения или уменьшения размеров изображения на чертеже.

Если какой-либо элемент на чертеже выполнен в масштабе, отличающемся от записанного в основной надписи, то рядом с соответствующим наименованием изображения указывают масштаб по типу А (2:1)

При выполнении графического задания по учебному детализованию чертежей сборочных единиц часто пользуются пропорциональным масштабом (его также называют графиком масштабов). Он позволяет определить действительные размеры элементов деталей по чертежу, масштаб которого может быть произвольным. Пропорциональный масштаб строится в виде прямоугольного треугольника (рисунок 1.3 а), отношение катетов которого равно кратности изменения масштаба изображения ($h:H$).

Например, требуется определить размер H некоторого элемента вала, габаритный размер которого указан на чертеже (120 мм). Чертеж выполнен в произвольном масштабе (рисунок 1.3б). На горизонтальной прямой АВ откладывают действительный размер

вала имеющего числовой размер 120 мм.



а-определение размера элемента детали, б- чертеж детали

Рисунок 1.3 Пропорциональный масштаб:

В точке В восстанавливаем перпендикуляр, на котором откладывают отрезок ВС, измеренный циркулем – измерителем и по величине, равной изображению вала l на чертеже. Таким образом, будет построен график масштаба чертежа, который позволит определить действительные размеры элемента h вала.

Для этого надо отложить величину h , измеренную циркулем – измерителем по чертежу, и отложить её параллельно катету ВС (по вертикали) между катетом АВ и гипотенузой АС. Тогда действительный размер отрезка h будет равен размеру H , взятому по горизонтали на стороне АВ пропорционального масштаба.

Аналогично изложенному, можно определить действительный размер любой детали, входящей в сборочную единицу с достаточной для учебного детализирования точностью.

При выполнении строительных чертежей и чертежей в числовых отметках пользуются также линейным и поперечным масштабами.

1.4 Линии чертежа (ГОСТ 2.303-68*)

Типы линии, их наименование, начертание, толщина и основные назначения установлены ГОСТ 2.303-68. Толщина видимого контура S зависит от величины и сложности изображения и выбирается в пределах 0,6 – 1,5 мм. Широкий диапазон толщин линий S определяется большим разнообразием масштабов изображений и форматов листов в машиностроении. Для учебных чертежей с размерами форматов А4...А2 рекомендуется диапазон S от 0,8 до 1,2 мм, не выходящий за ГОСТ 2.303-68.

Все линии чертежа должны удовлетворять следующим требованиям:

- постоянство толщины однотипных линий в пределах данного чертежа;
- максимальная и одинаковая яркость всех линий, независимо от способа построения: карандашом или циркулем;
- максимальная контрастность линий;
- четкость концевых участков всех отрезков.

Подбирать толщину всех линий обводки надлежит руководствуясь данными таблицы ГОСТ 2.303-68.

Чтобы чертеж выглядел аккуратным, четким и выразительным необходимо строго соблюдать требования ГОСТа. Наименьшая толщина линий при выполнении чертежа в карандаше на формате до А4 включительно должна быть 0,3 мм. Штрихи в штриховых и штрихпунктирных линиях должны быть одинаковой длины, а промежутки между ними равными и их следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихпунктирные линии должны

начинаться и заканчиваться только штрихами. Центр окружности должен отмечаться пересечением штрихов. При диаметре окружности менее 12 мм центровые линии проводятся сплошными.

Качество линий определяется параметрами: контрастность, постоянство толщины линии в пределах чертежа, яркость линий, концевые участки линий.

1.5 Шрифты чертежные (ГОСТ 2.304-81)

Согласно ГОСТ 2.304-81 надписи на чертежах и других технических документах всех отраслей промышленности и строительства выполняют чертежным шрифтом с наклоном в 75^0 к основанию строки или без наклона. Этот шрифт включает русский, латинский и греческий алфавиты, а так же арабские и римские цифры и знаки. Стандарт устанавливает 4 типа чертежного шрифта:

- 1) тип А без наклона, ($d=h/14$);
- 2) тип А с наклоном 75° , ($d=h/14$);
- 3) тип Б без наклона, ($d=h/10$);
- 4) тип Б с наклоном 75° . ($d=h/10$),

где d – толщина линии буквы

h - высота прописной буквы

Принципы построения букв, цифр и знаков шрифтов обоих типов одинаковы. Шрифт типа А отличается от типа Б шириной букв и шириной линии шрифта. Шрифт типа А более узкий и линия у этого шрифта более тонкая.

Размер шрифта (h) определяется высотой прописных букв в миллиметрах. ГОСТ 2.304-81 устанавливает следующие размеры

шрифта:

1) для типа А: 2,5; 3,5; 5,0; 7,0; 10,0; 14,0; 20,0;

2) для типа Б: 1,8; 2,5; 3,5; 5,0; 7,0; 10,0; 14,0; 20,0;

Применение шрифта 1,8 не рекомендуется и допускается только для типа Б.

Высота строчных букв (русского алфавита) кроме букв б, в, д, р, у, ф округленно соответствует последующему меньшему размеру шрифта. Например, высота строчных букв шрифта размера 10,0 равна 7 миллиметрам, шрифта размером 7,0 равна 5 мм. Для детального ознакомления с конструкцией букв, цифр и знаков шрифта, а также для успешного владения техникой их написания рекомендуется использовать вспомогательную сетку.

Конструкция букв, цифр и знаков шрифта типа Б

Рассмотрим образование конструкций букв и цифр на примере наклонного шрифта типа Б. По ширине прописные буквы и цифры шрифта можно разбить на 5 групп, а строчные буквы на 4 группы.

Прописные буквы и цифры. Первая группа: З, С, Е, Г, И. Цифры 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0. Ширина - $5/10h$ (рисунок 1.4.).

Вторая группа: буквы Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Ь, Э, Я и цифра 4, ширина - $6/10h$ (рисунок 1.5.).

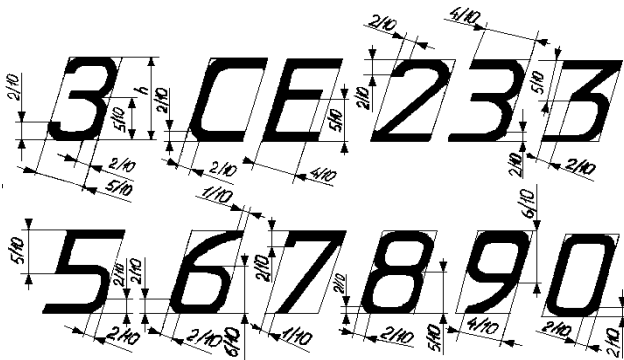


Рисунок 1.4 Первая группа



Рисунок 1.5 Вторая группа

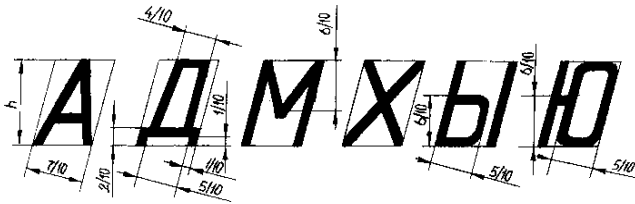


Рисунок 1.6 Третья группа

Третья группа: буквы А, Д, М, Х, Ы, Ю. Ширина букв - $7/10h$ (рисунок 1.6).

Четвертая группа: буквы Ж, Ф, Ш, Щ. Ширина букв - $8/10h$ (рисунок 1.7).

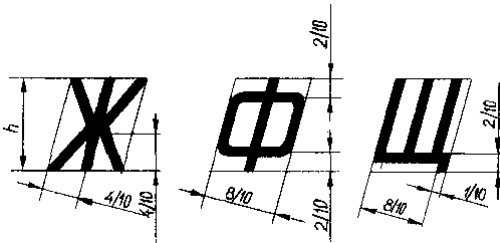


Рисунок 1.7 Четвертая группа

Пятая группа: цифра 1. Ширина цифры $3/10h$ (рисунок 1.8).

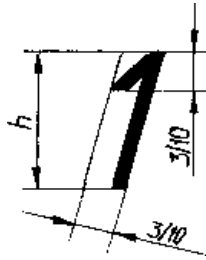


Рисунок 1.8 Пятая группа

Строчные буквы.

Первая группа: буквы з, с. Ширина букв $4/10h$ (рисунок 1.9). Вто-

рая группа: буквы а, б, в, г, д, е, и, к, л, н, п, о, р, у, х, ч, ц, ь, ы, э, я. Ширина букв $5/10h$ (рисунок 1.10).

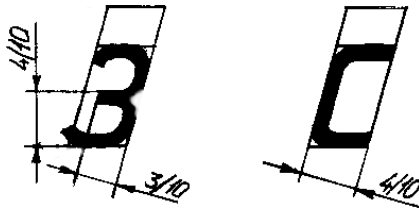
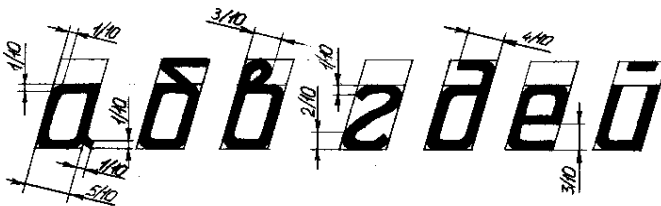


Рисунок 1.9 Первая группа



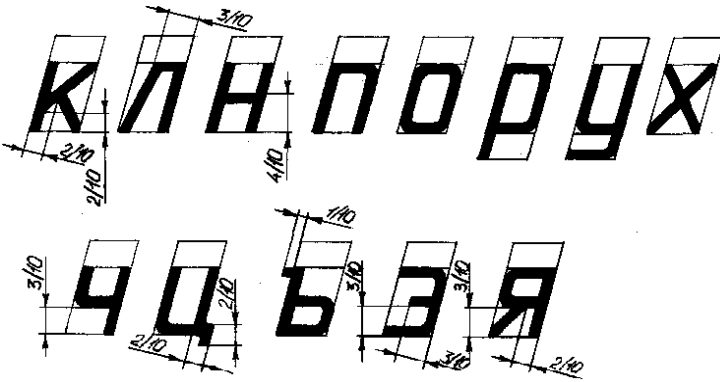


Рисунок 1.10 Вторая группа

Третья группа: буквы м, ы, ю. Ширина букв $6/10h$ (рисунок 1.11).

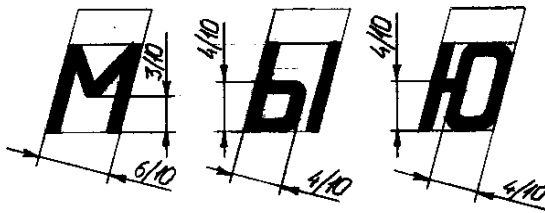


Рисунок 1.11 Третья группа

Четвертая группа: буквы ж, т, ф, ш, щ. Ширина букв $7/10h$ (рисунок 1.12.).

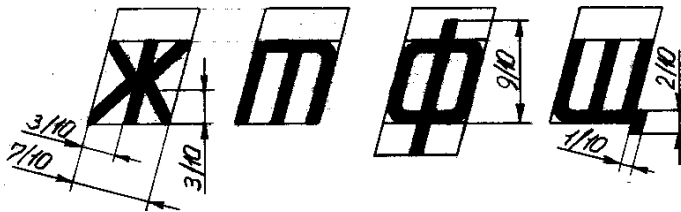


Рисунок 1.12 Четвертая группа

Конструкции специальных знаков приведена на рисунке 1.13.

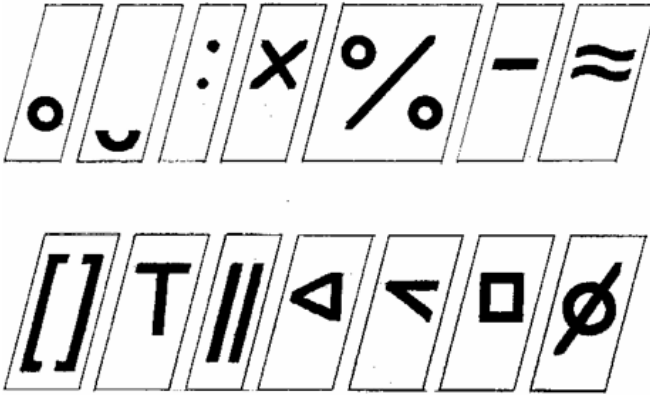


Рисунок 1.13 Конструкции знаков

Основные параметры и размеры шрифтов приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 Основные размеры шрифта типа Б

ПАРАМЕТРЫ	РАЗМЕРЫ, мм					
1	2					
Размер шрифта	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Высота прописных букв	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Высота строчных букв	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Расстояние между буквами	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0
Минимальное расстояние между словами	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Толщина линий шрифта	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4
<u>Прописные буквы и цифры</u>						
Ширина букв и цифры 4, кроме букв А, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю, Д, Х и цифры 1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4

Продолжение таблицы 1.3

<u>1</u>	<u>2</u>					
Ширина букв Ж, Ф, Ш, Щ	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2
Ширина букв А, Д, М, Х, Ы, Ю	1,75	2,45	3,5	4,9	7,0	9,8
Ширина букв Е, Г, З, С и цифр кроме 4 и 1	1,25	1,75	2,5	3,5	5,0	7,0
Ширина цифры 1.	0,72	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
<u>Строчные буквы</u>						
Высота букв а, б, в, д, р, ф, у	3,5		5,0	7,0	10,0	14,0
Ширина букв, кроме букв ж, м, т, ф, ш, щ, ы, ю, ь, с, з	1,25	1,75	2,5	3,5	5,0	7,0
Ширина букв ж, т, ф, ш, щ	1,75	2,45	3,5	4,9	7,0	9,8
Ширина букв м, ь, ы, ю	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Ширина букв с, з	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6

Кроме того, стандартом предусматривается форма прописных и строчных букв русского, латинского и греческого алфавита, арабских и римских цифр, различных знаков и правила написания дробей, показателей, индексов и предельных отклонений.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Изучить государственные стандарты ЕСКД и вышеизложенные методические указания по теме.
2. Приобретение практических навыков в оформлении чертежей и основной надписи:
 - 2.1. Выполнить рамку на ватмане формата А4 или А3 (по заданию преподавателя).
 - 2.2. Выполнить основную надпись.
 - 2.3. Заполнить основную надпись.

3. Приобретение навыков в написании текста чертежным шрифтом:
 - 3.1 В тетради выполнить вспомогательную сетку для прописных и строчных букв русского алфавита (размер шрифта №10 тип Б с наклоном 75^0).
 - 3.2 На вспомогательной сетке написать чертежным шрифтом №10 тип Б с наклоном 75^0) все буквы русского алфавита (прописные и строчные), цифры и вспомогательные знаки.
4. Сдать выполненное задание преподавателю.

3 Контрольные вопросы

1. Какие размеры имеет лист формата А4?
2. Где помещают основную надпись на чертеже? Назовите ее размеры, какие сведения в ней указывают?
3. Чему соответствует размер шрифта?
4. Какие известны масштабы увеличения и уменьшения, установленные стандартом?
5. Какой толщины должны быть выносные и размерные линии?
6. Какие знаки и буквы наносят перед размерным числом при указании величины диаметров и радиусов?
7. Чему равна высота строчных букв размера 10?
8. Каково назначений сплошной основной линии?
9. В каких случаях используют сплошную тонкую линию? Какой толщины она должна быть?

Глава I. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ. ГОСТ 2.307-68

При подготовке проектно-конструкторской документации одним из самых трудоемких является процесс нанесения размеров

- процесс простановки на изображения чертежа выносных и размерных линий, размерных чисел с учетом формы изделия и технологии его изготовления. *Нанесение размеров на чертеже является основным фактором, определяющим качество изделия*, так как изготовление детали и ее контроль производится по размерам, указанным на чертеже, и поэтому ошибочный или пропущенный размер делает чертеж непригодным к использованию или может привести к браку при изготовлении отдельной детали или всего изделия. Следовательно, размеры на чертеже - это величины, используемые для уточнения геометрической формы изображенного объекта, его элементов и позволяющие осуществлять изготовление и контроль соблюдения геометрических параметров изделия.

Чтобы рационально наносить и правильно читать размеры, нужно изучить некоторые правила и условности, установленные ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений». Рассмотрим некоторые положения этого стандарта и рекомендации справочной и учебной литературы.

1.1. Размерные и выносные линии. Размерные числа

Основанием для определения величины изображаемого изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Кроме чисел для простановки размеров применяют размерные и выносные линии (Рис. 1). При этом необходимо соблюдать следующее:

1). Размерные числа (вместе с размерными знаками, если они есть) выполнять как можно ближе к середине размерной линии.

2). Расстояние между числом (или знаком) и размерной линией выдерживать от 0,5 до 1 миллиметра.

3). *Все размерные и выносные линии вычерчивать сплошными тонкими линиями.*

4). Размерные линии с обоих концов ограничивать стрелками. 5). Величину стрелок выбирать в зависимости от толщины S линии видимого контура предмета (Рис. 2).

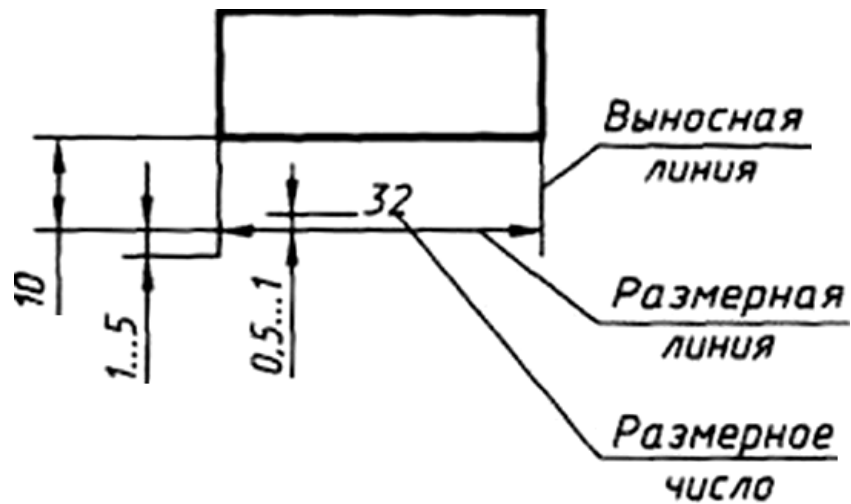


Рисунок 1 - Элементы нанесения размеров

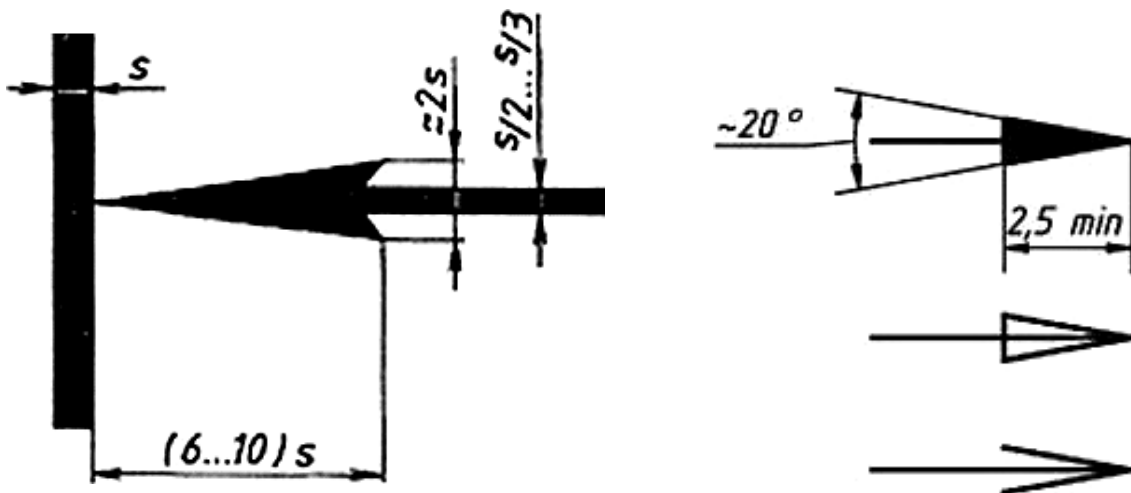


Рисунок 2 - Величина стрелок чертежа

- 6). Стрелки выполнять приблизительно одинаковыми для всех размерных линий одного чертежа.
- 7). Выносные линии должны выходить за размерные, то есть за концы стрелок на 1...5 мм.
- 8). Размерные линии не пересекать между собой, необходимо также избегать пересечения размерных линий выносными.
- 9). Размерные линии проводить параллельно измеряемому отрезку или по концентрической дуге измеряемого угла (Рис. 3).
- 10). Расстояние между первой размерной линией и линией контура выдерживать 10 мм, а минимальное расстояние между параллельными размерными линиями - от 7 до 10 мм.

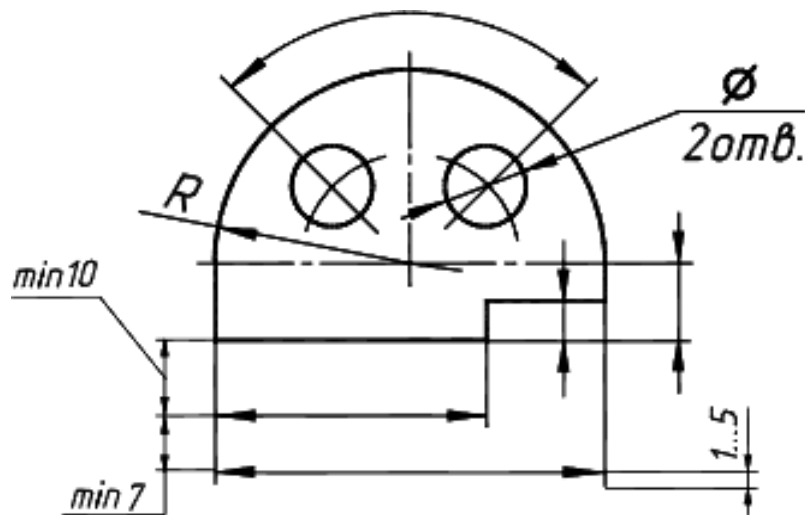


Рисунок 3 - Пример нанесения размеров

11). Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения, при этом стараться не допускать использования линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

12). Осевая (штрихпунктирная) линия должна выходить за контур изображения примерно на 3 мм и не пересекать размерное число.

13). Размерную линию при нанесении размера прямолинейного отрезка проводить параллельно этому отрезку, а выносные линии - перпендикулярно размерной.

14). В случаях, показанных на рисунке 4, размерную и выносную линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм.

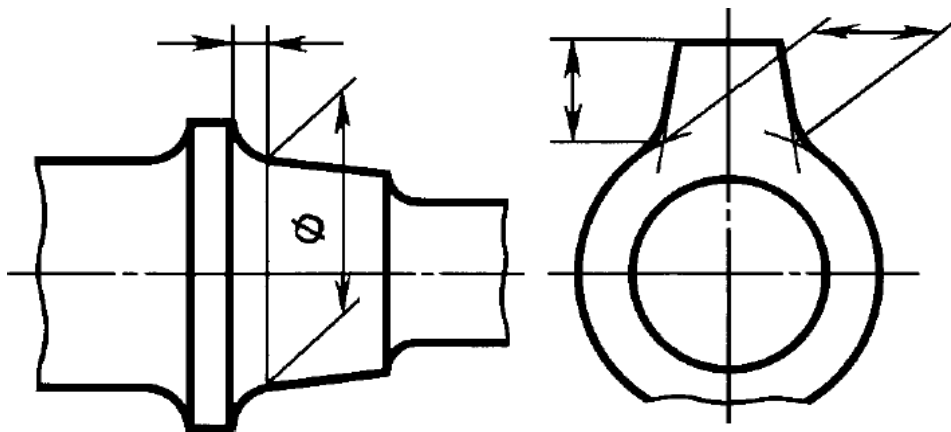


Рисунок 4 - Пример нанесения размерных и выносных линий

1.2. Различные положения линий, стрелок, чисел

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или четко наносимыми точками (Рис. 4).

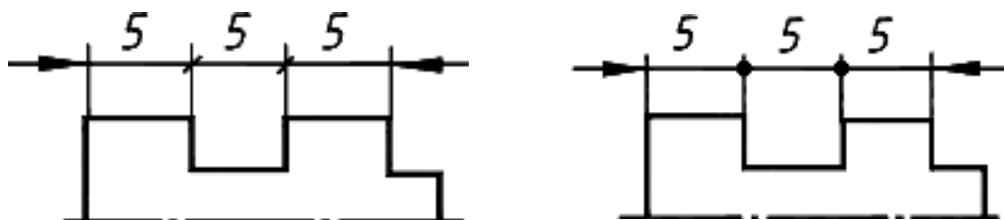


Рисунок 4 - Примеры замены стрелок

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии (или соответственно за контурные, осевые, центровые и т.д.) и стрелки наносят, как показано на рисунке 5.

При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать (Рис. 6).

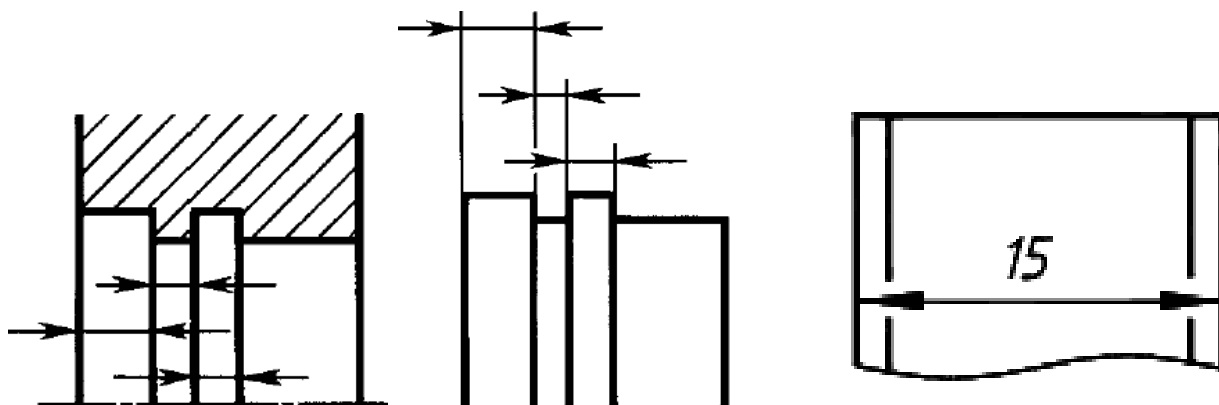


Рисунок 5 - Размещение стрелок на размерной линии

Рисунок 6 - Прерывание контурной линии

Линейные размеры на чертежах проставляют в миллиметрах без обозначения единиц измерения (мм). Угловые размеры указывают в градусах, минутах, секундах с обозначением единиц измерения. Размеры не должны затемнять чертежа и затруднять его чтение.

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа (линейные и угловые) над ними располагают в шахматном порядке (Рис. 7).

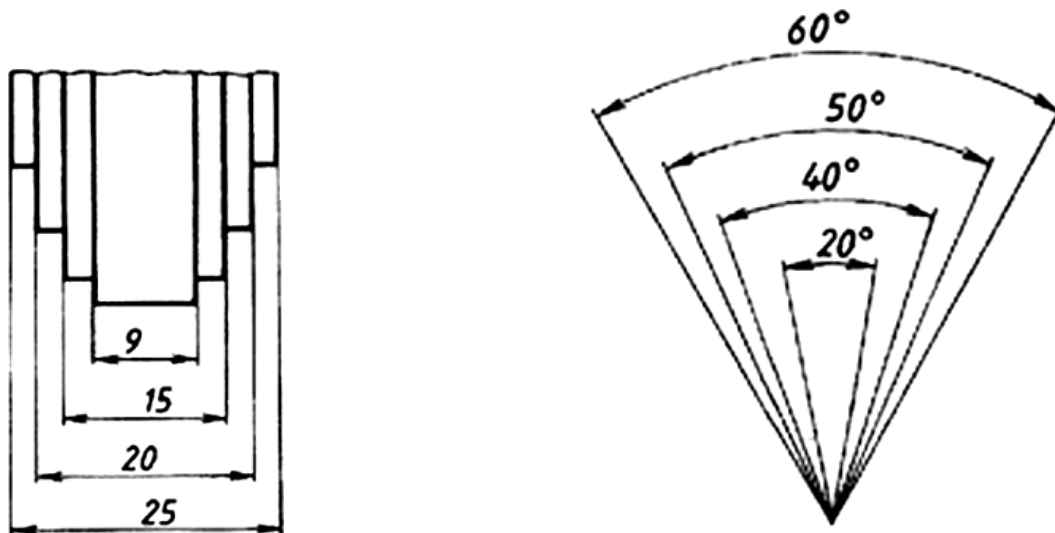


Рисунок 7 - Нанесение размеров в шахматном порядке

В местах нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (Рис. 8).

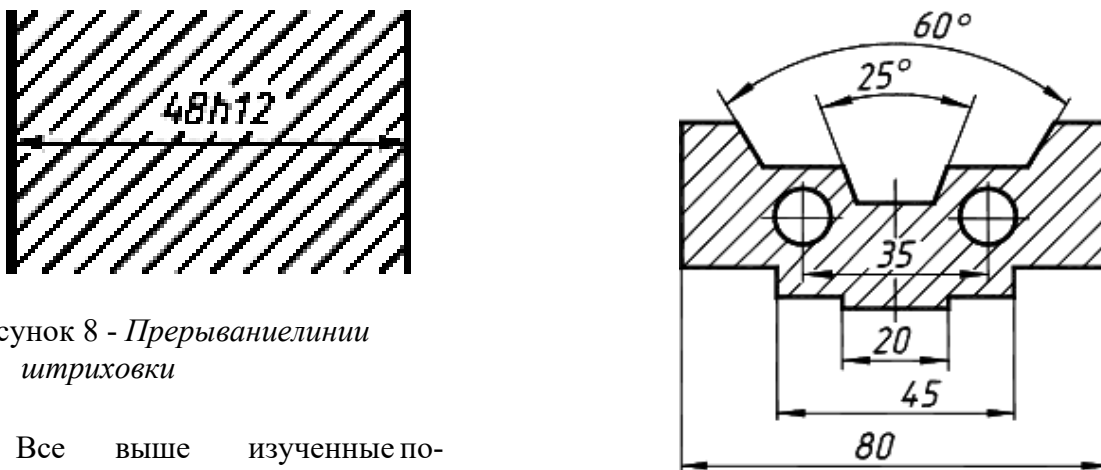


Рисунок 8 - Прерывание линии штриховки

Все выше изученные положения показаны на рисунке 9.

Рисунок 9 - Нанесение размеров

Размерные числа линейных размеров наносят в соответствии с положением размерных линий. Если размерная линия располагается вертикально, то размерное число ставят справа от нее (Рис. 10а). На наклонных размерных линиях цифры пишут так, чтобы они оказались в удобном для чтения положении, если дать размерной линии «упасть» в горизонтальное положение, как это указано стрелками на рисунке 10 б, в.

Угловые размеры наносят так, как показано на рисунке 13. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии - со стороны вогнутости размерных линий. В заштрихованной зоне наносить размерные числа не рекомендуется, в этом случае размерные числа указывают на горизонтально нанесенных полках размерных линий.

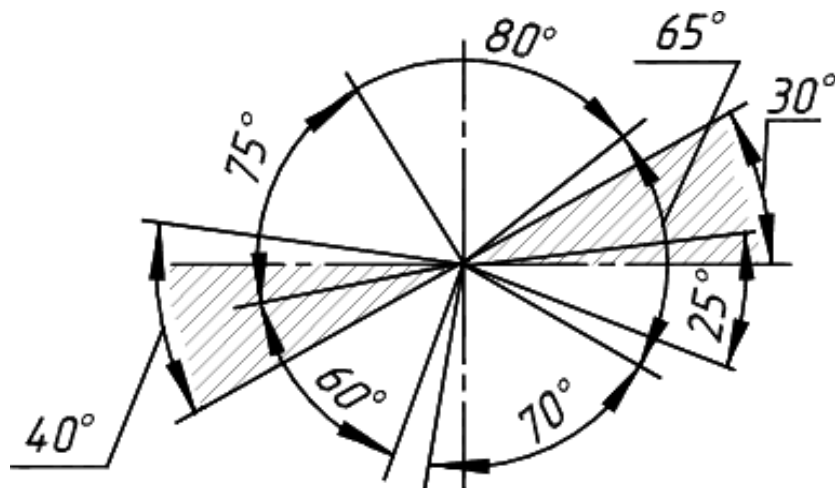


Рисунок 13 - Простановка угловых размеров

1.3.

