

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

- 1 Контрольные задания составлены в соответствии с требованиями ГОС СПО к дисциплине «Инженерная графика».
- 2 Вариант задания студенты выбирают по последней цифре шифра.
- 3 Чертежи контрольной работы выполняются на листах формата А3.
- 4 Перед выполнением листов изучить по учебнику соответствующий материал.
- 5 Выполненную контрольную работу сброшюровать и сдать на рецензирование в колледж.
- 6 Зачетная контрольная работа хранится у студентов и предъявляется на экзамене.
- 7 В случае «незачета» студент исправляет и дополняет работу по указанию преподавателя и сдает на повторную рецензию.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется на пяти листах.

Перечень листов:

- лист 1 - 1 «Линии чертежа. Шрифты»

Содержание листа:

1) упражнение по написанию прописных букв, строчных букв и цифр шрифтом размера 10;

2) пример начертания линии.

Предварительно изучить по учебнику /3 с. 13-22/.

- лист 1 - 2 «Контуры детали, содержащего сопряжения»

Содержание листа: выполнение контура детали, содержащего сопряжения.

Предварительно изучить по учебнику /3 с. 47-51/.

- лист 1 - 3 «Геометрические тела»

Содержание листа:

1) построить комплексные чертежи четырех геометрических фигур;

2) найти проекции точек А и В, принадлежащих поверхностям геометрических тел;

3) построить аксонометрические проекции геометрических тел;

4) найти проекции точек А и В на аксонометрических проекциях.

Предварительно изучить по учебнику /3 с. 53-97/.

- лист 1 - 4 «Пересечение поверхностей и проекций модели».

Содержание листа: построить комплексный чертёж и аксонометрическую проекцию двух пересекающихся цилиндров с построением линии пересечения.

Предварительно изучить по учебнику /3 с. 121-126/.

- лист 1 - 5 «Построение комплексного чертежа модели с вырезом 1/4 части».

Содержание листа:

1) построить комплексный чертёж модели с применением разрезов;

2) построить аксонометрическую проекцию модели с вырезом $\frac{1}{4}$ части.

Предварительно изучить по учебнику /3 с. 129-164/.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- 1 Назовите основные типы линий, применяемых в черчении.
- 2 В каких пределах берут толщину S сплошной основной линии? От чего зависит ее толщина?
- 3 Для чего служит на чертеже сплошная тонкая линия?
- 4 В каких соотношениях берется толщина различных линий в зависимости от S ?
- 5 В каких пределах выбирают длину штрихов и промежутков между ними для штриховых и штрихпунктирных линий?
- 6 Какие размеры шрифта применяются в черчении?
- 7 Укажите соотношения высот строчных и прописных букв.
- 8 Укажите соотношения ширины и высоты букв. Какие буквы составляют исключение из общего правила?
- 9 Какая ширина принята для букв А и М?
- 10 Чему равна толщина линий обводки букв и цифр?
- 11 Какое расстояние следует делать между буквами, словами и строками?
- 12 Укажите особенности написания букв Л, Ж, З, М, Ф.
- 13 При сочетании каких букв следует сокращать расстояние между ними?
- 14 Какова последовательность выполнения надписей?
- 15 Как разделить окружность на четыре и восемь равных частей?
- 16 Как построить перпендикуляр к прямой из точки, лежащей вне прямой? лежащей на прямой?
- 17 Как построить многоугольник, равный данному?
- 18 Что называется сопряжением? Назовите его основные элементы.
- 19 Как построить касательную к окружности? к двум окружностям?
- 20 Как построить сопряжение двух пересекающихся прямых?
- 21 Как построить внутреннее сопряжение дуги с прямой?
- 22 Как построить внешнее, внутреннее и смешанное сопряжение двух окружностей?
- 23 Определение призмы. Как разделяются призмы?
- 24 Дайте определение пирамиды. Как разделяются пирамиды?
- 25 Как определить проекции точек, лежащих на поверхности пирамиды?
- 26 Дайте определение цилиндра. Назовите основные элементы цилиндра.
- 27 Как показать в изометрии точки, лежащие на поверхности цилиндра?

- 28 Дайте определение конуса. Назовите основные элементы конуса.
- 29 По какому плану решаются задачи на пересечение поверхностей?
- 30 Как определяется видимость точек линии пересечения?
- 31 Как располагаются координатные оси в изометрии?
- 32 В какой последовательности строят проекции прямого кругового цилиндра в изометрии?
- 33 Для чего применяют на чертежах разрезы?
- 34 Какие изображения называют разрезами?
- 35 Как изменится изображение, если вместо вида детали дать ее разрез?
- 36 Изменяются ли виды сверху и слева, если главный вид заменить разрезом?
- 37 Какой разрез называют простым?
- 38 Какой разрез называют продольным и какой поперечным?
- 39 В каких случаях рекомендуется соединять часть вида и часть разреза?
- 40 Какой линией разделяют часть вида и часть разреза?
- 41 Нужно ли показывать на половине вида внутренние очертания предмета? и почему?
- 42 В чем отличие технического рисунка от аксонометрической проекции?
- 43 Какой должна быть последовательность выполнения технического рисунка?
- 44 Какими правилами пользуются при выполнении технических рисунков?
- 45 В чем разница между разрезом и сечением?
- 46 Как классифицируют разрезы в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций?
- 47 Как различают разрезы в зависимости от числа секущих плоскостей?
- 48 Как выполняют сложные ступенчатые разрезы?
- 49 Как выполняют сложные ломаные разрезы?
- 50 Как выполняют местные разрезы?
- 51 Как выполняют наклонные разрезы?
- 52 В каких случаях необходимо обозначать простые разрезы?
- 53 Как обозначают сложные ступенчатые и ломаные разрезы?
- 54 Как выполняют разрез, если ребро предмета совпадает с осевой линией?
- 55 Какие чертежи называют эскизами?
- 56 В какой последовательности рекомендуется выполнять эскиз детали с натуры?
- 57 Что такое конструктивная база? технологическая? измерительная? сборочная?
- 58 Как проставляют размеры при цепном способе? координатном? комбинированном?
- 59 Как проставляют размеры одинаковых элементов, расположенных на одной оси или на одной окружности?
- 60 Как нанести размер в местах сопряжения или скругления детали?
- 61 По каким критериям оценивают шероховатость поверхности?
- 62 Какими знаками обозначают шероховатость поверхности и как выполняют эти знаки?