Виды нанесения размеров

1). *Размеры от общей базы* (Рис. 14).

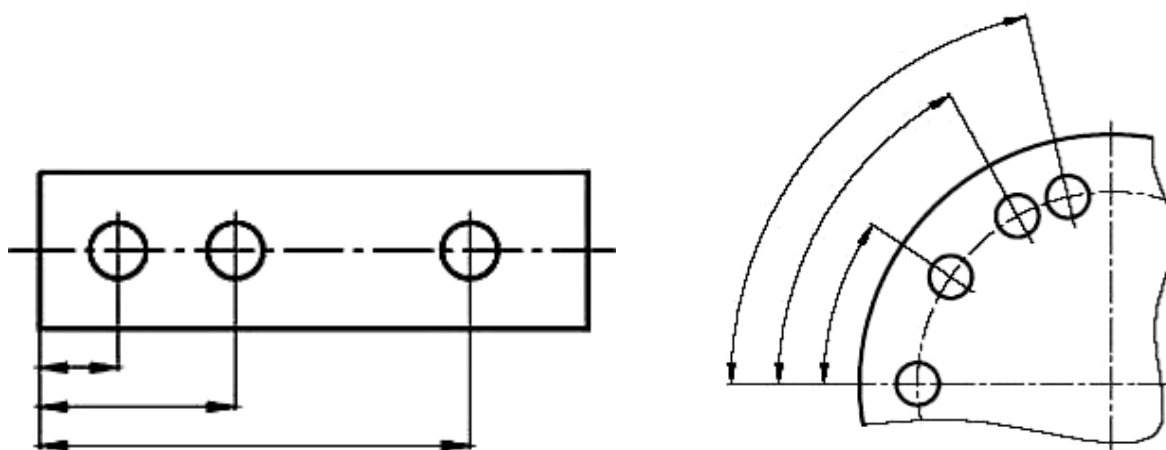


Рисунок 14 - Нанесение размеров от общей базы

2). *Размеры от нескольких общих баз* (Рис. 15).

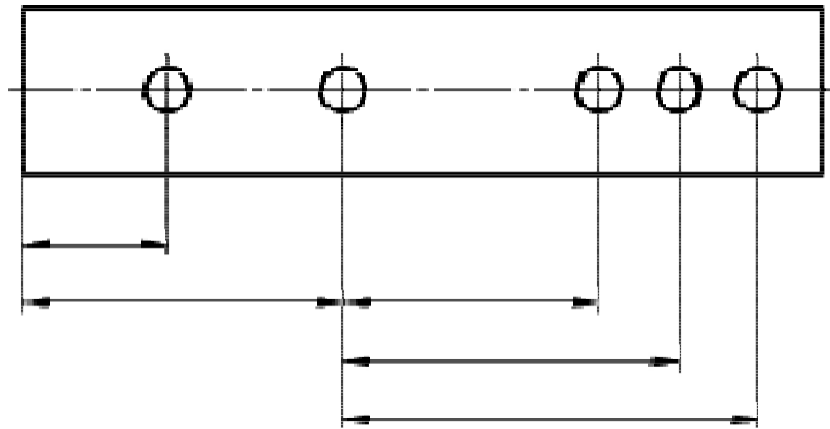


Рисунок 15 - *Нанесение размеров от общих баз*

3). *Указание размеров цепочкой* (Рис. 16). Размеры, наносимые между смежными элементами, указывают на участках изделия, где нет повышенных требований к сопрягаемым элементам. Такой метод расположения очень компактен.

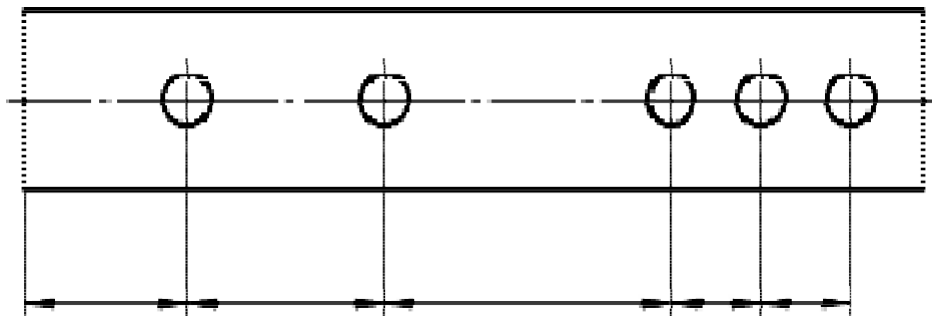


Рисунок 16 - *Указание размеров цепочкой*

Примечание: На всех изображениях, показанных на рисунках 14,15, 16, присутствуют отверстия, расположенные на оси симметрии. Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи (Рис. 17а), за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный. Такой размер отмечают знаком

« » (Рис. 17б). Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом, называются *справочными* (размеры для справок).

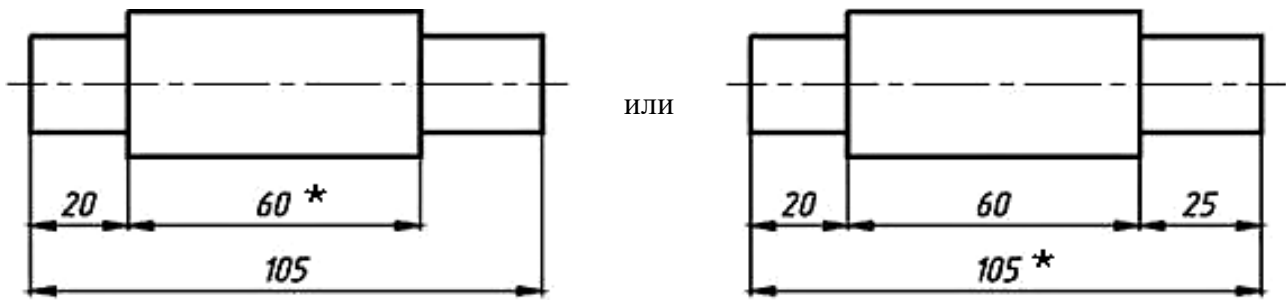
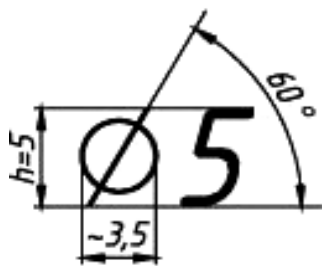


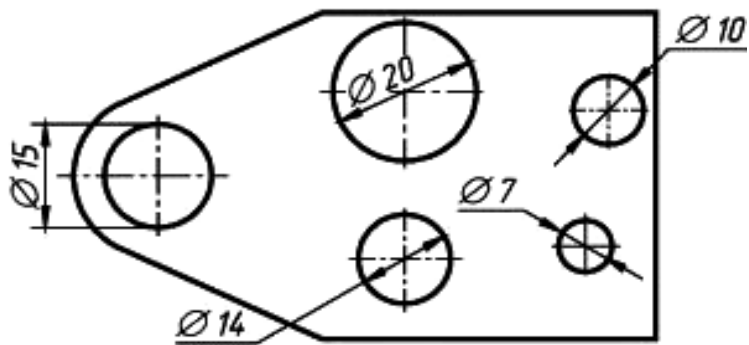
Рисунок 17 - Указание справочных размеров

1.4. Нанесение размеров отверстий, скруглений

При указании размера диаметра применяется знак « \varnothing », который наносится перед размерным числом (Рис. 18а). В качестве размерной линии нельзя применять осевые и центровые линии. Некоторые из вариантов простановки диаметральных размеров показаны на рисунке 18б.



а)



б)

Рисунок 18 - Простановка диаметральных размеров

При нанесении размера радиуса скруглений, перед размерным числом помещается знак « R » - прописная латинская буква R (Рис. 19).

 h - высота

Рисунок 19 - Высота знака радиуса

Если размеры радиусов на всем чертеже одинаковы или какой-либо радиус является преобладающим, то вместо нанесения размеров этих радиусов на изображении рекомендуется делать в технических требованиях запись типа: «Неуказанные радиусы 8 мм», «Радиусы скруглений 4 мм».

Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий (Рис. 20а). При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (Рис. 20б). Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (Рис. 20в).

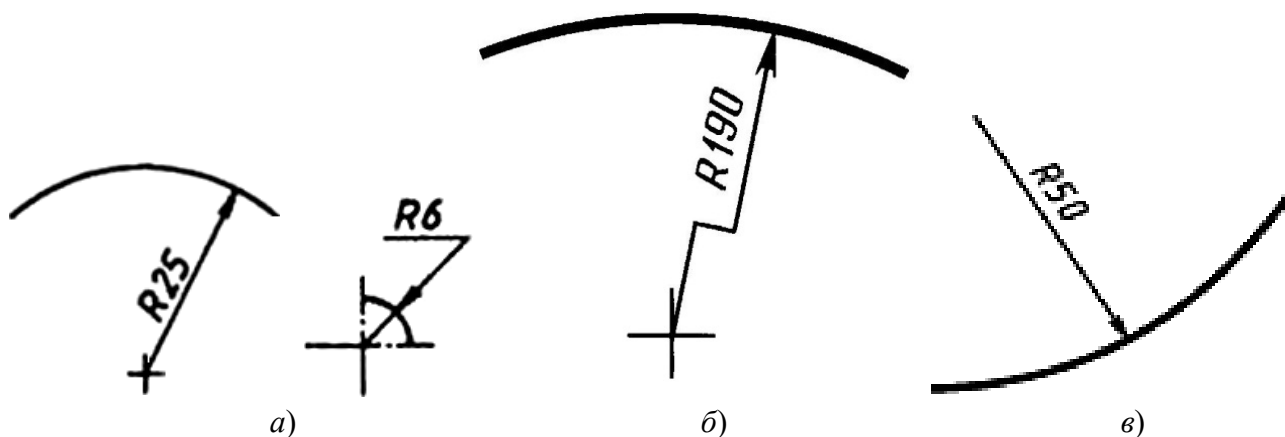


Рисунок 20 - Простановка размеров радиусов

При этом размерные линии радиусов проводят как со стороны вогнутости, так и выпуклости (Рис. 21). Выбор способа определяется удобством нанесения размерного числа и чтения чертежа.

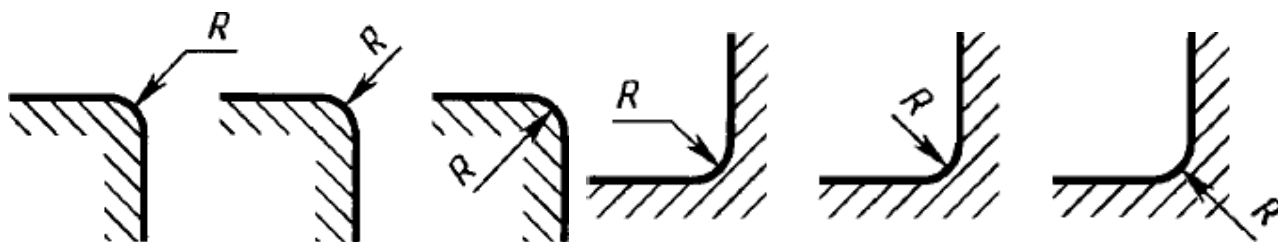


Рисунок 21 - Простановка внутренних и внешних радиусов

Радиусы скругления и сгибов, размер которых в масштабе чертежа 1 мм и менее, на чертеже не изображают, а размеры их наносят, как показано на рисунке 22.

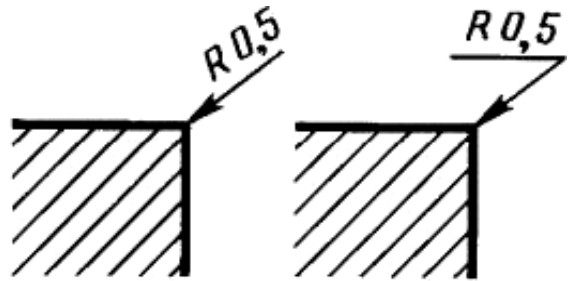


Рисунок 22 - Радиусы малых скруглений

При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой (Рис. 23а). При совпадении центров нескольких радиусов их размерные линии допускается не доводить до центра, кроме крайних (Рис. 23б). Размеры одинаковых радиусов допускается указывать на общей полке, как показано на рисунке 24.

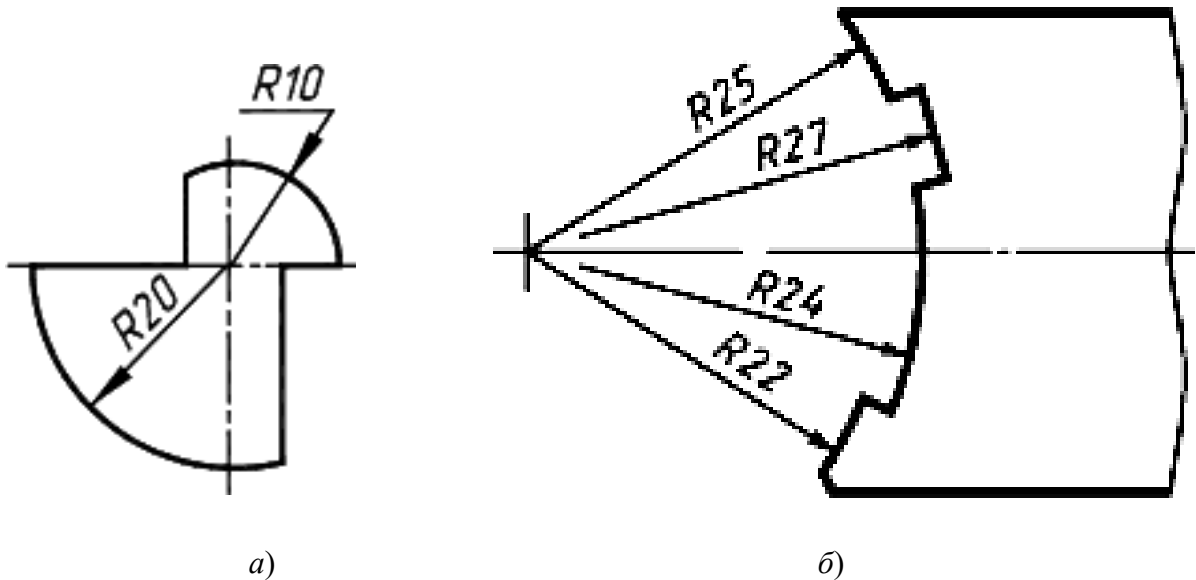


Рисунок 23 - Размеры нескольких радиусов скруглений

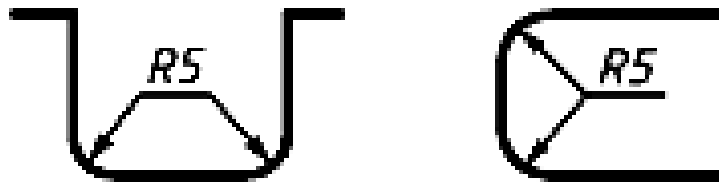


Рисунок 24 - Размеры одинаковых радиусов

Некоторые варианты простановки размеров радиусов показаны на рисунке 25.

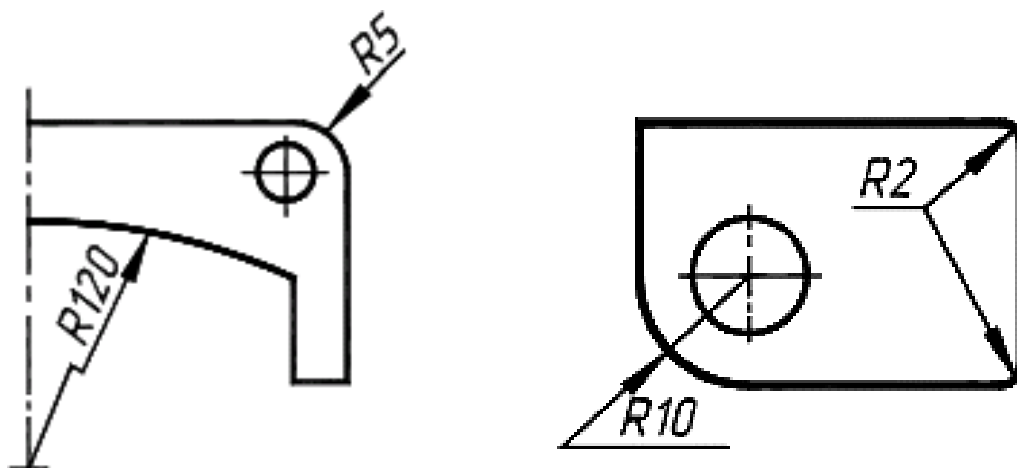


Рисунок 25 - Примеры простановки размеров радиусов

1.5. Нанесение размеров угла, дуги, хорды

При нанесении *размера угла* размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии радиально, то есть на продолжении сторон угла (Рис. 26а). При нанесении *размера дуги* окружности размерную линию проводят concentрично дуге, а выносные линии - параллельно биссектрисе угла, и над

размерным числом наносят знак дуги « \frown » (Рис. 26б). *Размер хорды* нанесен на рисунке 26в.

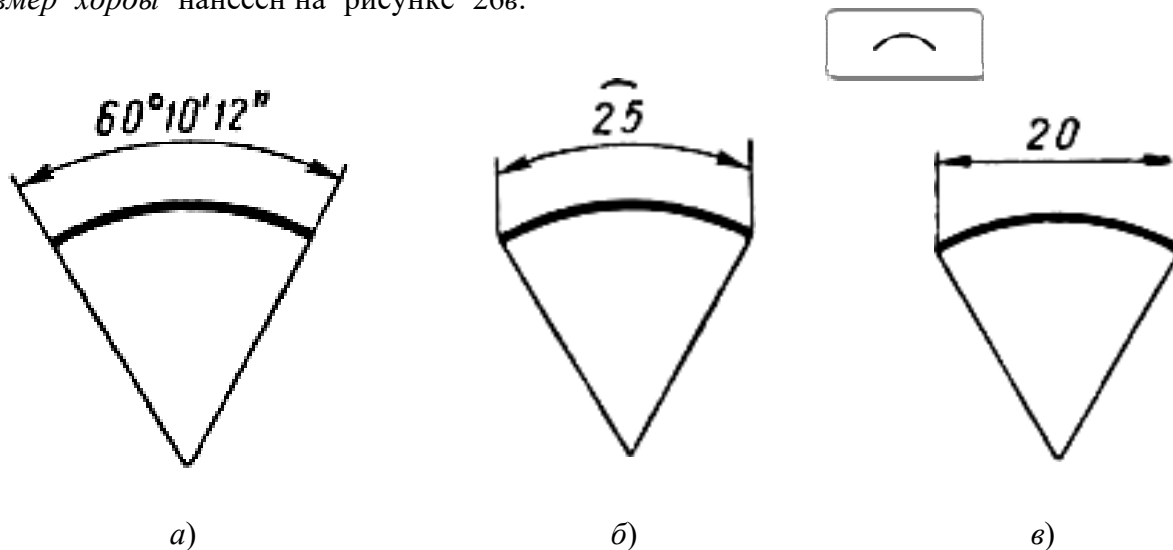
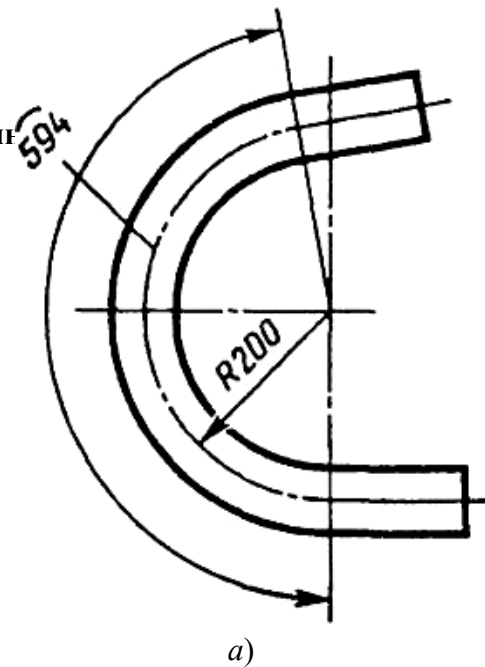


Рисунок 26 - Размер угла, дуги, хорды

1.6. Особые случаи нанесения выносок

Допускается располагать выносные линии размера дуги радиально, и, если у детали имеются еще другие концентричные дуги, необходимо указывать, к какой дуге относится данный размер (Рис. 27а).

При нанесении размеров деталей, подобных той, что изображена на рисунке 27б, размерные линии следует проводить в радиусном направлении, а выносные линии - по дугам окружностей.



а)



б)

Рисунок 27 - Расположение выносных линий размера дуги

1.7. Нанесение малых размеров

Для углов малых размеров из-за недостатка места размерные числа помещают на полках линий-выносок от размерных линий (Рис. 28).

Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, как показано на рисунке 29.

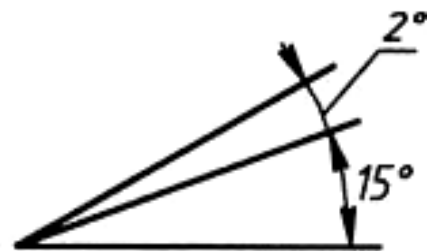
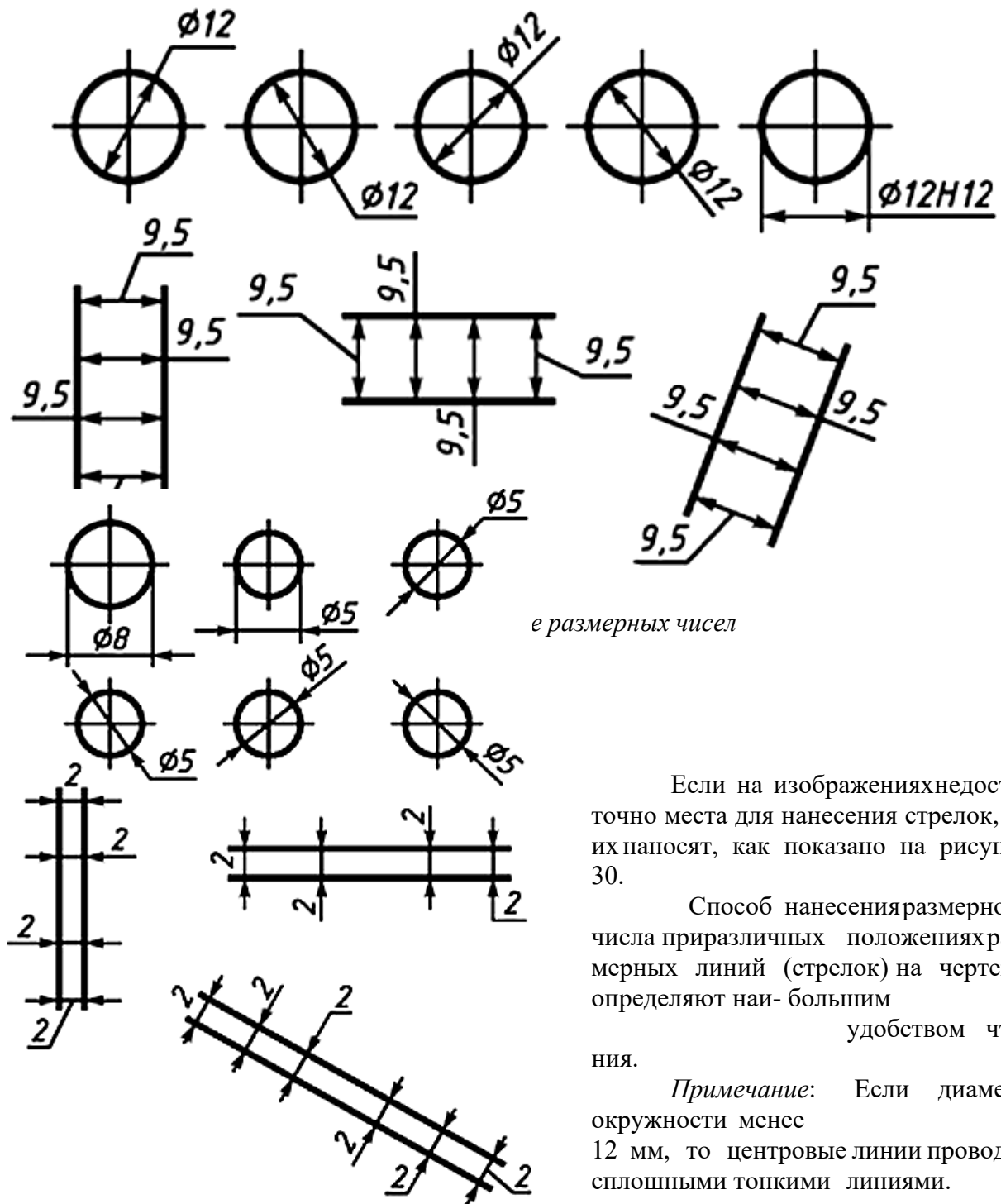


Рисунок 28 - Простановка малых угловых размеров



Если на изображениях недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят, как показано на рисунке 30.

Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяют наибольшим удобством чтения.

Примечание: Если диаметр окружности менее 12 мм, то центровые линии проводят сплошными тонкими линиями.

Рисунок 30 - Простановка стрелок размерных линий

1.8. Нанесение размеров на изображениях с разрывом, обрывом

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (Рис. 31).

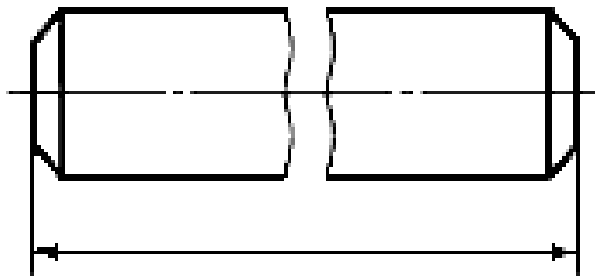


Рисунок 31 - Размер на изображение с разрывом

Размерную линию можно обрывать в случаях, указанных на рисунке 32. Если вид или разрез симметричного предмета или нескольких отдельно симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии стараются делать дальше оси или линии обрыва предмета.

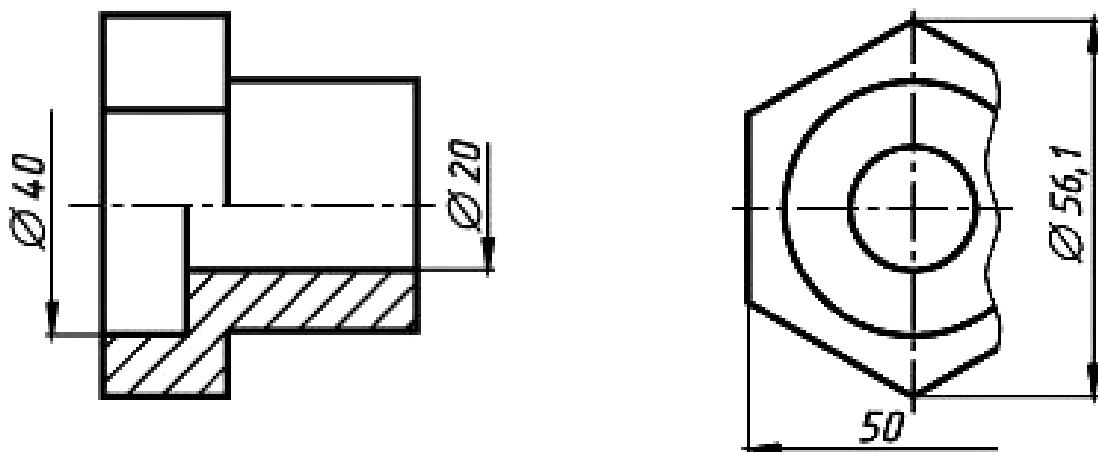


Рисунок 32 - Обрывы размерных линий

Размерные линии допускается проводить с обрывом и в следующих случаях:

- при указании размера диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (Рис. 33а);
- при нанесении размеров от базы, не изображенной на данном чертеже (Рис. 33б).

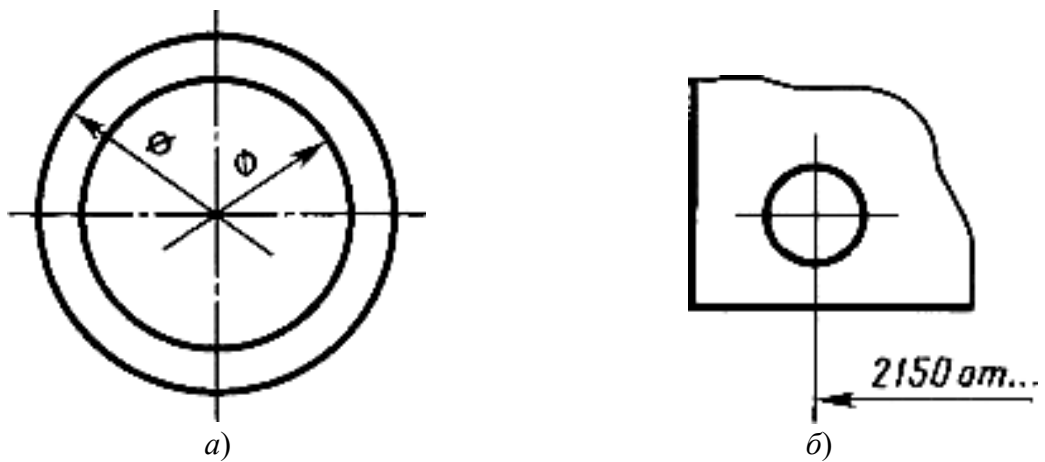
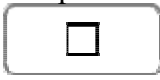


Рисунок 33 - Варианты обрыва размерных линий

1.9. Размеры квадратных и сферических поверхностей

При нанесении размера квадрата перед размерным числом помещается знак «». Размер квадратной поверхности наносится, как показано на рисунке 34. Высота знака квадрата должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже.

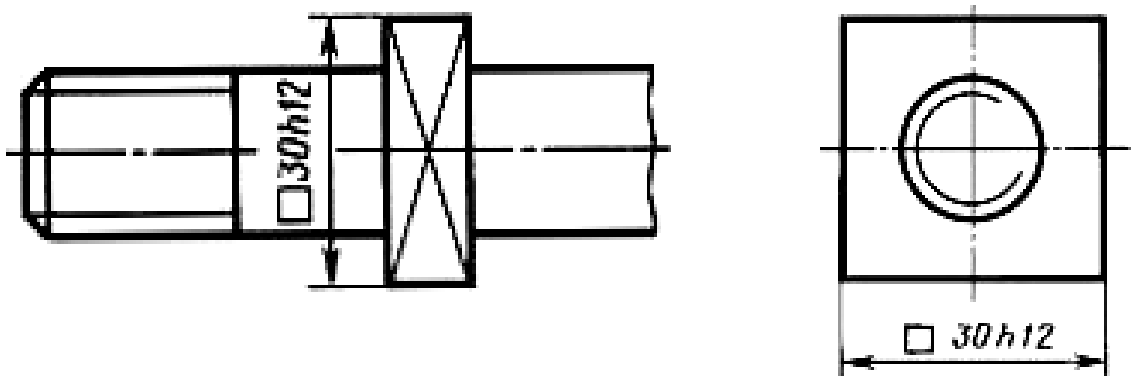
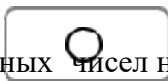


Рисунок 34 - Варианты нанесения размеров квадрата Сферическая поверхность за-

дается или знаком диаметра или знаком радиуса, как окружность или скругления (Рис. 35а). Если же сферу на плоском изображении трудно отличить от других поверхностей, то перед размерным числом наносится слово

«Сфера» или знак «», как изображено на рисунке 35б. Диаметр знака сферы равен размеру размерных чисел на чертеже.

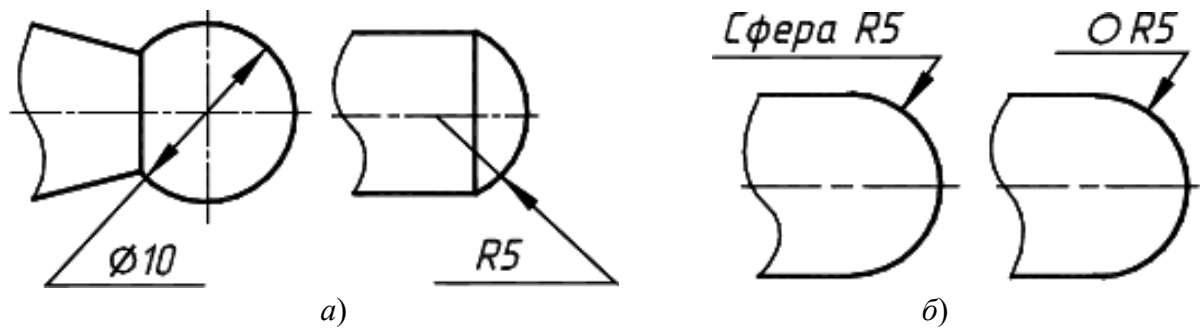


Рисунок 35 - Варианты нанесения размеров сферы

1.10. Нанесение размеров на изображениях фасок

Фаска - это поверхность, образованная скосом торцевой кромки материала деталей технологических целях (Рис. 36).

Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рисунке 37а. Если размер фаски в масштабе чертежа 1 мм и менее, то допускается указывать размеры на полке линии-выноски, проведенной от грани (Рис. 37б).

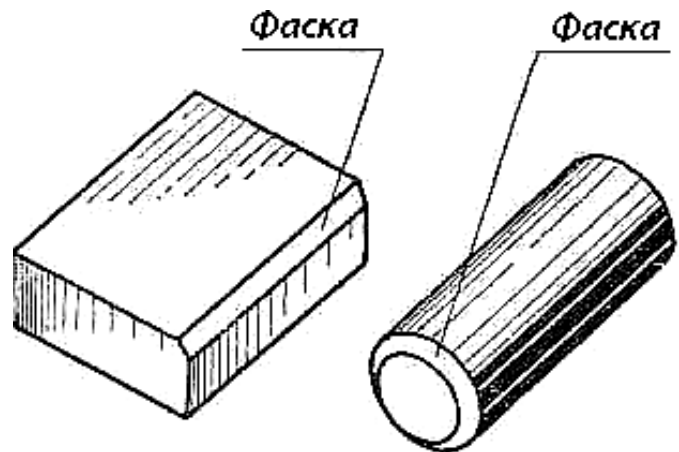
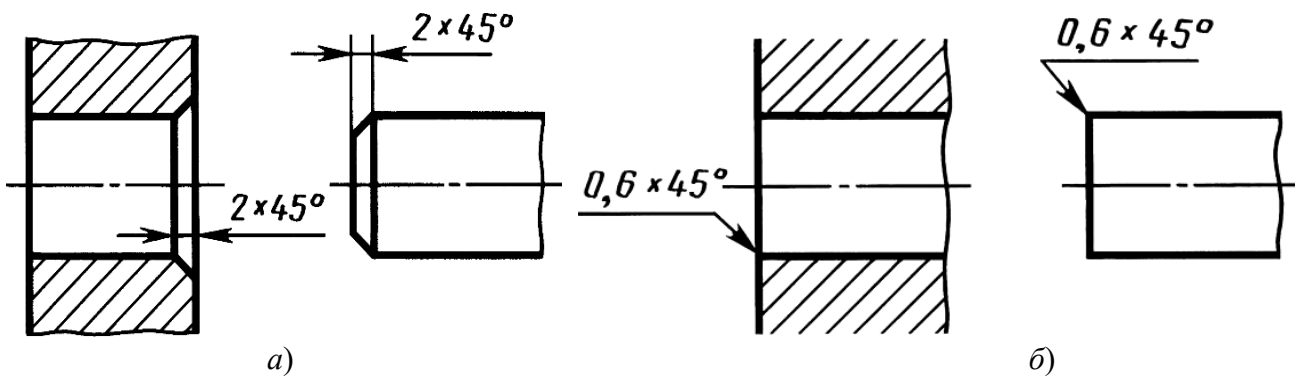


Рисунок 36 - Фаски

Рисунок 37 - Размеры фасок под углом 45°

Размеры фасок под другими углами указывают линейными и угловыми размерами по общим правилам (Рис. 38а) или линейными размерами (Рис. 38б).

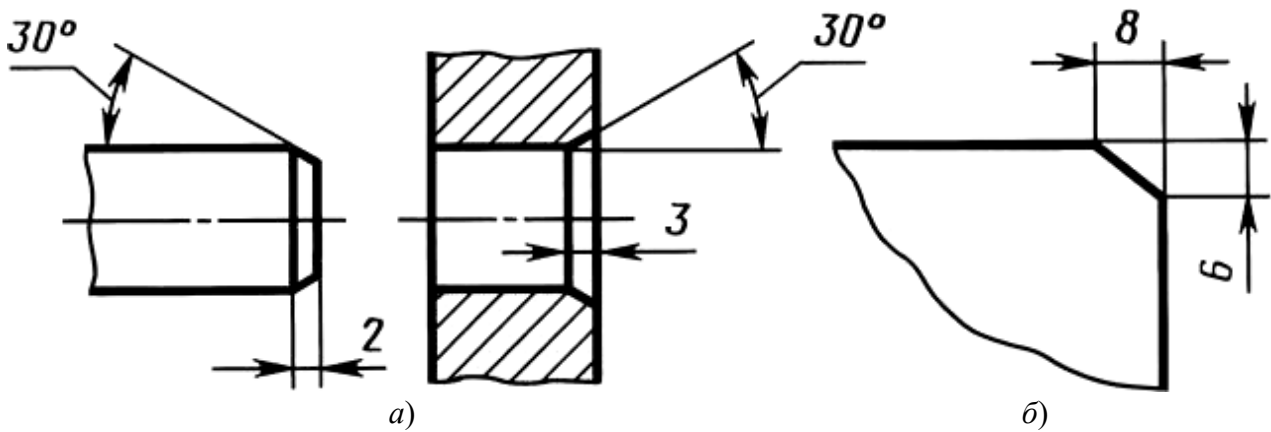
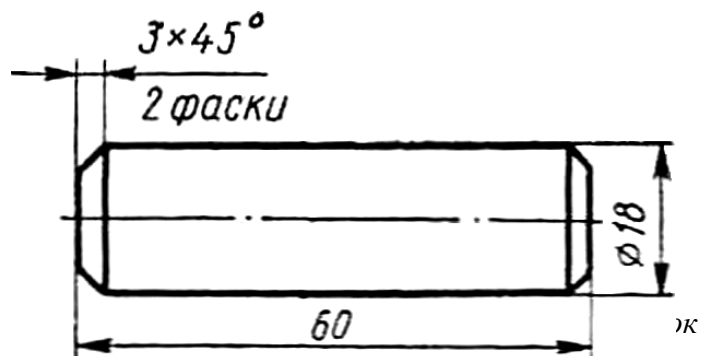


Рисунок 38 - Размеры фасок

Если на чертеже имеется несколько одинаковых фасок, то размер наносят один раз так, как показано на рисунке 39. Эта надпись означает, что снято две фаски размером 2 мм под углом 45° .



1.11. Нанесение размеров на изображения конструктивных элементов изделий

Шлиц - это паз в виде узкой прорези или канавки на головках винтов и шурупов (Рис. 40а). Нанесение размеров шлица представлено на рисунке 40б.

Проточка - это кольцевой желоб на стержне или в отверстии (Рис. 41а). Нанесение размеров проточки производят с помощью выносного элемента (Рис. 41б).

Нанесение размеров прямоугольного *паза* (выемки, углубления прямоугольной формы) показано на рисунке 42.

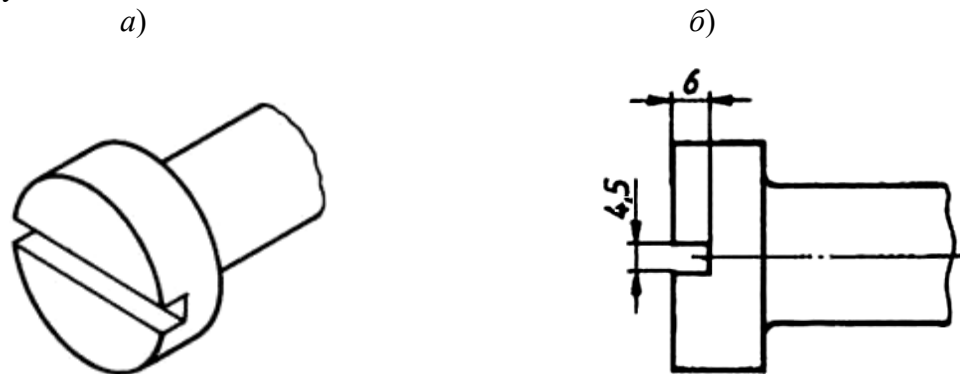


Рисунок 40 - Нанесение размеров шлица

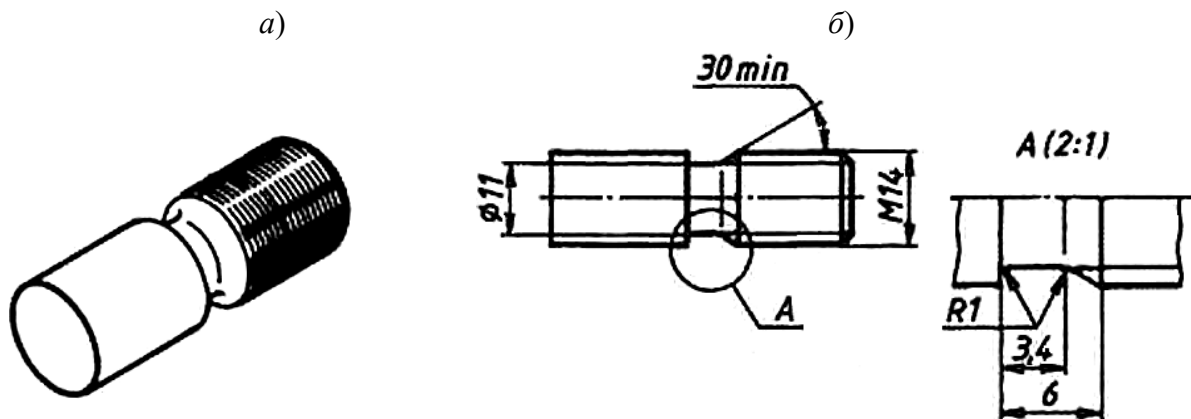


Рисунок 41 - Нанесение размеров проточки на стержне

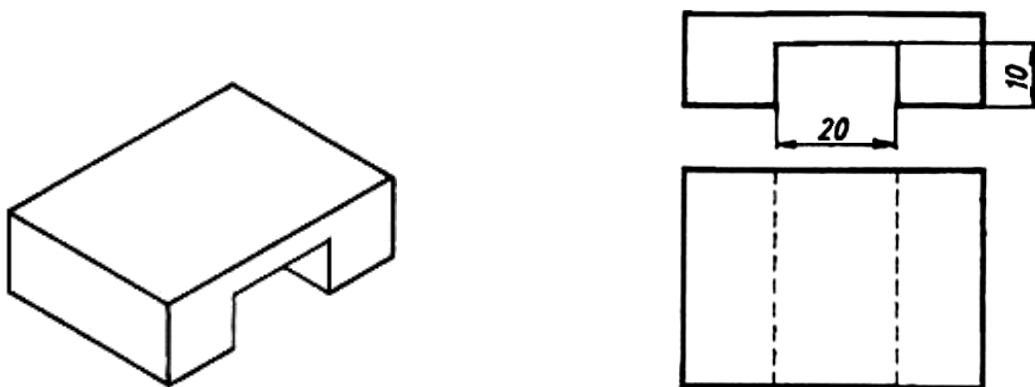


Рисунок 42 - *Нанесение размеров паза*

Нанесение размеров *галтели* (криволинейной поверхности плавного перехода одного элемента детали к другому) приведено на рисунке 43.

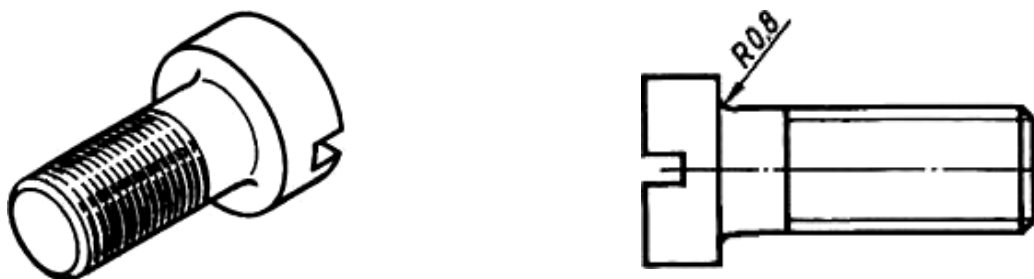


Рисунок 43 - *Нанесение размеров галтели*

Лыска - плоский срез на цилиндрических, конических или сферических участках деталей, как правило, параллельного оси вращения (Рис. 44а). Нанесение размеров лыски показано на рисунке 44б.

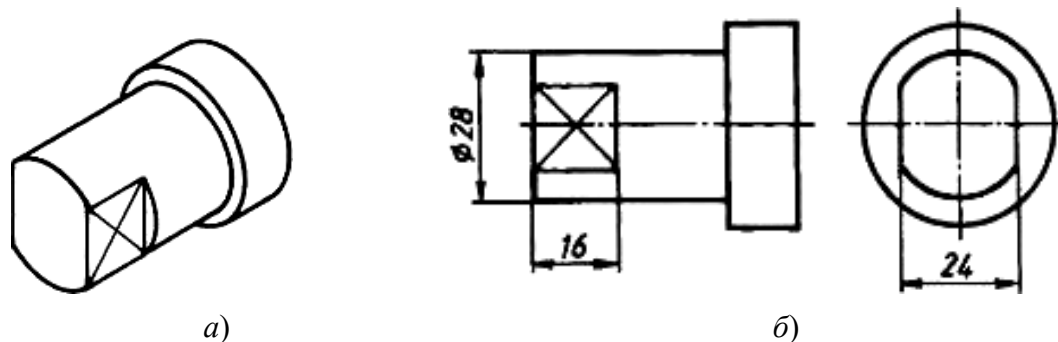


Рисунок 44 - Нанесение размеров лыски

1.12. Обозначение конусности и уклона

Конусностью называется отношение диаметра основания конуса к высоте. Конусность рассчитывается по формуле:

$$K = D / H, \quad (1.1)$$

где D - диаметр основания, H - высота конуса (Рис. 45а).

Если конус усеченный, то конусность рассчитывается как отношение разности диаметров усеченного конуса к его высоте. В случае усеченного конуса, формула конусности будет иметь вид:

$$K = (D - d) / h. \quad (1.2)$$

где D - диаметр большего основания, d - диаметр малого основания, h - высота усеченного конуса (Рис. 45б).

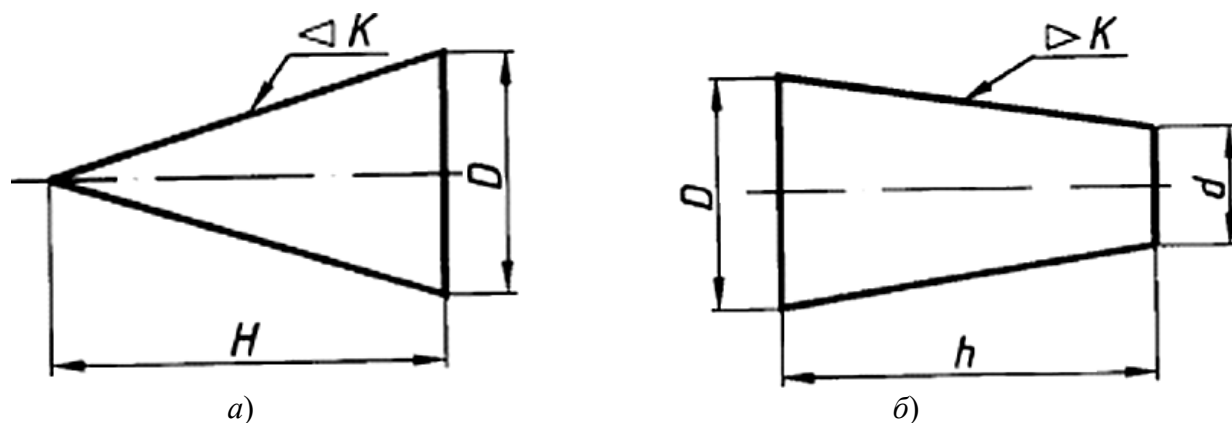
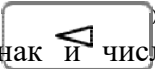


Рисунок 45 - Размеры для вычисления конусности: а) полных конусов;
б) усеченных конусов

Конусность, как правило, выражается в отношении двух чисел, например: 1:10; 1:12. Согласно ГОСТ 2.307-81 перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак

«», острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса. Знак и числа в виде соотношения следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски. В машиностроительных деталях конусность нельзя принимать произвольно, ГОСТ 8593-81 устанавливает следующий ряд: 1:3; 1:5; 1:7; 1:8; 1:10; 1:12; 1:15; 1:20 и т.д.


Уклон - это величина, характеризующая наклон одной линии (плоскости) по отноше-

нию к другой (Рис. 46). Уклон выражается отношением противолежащего катета CB к прилежащему катету AB :

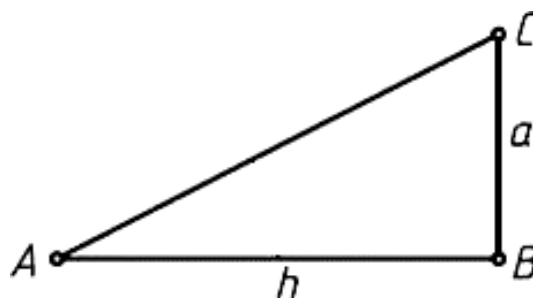
$$i = CB / AB = a / h, \quad (1.3)$$

где a - высота, а h - длина участка подъема.

Согласно ГОСТ 2.307-81 перед размерным числом определяющим уклон ставится

знак «  », острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.

Уклон поверхности следует указывать непосредственно у изображения поверхности или на полке линии-выноски в виде соотношения.



На рисунке 47 можно выявить выражение через тангенс углаконусности (а) и уклона (б).

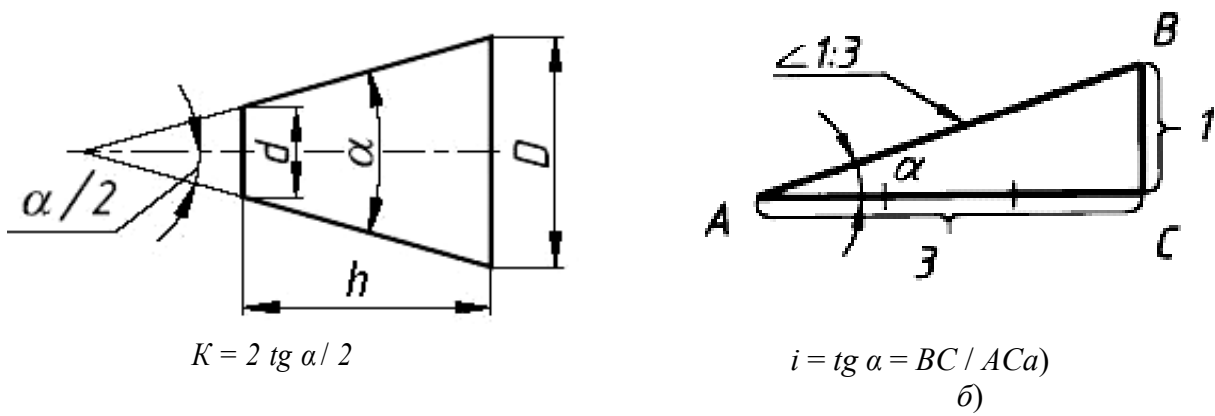


Рисунок 47 - Выражение через тангенс угла: а) конусности;
б) уклона

На рисунке 48 даны размеры знаков конусности и уклона для шрифта № 5 по ГОСТ 2.304-81.

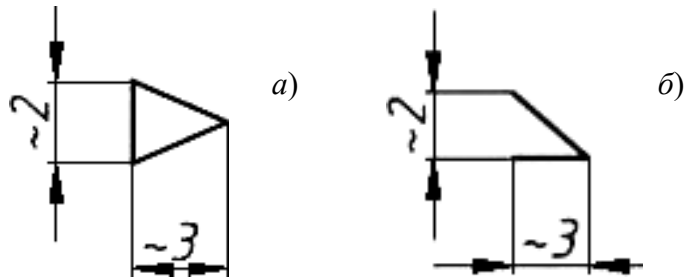


Рисунок 48 - Размер знаков: а) конусности; б) уклона

Примеры условных обозначений конусности приведены на рисунке 49, а уклона - на рисунке 50.

Примечание: Вместо отношения уклон может определяться процентами (Рис. 50б).

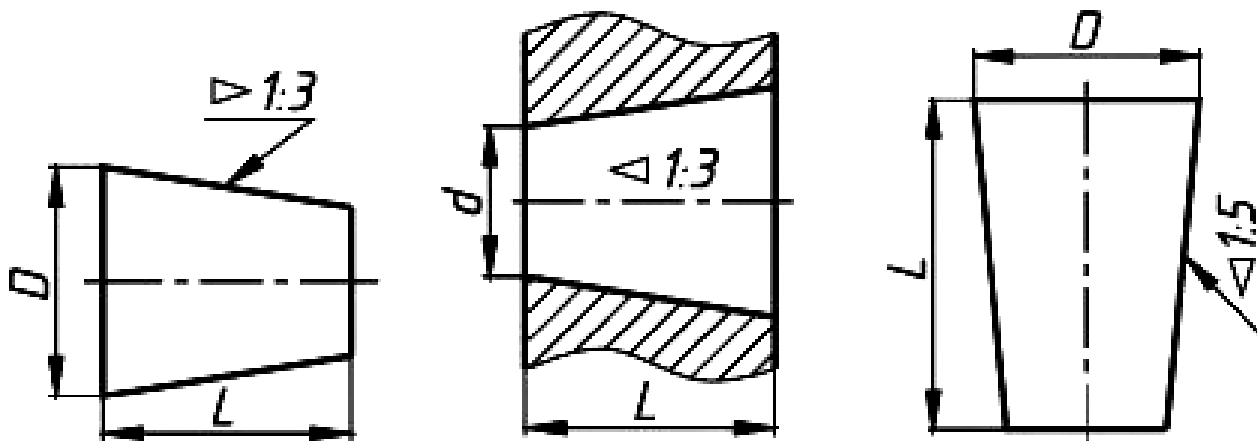


Рисунок 49 - Обозначение конусности

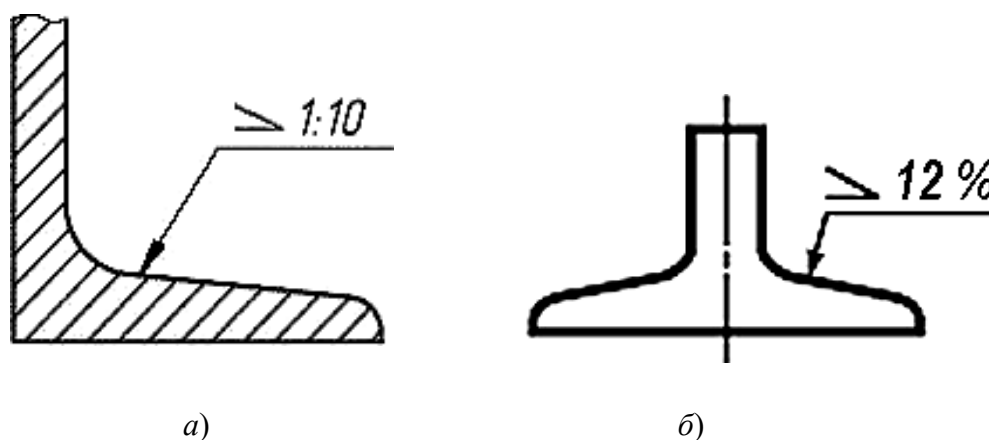


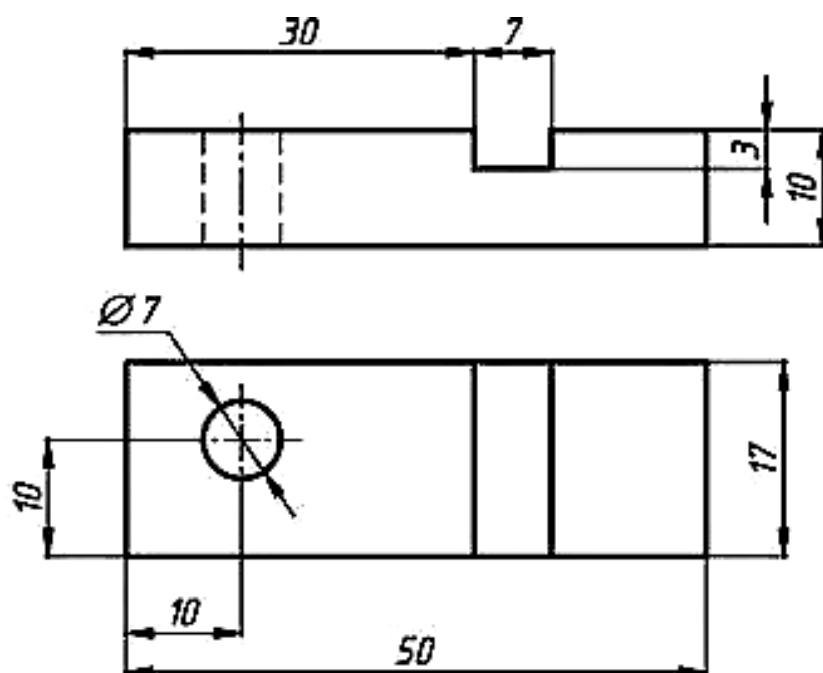
Рисунок 50 - Обозначение уклона

1.13. Размеры одного и того же конструктивного элемента

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу, например, отверстию, пазу, канавке, выступу и т.п., рекомендуется группировать в одном месте чертежа. Причем эти размеры необходимо располагать на том изображении изделия, на котором геометрическая форма данного конструктивного элемента показана наиболее отчетливо и

полно. Подобный пример изображен на рисунке 51.

Рисунок 51 - Группирование размеров



1.14. Размеры одинаковых элементов

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (Рис. 52).

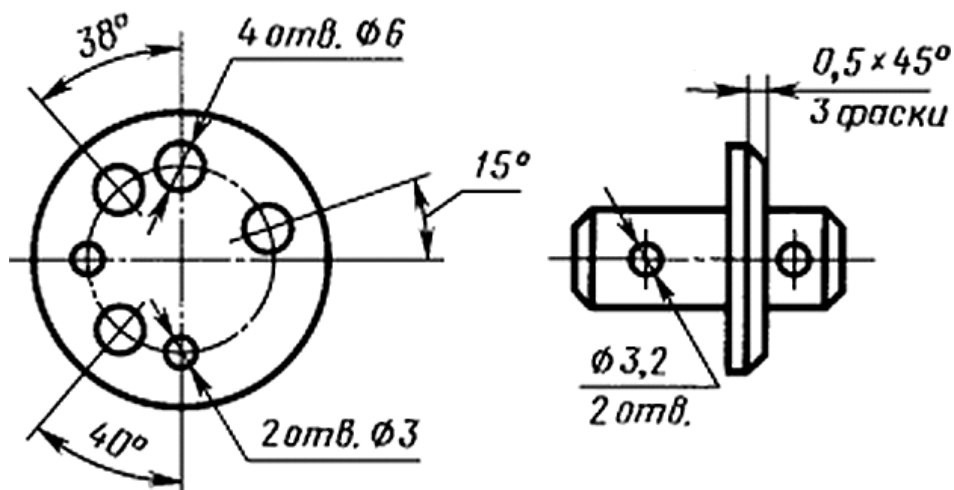


Рисунок 52 - Размеры одинаковых элементов

При нанесении размеров одинаковых элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (Рис. 53).

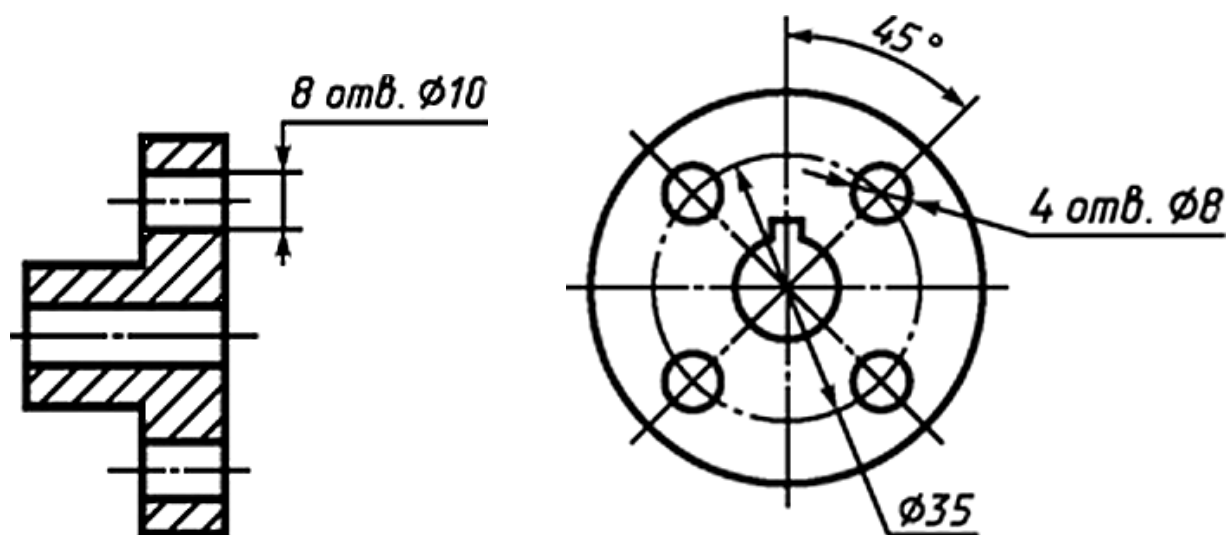


Рисунок 53 - Размеры одинаковых отверстий

Примечание: В таких случаях одинаковые элементы (например, отверстия) можно вычерчивать не полностью (Рис. 54).

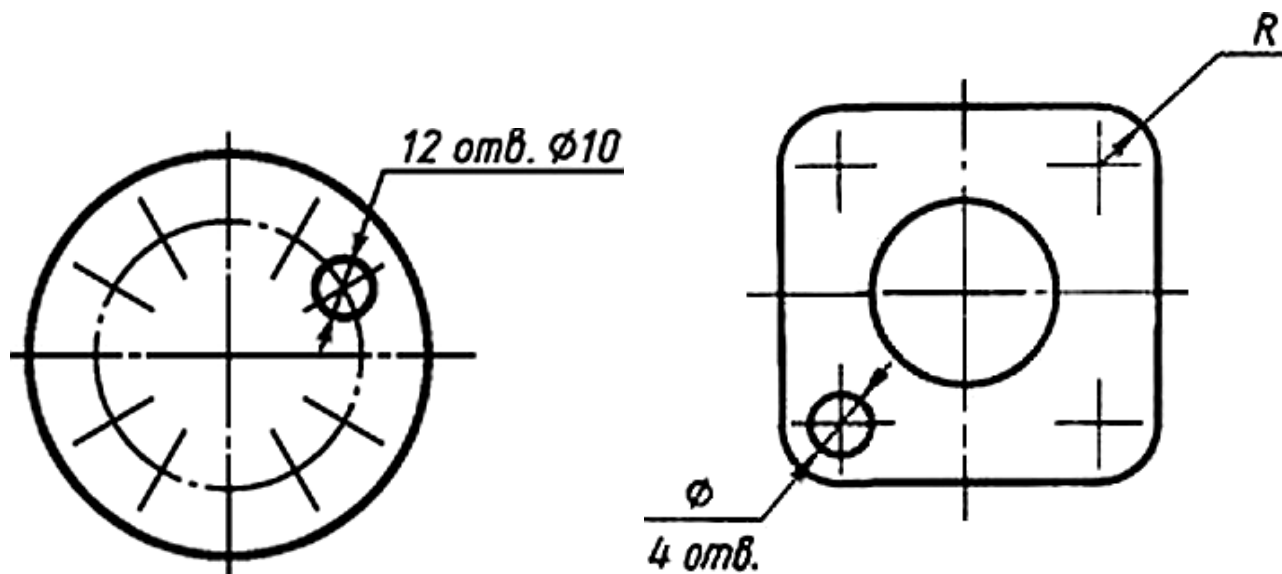


Рисунок 54 - Вариант нанесения размеров одинаковых отверстий

Одинаковые элементы, например, отверстия, расположенные в разных частях изделия рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка (Рис. 55а), или если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями (Рис. 55б). При отсутствии таких условий на чертеже указывают полное количество элементов (Рис. 55в).

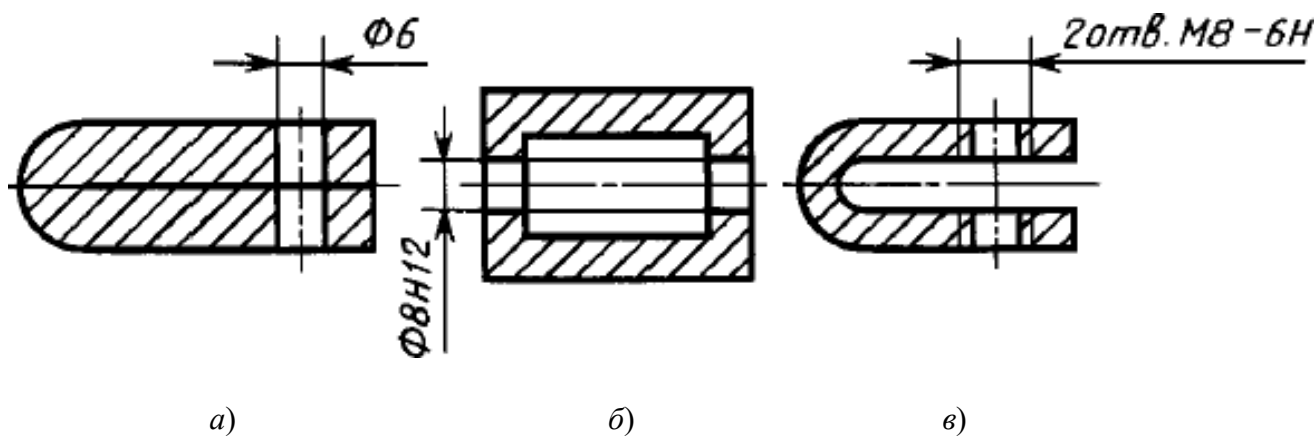


Рисунок 55 - Примеры нанесения размеров одинаковых отверстий

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами (например, отверстиями) изделия, рекомендуется наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (Рис. 56).

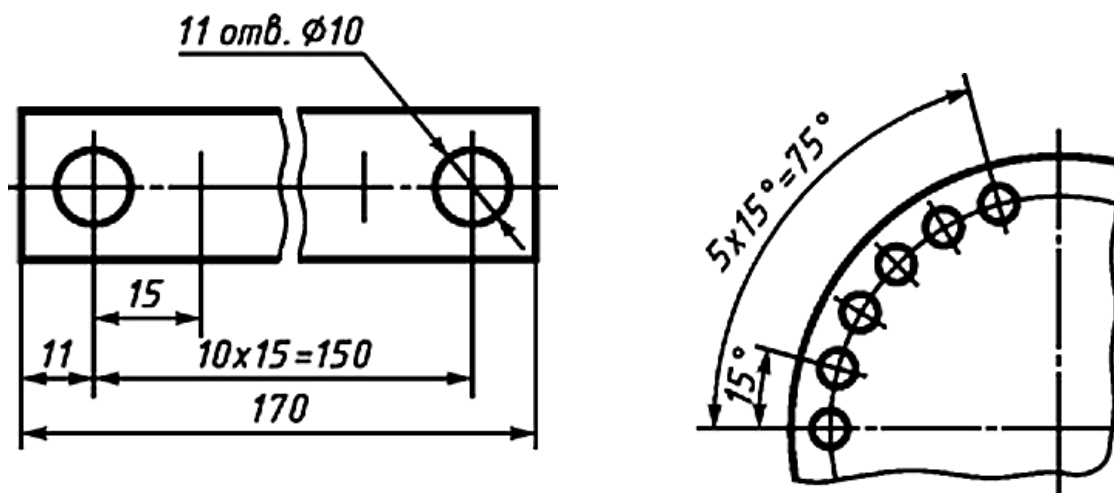


Рисунок 56 - Размеры равномерно расположенных одинаковых элементов

Если одинаковые элементы (например, отверстия) расположены на разных поверхностях изделия и вычерчены на разных изображениях, то количество этих элементов записывают отдельно для каждой поверхности (Рис. 57).

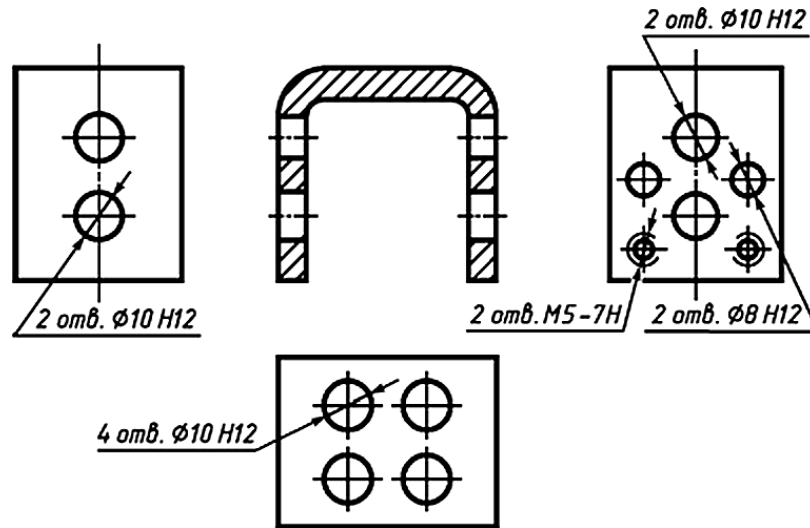


Рисунок 57 - Размеры одинаковых элементов на разных поверхностях

На рисунке 58а изображен контур изделия с несколькими одинаковыми радиусами. Вместо нанесения размеров этих радиусов на поле чертежа сделана надпись «Радиус скруглений 5 мм». На рисунке 58б нанесен размер радиуса 5 мм, остальные преобладающие радиусы на изображении не проставлены, взамен этого дана надпись «Неуказанные радиусы 3 мм».

1.15. Размеры симметрично расположенных элементов

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия, кроме отверстий, наносят один раз без указания их количества, концентрируя, как правило, в одном месте все размеры (Рис. 59, 60).

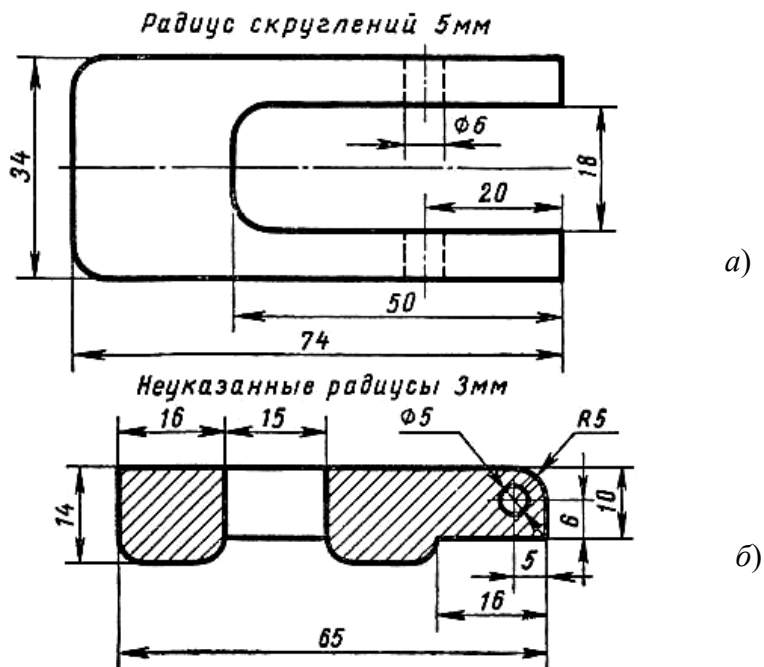


Рисунок 58 - Размеры одинаковых скруглений

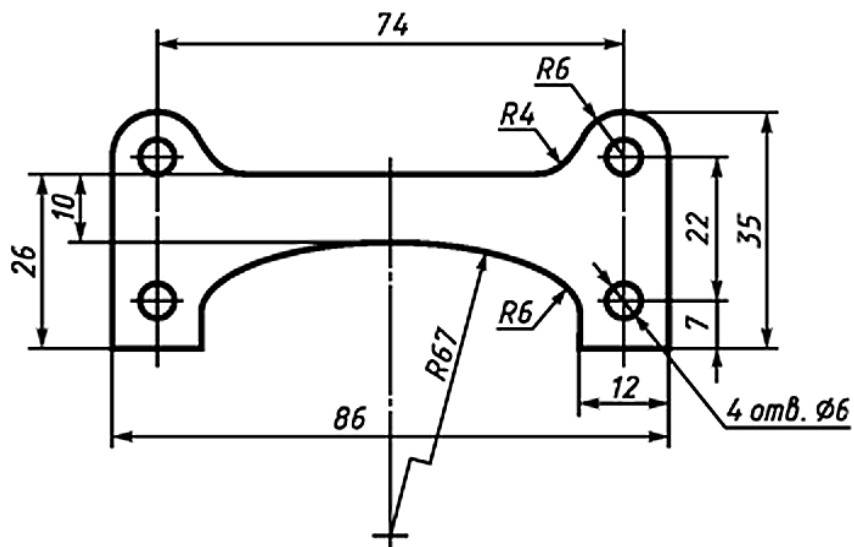
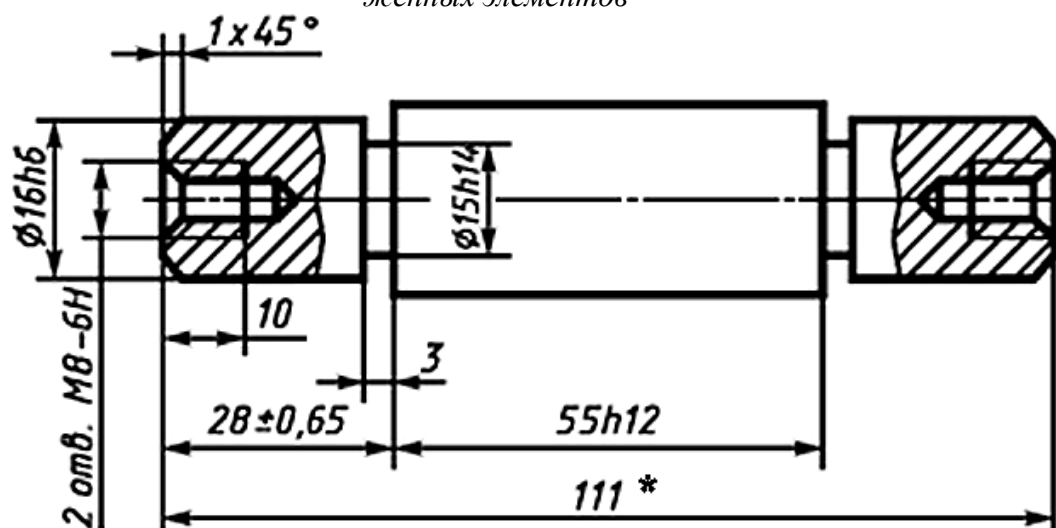


Рисунок 59 - Размеры симметрично расположенных элементов



* Размеры для справок.

Рисунок 60 - Размеры двух симметрично расположенных элементов

Примечание: В подобных случаях количество одинаковых отверстий указывают полностью, а их размеры - только один раз.

1.16. Некоторые положения нанесения размеров

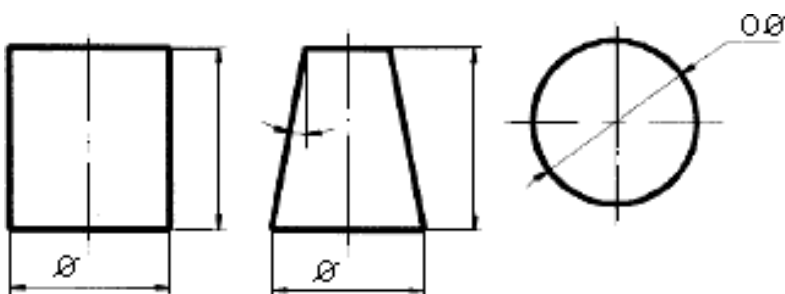
Выделим из вышерассмотренного и добавим к написанному некоторые положения нанесения размеров:

- 1). На чертежах проставляют *действительные размеры изделия*, независимо от выбора масштаба чертежа.
- 2). Каждый размер на одном чертеже указывают только один раз.

- 3). От линий невидимого контура (штриховых) размеры наносить нельзя.
- 4). Высоту размерных чисел (цифр) рекомендуется выбирать исходя из стандартной линейки размеров шрифта, но не менее 3,5 мм при написании карандашом (2,5 мм - тушью).
- 5). Высота знаков h должна быть приблизительно равна высоте цифр размерных чисел данного чертежа.
- 6). Не следует завышать размеры цифр, чтобы они не стали главенствующим элементом чертежа на листе.
- 7). Меньшие размеры проставляют ближе к изображению, а большие - дальше, исключая ненужные пересечения выносных и размерных линий.
- 8). Цифры размера всегда ставят посередине размерной линии или, при недостатке места, возможно ближе к ней и не должны касаться размерной линии или других линий чертежа, а также пересекать их.
- 9). *Общее количество размеров* на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.
- 10). Обязательным условием является *проставка габаритных размеров* всего изделия по длине, высоте и ширине.
- 11). Линии стрелок радиуса или диаметра всегда проходят через центр дуги или окружности, и, если они по каким-либо причинам его не достигают, направлены к центру.
- 12). Если дуга окружности замкнута более чем на $3/4$, то вместо радиуса необходимо наносить диаметр.
- 13). Если диаметр окружности менее 12 мм, то осевые штрих-пунктирные линии допускается заменять сплошными.
- 14). Не следует увлекаться вынесением цифровых величин размеров радиусов и диаметров на полочки линий-выносок, так как это перегружает чертеж дополнительными линиями.

1.17. Нанесение размеров с учетом формы предмета

Форма предмета на нанесение его размеров влияет всегда. Например, при простановке размеров деталей, представляющих сочетание геометрических тел, надо учитывать минимальное количество размеров, определяющих каждое простое геометрическое



тело и не допускать на чертеже лишних размеров.

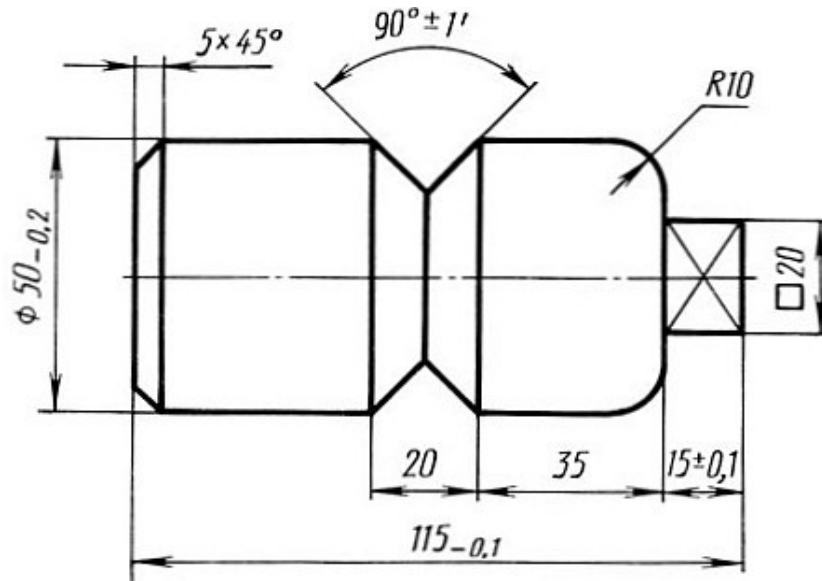
Для прямого цилиндра необходимо два размера; для конуса (усеченного)

- три; для сферы - один и т.д. (Рис. 61).

Следует помнить также, что с геометрической точки зрения размеры следует наносить в такой последовательности:

- размеры каждой части формы предмета;
- размеры, связывающие все геометрические формы между собой;
- габаритные размеры (наибольшая длина, высота, ширина) (Рис. 62).

Рисунок 62 - Правильное нанесение размеров



Если выполнено одно изображение детали, то размер ее толщины или длины наносят, как показано на рисунке 63.

Перед числом, указывающим толщину детали, наносят букву $S(s)$, а перед числом, указывающим длину детали, - букву $L(l)$.

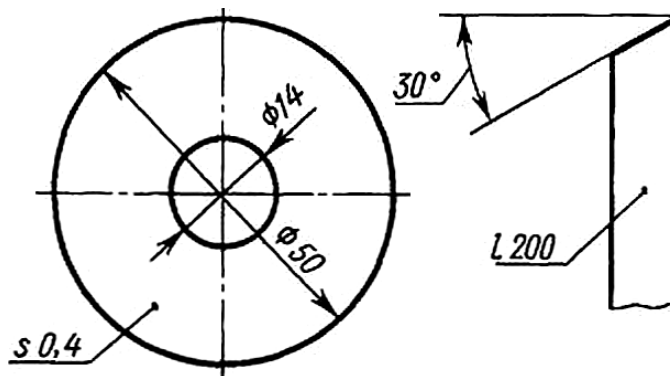


Рисунок 63 - Размер толщины или длины детали

Глава II. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖЕ

ГОСТ 2.307-68 устанавливает только общие правила нанесения размеров, и не ставит задачу на установление правил простановки размеров в зависимости от каждого конкретного случая. Ко всему прочему стандарт не обеспечивает единственного варианта нанесения размеров. На чертежах одной и той же детали можно проставить размеры по-разному, и все эти варианты будут соответствовать требованиям ГОСТ. Очень многое зависит от опыта конструктора и его знаний технологий изготовления деталей различных форм.

2.1. Этапы нанесения размеров на контуре детали

В масштабе (1:1) в тонких линиях карандашом построим контур рассматриваемой детали (Рис. 64). Для этой детали целесообразно в первую очередь нанести элементные размеры трех круглых (30, 10, 6) и одного квадратного (15) отверстий. Габаритные размеры изображения детали достаточно велики, поэтому указанные выше элементные размеры можно выполнить в пределах самого изображения детали.

Далее следует сразу же нанести привязочные размеры этих элементов, то есть привязать их к выбранным базам. Для плоской детали в качестве баз выбираем ее прямолинейные кромки. Таких баз можно выбрать три: *A*, *B* и *B*. Теоретически для привязки элементов достаточно двух баз, но в ряде случаев (например, как в нашем) количество баз лучше иметь в большем количестве. Будем базы *A* и *B* считать основными, а базу *B* - дополнительной (Рис. 65).

Центр отверстий к базам можно привязать двумя координатами или одной координатой и углом. Поскольку центры всех отверстий лежат на одной прямой, второй вариант более приемлем, так как экономичней. Квадратное отверстие привязывается к базам двумя своими сторонами. В итоге получаем чертеж (Рис. 65). Отверстие (30) привязано к базе *A* размером 34, а к базе *B* размером $(24 + 12 + 30 = 66)$. Отверстие, например, (6) привязано к базе *B* размером 30 и углом 45° .

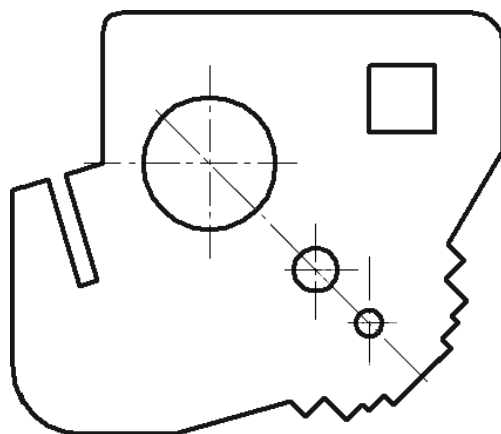


Рисунок 64 - Контур детали

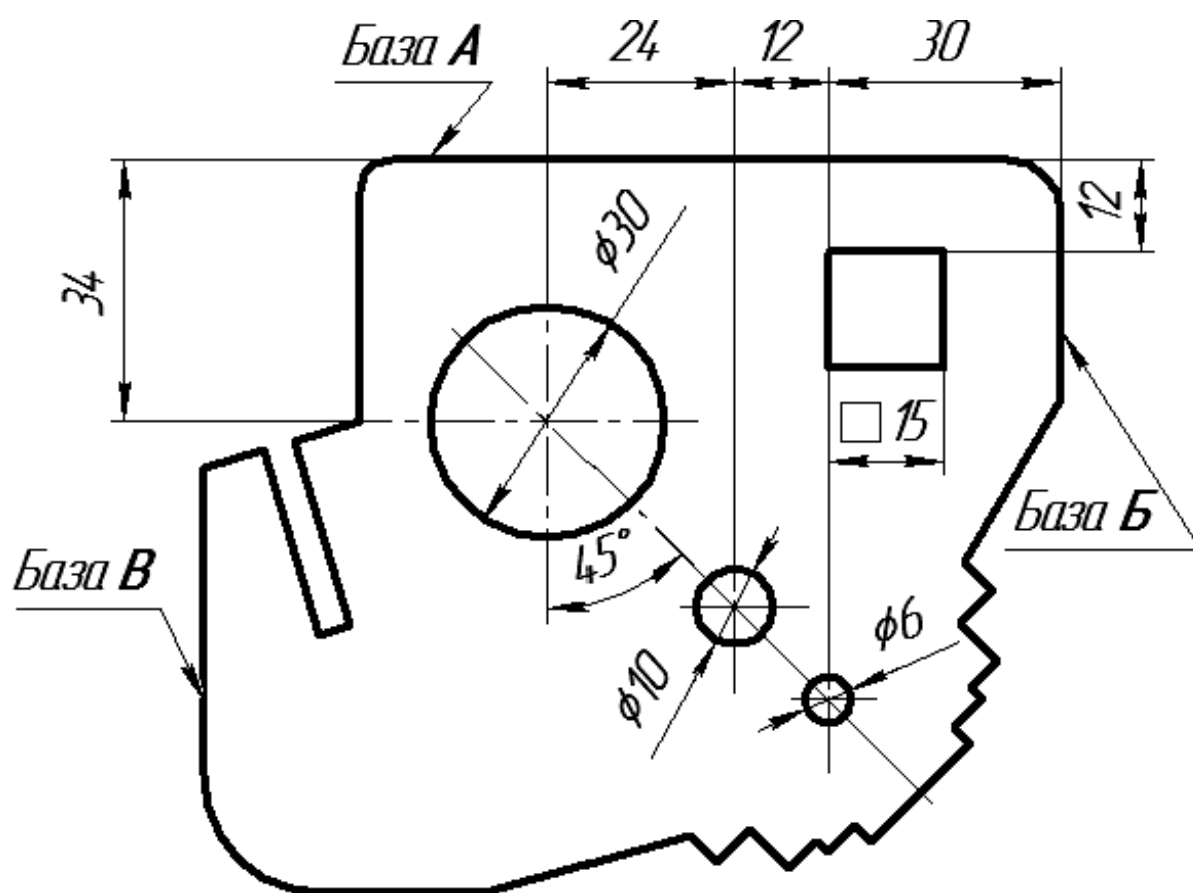


Рисунок 65 - Выбор размерных баз

Выполнив размеры элементов, приступаем к нанесению размеров контура. Наносим размеры со ступенчатого выступа, расположенного в правом нижнем углу детали. Выступы прямоугольные и расположены симметрично относительно прямой, проходящей через центры отверстий. Следовательно, на чертеже указываем их полную ширину (размеры 18, 28, 38 и 50) и высоту

(размеры 3, 2, 7, 5). При нанесении последних размеров из-за того, что длины размерных линий невелики, вместо стрелок ставим точки, а размеры 2 и 5 наносим на горизонтальной полке линии-выноски.

Размеры 18, 28, 38 и 50 размещаем над соответствующими размерными линиями

в шахматном порядке (Рис. 66).

Точку D привяжем к базе B - это линейный 18 и угловой 45° размеры или центр отверстия (10) и размер $(5 + 7 + 2 + 3 = 17)$.

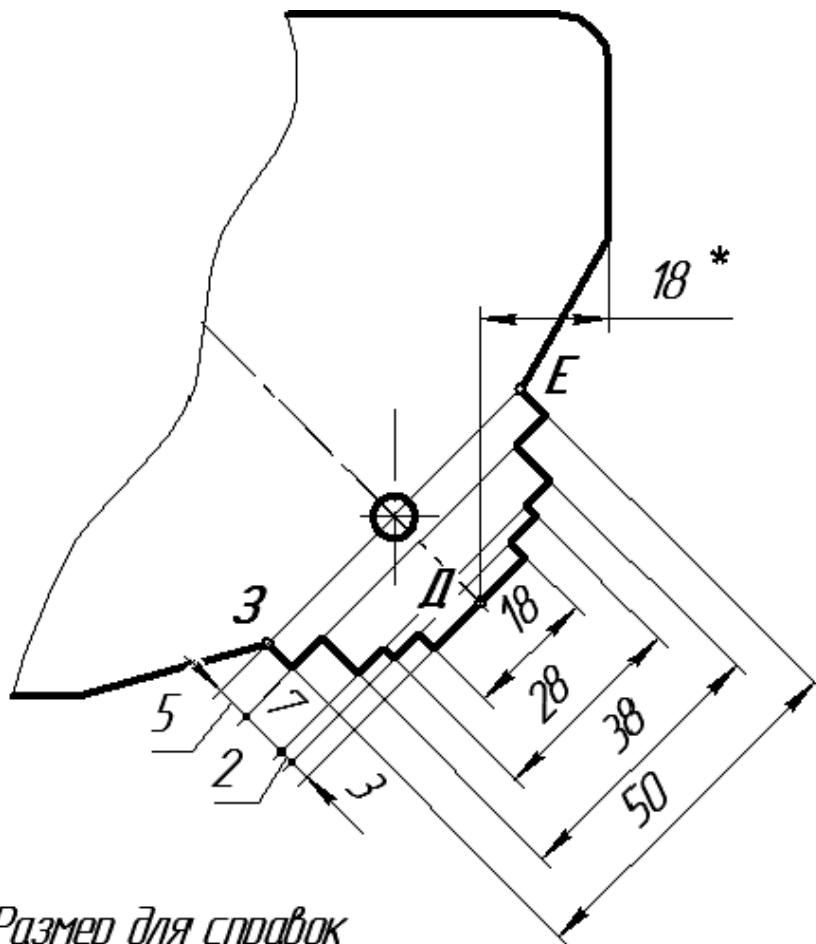
Получается, что размерная ц от нанесения одного размера справок

- 18* (Рис. 66).

* - Размер для справок

При выполнении размеров в правом верхнем углу детали возможны два варианта нанесения, которые показаны на рисунке

67. Принимаем первый вариант простановки размеров. Точка E



определяется при построении ступенчатого выступа. Теперь переходим к левому нижнему углу детали.

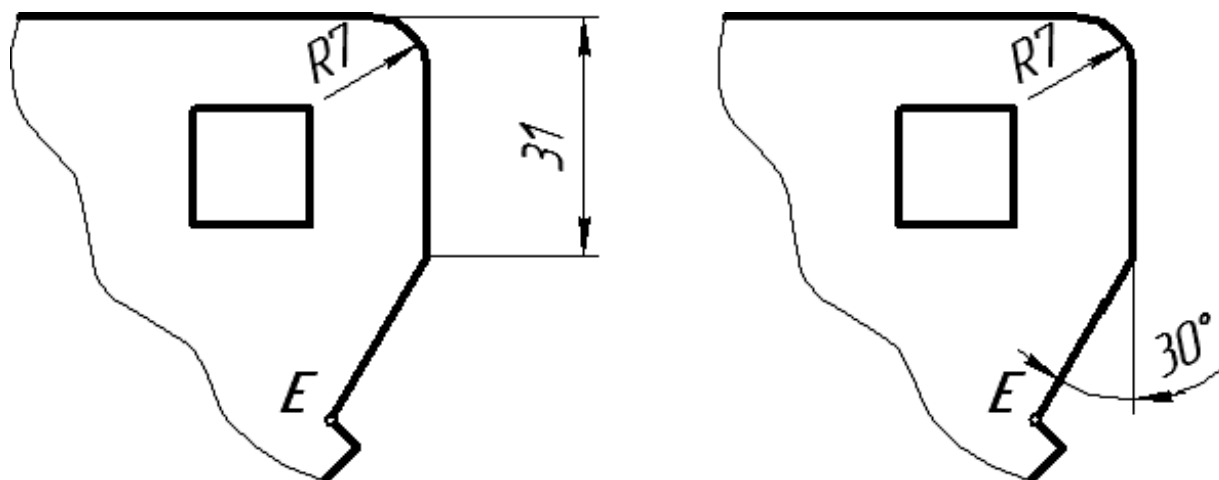


Рисунок 67 - Определение точки *E*

По аналогии с рисунком 67 выполним размеры на рисунке 68. Здесь точка *Ж* контура привязана к первой базе *A* размером 95 (габаритным), как дополнительной базе *B* размером 36. Следующая точка *З* определена при построении выступа. Две точки *И* и *К* находят

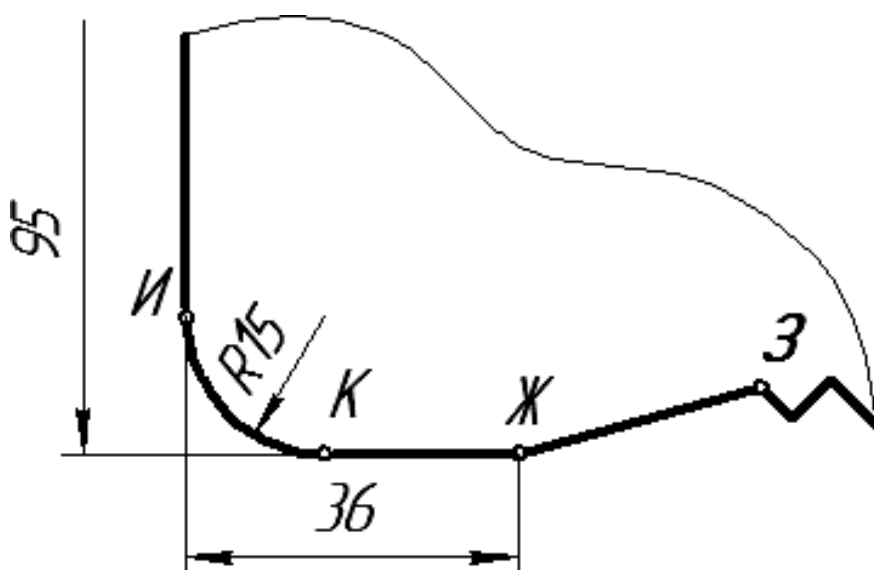


Рисунок 68 - Определение точек *Ж*, *И* и *К*

построением сопряжения, после этого из центра сопряжения наносится размер $R15$.

Завершаем задачу нанесением размеров в левом верхнем углу детали (Рис. 69). Точку *Л* контура задаем ее привязкой к базе *A* (размер 40), а точку *М*, учитывая, что она лежит

на горизонтальной выносной линии, проходящей через центр отверстия (30), можно задать, привязав ее одним размером 20 к дополнительной базе *B*. Задаем ширину и глубину прорези

- это размеры 4 и 25. В заключение привязываем левую кромку прорези к точке *L* (размер 8) и проставляем размер радиуса закругления R_4 .