63 Как записать шероховатость поверхностей, если она одинакова для всей детали?

64 Какие чертежи называются рабочими? Какие требования предъявляют к рабочим чертежам?

65 Какая разница между эскизом и рабочим чертежом?

66 Что подразумевается под чтением чертежа?

67 В каком месте чертежа детали записывают технические требования?

68 Какие размеры называют справочными?

69 Какой линией изображается линия сгиба?

70 Как условно обозначают на чертеже видимые сварные швы?

71 Как условно обозначают на чертеже невидимые сварные швы?

72 Как условно изображают на чертеже цилиндрическое зубчатое колесо? коническое колесо? цилиндрический червяк?

73 Что называется сборочным чертежом и каково его назначение?

74 Какие требования предъявляют к сборочным чертежам?

75 Какие размеры проставляют на сборочном чертеже?

76 Что такое спецификация и каков порядок ее заполнения?

77 Каковы правила нанесения номеров позиций на сборочных чертежах?

78 Как штрихуются граничные детали на сборочных чертежах в разрезах?

79 Как оформляют чертежи сварных, клепаных и армированных изделий?

80 Какие условности и упрощения применяют на сборочных чертежах?

81 Какова последовательность чтения сборочного чертежа?

82 Какие размеры проставляют на сборочном чертеже?

83 Что такое спецификация и каков порядок ее заполнения?

84 Что такое схема?

85 Какие требования предъявляют к выполнению схем?

85 Какие линии чертежа применяют при вычерчивании кинематических схем?

86 Какими цифрами нумеруют валы и остальные элементы?

88 Какой толщины должны быть линии связи на электрических схемах?

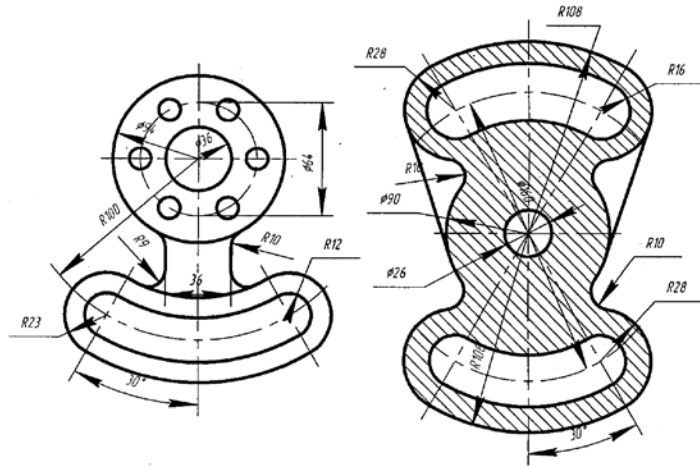
89 Какие способы применяют для изображения на электрических схемах условных знаков?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант 1

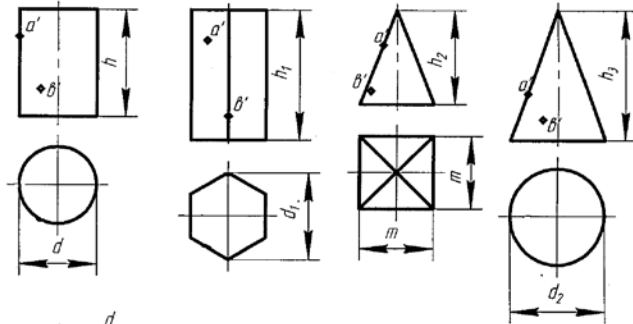
1 Шрифты

2 Контур детали, содержащего сопряжения



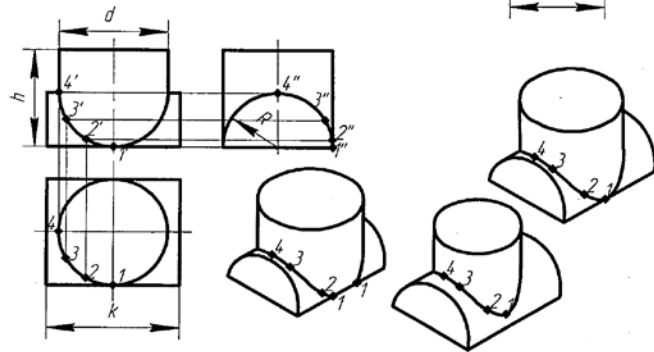
3 Тела

$d=40$ мм; $h=50$ мм;
 $d_1=50$ мм; $h_1=60$ мм;
 $d_2=40$ мм; $h_2=60$ мм;
 $m=40$ мм; $h_3=60$ мм.

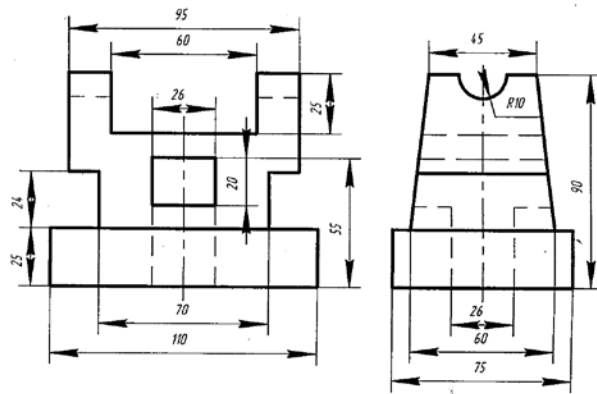
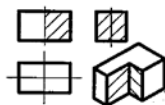


4 Пересечение поверхностей и проекций модели

$R=45$ мм;
 $d=80$ мм;
 $h=80$ мм;
 $k=110$ мм.



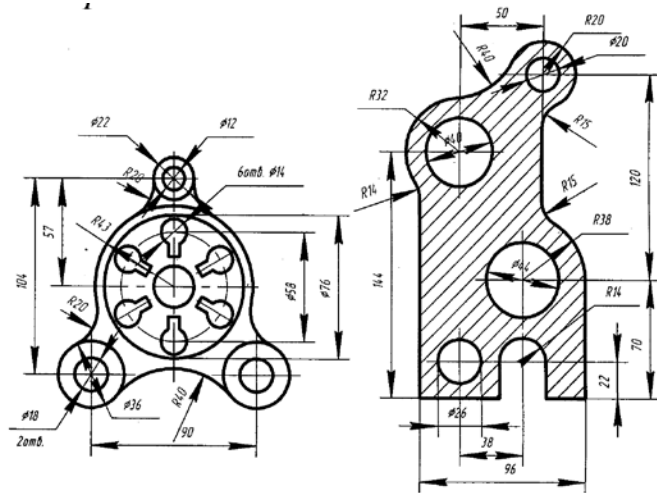
5 Построение третьего вида по двум данным



Вариант 2

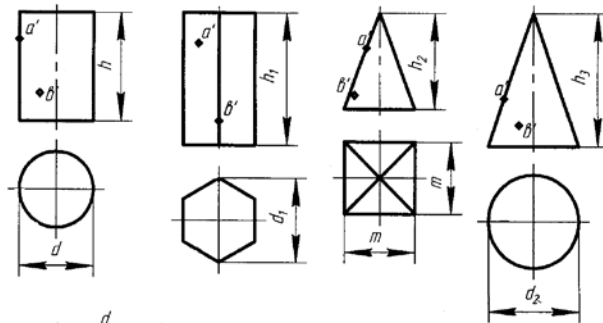
1 Шрифты

2 Контур детали,
содержащего сопряжения



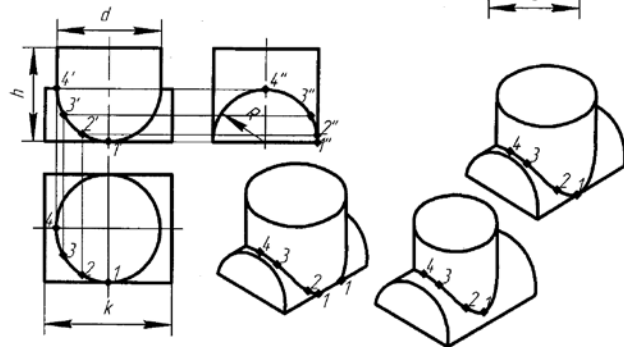
3 Тела

$d=40$ мм; $h=70$ мм;
 $d_1=40$ мм; $h_1=60$ мм;
 $d_2=40$ мм; $h_2=60$ мм;
 $m=50$ мм; $h_3=70$ мм.

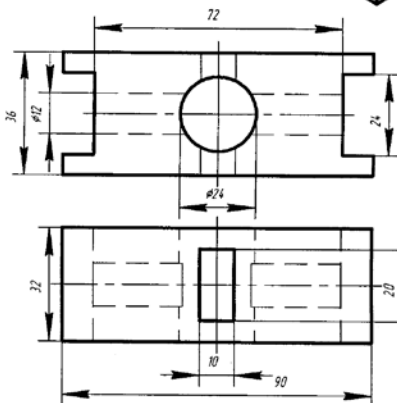
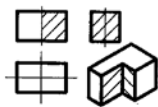


4. Пересечение
поверхностей
и проекций модели

$R=40$ мм;
 $d=90$ мм;
 $h=85$ мм;
 $k=105$ мм.



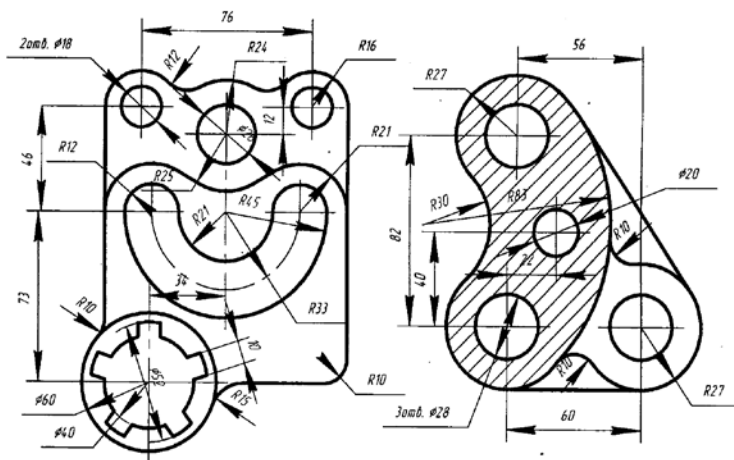
5 Построение третьего вида
по двум данным



Вариант 3

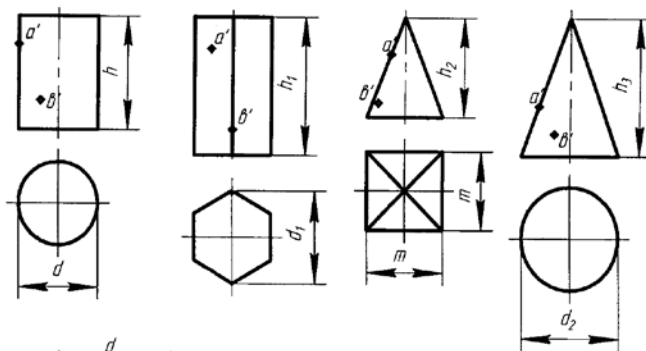
1 Шрифты

2 Контур детали, содержащего сопряжения



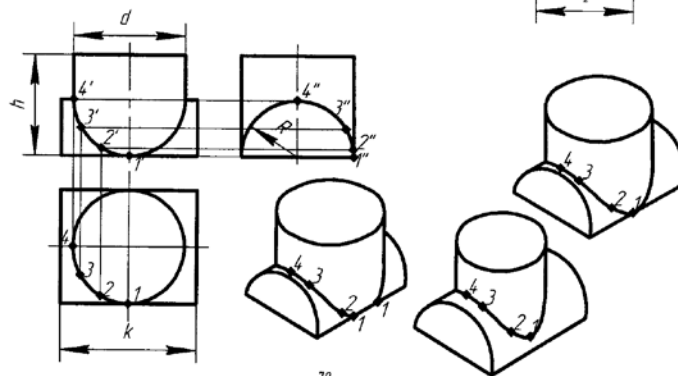
3 Тела

$d=50\text{ мм}; h=70\text{ мм};$
 $d_1=40\text{ мм}; h_1=60\text{ мм};$
 $d_2=50\text{ мм}; h_2=70\text{ мм};$
 $m=40\text{ мм}; h_3=60\text{ мм}.$