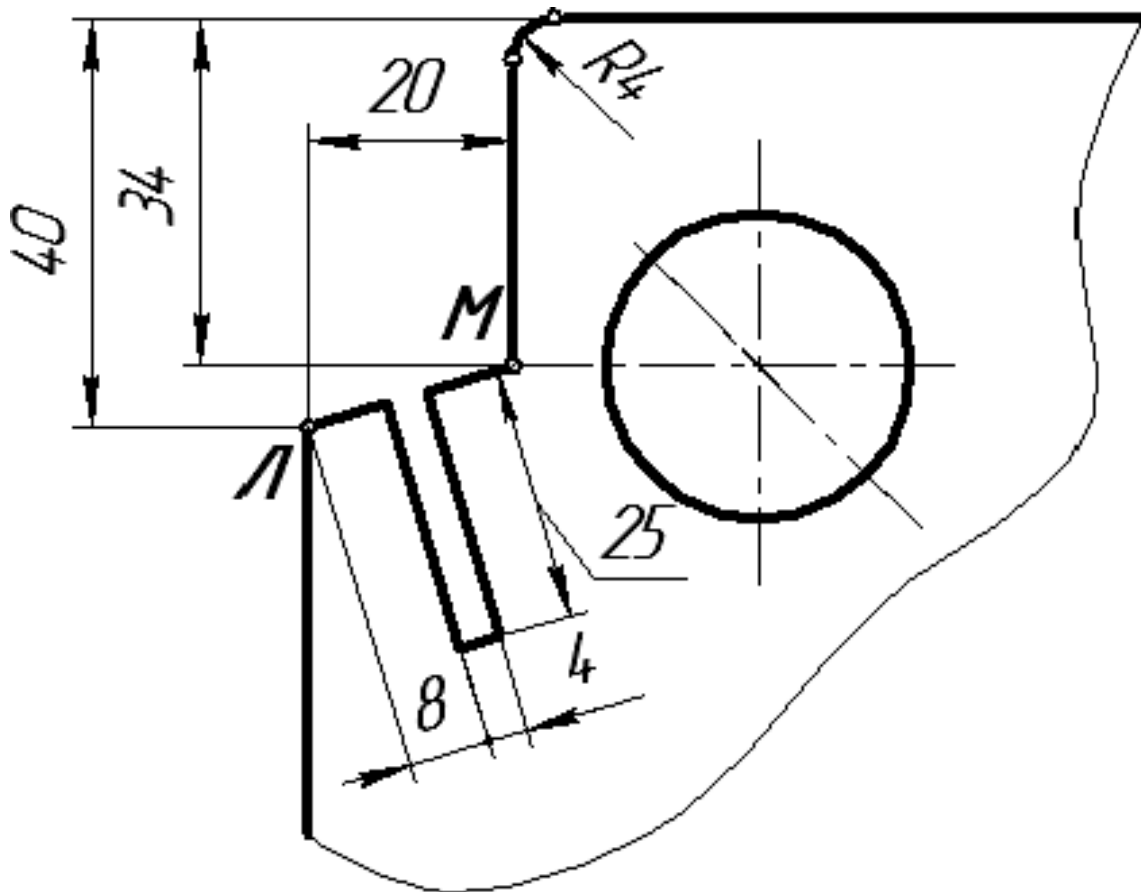


Рисунок 69 - Определение точек *L* и *M*

На заключительном этапе простановки размеров выполняем два габаритных размера 95 и 110 (Рис. 70). После завершения работы по определению и нанесению размеров чертеж окончательно оформляется.

Примечание: Чтобы указать, что какая-то деталь плоская на произвольном месте изображения ставим точку, от нее проводим линию-выноску и на полке последней наносим размер, например s_6 . Это означает, что деталь плоская и ее толщина составляет 6 мм (См. рисунок 63).

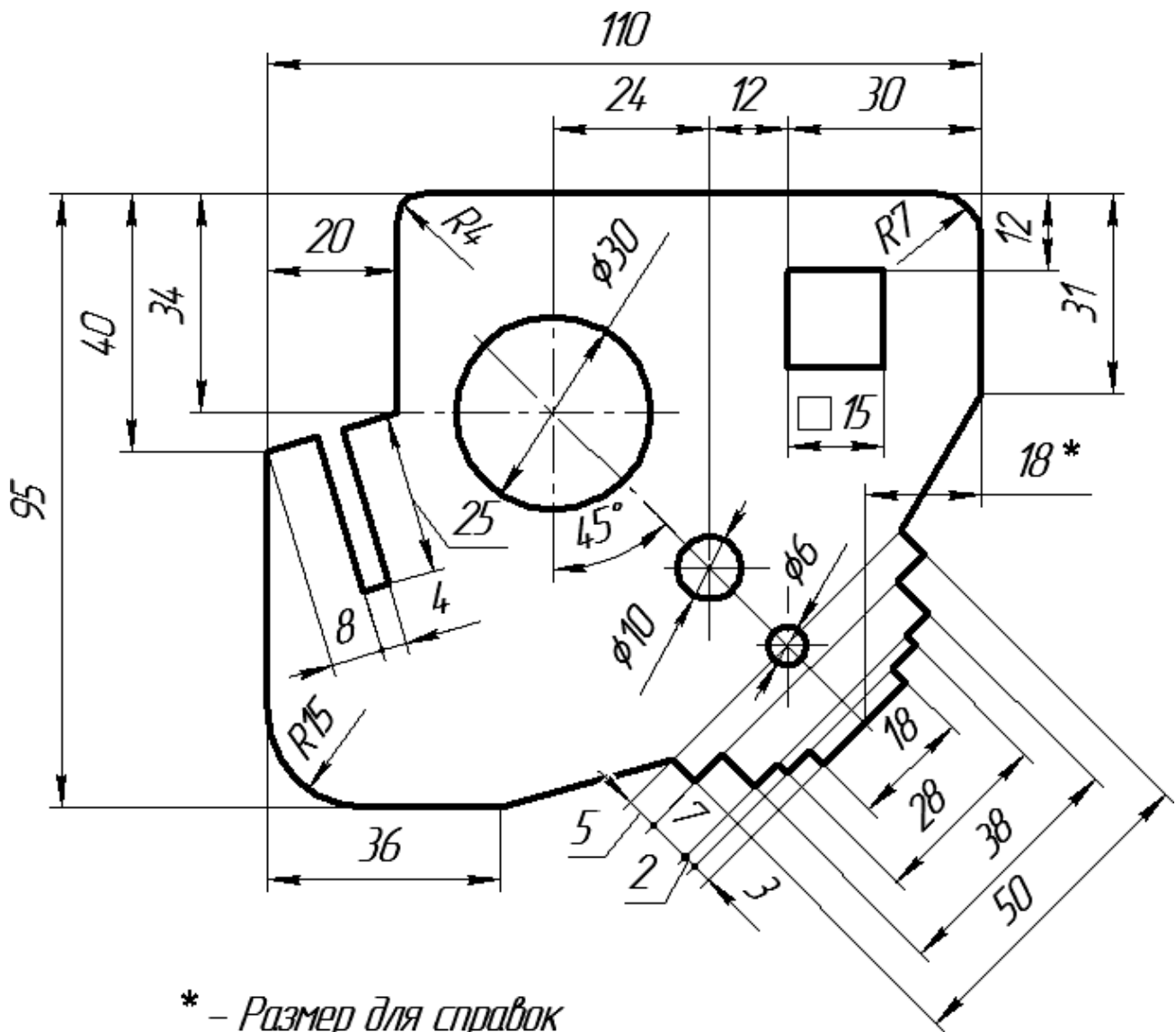
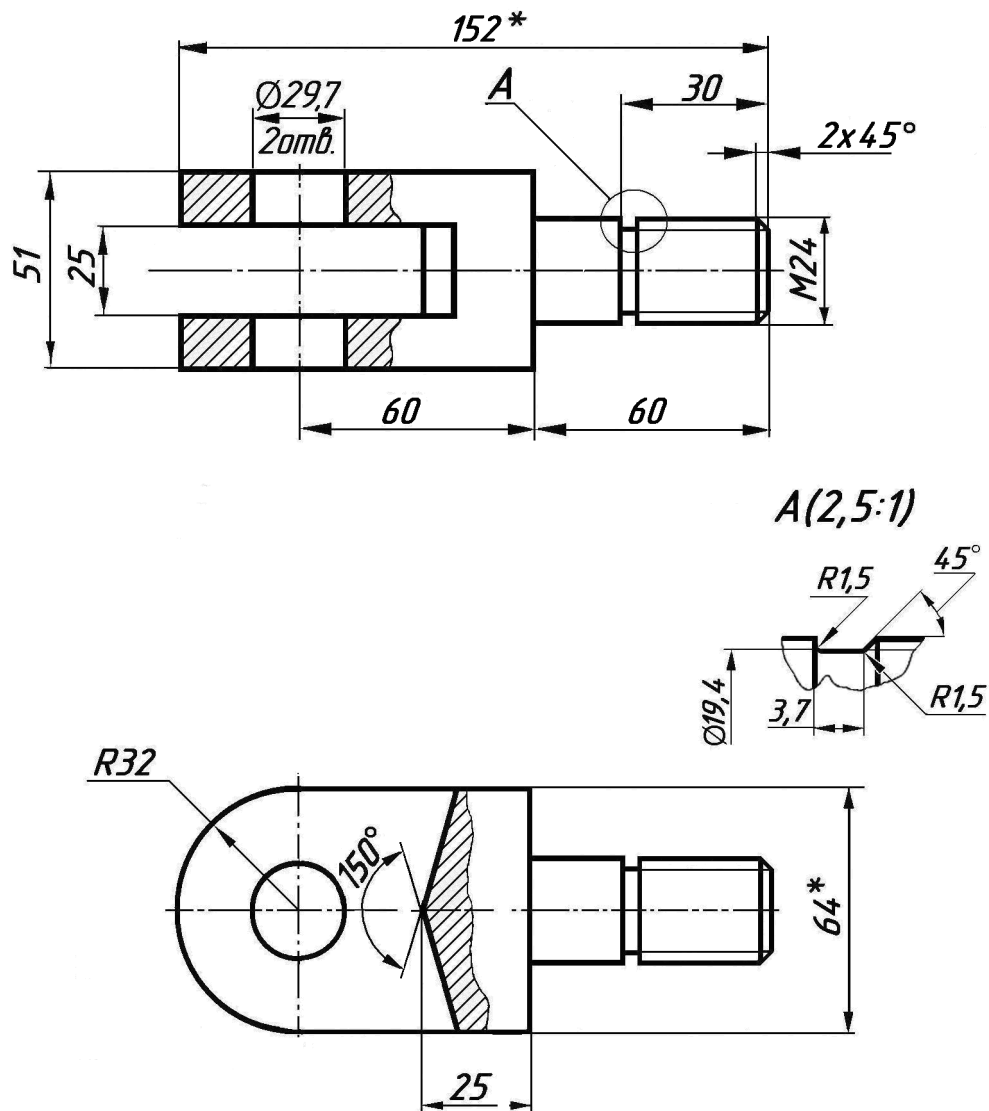


Рисунок 70 - Нанесение всех размеров на контур детали

2.2. Примеры простановки размеров на чертежах

Размеры на чертеже детали должны быть проставлены так, чтобы обеспечить наименьшую трудоемкость изготовления детали. Неудачное (нерациональное) нанесение размеров может привести к выполнению лишних технологических операций и повышению себестоимости детали. На рисунках 71, 72 показаны рабочие чертежи деталей, выполненные на форматах А4, на рисунке 73 приведены примеры чертежей деталей на форматах А5, на рисунках 74, 75 - на форматах А3.



* Размеры для справок

				058.004.030.002.002				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	ВИЛКА	<i>Литера</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>							1:1
<i>Пров.</i>						<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Т.контр.</i>								
<i>Н.контр.</i>					<i>Сталь 38ХА ГОСТ 4543-71</i>	ТОГУ ТТП-11		
<i>Утв.</i>								

Рисунок 71 - Рабочий чертеж детали «Вилка»

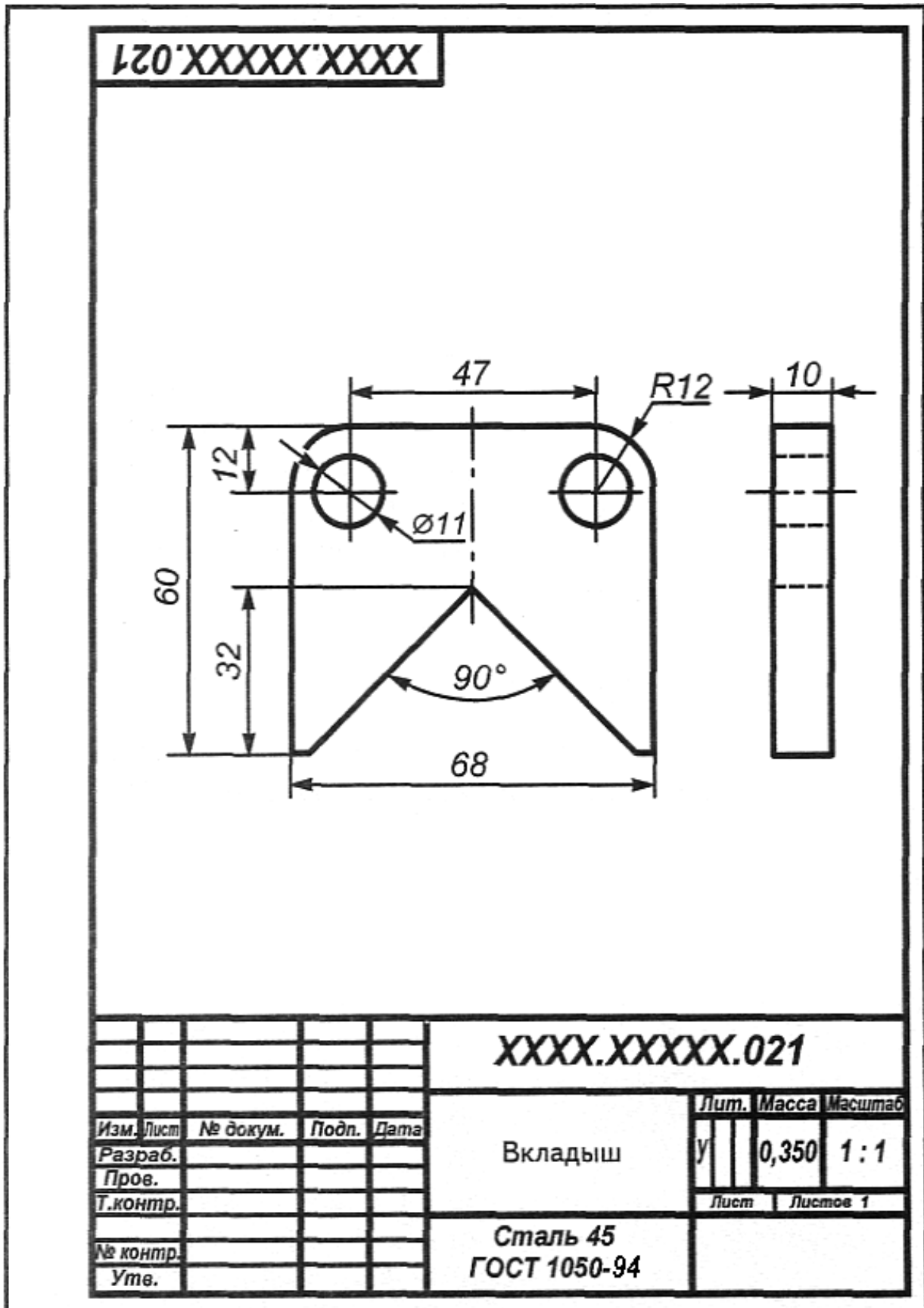


Рисунок 72 - Рабочий чертеж детали «Вкладыш»

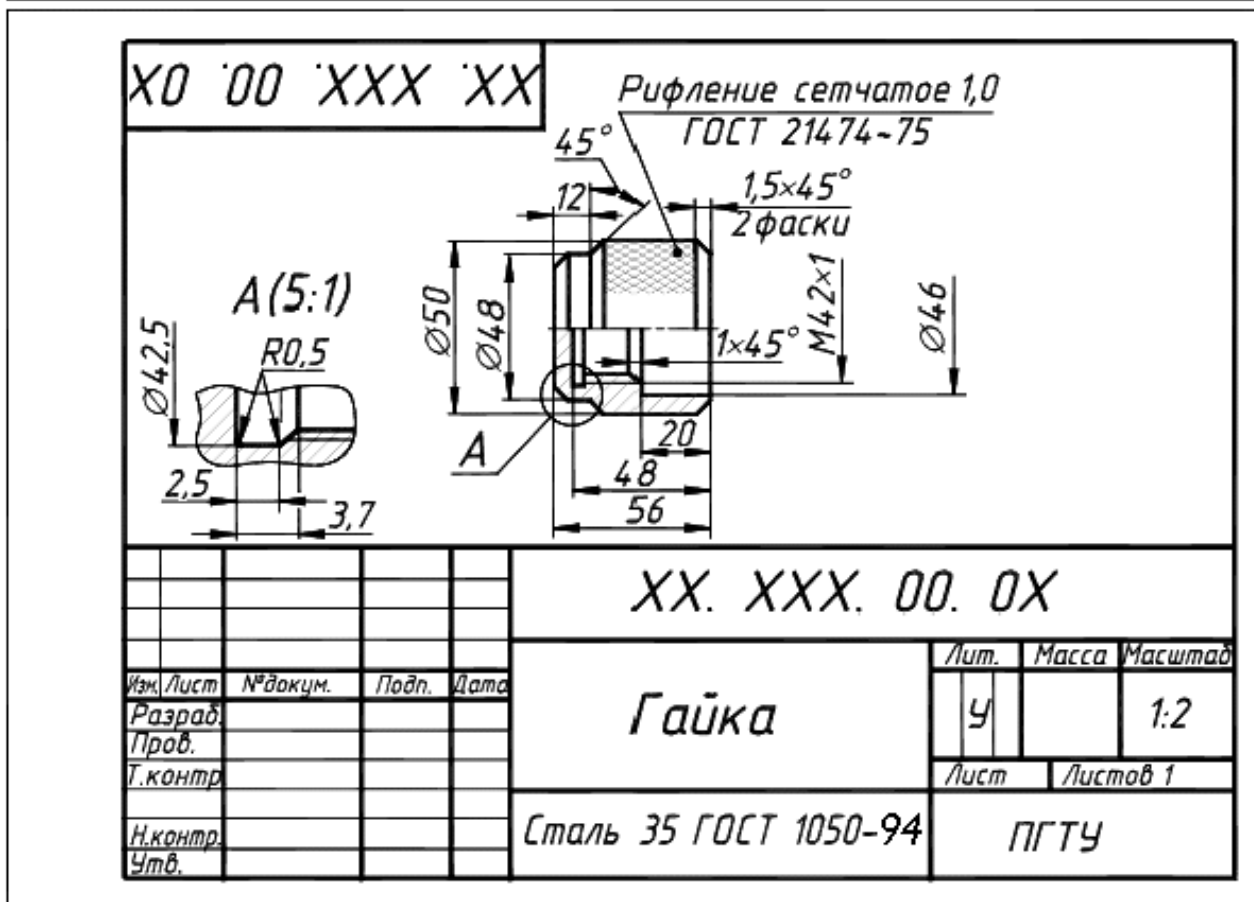
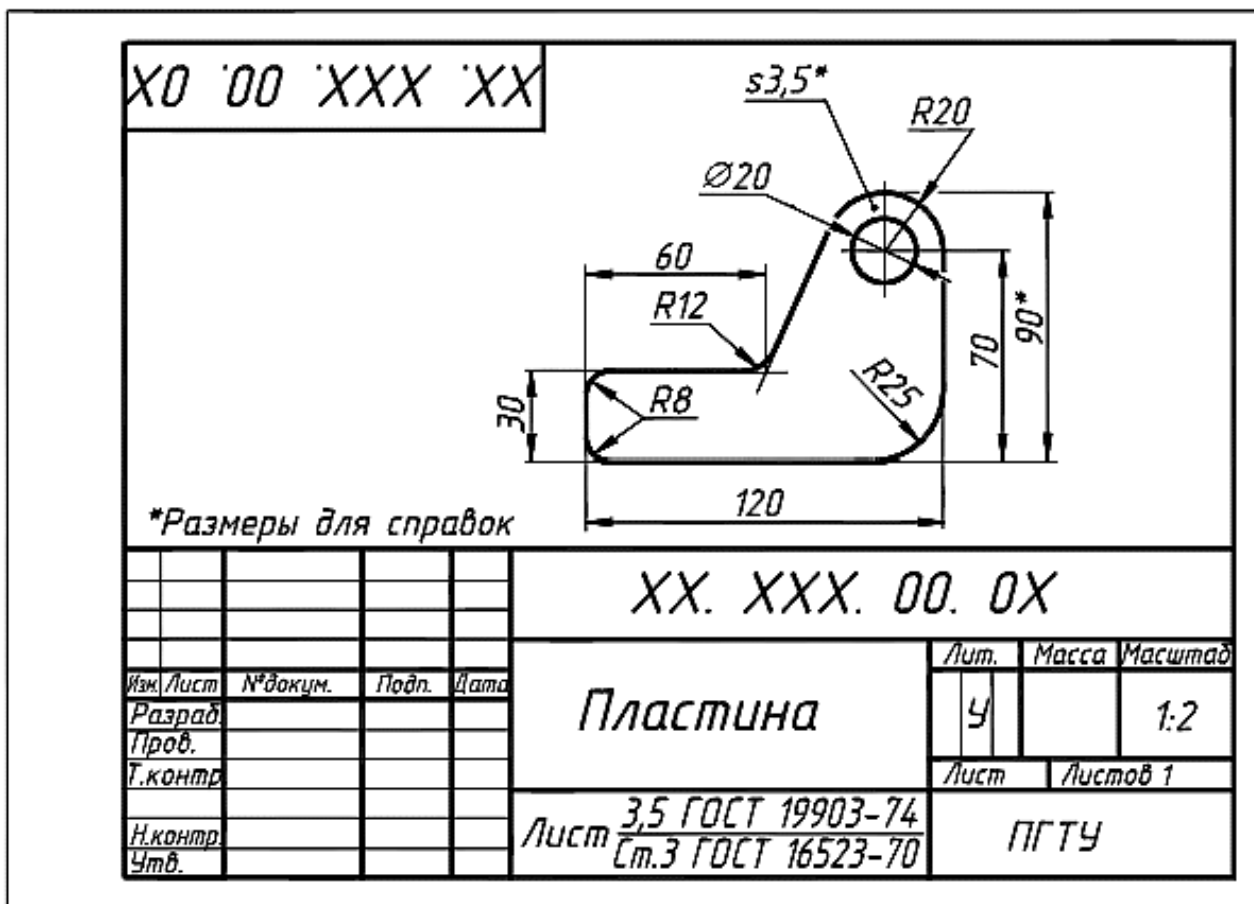
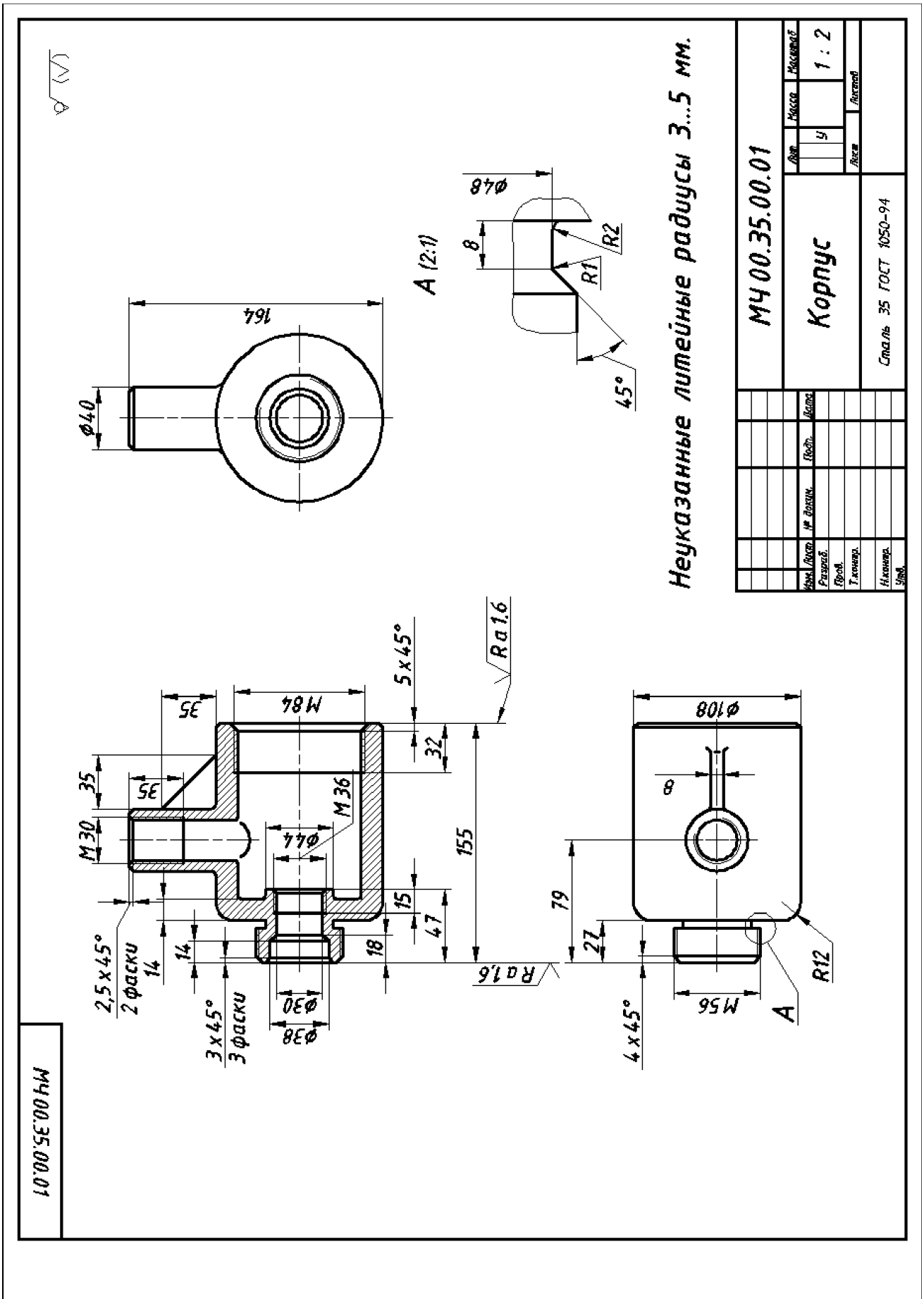


Рисунок 73 - Рабочие чертежи деталей «Пластина» и «Гайка»



Неуказанные литейные радиусы 3...5 мм.

Угол	Лист	№ докум.	Изд.	Материал	Масса	Изготовитель
Размер	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Толщина	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Исполн.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Угол	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист

Рисунок 74 - Рабочий чертеж детали «Корпус»

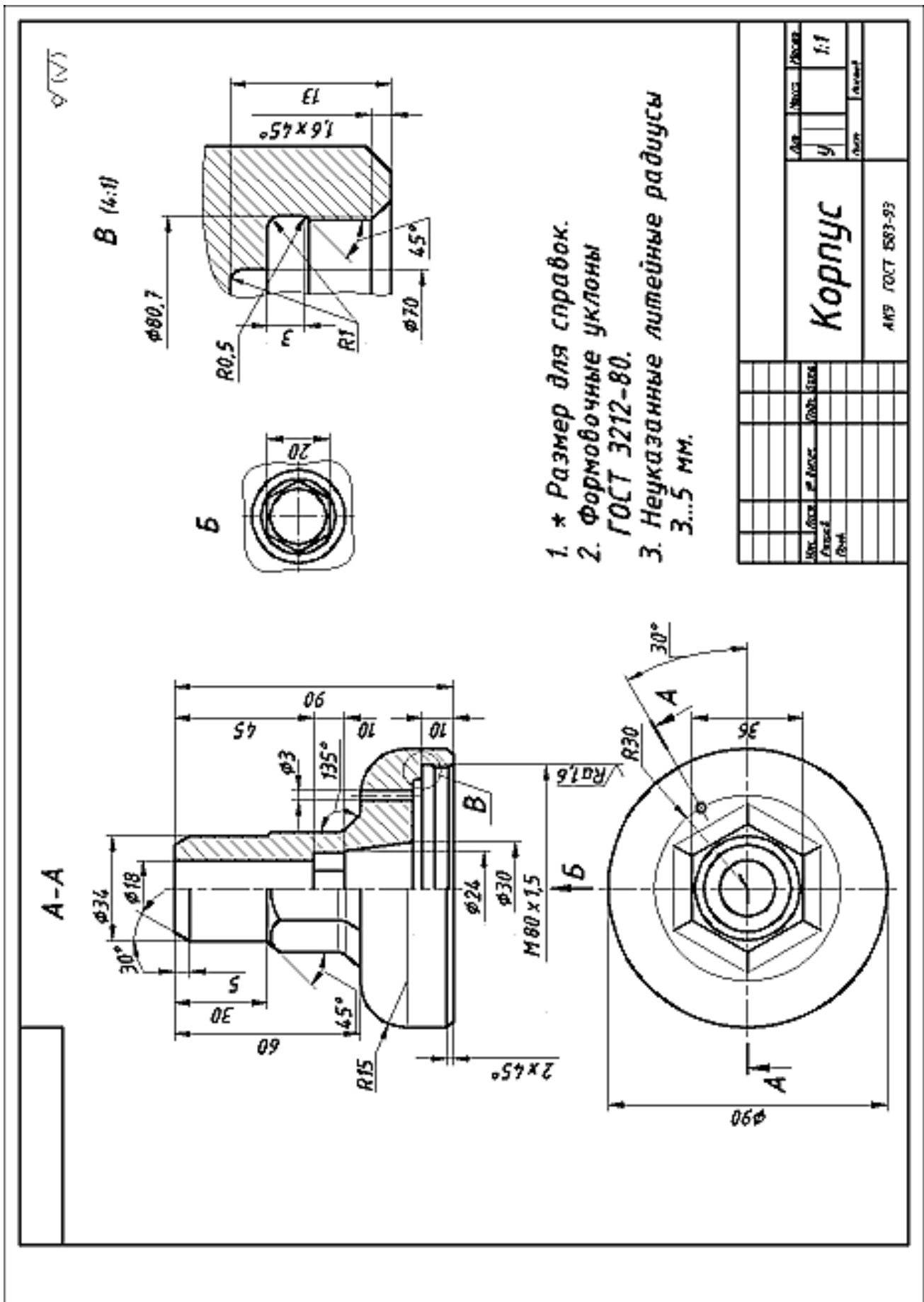


Рисунок 75 - Чертеж детали «Корпус»

Глава III. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Тестовое задание - это некая учебная ситуация, для которой тестируемый должен выбрать вариант или же сконструировать вариант ответа. Цель любого тестового задания - получить ответ от испытуемого, на основе которого преподаватель может сделать вывод о его знаниях, умениях, навыках в определенной области содержания дисциплины.

3.1. Тестовые задания закрытой формы

Тестовые задания закрытой формы предполагают наличие вариантов ответа. Ниже приведены примеры таких заданий по теме «Нанесение размеров»:

- 1). *Для нанесения на чертежах размеров проводят линии:*
 - a) выносные и размерные;
 - б) осевые и центровые;
 - в) обрыва.

- 2). *Размерную линию вычерчивают от контура детали на расстоянии:*
 - a) от 1 мм до 5 мм; б) от 7 мм до 10 мм; в) 10 мм;
 - г) стандарт не предусматривает ограничения.

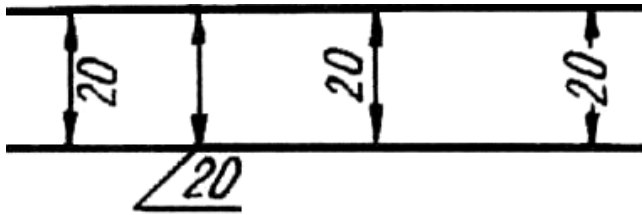
- 3). *Выносная линия выступает за пределы размерной линии:*
 - a) от 1мм до 5мм;
 - б) от 5мм до 10мм;
 - в) без ограничения.

- 4). *Высота цифр размерного числа должна быть не менее:*
 - a) 3,5 мм;
 - б) 5 мм;
 - в) 7 мм;
 - г) все перечисленные.

5). *Размерные и выносные линии на чертежах выполняютлиней:*

- a) сплошной основной;
- б) штрихпунктирной;
- в) волнистой;
- г) сплошной тонкой.

6). *Размерное число нанесено верно на рисунке:*



- a)
- б)
- в)
- г)

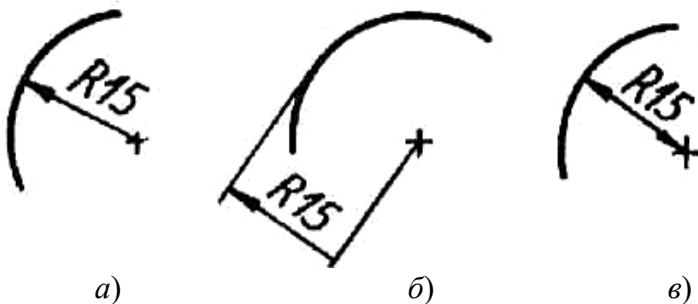
7). *Специальный знак Φ используют для нанесения размеров:*

- a) отрезков;
- б) дуг окружностей;
- в) окружностей.

8). *Размерное число относительно размерной линии занимает место:*

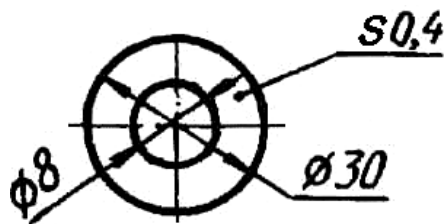
- a) в разрыве размерной линии;
- б) над размерной линией;
- в) под размерной линией.