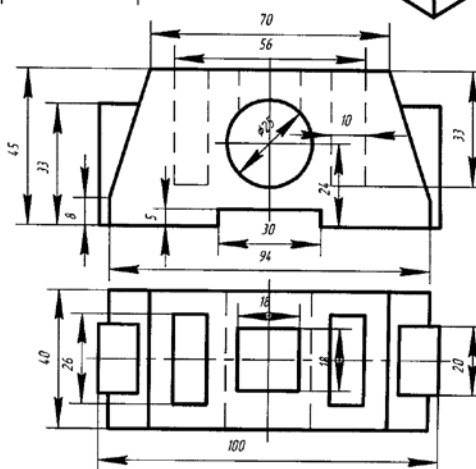
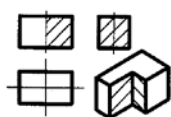


4 Пересечение поверхностей и проекций модели

$R=42\text{ мм};$
 $d=88\text{ мм};$
 $h=85\text{ мм};$
 $k=110\text{ мм}.$



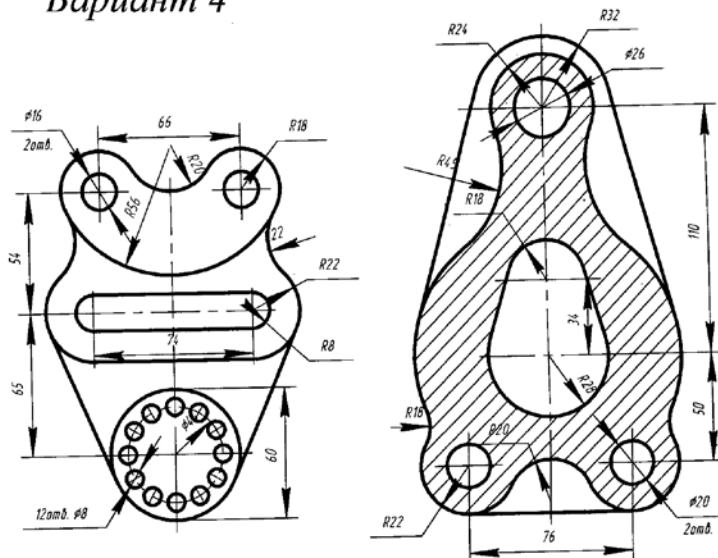
5 Построение третьего вида по двум данным



Вариант 4

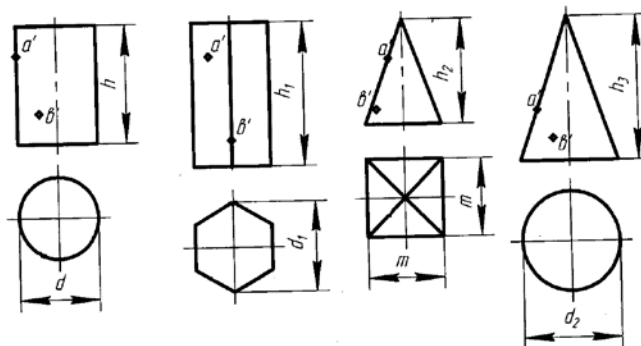
1 Шрифты

2 Контур детали, содержащего сопряжения



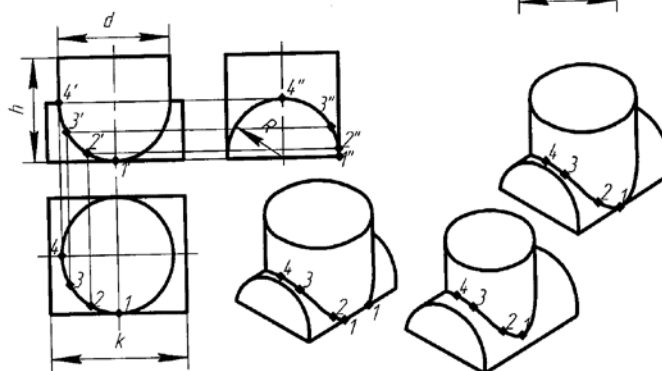
3 Тела

$d=50$ мм; $h=50$ мм;
 $d_1=40$ мм; $h_1=60$ мм;
 $d_2=60$ мм; $h_2=60$ мм;
 $m=40$ мм; $h_3=75$ мм.

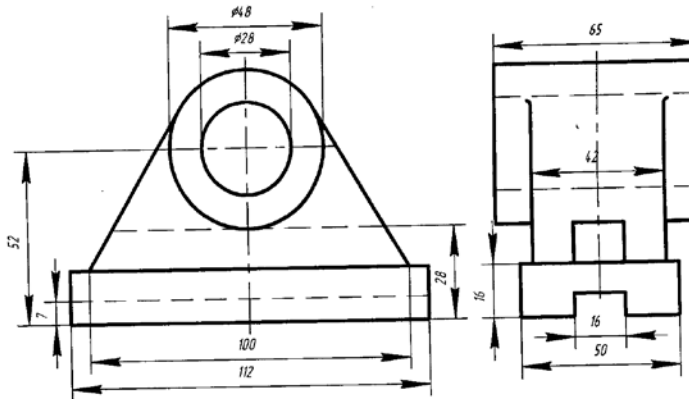
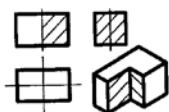


4 Пересечение поверхностей и проекций модели

$R=45$ мм;
 $d=85$ мм;
 $h=85$ мм;
 $k=110$ мм.



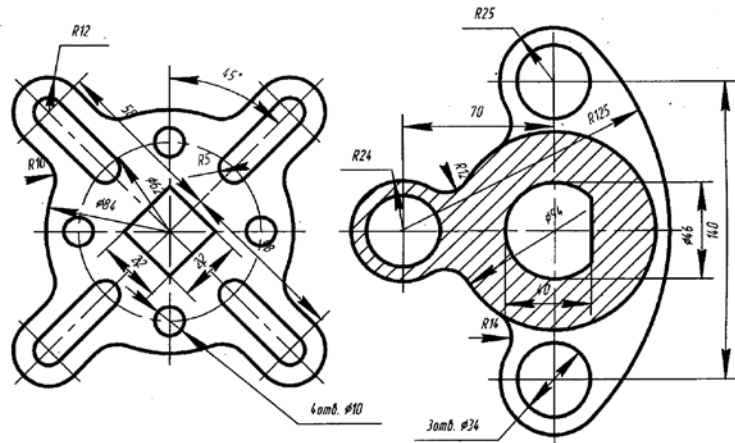
5 Построение третьего вида по двум данным.



Вариант 5

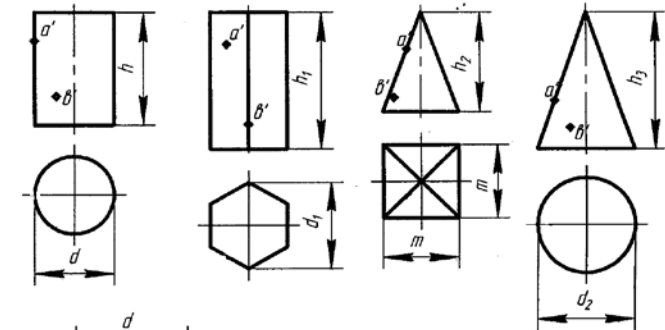
1 Шрифт:...

2 Контур детали, содержащего сопряжения



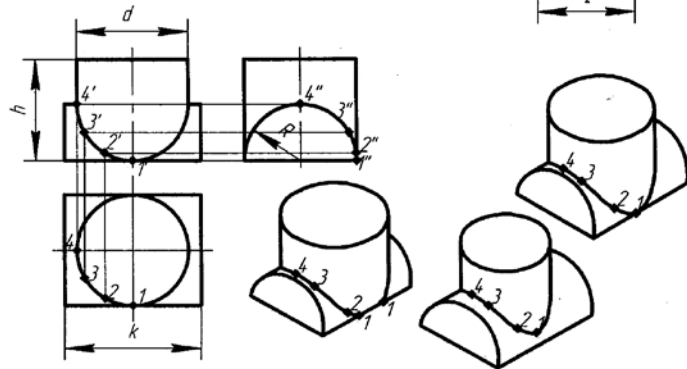
3 Тела

$d=60 \text{ мм}; h=70 \text{ мм};$
 $d_1=60 \text{ мм}; h_1=50 \text{ мм};$
 $d_2=60 \text{ мм}; h_2=50 \text{ мм};$
 $m=50 \text{ мм}; h_3=70 \text{ мм}.$

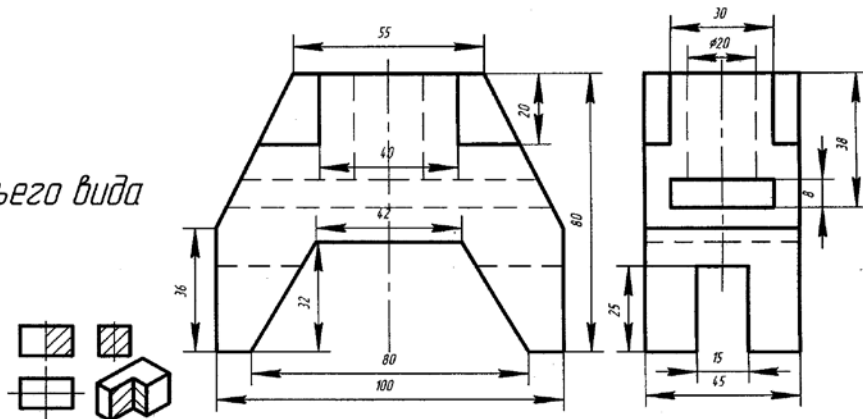


4 Пересечение поверхностей и проекций модели

$R=42 \text{ мм};$
 $d=95 \text{ мм};$
 $h=86 \text{ мм};$
 $k=115 \text{ мм}.$



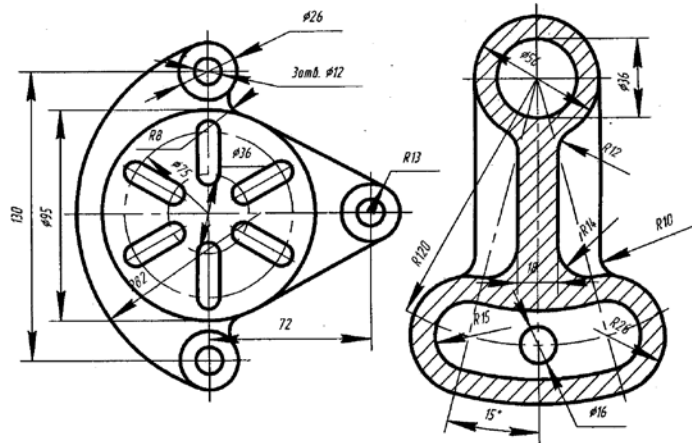
5 Построение третьего вида по двум данным



Вариант 6

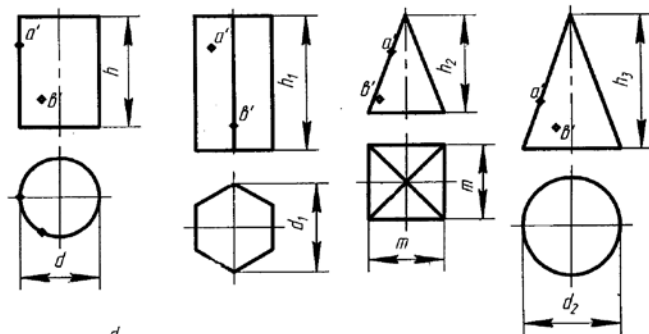
1 Шрифты

2 Контур детали, содержащего сопряжения



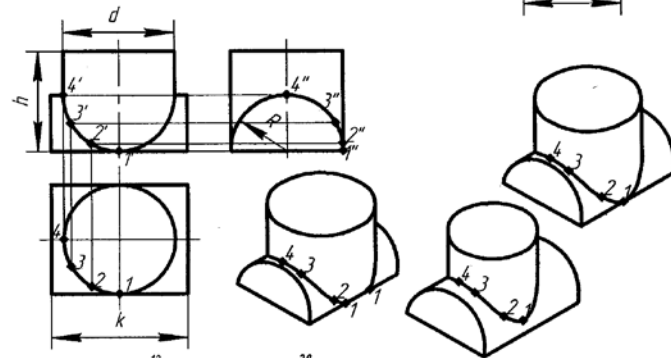
3 Тела

$d=60$ мм; $h=60$ мм;
 $d_1=60$ мм; $h_1=60$ мм;
 $d_2=50$ мм; $h_2=60$ мм;
 $R=40$ мм; $h_3=60$ мм.