9). *Размер радиуса дуги проставлен верно на чертеже:*



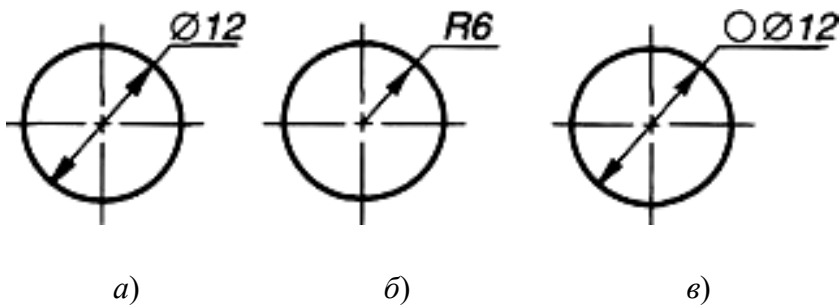
- a)
- б)
- в)

10). Знак S на изображении детали обозначает:

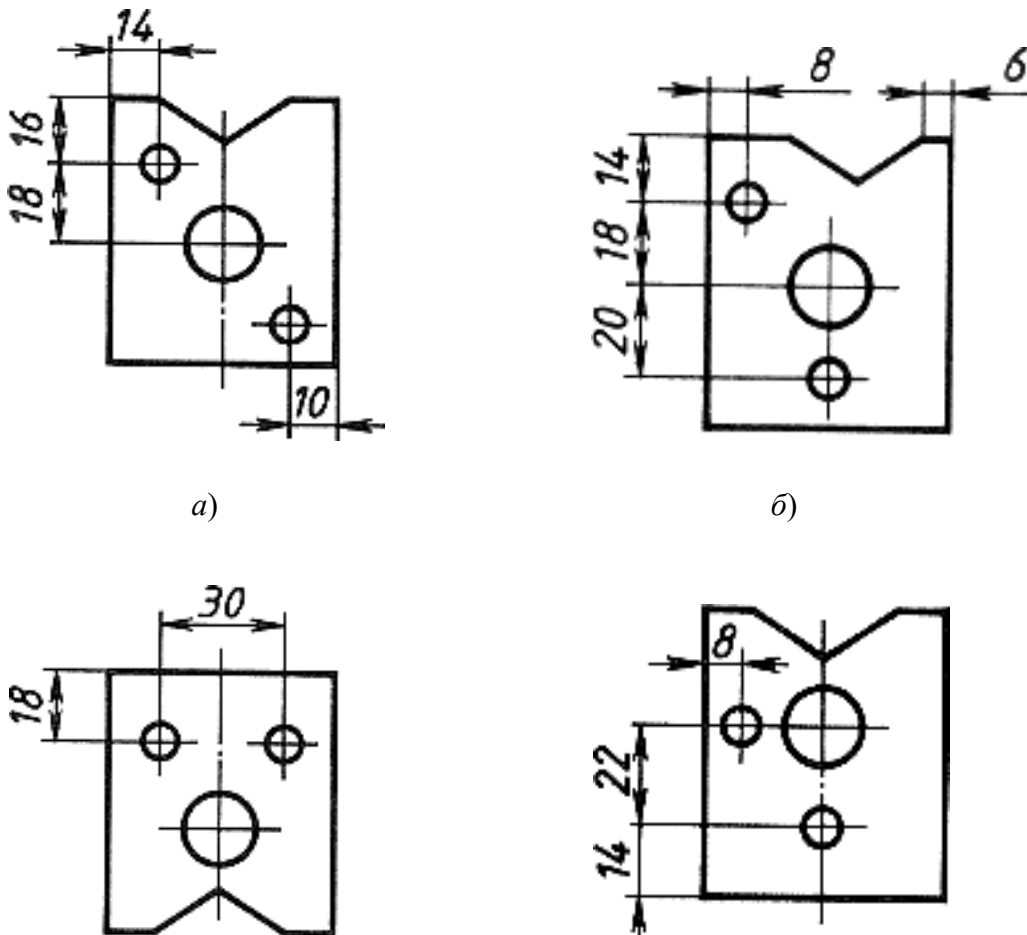


- а) наличие резьбы;
- б) толщина детали;
- в) размеры округлений;
- г) обозначает поверхность, подлежащую покрытию.

11). Размер сферы указан на рисунке:



12). Расположение отверстий правильно скоординировано начертёже:



в)

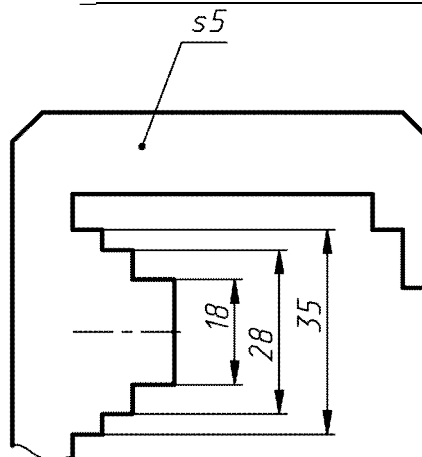
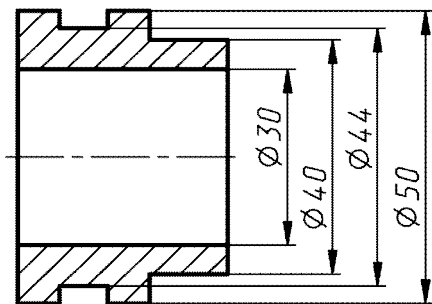
г)

3.2. Тестовые задания открытой формы

В открытых тестовых заданиях нет готовых ответов. Для выполнения таких заданий необходимо продолжить или вставить недостающую часть утверждения. Примеры таких заданий по теме

«Нанесение размеров»:

- 1). Размеры на чертежах указывают в _____.
- 2). Размерные линии с обоих концов ограничиваются _____.
- 3). Любой размер на чертеже какого-нибудь элемента детали проставляют _____.
- 4). Буквой R на чертеже обозначают _____.
- 5). Знак « \square » перед размерным числом выражает размер _____.
- 6). Справочным размером называется _____.
- 7). Допускается заменять стрелки на размерных линиях засечками или точками в случае _____.
- 8). Знак « \sphericalangle » перед размерным числом означает _____.
- 9). На чертежах размерные числа нанесены в _____.



- 10). На рабочем чертеже должно быть минимальное, но _____ количество размеров для изготовления и контроля детали.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1). Швец, А.Я. Нанесение размеров на эскизах и рабочих чертежах деталей. Часть 1: методические указания / А.Я. Швец [и др.]. - М.: МГТУ «МАМИ», 2011. - 28с.

2). Сабрикова, Т.В. Правила нанесения размеров на чертежах деталей: методические указания по курсу «Инженерная графика» / Т.В. Сабрикова. - Ижевск: Издательство ИжГТУ, 2004. - 43 с.

3). Алдонов, Л.Г. Геометрическое черчение. Нанесение размеров (часть II): методические указания / Л.Г. Алдонов, М.А. Ланцевич. - Новосибирск: НТИ МГУДТ (филиал), 2010. - 11 с.

4). ГОСТ 2.307-68. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений. - М., 2004. - 21 с.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЭСКИЗОВ И РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

1 ЦЕЛЬ ЗАДАНИЯ

1. Изучение правил выполнения эскизов и рабочих чертежей деталей машин.
2. Изучение и закрепление знаний стандартов: (ГОСТ 2.102- 2013 Виды и комплектность конструкторских документов, ГОСТ 2.109-2013 Основные требования к чертежам).

2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ

- 1.1. Выполнить эскиз и рабочий чертеж пружины, ГОСТ 2.401-68 по указанию преподавателя.
- 1.2. Выполнить эскиз и рабочий чертеж зубчатого колеса, ГОСТ 2.403-68 по указанию преподавателя
- 1.3. Выполнить эскиз и рабочий чертеж детали тела вращения, ГОСТ 2.109-2013 по указанию преподавателя.
- 1.4. Выполнить эскиз и рабочий чертеж детали, полученной гибкой, ГОСТ 2.109-2013 по указанию преподавателя
- 1.5. Выполнить эскиз и рабочий чертеж детали, полученной литьем, ГОСТ 2.109-2013 по указанию преподавателя.
- 1.6. Выполнить технический рисунок детали по указанию преподавателя.

Эскизы деталей выполняются на отдельных листах писчей бумаги в клетку (или миллиметровке) формата А3, А4.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 ЭСКИЗ И РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ

Чертежи и эскизы деталей широко используются в производственной практике для изготовления, ремонта и контроля деталей машин, приборов и аппаратов. Каждое изделие – машина, аппарат или прибор состоит из отдельных

деталей, имеющих определенное назначение, называются элементами детали, например резьба, фаска, проточка, галтель и т.п. При разработке конструкций новых деталей или составлении чертежей уже имеющихся сначала обычно выполняют эскизы деталей. Эскизом

называется конструкторский документ, выполненный от руки без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но по возможности с соблюдением пропорций элементов детали. Выполнение эскизов (эскизирование) производится на листах любой бумаги стандартного формата. В учебных условиях рекомендуется применять писчую бумагу в клетку.

Эскизы (ГОСТ 2.102-68) предназначены для разового использования в производстве (например, для изготовления детали взамен износившейся, при усовершенствовании существующей конструкции) и широко применяются в проектной работе для разработки новых конструкций изделий, приспособлений, инструментов и т.п. Эскиз детали должен содержать все сведения, необходимые для ее изготовления, ремонта или контроля, а именно: размеры, обозначения шероховатости поверхности, данные о материале, термообработке, отделке, допустимые отклонения размеров и отклонения от правильности геометрических форм и взаимного расположения поверхностей, указания места и вида покрытий и другие технические требования, а также основные надписи и дополнительные отметки.

Чертеж детали выполняют либо в процессе проектирования

на основе сборочного чертежа, либо по эскизу снятому с натуры.

Рабочие чертежи деталей (ГОСТ 2.109-73*)- конструкторский документ, который в отличии от эскизов выполняют чертежными инструментами на чертежной бумаге и в определенном масштабе. Чертеж детали должен содержать минимальное, но достаточное для представления формы детали количество изображений видов, разрезов и сечений, выполненных с применением условностей и упрощений по стандартам ЕСКД.

Эскизы и чертежи по содержанию не имеют различий и выполняются с соблюдением всех правил и условностей, установленных стандартами ЕСКД.

Последовательность выполнения эскиза детали во многом совпадает с последовательностью выполнения рабочих чертежей. Процесс составления эскиза зависит от того, к какой группе принадлежит деталь: группе стандартных деталей, группе деталей со стандартным изображением или группе оригинальных деталей.

3.2 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭСКИЗОВ

Независимо от принадлежности детали к одной из трех групп при выполнении эскиза любой детали следует:

- по выбранным изображениям подобрать формат листа, начертить на листе рамку и основную надпись;
- наметить расположение выбранных изображений, нанести ось (или оси симметрии для симметричных деталей)

Контуры изображений на формате следует расположить так, чтобы между ними было достаточно места для простановки размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-68. При предварительной компоновке изображений детали на формате изображения можно условно заменить прямоугольниками.

3.2.1 Эскизы стандартных деталей

При выполнении эскиза стандартных деталей необходимо:

- определить ее принадлежность к соответствующему стандарту;
- перенести из этого стандарта изображение детали, все размерные и выносные линии;
- обмерить деталь и проставить численные значения размеров.
- размеры, полученные в результате обмера, заменить на размеры, близкие к ним из таблиц стандарта.

Если по каким-либо причинам форма детали полностью совпадает со стандартной, а один или несколько размеров отличаются от стандартных то эта деталь относится к группе деталей со стандартным изображением

3.2.2 Эскизы деталей со стандартным изображением

В технике находят широкое применение детали, сходные по форме, но отличающиеся по размерам, если их размеры еще не регламентированы стандартом, то для многих из них установлены стандартные изображения. Эти же стандарты (ГОСТ 2.401-68 ÷ ГОСТ 2.426-74) устанавливают и правила нанесения размеров на изображениях подобных деталей. При выполнении эскиза следует:

- определить принадлежность данной детали к деталям со стандартным изображением;
- перенести с соответствующего стандарта изображение детали на эскиз;
- нанести все размерные и выносные линии;
- произвести обмер детали и проставить размерные числа.

К деталям, изображения которых полностью регламентированы стандартами, принадлежат пружины и зубчатые колеса.


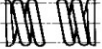







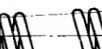



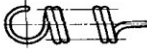
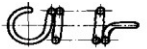






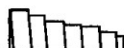

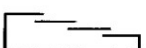



Пружины

Пружины применяют для передачи механической энергии за счет сил упругости в процессе деформации или для поглощения ударных нагрузок, вибраций, возникающих во время работы механизмов. Правила выполнения чертежей пружин и их условные изображения устанавливает ГОСТ 2.401-68*. По форме пружины (таблица 1) можно разделить на винтовые цилиндрические (а, б, г, д), винтовые конические (в, е), пластинчатые (ж), спиральные, тарельчатые; по условиям действия - на пружины сжатия (а, б, в, е), растяжения (г), кручения (д) и изгиба (ж). Поперечное сечение витка винтовой пружины может быть круглым (а, б, г, д) квадратным (б), прямоугольным (ж).

Рассмотрим выполнение чертежа цилиндрической винтовой пружины с круглым сечением (рисунок 3.1).

Действительное направление навивки указывают в технических требованиях. Пружины вычерчивают в нерабочем (свободном) состоянии. Рабочие витки цилиндрических и конических пружин принято изображать параллельными прямыми взамен синусоид, если пружина имеет более четырех витков, то на ее чертеже показывают 1-2 витка с каждого конца (не считая опорных витков) остальные витки не изображают, взамен их проводят осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины.

Таблица 1

Наглядное изображение пружин	Условное изображение		
	на виде	в разрезе	схематичное
 а)			
 б)			
 в)			
 г)			
 д)			
 е)			
 ж)			

На рабочих чертежах с контролируемыми силовыми параметрами помещают диаграмму испытаний, на которой показывают зависимость развиваемой пружиной силы от ее деформации свободном состоянии, наружный диаметр пружины, шаг пружины В технических требованиях указывается также число рабочих витков - n , а для пружин сжатия и полное число витков - $n1$.

На производственных чертежах часть параметров пружин записывают в технические требования в определенной последовательности (рисунок 3.1).

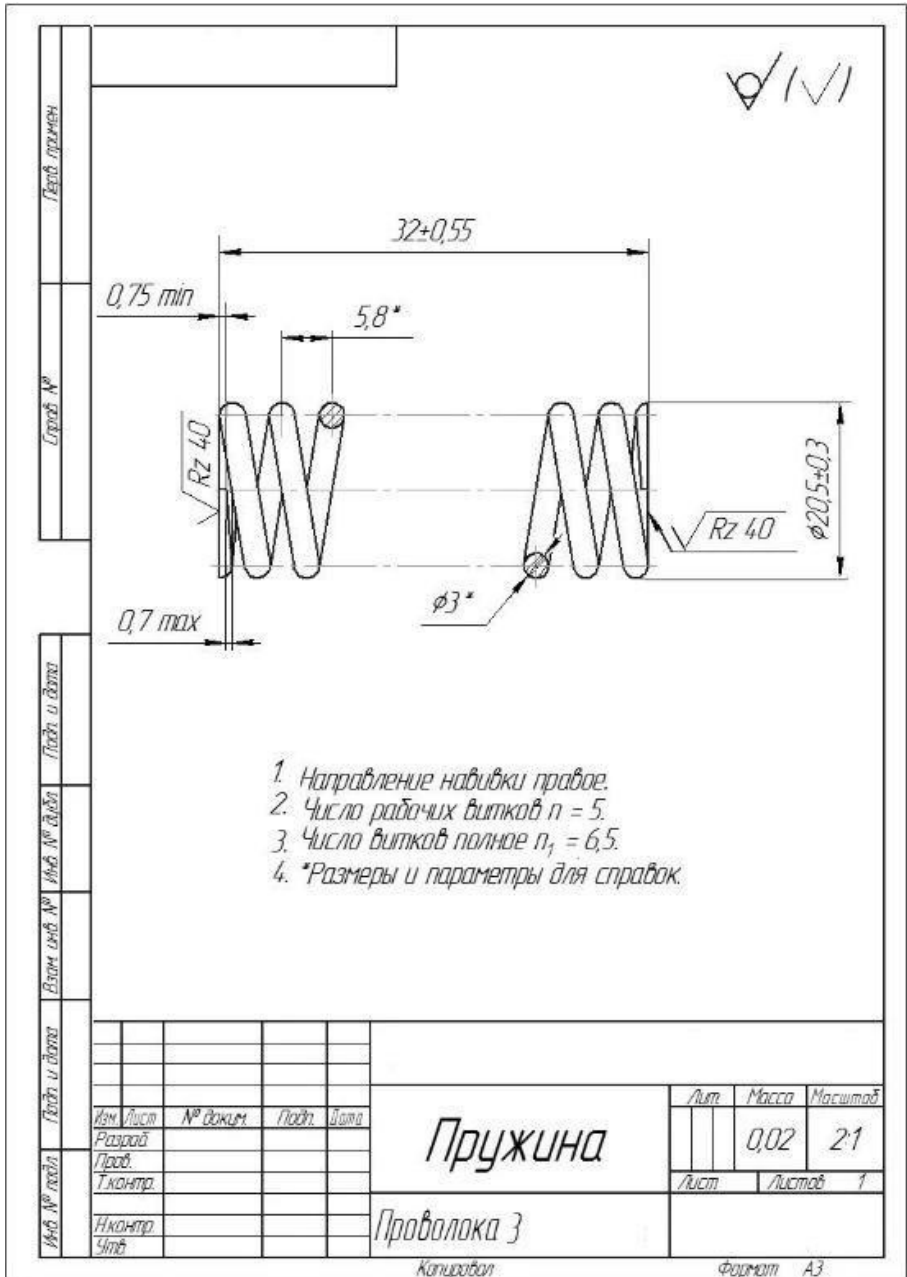


Рисунок 1.1. Чертеж пружины

или деформации от нагрузки. На рабочем чертеже винтовой пружины должны быть указаны: высота (длина) пружины в В

связи с тем, что некоторые параметры пружины (шаг, число витков и длина пружины) связаны между собой определенными соотношениями, на чертежах пружин отдельные размеры приводятся как справочные.

Сортамент материала пружины, полностью определяющий размеры и предельные отклонения поперечного сечения, указывают в графе «Материал» основной надписи.

Зубчатое колесо

К деталям, у которых стандартными являются изображения основных элементов и нанесение на них размеров, относят зубчатые колеса, рейки, червяки, звездочки цепных передач.

Зубчатые колеса служат для передачи движения от одного элемента машины к другому и могут быть самой различной конструкции в зависимости от характера зацепления (внешнее или внутреннее), взаимного расположения вращающихся валов, способа передачи и т.д. Наиболее распространены цилиндрические и конические зубчатые колеса.

Основные элементы зубчатого колеса показаны на рисунке.3.2.

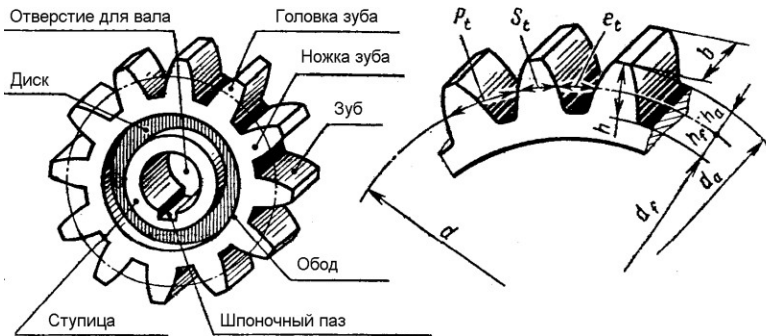


Рисунок 3.2 Элементы зубчатого колеса

Основным элементом зубчатого колеса, является зуб. Часть зуба, расположенная над делительной окружностью, называется головкой зуба, а расположенная ниже делительной окружности - ножкой зуба. Зубья с ободом составляют венец зубчатого

колеса, который через диск или спицы соединен со ступицей, имеющей отверстие для вала и паз для шпонки

На рисунке приведены условные обозначения параметров зубчатого колеса: h - высота зуба, h_a - высота головки зуба. Высота ножки зуба - h_f основанием на окружности впадин - d_f , d_a - окружность выступов.

Модулем зубчатого колеса m называется линейная величина, в \square раз меньшая делительного шага зубьев, являющаяся базовой для определения элементов зубьев и их размеров.

С чего начинают выполнение чертежа готового прямоугольного цилиндрического колеса?

Сначала измеряют диаметр окружности выступов d_a , подсчитывают число зубьев колеса z и подставляют их значения в формулу $m=d_a/(z+2)$, определяя модуль зацепления. Значение модуля округляют до ближайшего значения из таблицы 2.

В зависимости от модуля определяют диаметры делительной окружности и окружности впадин соответственно по формулам $d=mz$ и $d_f=m(z-2,5)$. Все остальные размеры, необходимые для вычерчивания, находят путем измерения элементов колеса.

Таблица 2.

1-й ряд	0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3
2-й ряд	0,55	0,7	0,9	1,12 5	1,37 5	1,75	2,25	2,75	3,5

Чертежи зубчатых колес выполняют в соответствии с требованиями, установленными ГОСТ 2.404—68 с соблюдением ряда условностей (рисунок 3.3):

- окружности и образующие поверхности выступов зубьев и витков показывают сплошными основными линиями;
- делительные, начальные окружности, а также образующие

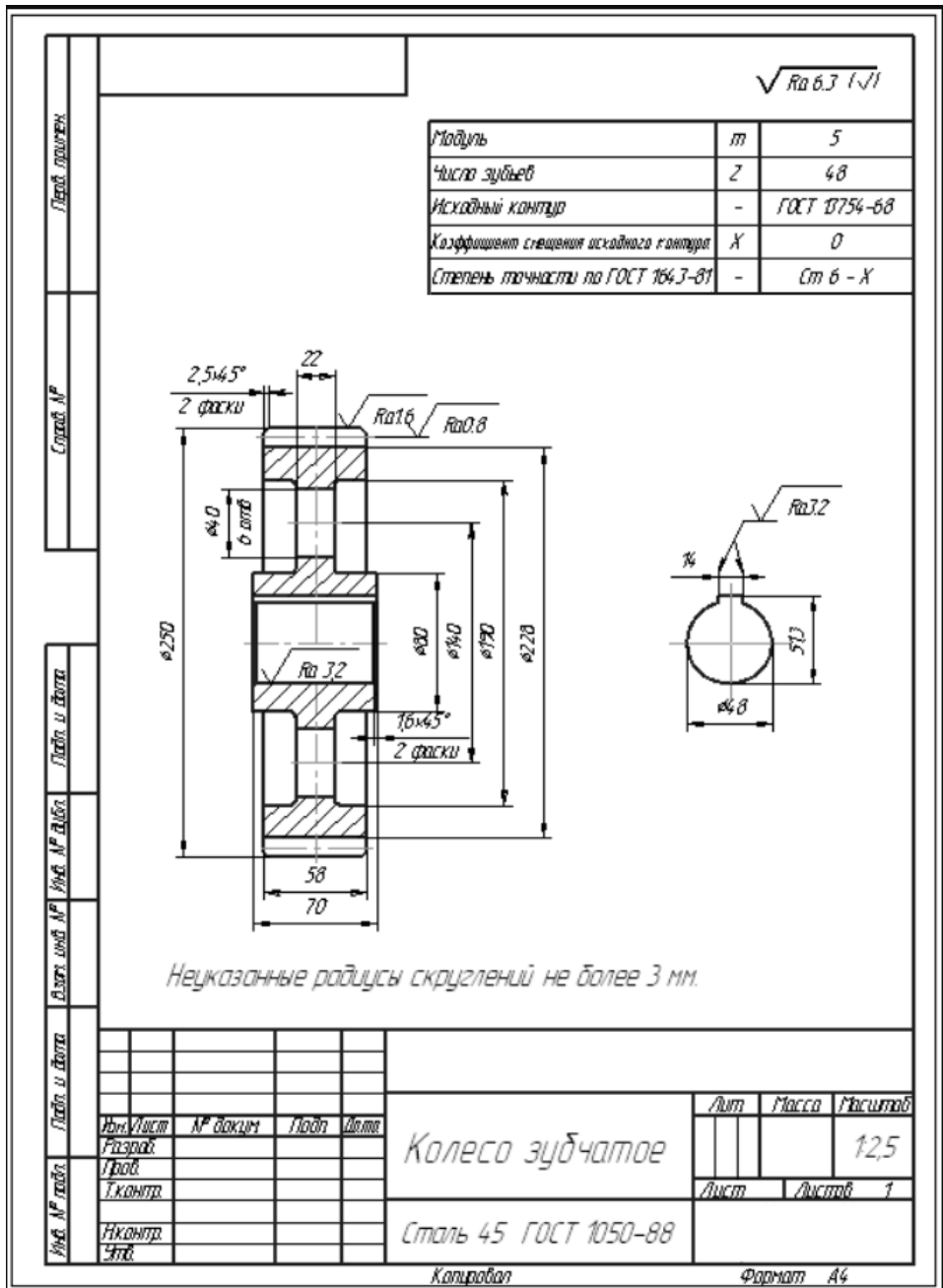


Рисунок 3.3 Чертеж зубчатого колеса

- поверхностей делительных и начальных цилиндров показывают штрихпунктирными тонкими линиями на всех изображениях колеса;

- окружности и образующие поверхностей впадин зубьев в разрезах и сечениях показывают сплошными основными линиями, на видах допускается показывать сплошными тонкими линиями;

зубья вычерчивают только в осевых разрезах и сечениях, в остальных случаях изображения зубьев ограничивают поверхностями выступов, при необходимости профиль зуба вычерчивают на выносном элементе или на местном разрезе

- если секущая плоскость проходит через ось зубчатого колеса, то на разрезах и сечениях зубья показывают нерассеченными;

- если секущая плоскость проходит перпендикулярно к оси зубчатого колеса, то зубчатые колеса, как правило, показывают нерассеченными; при необходимости показать их рассеченными применяют местный разрез и проводят штриховку до линии поверхности впадин зуба;

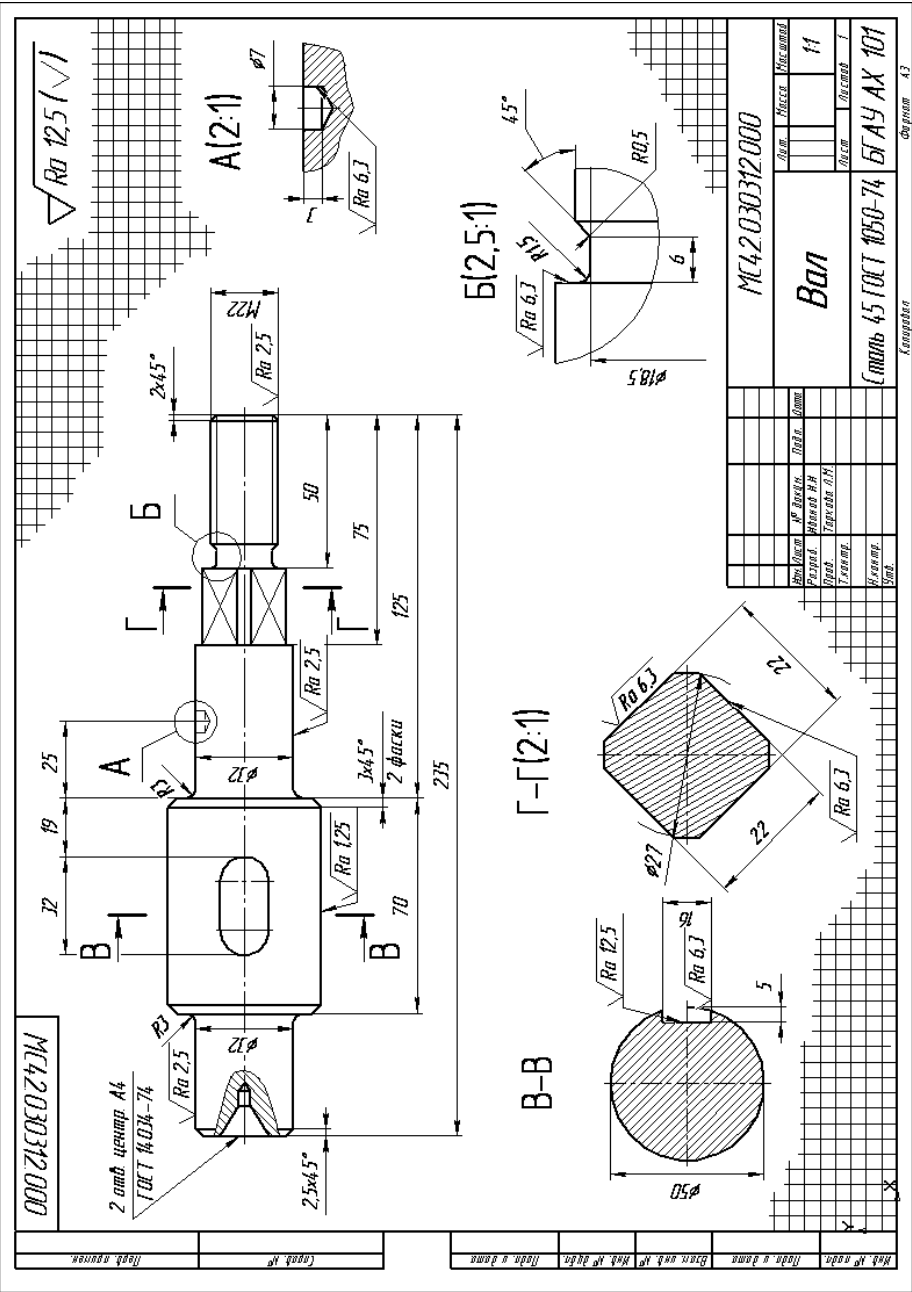
- если необходимо показать направление зубьев зубчатого колеса, то на изображение поверхности зубьев наносят (как правило, вблизи оси) три сплошные тонкие параллельные линии соответствующим наклоном

- В соответствии с ГОСТ 2.403-75* на чертеже зубчатого колеса (рисунок 3.3) в правом углу помещают таблицу параметров. На чертеже указывают диаметр окружности выступов и ширину зубчатого венца

3.2.3 Эскизы оригинальных деталей

При выполнении эскиза оригинальных деталей следует придерживаться следующей последовательности: (рисунок 1.4)

- 1) Изучить деталь. Установить наименование и назначение детали, материал, из которого она изготовлена. Определить главный вид детали. Установить минимально необходимое количество изображений.



2) Выбрать формат листа. Подготовить лист. Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301-68 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения. На выбранном листе провести рамку чертежа заданного формата. Нанести контур рамки основной надписи.

3) Произвести компоновку изображений на листе. Выбрав глазомерный масштаб изображения, на эскизе наносят тонкими линиями прямоугольники с габаритными размерами детали.

4) Нанести изображение элементов детали.

5) Оформить виды, разрезы и сечения. В соответствии с ГОСТ 2.305-68 оформляют разрезы и сечения, затем наносят графическое обозначение материала по ГОСТ 2.306-68 и производят обводку изображений.

6) Нанести размерные линии и условные знаки. Размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности, наносят по ГОСТ 2.307-68. Намечают шероховатость отдельных поверхностей детали и наносят условные знаки, определяющие шероховатость. ГОСТ 2.309-73 устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности.

7) Произвести обмер детали и проставить размерные числа.

8) Выполнить все необходимые надписи на поле чертежа, заполнить графы основной надписи

3.2.4 Размеры на чертежах и эскизах деталей машин

Нанося размеры на чертеже детали, необходимо решать следующие основные вопросы: какие размеры наносят на чертеже, чтобы для каждого элемента детали они были заданы не только геометрически полно, технологически грамотно и согласованы с технологическим процессом, типичным для изготовления данной детали, но и учитывали конструкцию сборочной единицы, для которой деталь предназначена. При этом необходимо определить, какие именно элементы детали лучше принять за размерные базы для отсчета, измерения и контроля размеров; как нанести назначенные размеры на чертеже, чтобы при чтении они были понятны исполнителям; какие размеры на чертеже детали

необходимо согласовать с соответствующими размерами смежных сопрягаемых деталей, находящихся во взаимодействии с данной.

Таким образом, нанесение размеров на чертежах деталей тесно связано с технологией изготовления деталей и условиями их работы в сборочной единице. От выбора базы во многом зависит конструкция детали. Базы разделяются на конструктивные, технологические, измерительные и сборочные, каждый вид базы может быть взят вдоль трех главных направлений детали – длины, ширины и высоты, а иногда и вдоль наклонных направлений.