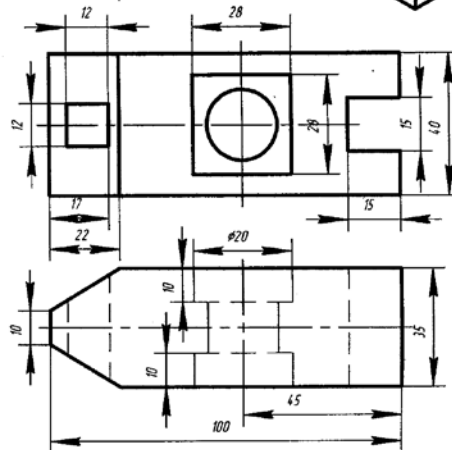
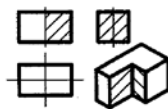


4 Пересечение поверхностей и проекций модели

$R=40$ мм;
 $d=45$ мм;
 $h=80$ мм;
 $k=105$ мм.



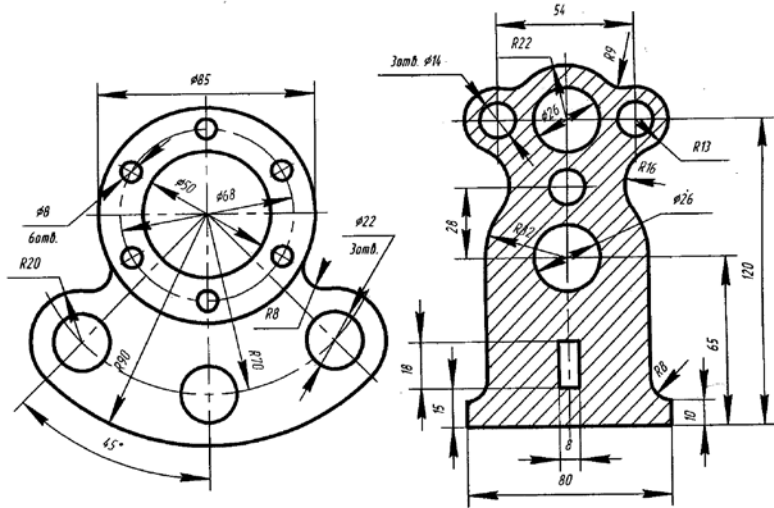
5 Построение третьего вида по двум данным



Вариант 7

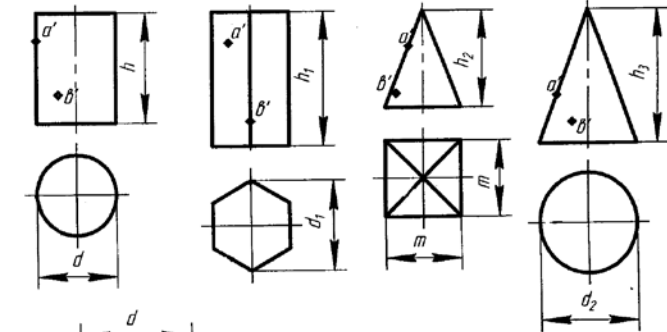
1 Шрифты

2 Контур детали, содержащего сопряжения



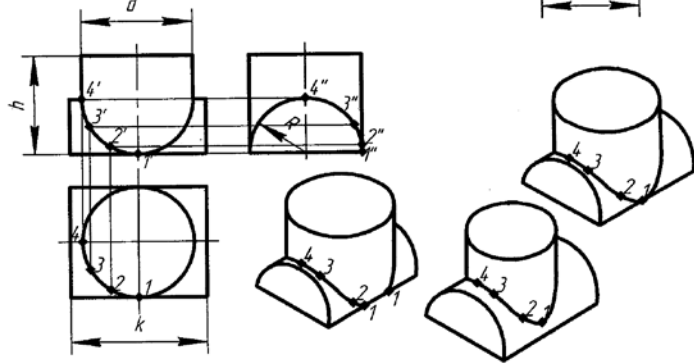
3 Тела

$d=45\text{ мм}; h=60\text{ мм};$
 $d_1=45\text{ мм}; h_1=60\text{ мм};$
 $d_2=45\text{ мм}; h_2=50\text{ мм};$
 $m=38\text{ мм}; h_3=60\text{ мм}.$

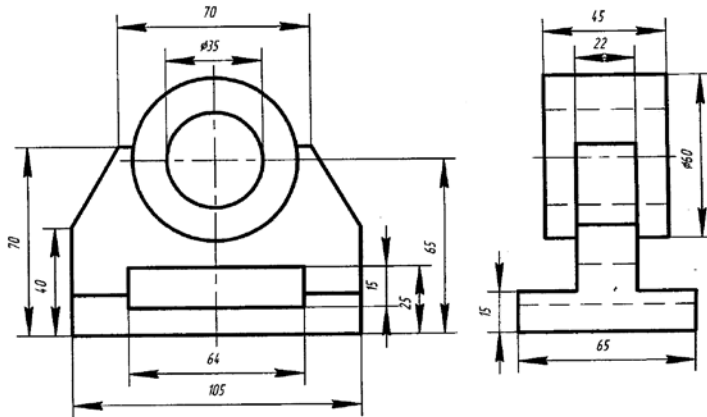
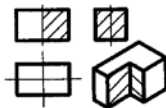


4 Пересечение поверхностей и проекций модели

$R=45\text{ мм};$
 $d=80\text{ мм};$
 $h=85\text{ мм};$
 $k=110\text{ мм}.$



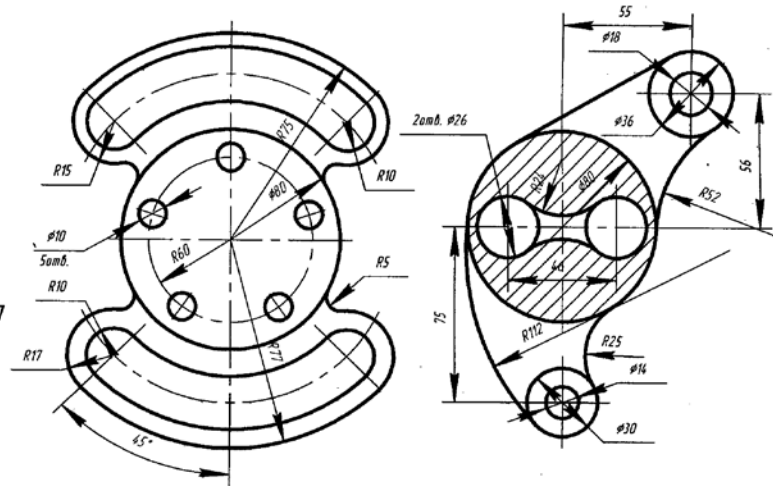
5 Построение третьего вида по двум данным



Вариант 8

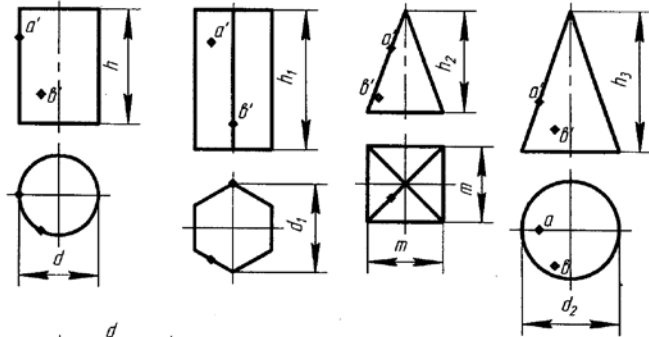
1 Шрифты

2 Контур детали, содержащего сопряжения



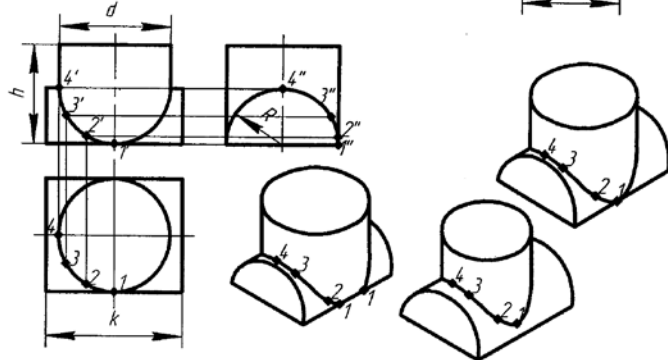
3 Тела

- $d=50\text{ мм}; h=60\text{ мм};$
- $d_1=45\text{ мм}; h_1=60\text{ мм};$
- $d_2=46\text{ мм}; h_2=70\text{ мм};$
- $m=38\text{ мм}; h_3=60\text{ мм}.$

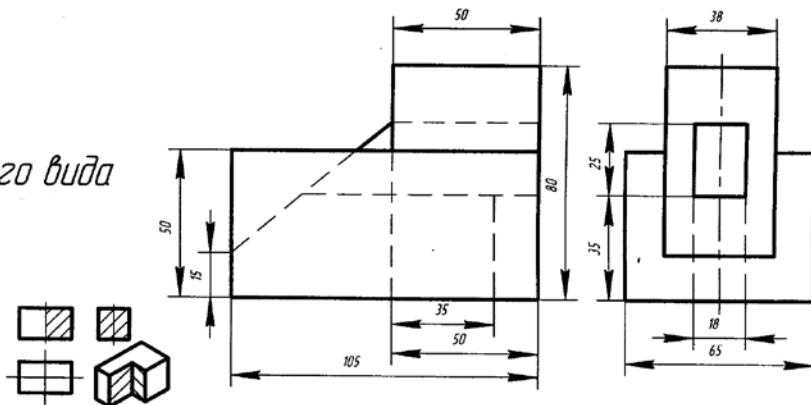


4 Пересечение поверхностей и проекций модели

- $R=44\text{ мм};$
- $d=94\text{ мм};$
- $h=90\text{ мм};$
- $k=105\text{ мм}.$



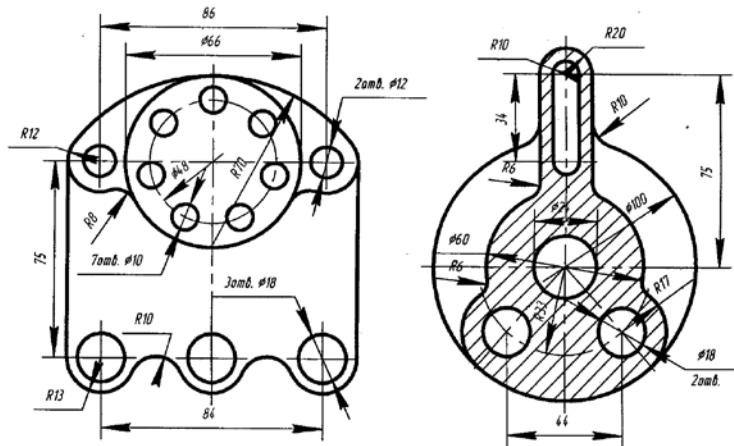
5 Построение третьего вида по двум данным