Следует иметь в виду, что во многих случаях размеры, нанесенные от конструктивных баз, не совпадают с размерами, нанесенными от технологических баз.

Размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, проставляют, как правило, от конструктивных баз с учетом возможности выполнения и контроля этих размеров, что соответствует стандартам ЕСКД. Размеры, указываемые от базы, наносят по возможности на одной проекции. На одной и той же детали (в зависимости от сложности) может быть не одна, а две, три базы и более. При конструировании деталей применяют три способа простановки размеров: координатный, цепной и комбинированный.

Координатный способ характерен нанесением размеров от одной базы. При этом точность исполнения любого размера зависит от технологии изготовления (рисунок 1.5а)

Цепной способ характеризуется тем, что все размеры проставляются последовательно. Он применяется в том случае, когда требуется получить точные размеры отдельных участков (рисунок 1.5б).

Комбинированный способ нанесения размеров соединяет в себе особенности цепного и координатного способов. Этот способ

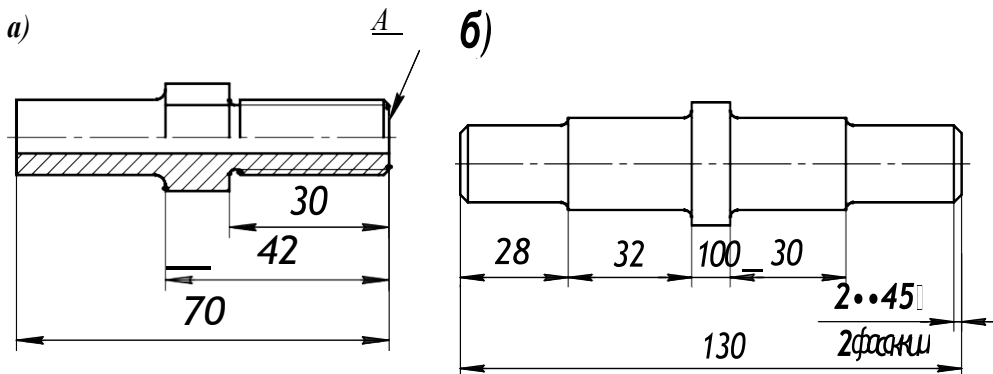


Рисунок 3.5 Способы нанесения размеров от баз
а) – координатный; б) - цепной

наиболее широко применяется, так как позволяет согласовывать порядок простановки размеров со способом обработки поверхностей деталей и способствует получению заданных сопрягаемых размеров (рисунок 3.6).

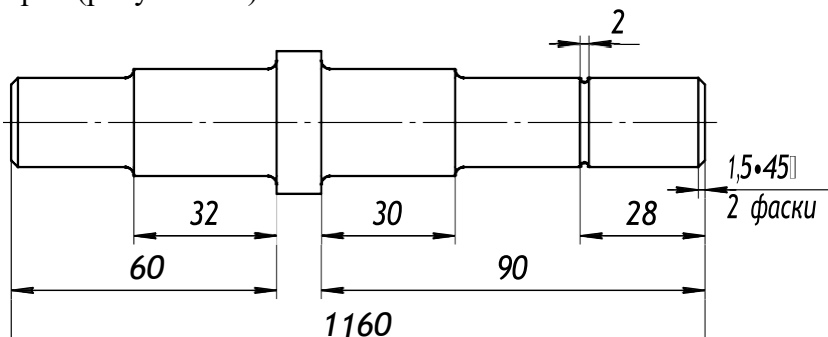


Рисунок 3.6 комбинированный способ нанесения размеров

При выполнении чертежей (эскизов) необходимо учитывать общие положения и требования, касающиеся простановки размеров на чертежах машиностроительных деталей согласно ГОСТ 2.307-68. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия; не допускать повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях. Единица измерения для всех машиностроительных чертежей – миллиметр (мм). Наименование единицы измерения при размерных числах не указывают. Размеры

детали проставляют на чертежах независимо от масштаба изображения, следовательно основанием для суждения о действительных размерах детали служат только указанные числовые значения размеров.

Чтобы получить наиболее понятное и удобное для чтения расположение размеров, знаков и надписей на эскизах (чертежах), размерные числа помещают по возможности равномерно навсех изображениях, что особенно важно для деталей сложной формы. С этой же целью размеры, относящиеся к одному и тому же элементу (пазу, выступу, отверстию) рекомендуется группировать в одном месте. Располагают их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно.

Размеры нескольких одинаковых элементов, как правило, наносят один раз с указанием на полке выноски количества этих элементов. Допускается указывать количество элементов. При нанесении размеров одинаковых элементов, равномерно расположенных по окружности изделия, вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество. Размеры двух симметричных расположенных элементов изделия наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры.

Одинаковые элементы, расположенные в разных частях изделия, рассматриваются как один элемент.

Многие детали изготовляют литьем, штамповкой, прокаткой, прессованием с последующей механической обработкой только части их поверхностей, главным образом сопрягаемых с другими деталями. При нанесении размеров для этих деталей исходят из следующих соображений: взаимное положение необрабатываемых поверхностей указывают размерами, которые связывают эти поверхности между собой; механически обработанные поверхности и необрабатываемые связывают между собой не более чем одним размером по каждому координатному направлению, т.е. по длине, высоте и глубине.

Форма плоской детали из листового материала понятна по одной проекции. На которой видны очертания детали. Чтобы подчеркнуть, что деталь плоская, принято ее толщину указывать рядом с изображением например $s5$. запись позволяет не давать второй проекции или сечения. Толщина указывается как справочный размер (со звездочкой), если она полностью определяется обозначением материала. Пример выполнения эскиза и простановки размеров на деталях полученных литьем показан на рисунке 3.7

3.2.5 Шероховатость

Поверхности любой детали получаются в результате обработки. Как правило, рабочих поверхности детали обрабатывают качественнее, чем не рабочие. Поэтому любая поверхность детали имеет следы обработки в виде выступов и впадин. Эти неровности называют шероховатостью поверхности.

Величину шероховатости выбирают в зависимости от конкретных конструктивных, технологических и эстетических требований. Шероховатость поверхности характеризуется следующими параметрами:

Ra – среднее арифметическое отклонение профиля;

Rz – высота неровностей по десяти точкам;

$Rmax$ – наибольшая высота неровностей профиля;

Sm – средний шаг неровностей;

S – средний шаг неровностей по вершинам

tp - относительная опорная точка длина профиля, где p – числовое значение уровня сечения.

Все эти сведения располагают согласно структуре обозначения шероховатости по ГОСТ 2.309-73, содержащим правила их нанесения на чертежах для всех отраслей промышленности.

Базовую длину в обозначении шероховатости не указывают, если требования к шероховатости нормируют указанием только параметра Ra и Rz , и параметр определяют в пределах базовой длины, соответствующей значению параметров, указанных в ГОСТ 2789-73, содержащей характеристики шероховатости. Шероховатость поверхности классифицируется по числовым значениям параметров Ra и Rz .

Шероховатость поверхности обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей независимо от методов их образования.

В обозначении шероховатости применяют знаки, приведенные на рисунке 1.8. Высота h должна быть приблизительно равна высоте размерных чисел на данном чертеже. Высота H равна $(1,5 - 5) h$. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине сплошной основной линии на чертеже. Знак, изображенный на рисунке 1.7а, применяют для обозначения шероховатости поверхности, вид обработки которой конструктором не задается.

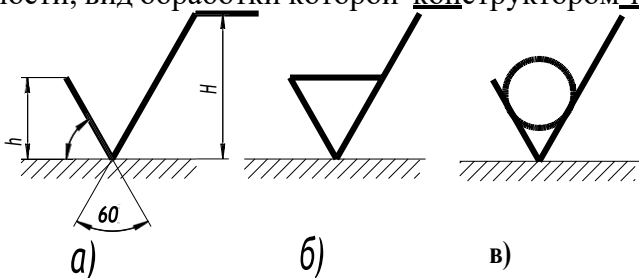


Рисунок 1.8 Знаки обозначения шероховатости

В обозначении шероховатости, образуемой удалением слоя металла (например, точением, фрезерованием, сверлением, шлифованием и т.п.) применяют знак, показанный на рисунке 1.7б. В обозначении поверхности, образуемой без удаления слоя металла (например, литьем, ковкой, штамповкой, прокатом и т.п.), а также не обрабатываемые по данному чертежу обозначают знаком, показанным на рисунке 1.7в.

Значения параметров выбирают из таблиц ГОСТ 2789-73 и записывают после соответствующего символа. Базовую длину в обозначении шероховатости не указывают, если требования к шероховатости определяются параметрами Ra и Rz и определение параметра должно производиться в пределах базовой длины, соответствующей значению параметра в таблице ГОСТ 2789-73, содержащий характеристики классов шероховатости. Этот ГОСТ устанавливает также типы направления неровностей, которые приводят на чертеже при необходимости.

Обозначения шероховатости поверхностей на чертежах располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности

ближе к размерным линиям) или на полках линий - выносок. Допускается при недостатке мест располагать обозначение шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию.

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости наносят в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят. При этом размеры и толщины линий знака должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, наносимых на изображение детали.

В случае одинаковой шероховатости большей части поверхности изделия в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение этой шероховатости и условное обозначение $\sqrt{\quad}$). Это означает, что остальные поверхности, на которых не нанесены обозначения шероховатости или знак $\sqrt{\quad}$ должны иметь шероховатость, указанную перед обозначением $\sqrt{\quad}$). Более подробно об обозначении шероховатости поверхности и правилах нанесения их на чертежах изложено в ГОСТ 2.309-73 и ГОСТ 2789-73. Обозначая шероховатость поверхности детали, необходимо по возможности уяснить условия ее работы в изделии.

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

При сложной конфигурации контура поверхности его ограничивают утолщенной штрихпунктирной линией на расстоянии 0,8...1 мм, обозначают буквой и в технических требованиях записывают обозначение одинаковой шероховатости.

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

Обозначения шероховатости поверхности располагают на линиях видимого контура изображения. А также на вспомогательных линиях типа выносных, и, как правило, вблизи от разме-

ров. При чтении важно понять взаимосвязь поставленных обозначений шероховатости с другими обозначениями.

Числовые значения R_a шероховатости поверхности размещены в таблице 3.

Таблица 3

Числовые значения R_a шероховатости поверхности

Класс шероховатости	Параметр шероховатости R_a , мкм	Базовая длина l , мм
1	80; 63; 50; 40	8,0
2	40; 32; 25; 20	
3	20; 13; 12,5; 10	
4	10,0; 8,0; 6,3; 5,0	2,5
5	5,0; 4,0; 3,2; 2,5	
6	2,5; 2,0; 1,6; 1,25	0,8
7	1,25; 1,00; 0,8; 0,63	
8	0,63; 0,5; 0,4; 0,32	
9	0,32; 0,25; 0,20; 0,16	0,25
10	0,16; 0,125; 0,10; 0,080	
11	0,080; 0,063; 0,050; 0,040	
12	0,040; 0,032; 0,025; 0,020	
13	0,020; 0,016; 0,012; 0,010	0,08
14	0,010; 0,008	

Чтобы правильно оценить и проставить на чертеже шероховатость поверхностей, нужно установить, сопряженной или свободной является данная поверхность, какие эксплуатационные требования предъявляются к ней. Параметры шероховатости поверхности назначаются конструктором в зависимости от условий работы. Шероховатость поверхности зависит от инструмента, которым обрабатывается поверхность, а также от технологического процесса и режима выполнения той или иной операции обработки.

Определяют шероховатость приборами, например профилографом-профилометром, служащим для непосредственного измерения параметров R_a и R_z , с которыми студенты ознакомятся на специальных курсах.

4 ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

- 3.1 Изучить теоретический материал и основные положения ГОСТов ЕСКД необходимых для выполнения задания
- 3.2 Выполнить в тонких линиях эскиз деталей.
- 3.3.Обводка эскизов, заполнение основной надписи.
- 3.4 Выполнение рабочего чертежа детали.
- 3.5 Выполнение технического рисунка детали.

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Последовательность выполнения эскиза детали во многом совпадает с последовательностью выполнения рабочих чертежей. Процесс составления эскиза зависит от того, к какой группе принадлежит деталь: группе стандартных деталей, группе деталей со стандартным изображением или группе оригинальных деталей.

Выполнить эскизы деталей в следующей последовательности

- 9) Изучить деталь. Установить наименование и назначение детали, материал, из которого она изготовлена. Определить главный вид детали. Установить минимально необходимое количество изображений.
- 10)Выбрать формат листа. Подготовить лист. Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301-68 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения. На выбранном листе провести рамку чертежа заданного формата. Нанести контур рамки основной надписи.
- 11)Произвести компоновку изображений на листе. Выбрав глазомерный масштаб изображения, на эскизе наносят тонкими линиями прямоугольники с габаритными размерами детали.
- 12)Нанести изображение элементов детали.
- 13)Оформить виды, разрезы и сечения. В соответствии с ГОСТ 2.305-68 оформляют разрезы и сечения, затем наносят графическое обозначение материала по ГОСТ 2.306-68 и производят обводку изображений.
- 14)Нанести размерные линии и условные знаки. Размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности, наносят по ГОСТ 2.307-68. Намечают шероховатость отдельных поверхностей детали и наносят условные знаки, определяющие

шероховатость. ГОСТ 2.309-73 устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности..

15) Произвести обмер детали и проставить размерные числа. Выполнить все необходимые надписи на поле чертежа, заполнить графы основной надписи.

Рабочий чертеж детали рекомендуется выполнить в следующей последовательности:

1) Установить количество и расположение изображений, передающих форму детали. При наличии стандартных элементов используются их стандартные изображения.

2) Выбрать масштаб и выполнить компоновку изображений на листе.

3) Наметить осевые и центровые линии каждого изображения. Провести линии контура изображений детали и ее элементов.

4) Нанести выносные и размерные линии, проставить размерные числа.

5) Выполнить все надписи (название изображений, технические требования и т.п.).

6) Нанести штриховку разрезов и сечений в соответствии с ГОСТ 2.306-68.

7) Заполнить основную надпись.

Примеры выполнения эскизов и рабочих чертежей деталей приведены в приложении А.

Данные чертежи можно выполнить с применением программы КОМПАС 3D. На рисунке 5.1 выполнен чертеж болта. При выполнении чертежа следует придерживаться следующей последовательности:

1. Создание нового чертежа. с использованием команд Файл – Создать - Чертеж. Для определения формата чертежа воспользоваться командой Сервис – Параметры – Параметры первого листа – Формат.

Так как чертеж выполняется в масштабе 2:1 создается новый вид На Панели состояния в окне «масштаб» указать величину 2:1.

2 При оформлении выносного элемента автоматически создается новый вид. Выносной элемент Б вычертить в масштабе 5:1.

3 При оформлении вида по стрелке взгляда автоматически создается новый вид. Вид А вычертить в масштабе 2:1.

4. Для каждого вида создаются свои слои. Для вида 1 создать слои с именами “оси”, “размеры”, “обозначения” для размещения в этих слоях соответствующих элементов. В 0-вом слое разместить геометрические объекты

Создание нового слоя осуществляется командой Сервис – Менеджер документа - Создать новый слой / управлять слоями. Или воспользоваться кнопкой слой на Панели текущего состояния.

5. На чертеже детали выполнить вид с разрывом. Для этого выполняется команда Вставка – Вспомогательный вид – Вид с разрывом. Выбирается тип линии разрыва из предложенного списка

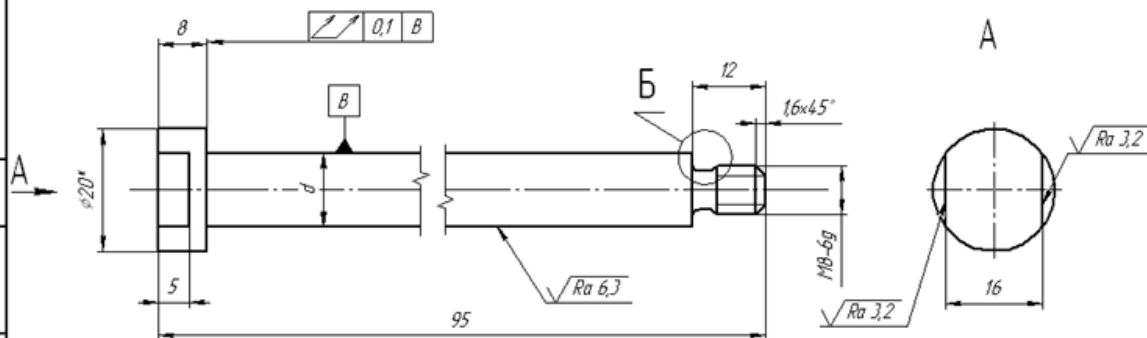
6. Разместить на чертеже технические требования

7. Нанести неуказанную шероховатость с использованием команды Вставка – Неуказанная шероховатость - Ввод

8. Выполнить перенос фрагмента чертежа из одного вида в другой

MC 42.010021.000

$\sqrt{Ra 12,5}$ (✓)

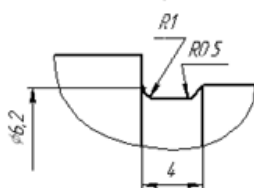


1. *Размеры для справок.

2. материал заменитель Круж 20-н11 ГОСТ 7417-75
20-В-Т ГОСТ 1051-73

3. H14, h14, z $\frac{IT14}{2}$.

Б(5:1)



обозначение	d, мм
MC 42.010021.000	10 ^{+0,1} -0,2
-01	12 _{-0,3}

№ п/п	Испол.	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Изготовл
							11
Болт						Лист	Листов 1
Круж 20 ГОСТ 2590-88						БГАУ	
Круж 10 ГОСТ 1050-88						Формат А3	
Котирован							

Рисунок 5.1 Чертеж детали -
болт

6 Вопросы самоконтроля

- 1 Эскиз детали и требования, предъявляемые к ним.
- 2 Изложите последовательность операций по составлению эскиза.
- 3 В чем отличие эскиза от рабочего чертежа?
- 4 Чертеж детали и требования, предъявляемые к нему..
- 5 Главное изображение и обоснование его выбора.
- 6 Требования , предъявляемые к размерам на чертеже детали.
- 7 Что может служить базой для отсчета размера? Приведите примеры.
- 8 Как располагают размеры внешних и внутренних форм детали при соединении части вида и части разреза.?
- 9 Приведите примеры простановки размеров по принципу «незамкнутой цепочки».
- 10 Напишите три знака обозначения шероховатости поверхностей и поясните их применение
- 11 Что называется модулем зубчатого колеса?
- 12 В чем состоят основные условности изображения зубчатого колеса на чертеже?
- 13 Какие данные должна содержать надпись на чертеже винтовых пружин?
- 14 Как располагаются винтовые пружины на чертеже детали?
- 15 Какие основные условности изображения винтовых пружин.
- 16 Поясните обозначения шероховатости поверхностей на чертежах для случая, когда назначенный параметр шероховатости относится ко всей детали (постоянный).
- 17 Поясните обозначения шероховатости поверхностей на чертежах для случая, когда шероховатость отдельных элементов детали (резьба, шлицы и др.) отлична от других.

ЗАДАНИЕ 1 РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Задача 1 Болтовое, шпилечное и винтовые соединения

1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ

1. Изучение существующих видов резьбовых соединений деталей;
2. Изучение способов изображения крепежных изделий их соединений;
3. Изучение принципов расчета параметров и подбора крепежных деталей;
4. Приобретение навыков работы со справочной литературой.
5. Выполнение чертежей сборочных единиц.
6. Закрепление знаний стандартов: (ГОСТ 2.311-68; ГОСТ 2.315-68..... и умений пользоваться справочной литературой).

2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ

- 2.1 Выполнить соединение болтом.
- 2.2 Выполнить соединение шпилькой.
- 2.3 Выполнить соединение труб.
- 2.4 Выполнить соединение шпонкой.

Работы выполняются на листе чертежной бумаги формата А2 или А3 в зависимости от сложности и величины изображаемого изделия.

3

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Болтовое соединение

Болтовое соединение применяют для скрепления двух и более деталей. Болт проводят через отверстия всех соединяемых деталей.

В болтовое соединение входят: болт, гайка, шайба и соединяемые детали (рисунок 1.1). Шайбу подкладывают для предохранения поверхности детали (обратную шайбу или для

предотвращения возможного самоотвинчивания гайки (пружинную шайбу). Для осуществления последнего также применяются болты с отверстием на стержне под шплинт. В этом случае применяют прорезную или корончатую гайку и шплинт.

Определяющими размерами болта в соединении служат: сумма толщин скрепляемых деталей и диаметр стержня болта, равный диаметру резьбы (рисунок 1.1).

Длина болта подсчитывается по формуле ℓ (1):

$$\ell = \ell_1 + \ell_2 + S + H + K, \quad (1)$$

где ℓ_1 и ℓ_2 – толщины скрепляемых деталей; S –

толщина шайбы;

H – высота гайки;

K – длина выступающего над гайкой конца болта.

Значение S и H подбираются по соответствующим стандартам.

Подсчитав длину болта по соответствующим ГОСТам (приложение Г), подбирают ближайшее значение ℓ в зависимости от диаметра болта.

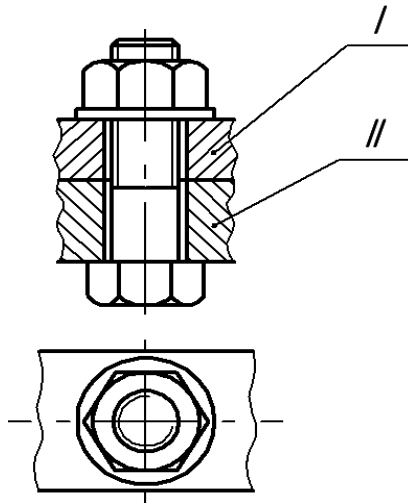


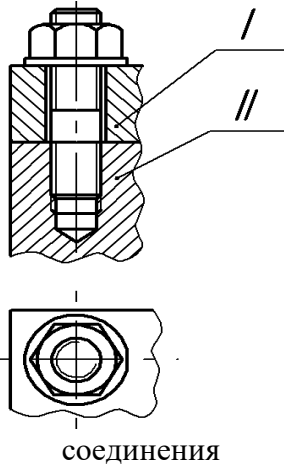
Рисунок 1.1 Болтовое соединение

3.1 Соединение шпилькой

Соединение шпилькой и гайкой применяют для скрепления двух и более деталей, когда по конструктивным соображениям применение болтового соединения невозможно или нецелесообразно, например: недоступность монтажа болтового соединения, невозможность сквозного сверления всех скрепляемых деталей.

В шпилечное соединение входят: шпилька, гайка, шайба и соединяемые детали (рисунок 1.3). Назначение шайбы то же, что и в болтовом соединении. Изображение шпилечного соединения складывается из изображений вышеперечисленных деталей и его выполняют по тем же правилам, что и болтовое соединение. Линию разреза деталей условно совмещают с линией конца резьбы на шпильке. Диаметр сквозного отверстия в детали I определяется аналогично диаметру отверстия под болт.

Рисунок 1.3 Конструктивное исполнение шпилечного



В детали где устанавливается шпилька выполняется глухое отверстие.

Длина шпильки l подсчитывается аналогично длине болта, сопоставляется с рядом длин, предусмотренных стандартами (приложение 3), и принимается ближайшее стандартное значение. Там же выбирается длина гаечного конца шпильки

3.1 Соединение винтом

По назначению винты для металла разделяют на крепежные и установочные. Крепежный винт – деталь, которая служит для разъёмного соединения двух деталей. Установочные винты отличаются от крепежных тем, что имеют нажимной конец специальной формы. Эти винты применяют для фиксирования одной детали относительно другой. Крепежный винт ввинчивается в одну из скрепляемых деталей. В другой детали выполняется сквозное отверстие.

Диаметр сквозного отверстия в привинчиваемой детали для винтов равен

$$d_0 = d + 0,5 \text{ мм}, \quad \square 2 \square$$

где d – диаметр стержня винта, мм.

Длина винта определяется исходя из конструктивного расположения головки винта относительно привинчиваемой детали. Глубину завинчивания винта принимают в зависимости от материала детали с резьбовым гнездом: для стали и бронзы $l_1 = d$, для чугуна $l_1 = 1,25d$, для алюминия $l_1 = 2d$.

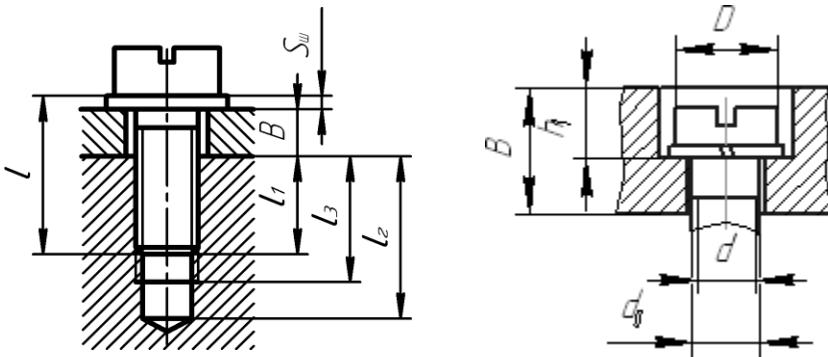


Рисунок 1.5 Варианты конструктивного расположения головок винтов относительно привинчиваемой детали

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Рекомендуется следующая последовательность выполнения задания:

- 1) Ознакомиться по приведенным примерам выполнения сборочных чертежей (приложение А) и спецификации с конструкцией изделия, установить характер соединения отдельных его деталей.
- 2) Обратит внимание на упрощения, допускаемые ГОСТом 2.315–68 при упрощенном изображении крепежных изделий и их соединений.
- 3) Определить длину заданного болта, шпильки, винта по формулам, приведенным выше. Остальные размеры крепежных деталей выбрать из соответствующих ГОСТов или из данных методических указаний (приложения Г-К)
- 4) До начала вычерчивания сборочных чертежей и чертежа корпусной детали выполнить компоновку изображений на форматах листов.
- 5) Вычерчивание сборочных чертежей тонкими линиями начать с корпусной детали. Далее вычертить остальные сопряженные с корпусом детали.
- 6) Вычертить тонкими линиями изображение болтового, шпильчатого, винтового соединений конструктивное и упрощенное, согласно содержанию работы.
- 7) На сборочных чертежах выполнить простые фронтальные разрезы. Нанести штриховку, учитывая, что сопряженные детали в разрезах и сечениях штрихуются в противоположных направлениях.
- 8) Обвести сборочные чертежи.
- 9) Проставить размеры на сборочных чертежах.
- 10) Выполнить спецификацию (ГОСТ 2.108 – 68) и нанести номера позиций деталей на сборочных чертежах в соответствии с номерами, проставленными в спецификации.
- 11) Заполнить основную надпись.
Пример выполнения чертежа резьбовых соединений приведен на рисунке 4.1):

5 Вопросы самоконтроля

1. Какое изображение крепежных изделий и их соединений называют конструктивным?
2. Какое изображение крепежных изделий и их соединений называют упрощенным?
3. Как подсчитывается длина болта, шпильки, винтов при изображении соединения этими крепежными изделиями?
4. В чём отличия крепёжных и установочных винтов?

Задача 2 Резьбовые соединения труб

1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ

1. Изучение существующих видов резьбовых соединений деталей;
2. Изучение способов изображения крепежных изделий и их соединений;
3. Изучение правил изображения и обозначения резьбового соединения труб;
4. Приобретение навыков работы со справочной литературой.
5. Выполнение чертежа трубного соединения.
6. Закрепление знаний стандартов: (ГОСТ 2.311-68; ГОСТ 2.315-6, ГОСТ 8945-75 и умений пользоваться справочной литературой).

2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ

2.1 Выполнить чертеж трубного соединения.

Работы выполняются на листе чертежной бумаги формата А2 или А3 в зависимости от сложности и величины изображаемого изделия.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Соединение труб на резьбе представляет собой узел, состоящий из соединительных фасонных частей (муфт, угольников, тройников и т.д.) называемых фитингами, труб и в некото-

рых случаях контргайки. Соединяемые трубы ввинчиваются в фитинги. Для этого на фитингах и концах труб нарезается трубная цилиндрическая резьба. Фитинги подразделяются на прямые и переходные, т.е. соединяющие трубы соответственно одинакового или разного диаметров. В данной работе студенты вычерчивают трубные соединения только с прямыми фитингами.

Основным параметром для труб и фитингов является величина условного прохода (D_u) – внутренний диаметр труб, выраженного в миллиметрах. Он указывается или в дюймах при обозначении резьбы на фитингах и трубах, или в миллиметрах при простановке размеров на трубах.

При выполнении чертежей трубных соединений общеконструктивные размеры соединительных частей берут по ГОСТ 8945-75, в котором приведены толщины стенок, размеры рёбер, буртиков, параметры резьбы и т.д. Общий вид соединений труб на резьбе приводится на рисунке 3.1

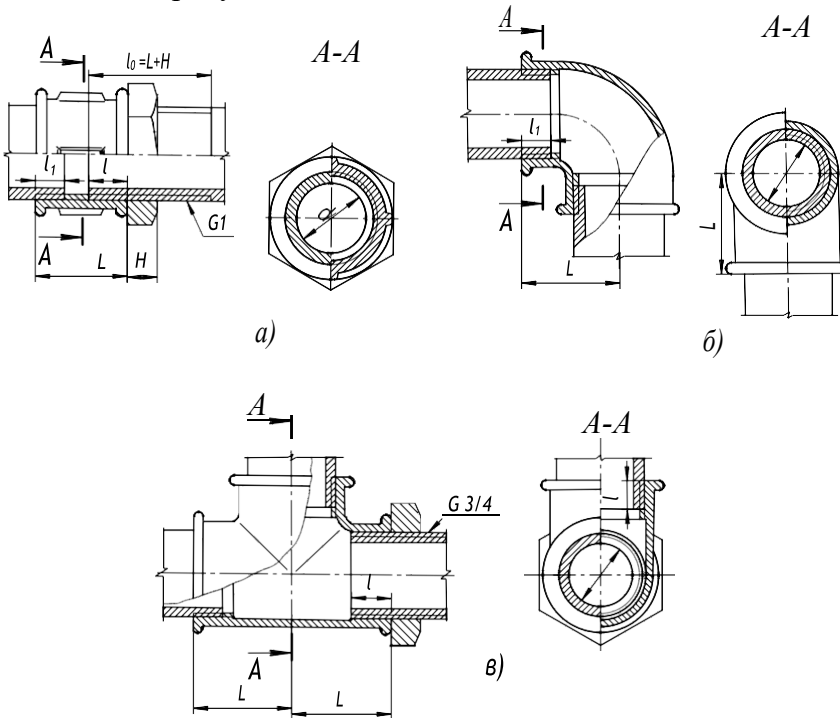


Рисунок 2.1 Общий вид соединения труб на резьбе

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

- 1) Ознакомиться по образцовому чертежу общего вида (рисунок 2.1) с устройством изделия, установить характер соединения отдельных его деталей.
- 2) Изучить конструкцию каждой детали по чертежам, взятым из ГОСТа, либо из данных методических указаний.
- 3) Вычерчивание сборочного чертежа начать с фитинга, затем выполнить сопряженные детали (труба, сгон, контргайка). Чертеж выполнить как конструктивный, т.е. без упрощений. Вычертить все элементы соединительных частей: буртики, фаски, рёбра и т.п.
- 4) Выполнить разрез соединения по оси трубы и вынесенное сечение, расположить его на виде слева.
- 5) Нанести штриховку в разрезе и сечении, учитывая, что сопряженные детали в разрезах и сечениях штрихуются в противоположных направлениях.
- 6) Нанести размерные линии и линии выноски.
- 7) Разработать спецификацию (ГОСТ 2.108-68) и нанести номера позиций деталей в соответствии с номерами, проставленными в спецификации.
- 8) Заполнить основную надпись, обвести чертёж
(Пример выполнения чертежа трубного соединения приведён на рисунке 4.1):

5 Вопросы самоконтроля

1. Из каких элементов состоит болтовое соединение?
2. Из каких элементов складывается шпилечное соединение?
3. Как подсчитать длину шпильки и от чего зависит длина t ввинчиваемого резьбового конца?
4. Как определить размеры гнезда для винта?
5. Как условно обозначают на чертеже прямую муфту, тройник, угольник и трубу?



Копировал

Формат А4

Рисунок 4.1 Пример выполнения чертежа трубного соединения

6. Что такое сбег резьбы и почему он образуется?

Задача 3 Шпоночные соединения

1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ

1. Изучение конструктивных элементов шпонок;
2. Изучение правил геометрического расчета и требований по изображению шпоночных соединений;
3. Закрепление знаний стандартов: (ГОСТ 2.3360-78; ГОСТ 2408-80, ГОСТ 24071-80) и приобретение навыков работы со справочной литературой..
- 4.

2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ

2.1 Выполнить чертеж шпоночного соединения.

Работы выполняются на листе чертежной бумаги формата А2 или А3 в зависимости от сложности и величины изображаемого изделия.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Шпонка представляет собой деталь, с прямоугольным поперечным сечением, которая в сборе частично входит в шпоночную канавку (паз) на валу, а частично в продольную канавку (паз) во втулке насаживаемого колеса. В результате получается разъемное шпоночное соединение.

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

По конструкции шпонки разделяются на призматические, сегментные и клиновые. Наибольшее распространение получили призматические шпонки. Стандарт ГОСТ 23360-78 устанавливает размеры и предельные отклонения призматических шпонок и соответствующих им шпоночных пазов на валах и втулках (приложение А).

Призматические шпонки изготавливаются в трех исполнениях

Клиновые шпонки рекомендуются для неподвижных соединений с обязательным выходом шпоночного вала. По форме клиновые шпонки представляют собой односторонне скошенную призму с широкой рабочей гранью, имеющий уклон 1:100

Сегментные шпонки применяют в основном в автостроении и станкостроении для неподвижного соединения с валом деталей, имеющих сравнительно короткие ступицы. Сегментная шпонка представляет собой сегмент со срезанными краями (рис. 1.4), их размеры и размеры пазов приведены в ГОСТ24071-80.

3.1 Расчет и изображение шпоночного соединения

Прочностной расчет шпонки в студенческой работе не производится, а подсчитываются только геометрические параметры шпонки и шпоночных пазов.

Для изображения на чертеже соединения нужно по заданному диаметру d вала и длине L ступицы колеса подобрать из соответствующих стандартов размеры шпонки b , h и L . Размеры пазов на валу t_1 и во втулке t_2 берутся также из этих стандартов в зависимости от заданного диаметра вала.

Глубина паза на чертеже обычно не указывается, а представляются размеры: $D - t_1$ – для вала; $d + t_2$ – для втулки.

Эти размеры не округляются.

Приведем примеры выбора стандартной призматической и сегментной шпонок в зависимости от заданного вала.

Для призматической шпонки.

Рассчитать соединение для вала диаметром 28 мм. 1

Подсчитываем длину втулки по формуле

$$L = 1,4d = 1,4 \times 28 = 39,2 \text{ мм}$$

Полученное число округляем до целого: $L = 39$ мм.

2 Подсчитываем длину шпонки. Необходимая длина шпонки зависит от условия работы шпоночного соединения и для призматических шпонок обычно применяется на 8...10 мм меньше длины втулки.

$$L = L - (8...10)\text{мм} = 39 - (8...10) \text{ мм.}$$

В соответствии с ГОСТом 23360-78 (приложение А) принимаем $l = 32$ мм

3 Подбираем размеры шпонки b и h в зависимости от диаметра вала d по ГОСТ 23360 - 78:

$b = 8$ мм; $h = 7$ мм.

4 Для диаметра вала $d = 28$ мм. подбираем глубину паза навалу $t_1 = 4$ мм;

$t_2 = 3,3$ мм.

5 Подсчитываем размеры:

$d - t_1 = 28 - 4 = 24$ мм; $d + t_2 = 28 + 3,3 = 31,3$ мм.

Для сегментной шпонки.

Рассчитаем соединение сегментной шпоной для вала диаметром $d = 25$ мм.

1 В зависимости от диаметра вала подбираем размеры шпонки по ГОСТ 24071-80 (приложение В): ширина шпонки $b = 6$ мм; высота шпонки 9 мм; диаметр шпонки $D = 22$ мм.

2 Подбираем размеры пазов: t_1 - для вала; t_2 - для втулки. 3

Подсчитываем размеры:

- для втулки $d + t_1 = 2 + 2,8 = 27,8$ мм.

- для вала $d - t_1 = 25 - 6,5 = 18,5$ мм. Размеры $d - t_1$ и $d + t_2$ не округляется.

4 Длина ступицы рассчитывается по формуле $L = 1,6d = 1,6 \times 25 = 40$ мм.

По полученным данным вычерчиваем соединение деталей с простановкой размеров и условного обозначения шпонок.

Примеры условных обозначений.

Призматическая шпонка исполнения 1 с размерами $b = 8$ мм, $h = 7$ мм, $l = 32$ мм: Шпонка 8 x 7 x 32 ГОСТ 23360-78.

То же, исполнения 2: Шпонка 2 - 8 x 7 x 32 ГОСТ 23360-78.

Клиновидная шпонка исполнения 1 с размерами $b = 8$ мм, $h = l = 40$ мм: Шпонка 8 x 7 x 40 ГОСТ 24068-80.

Сегментная шпонка исполнения 1 с размерами $b \times h = 6 \times$

9

Шпонка 6 x 9 ГОСТ 24071-80;

мм:

То же, исполнения 2: Шпонка 2 – 6 x 9 ГОСТ 24071-80 Соединения шпонками вычерчивают в двух изображениях: показывают вид спереди с местным разрезом и с целью выявления формы шпонки и шпоночного паза, и поперечный разрез, располагаемый на месте вида слева, согласно ГОСТ 2.305-68 шпонку показывают нерассеченной.

На рисунке 2.1 показано изображение соединения шпонками: клиновой, сегментной и призматической.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

- 1) В соответствии с вариантом подобрать диаметр вала:
- 2) Рассчитать соединение «вала - шпонка - втулка».
- 3) По полученным значениям вычертить в двух проекциях шпоночное соединение на формате А4, заполнить основную надпись по ГОСТ 2.104-68.

5 Вопросы самоконтроля

1. Назовите основные типы шпонок и их условное обозначение на чертеже.
2. В чём конструктивные особенности призматических, сегментных и клиновых шпонок?
3. Как подбираются размеры призматических шпонок для изображения соединения посредством шпонок?
4. Указывается ли глубина паза на валу шпоночного соединения?

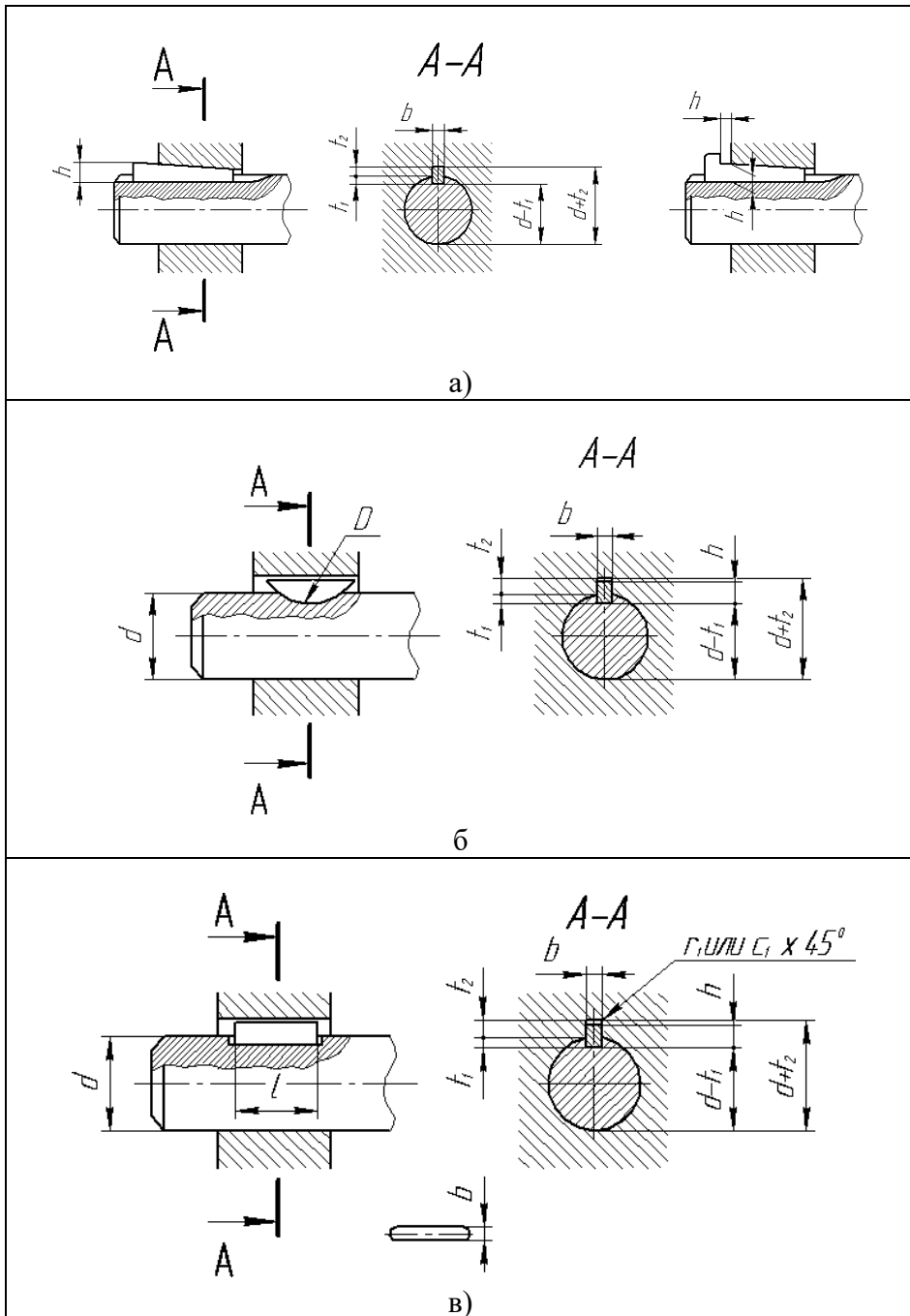


Рисунок 2.1 Соединение шпонкой: а – клиновой, б - сегментной, в - призматической.

Библиографический список

1. Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации. -М.: Издательство стандартов, 1996.-331с
2. Боголюбов С.К. Инженерная графика: учебник для студ. средних спец. учеб. заведений, обуч. по спец. технического профиля/ С. К. Боголюбов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Машиностроение, 2010. - 391 с. - Библиогр.: с. 378. - Предм. указ.: с. 379-385
3. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для студ. вузов/ В. С. Левицкий. - 7-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2010. - 435 с. - Предм. указ.: с.422-424 . - Библиогр.: с. 431-432.
4. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение: Учеб. для студ.вузов.-2-е изд.,перераб. и доп.-М.:Гуманит.изд.центр ВЛАДОС, 2010.-471с.: ил.
5. Инженерная графика: Учебник /Под ред. Н.П.Сорокина, 2-е изд., стер.-СПб.:Издательство «Лань», 2006.-392с.:ил.
6. Инженерная графика: учебник для студ. вузов, обуч. по спец.техн. профиля/ Э. М. Фазлулин, В. А. Халдинов. - М.: Академия,2006. - 397 с. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). - Библиогр.: с. 395

ЗАДАНИЕ 2 НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Задача 1 Выполнение чертежа сварной сборочной единицы

1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ

1. Приобретение опыта составления конструкторской документации при выполнении чертежа сварной сборочной единицы.
2. Изучение правил изображения и обозначения сварных швов на чертежах.
3. Закрепление навыков выполнения эскизов деталей.

4. Закрепление знаний стандартов: ГОСТ 2.101-68; 2.102-68; ГОСТ 2.103-68; ГОСТ 2.104-68; ГОСТ 2.106-95; ГОСТ 2.312-72 и умений пользоваться справочной литературой.

2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ

- 2.1 Выполнить эскизы нестандартных деталей сварной сборочной единицы на листах бумаги в клетку, приведённых к стандартным размерам формата А4.
- 2.2 Выполнить спецификацию на отдельном листе чертёжной бумаги формата А4 с основной надписью по форме 2 (ГОСТ 2.104-2006).
- 2.3 Выполнить чертёж сварной сборочной единицы на листе чертёжной бумаги формата А3 или А4, в зависимости от сложности и величины изображаемого изделия.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В современной технике широко применяются соединения деталей, выполненные при помощи сварки. Сварка успешно заменяет поковки, отливки, клепаные соединения, упрощая технологический процесс, снижая трудоёмкость изготовления и уменьшая вес изделия.

3.1 Оформление и содержание чертежа

Чертежи сварного изделия оформляют как сборочный чертёж. Поскольку он предназначен для серийного производства изделий, то должен отражать способы соединения деталей сборочной единицы. Сборочный чертеж должен содержать:

- а) изображение сварной сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей изделия;
- б) габаритные, установочные и присоединительные размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть проконтролированы или выполнены по сборочному чертежу;
- в) указания о способах выполнения сварных соединений (изображение и обозначение сварных швов);

- г) номера позиций составных частей, входящих в изделие; д) технические условия;
- е) основную надпись.

Штриховку смежных деталей в разрезах и сечениях выполняют под углом 45° к линии рамки чертежа в противоположных направлениях или в одном направлении с разным шагом штриховки (ГОСТ 2.306-68)

Сборочный чертёж сопровождается спецификацией.

Более подробные сведения о требованиях к сборочным чертежам приведены в ГОСТ 2.109-73.

3.2 Стандартные сварные швы

В сварочном производстве применяются, как правило, стандартные сварные швы, параметры которых определяются соответствующими стандартами. Типы швов определяет ГОСТ 5264-80. В курсе черчения обычно рассматривается сварка деталей из углеродистых сталей с применением швов, выполняемых ручной дуговой сваркой. Каждый стандартный шов имеет буквенно-цифровое обозначение, полностью определяющее конструктивные элементы шва. Буквенная часть обозначения определяется видом сварного соединения. Различают следующие виды сварных соединений:

- 1) стыковое соединение (С) – свариваемые детали соединяются по своим торцевым поверхностям;
- 2) угловое соединение (У) – свариваемые детали расположены под углом и соединяются по кромкам;
- 3) тавровое соединение (Т) – торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали;
- 4) соединение внахлестку (Н) – поверхности соединяемых деталей частично перекрывают друг друга.

Между кромками свариваемых деталей предусматривается зазор величиной 0...5 мм. В зависимости от требований, предъявляемых к сварному соединению, кромки свариваемых деталей подготавливаются различными способами. Сварка может выполняться во всех четырёх видах сварного соединения без скоса

кромки (С2) и со скосом одной или двух кромок (С5; Т9). Скосы могут быть симметричными и несимметричными, прямолинейными и криволинейными.

По расположению швы разделяются на одно- и двусторонние. Шов может быть сплошным или прерывистым. Сплошной шов характеризуется длиной провариваемого участка, а прерывистый шов расположен с определенным шагом.

Швы сварных соединений могут выполняться усиленными (выпуклыми). Некоторые типы швов характеризуются величиной К, называемой катетом шва.

Совокупность всех конструкторских особенностей стандартного шва обозначается цифрой, которая совместно с буквенным обозначением вида сварного соединения определяет буквенно-цифровое обозначение типа шва по соответствующему стандарту, например; С1, С2, С3, У1, У2, У3, Т1, Т2, Т3, Н1.

3.2 Условное изображение и обозначение сварных швов на чертежах

ГОСТ 2.312-72 устанавливает условные изображения и обозначения на чертежах швов сварных соединений.

Сварные соединения независимо от способа сварки условно изображают: видимые швы – сплошной основной линией (рисунок 3.1 а), невидимые швы – штриховой линией (рисунок 3.1 б), от изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Предпочтительнее проводить её от изображения видимого шва.

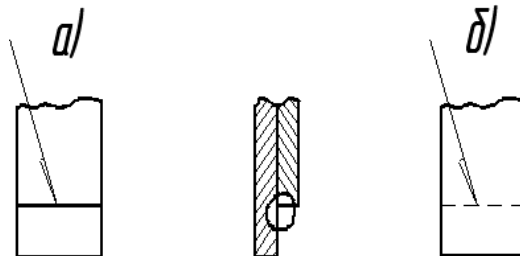


Рисунок 3.1 Условные изображения сварных швов на чертежах

Для нестандартного шва указывают размеры конструктивных элементов, необходимых для его выполнения. Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

Структура условного обозначения стандартного шва приведена на рисунке 3.2.

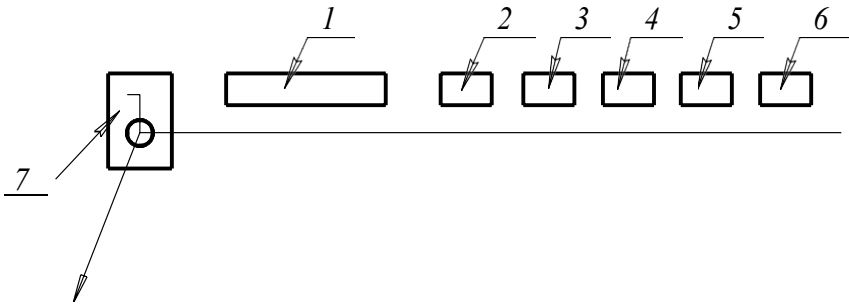


Рисунок 3.2 Структура условного обозначения сварного шва

На месте указанных прямоугольников записывают следующие данные:

- 1 - обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов;
- 2 - буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту;
- 3 - условное обозначение способа сварки по стандарту; 4- для швов, тип которых характеризуется катетом шва, про- ставят: знак и размер катета в миллиметрах;
- 5 - для прерывистого шва - размер длины провариваемого участка, знак / и знак Z и размер шага;
- 6 - вспомогательные знаки (усиление шва снять, напльвы, не- ровности);
- 7 - вспомогательные знаки.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1) Ознакомиться с изделием, выяснить его назначение, ра- бочее положение, способы соединения составных частей.

2) Выделить составные части изделия, установить их наименование и присвоить им обозначение.

3) Составить спецификацию изделия согласно ГОСТ 2.108-68. Если сборочный чертеж выполнен на листе формата А4, ГОСТ 2.108-68 допускает располагать на этом же листе и спецификацию. Основная надпись сборочного чертежа, совмещённого со спецификацией, выполняется по ГОСТ 2.104-68.

4) Выполнить эскизы деталей, входящих в состав сварной сборочной единицы в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73. При выполнении эскизов необходимо определить вид кромок деталей под сварку и указать на чертежах необходимые данные для их изготовления. Допускается не выполнять рабочие чертежи на детали, изготовленные из сортового или фасонного проката. В этом случае деталь изготавливается непосредственно по сборочному чертежу. Для этой детали в графе спецификации "Формат" проставляют буквы "БЧ" (без чертежа).

5) Выполнить чертёж сборочной единицы в следующей последовательности (пример выполнения чертежа сварной сборочной единицы приведён на рисунке 4.1):

а) ознакомиться с основными положениями ГОСТ 2.109-73; б) выбрать главный вид, количество изображений, масштаб и формат листа;

в) продумать компоновку чертежа, нанести рамку и оставить место для основной надписи;

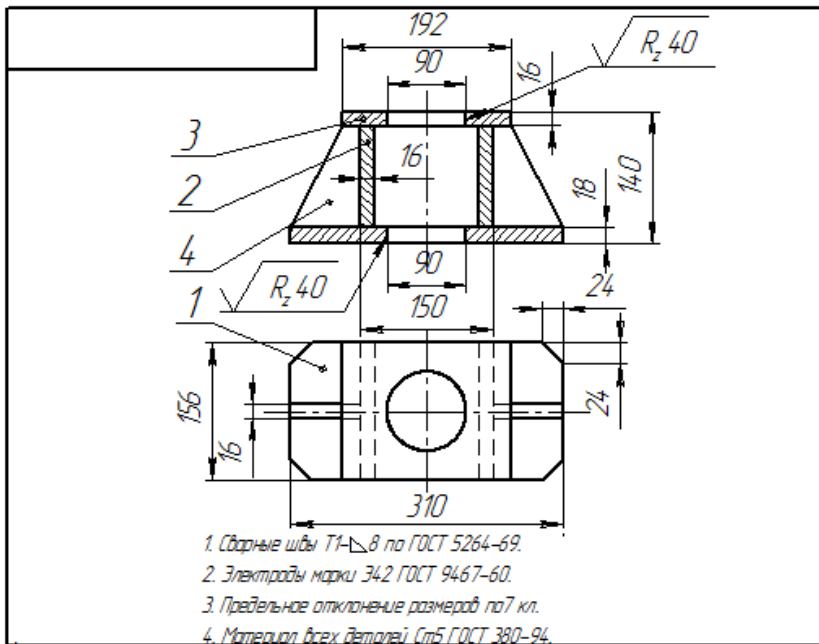
г) тонкими сплошными линиями построить намеченные изображения и вычертить необходимые разрезы, согласно ГОСТ 2.305-68;

д) нанести штриховку в разрезах и сечениях по правилам ГОСТ 2.306-68;

е) нанести необходимые размеры,

ж) нанести номера позиций согласно ГОСТ 2.109-73 и ГОСТ 2.316-68 и обозначить сварные швы.

з) заполнить основную надпись согласно ГОСТ 2.104-68 и проверить чертёж



Форма	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				<i>Детали</i>			
А4	1		XXXX 05.0016.001	Основание	1		
А4	2		XXXX 05.0016.002	Пластина	2		
А4	3		XXXX 05.0016.003	Плита	1		
А4	4		XXXX 05.0016.004	Ребро	2		
			XXXX 05.0016.000				
Изн. Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	<i>Стойка</i>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов				Ц		1:2
Проб.	Черныш И.К.				Лист	Листов	
Т.контр.					<i>БГАУ</i>		
Н.контр.							
Утв.							

КОМПАС-3D LT V8 (некоммерческая версия)

Рисунок 4.1 Пример выполнения чертежа сварной сборочной единицы

5 Вопросы самоконтроля

- 1) По каким признакам классифицируют сварные швы?
- 2) Как условно изображают на чертеже видимые и невидимые сварные швы?
- 3) Назовите элементы, входящие в структуру условного обозначения сварного шва.
- 4) Какие упрощения допускаются в обозначении сварных соединений?

Содержание

ЗАДАНИЕ 1 РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	3
Задача 1 Болтовое, шпилечное и винтовые соединения	3
1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ	3
2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ	3
3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
3.1 Болтовое соединение	3
3.1 Соединение шпилькой	5
3.1 Соединение винтом	6
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	6
5 Вопросы самоконтроля	9
Задача 2 Резьбовые соединения труб	9
1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ	9
2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ	9
3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	9
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	11
5 Вопросы самоконтроля	11
Задача 3 Шпоночные соединения	13
1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ	13
2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ	13
3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	13
3.1 Расчет и изображение шпоночного соединения	14
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	16
5 Вопросы самоконтроля	16
ЗАДАНИЕ 2 НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	18
1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ	18
2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ	19
3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	19
3.1 Оформление и содержание чертежа	19
3.2 Стандартные сварные швы	20
3.2 Условное изображение и обозначение сварных швов на чертежах	2
1	1
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	22
5 Вопросы самоконтроля	25

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ

1 ЦЕЛЬ ЗАДАНИЯ

1. Приобретение опыта составления конструкторской документации.
2. Выполнение чертежей сборочных единиц.
3. Закрепление навыков в выполнении эскизов деталей и в чтении рабочих чертежей.
4. Закрепление знаний стандартов: (ГОСТ 2.101-2016; ГОСТ 2.102-2016, ГОСТ 2.103-2016; ГОСТ 2.104-2006; ГОСТ 2.108-2013; ГОСТ 2.109-73 и умений пользоваться справочной литературой).

2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ

2.1 Выполнить эскизы нестандартных деталей сборочной единицы на листах писчей бумаги в клетку, приведенных к стандартным форматам А4 или А3.

2.2 Выполнить спецификацию на отдельном листе чертежной бумаги формата А4 с основной надписью по форме 2 ГОСТ 2.104-68.

2.3 Выполнить чертеж сборочной единицы на листе чертежной бумаги формата А2 или А3 в зависимости от сложности и величины изображаемого изделия.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Общие требования к чертежам сборочных единиц

Чертежи сборочных единиц предназначены для серийного или массового производства изделий. Они должны отражать взаимосвязь способы соединения деталей сборочной единицы. По ним осуществляется сборки и контроль работы изделия. (рисунок 3.1)

Сборочный чертеж должен содержать:

- а) изображение сборочной единицы, дающие представление о расположении и взаимной связи составных частей изделия;
- б) сведения, обеспечивающие возможность сборки и контроля сборочной единицы;
- в) габаритные, установочные и присоединительные размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть проконтролированы или выполнены по сборочному чертежу;
- г) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивает при сборке (подбор деталей, их пригонка и т.д.);
- д) указание о способе выполнения неразъемных соединений (сварочных, паяных и др.);
- е) номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- ж) технические условия;
- з) основные характеристики изделия;
- и) основную надпись.

К сборочному чертежу необходимо оформить спецификацию. Для этого необходимо распределить изделия на составные части по разделам спецификации, установить их наименование и присвоить им обозначения составным частям с учетом обозначения изделия в целом.

К сборочному чертежу оформляется схема составных частей изделия.

Перед выполнением сборочного чертежа необходимо выполнить эскизы всех деталей входящих в состав сборочной единицы.

3.2 Спецификация

Спецификация определяет состав сборочной единицы. Спецификацию составляют на отдельных листах формата

A4.

Каждый лист спецификации разделен на следующие графы: формат, зоны, позиция, обозначение, наименование, количество, примечание. Строчки спецификации рекомендуется делать не уже 8 мм.

На каждом листе спецификации внизу помещают основную надпись по форме 2 по ГОСТ 2.104-68 на первом или заглавном листах или по форме 2а на последующих листах.

В спецификацию вносят составные части изделия и относящиеся к изделию конструкторские документы.

Спецификация состоит из разделов, располагаемых в следующем порядке: сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы. Если в изделие не входят составные части, относящиеся к какому-либо разделу, то этот раздел в спецификации опускают.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, входящие в состав сборочной единицы и примененные по: государственным стандартам, республиканским стандартам, отраслевым стандартам, стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению, в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначения стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В разделе «Материалы» записывают материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу, например, в следующем порядке: металлы черные, металлы цветные, провода, пластмассы, бумажные и текстильные материалы, резиновые и кожевенные материалы и т.д. (ГОСТ 2.106 — 95).

Для записи ряда изделий и материалов, отличающихся размерами и другими данными и примененных по одному и тому же документу (и записываемых в спецификацию за обозначением этого же документа), допускается общую часть наименования этих изделий или материалов с обозначением указанного документа записывать на каждом листе спецификации один раз в виде общего наименования. После общего наименования записывают для каждого из указанных изделий и материалов только их параметры и размеры.

3.3 Правила нанесения номеров позиций

Номера позиций деталей наносят вне контуров изображений и располагают обязательно на полках по возможности в один ряд. Выносные линии и полки наносятся сплошными линиями толщиной $5/3 \dots s/2$.

Выносные линии с одной стороны (т. е. на изображении детали) заканчивают точкой, а с другой стороны — полкой. Полка должна быть параллельна основной надписи чертежа. Позиции деталей следует наносить на том виде, разрезе или сечении, где деталь изображена видимой.

Расстояние между контуром изображений и полками должно быть одинаковым и не менее 30 мм. Размер цифр для указания номеров позиций должен быть на один-два номера крупнее шрифта размерных чисел на данном чертеже. После присвоения номеров оригинальным деталям проставляют номера стандартных деталей в алфавитном порядке наименований изделий. Номера позиций, как правило, выносят один раз.

Не допускается пересечение выносных линий между собой, а также не допускается проводить выносные линии параллельно линиям штриховки и размерным линиям. Выносные линии должны пересекать как можно меньше изображений деталей.

3.4 Условности и упрощения на сборочных чертежах

В целях экономии времени на выполнение сборочного чертежа допускается применять следующие упрощения и условности:

а) фаски и галтели, а также скругления, проточки, рифления, насечки, мелкие выступы и впадины не показывают;

б) пружины в разрезе изображают двумя витками каждого конца;

в) сварное, паяное, колесное изделия в разрезах и сечениях штрихуют как монолитное тело (в одну сторону), изображая границы между деталями такого изделия сплошными основными линиями;

г) сварные части изделия, на которые выполнены самостоятельные чертежи, а также покупные изделия изображают на разрезах нерассеченными (масленки, шарики, шпонки, гайки, валы и т.д.;

д) штриховку смежных деталей в разрезах или сечениях выполняют под углом 45° к линии рамки чертежа в противоположных направлениях или в одном направлении со сдвигом штрихов ГОСТ 2.306-68;

е) болты, винты и шпильки изображаются на сборочных чертежах упрощенно ГОСТ 3.315-68;

ж) в типовых уплотнительных устройствах (сальниках) нажимная втулка изображается в крайнем выдвинутом исходном положении;

з) покупные детали или изделия (например, подшипники качения) допускается изображать в виде контурного очертания без небольших выступов, впадин и других мелких элементов;

и) крышки, шиты и кожухи допускается не изображать, если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. Над изображением делают соответствующий надпись (например, крышка поз. 6 не показана);

к) крайне или промежуточные положения детали, перемещающейся в процессе работы, при необходимости показывают на сборочном чертеже штрихпунктирной тонкой линией с двумя точками (с соответствующими размерами), причем наносят только контурные очертания детали;

л) изделия, изготовленные из прозрачного материала, изображаются как непрозрачные. В отдельных случаях допускается изображать видами такие детали, как шкалы, циферблаты, стрелки приборов и т.п., расположенные за прозрачным предметом;

Более подробные сведения об упрощениях, допускаемых на чертежах общих видов и сборочных чертежах, приведены в ГОСТ 2.109-73.

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Рекомендуется следующая последовательность выполнения задания:

1) Ознакомиться с изделием: выяснить его название, рабочее положение, устройство и принцип действия, способы соединения составных частей, последовательность сборки и разборки.

2) Распределить изделие на составные части по разделам спецификации, установить их наименование и присвоить обозначение составным частям с учетом обозначения изделия в целом.

3) Составить спецификацию изделия, текстовые конструкторские документы, относящиеся к этому изделию (если такие есть) Приложение А.

4) Выполнить эскизы всех нестандартных деталей сборочной единицы в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73 Приложение Б.

5) Выполнить чертеж сборочной единицы

6) Заполнить основную надпись.

6 Вопросы самоконтроля

1. Расскажите о назначении и объясните по чертежу принцип работы вашего механизма.
2. Объясните характер соединения и взаимодействия отдельных деталей и изделия.
3. Обоснуйте принятый вами выбор изображений (видов, разрезов, сечений) на сборочном чертеже, покажите их необходимость и достаточность.
4. Какие сведения можно почерпнуть из спецификации?
5. Какие требования к составлению спецификаций устанавливает ГОСТ 2.108-68?
6. Каковы правила нанесения номеров позиций на сборочных чертежах?
7. Какие сведения должен содержать чертеж сборочной единицы по ГОСТ 2.109-73?
8. Какие условности и упрощения допускаются на сборочных чертежах?
9. Какие виды чертежей устанавливаются ГОСТ 2.102-68?
10. С какими видами чертежей вам приходилось встречаться в учебном процессе?
11. В чем разница между чертежом общего вида и сборочным чертежом?
12. Какие размеры наносятся на сборочном чертеже?
13. Перечислить виды изделий.
14. Перечислить виды конструкторских документов.

Содержание

1	ЦЕЛЬ ЗАДАНИЯ	3
2	ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ	3
3	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
3.1	Общие требования к чертежам сборочных единиц	3
3.2	Спецификация	5
3.3	Правила нанесения номеров позиций	7
3.4	Условности и упрощения на сборочных чертежах	7
5	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	8
6	Вопросы самоконтроля	9

Библиографический список

1. Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации. -М.: Издательство стандартов, 1996.-331с
2. Боголюбов С.К. Инженерная графика: учебник для студ. средних спец. учеб. заведений, обуч. по спец. технического профиля/ С. К. Боголюбов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Машиностроение, 2010. - 391 с. - Библиогр.: с. 378. - Предм. указ.: с. 379-385
3. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для студ. вузов/ В. С. Левицкий. - 7-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2010. - 435 с. - Предм. указ.: с.422-424 . - Библиогр.: с. 431-432.
4. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение: Учеб. для студ.вузов.-2-е изд.,перераб. и доп.-М.:Гуманит.изд.центр ВЛАДОС, 2010.-471с.: ил.
5. Инженерная графика: Учебник /Под ред. Н.П.Сорокина, 2-е изд., стер.-СПб.:Издательство «Лань», 2006.-392с.:ил.
6. Инженерная графика: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. техн. профиля/ Э. М. Фазлулин, В. А. Халдинов. - М.: Академия, 2006. - 397 с. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). - Библиогр.: с. 395