Вариант 9

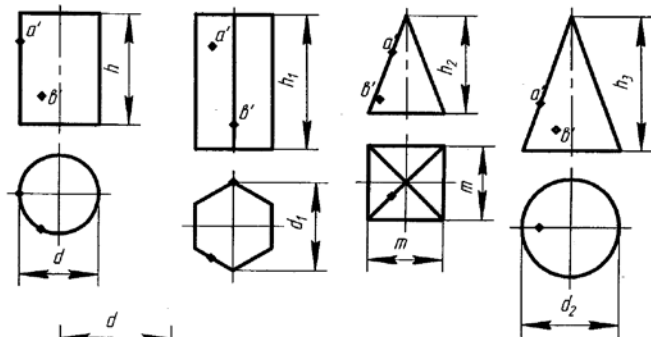
1 Шрифты

2 Контур детали, содержащего сопряжения



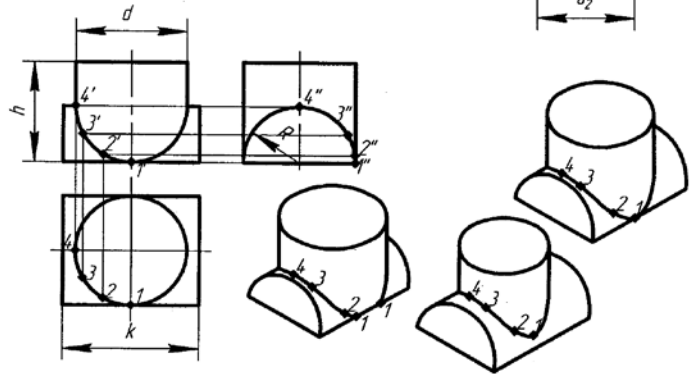
3 Тела

$d=46 \text{ мм}; h=60 \text{ мм};$
 $d_1=50 \text{ мм}; h_1=50 \text{ мм};$
 $d_2=52 \text{ мм}; h_2=50 \text{ мм};$
 $m=38 \text{ мм}; h_3=60 \text{ мм}.$

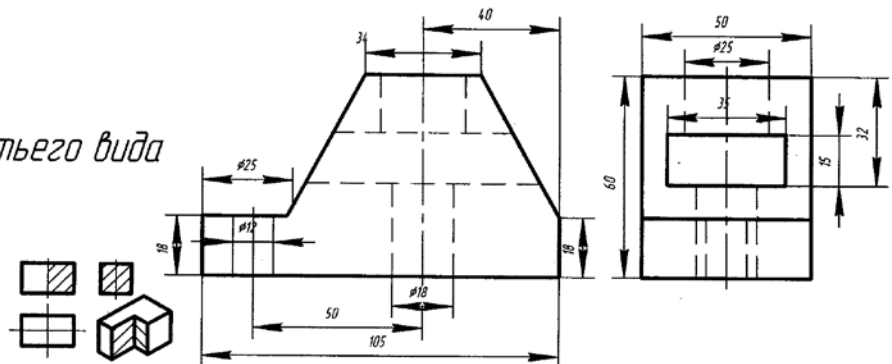


4 Пересечение поверхностей и проекций модели

$R=40 \text{ мм};$
 $d=45 \text{ мм};$
 $h=90 \text{ мм};$
 $k=108 \text{ мм}.$



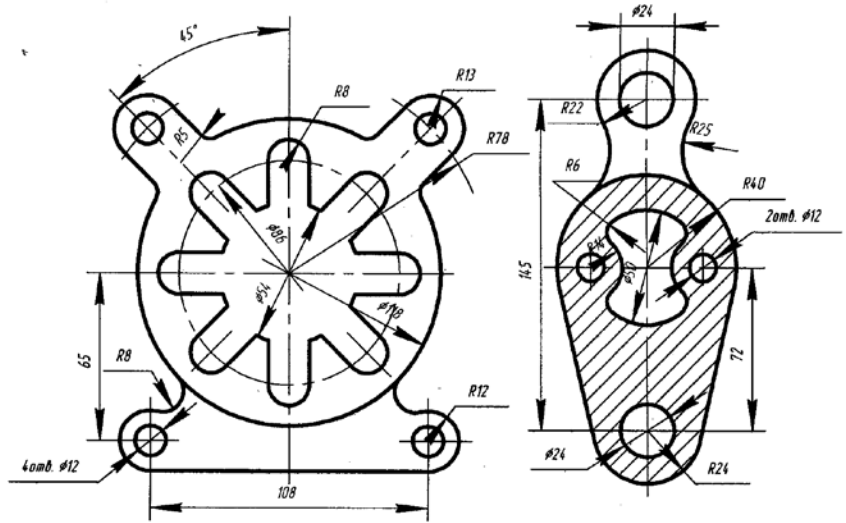
5 Построение третьего вида по двум данным



Вариант 10

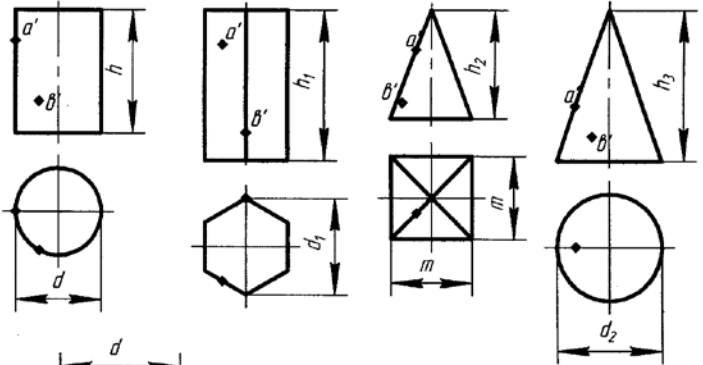
1 Шрифты

2 Контур детали, содержащего сопряжения



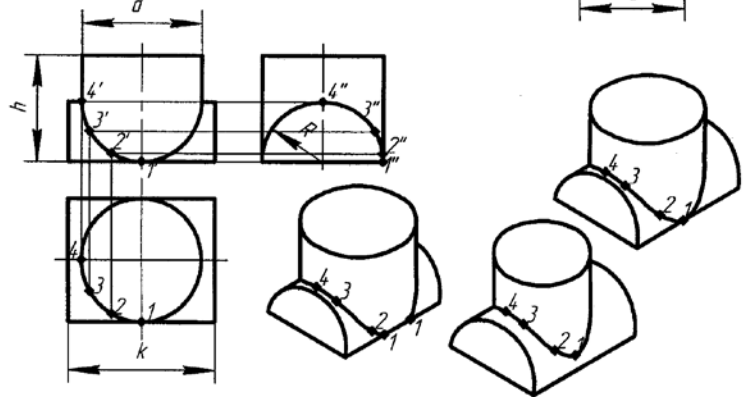
3 Тела

$d=50$ мм; $h=55$ мм;
 $d_1=48$ мм; $h_1=65$ мм;
 $d_2=50$ мм; $h_2=60$ мм;
 $m=40$ мм; $h_3=60$ мм.

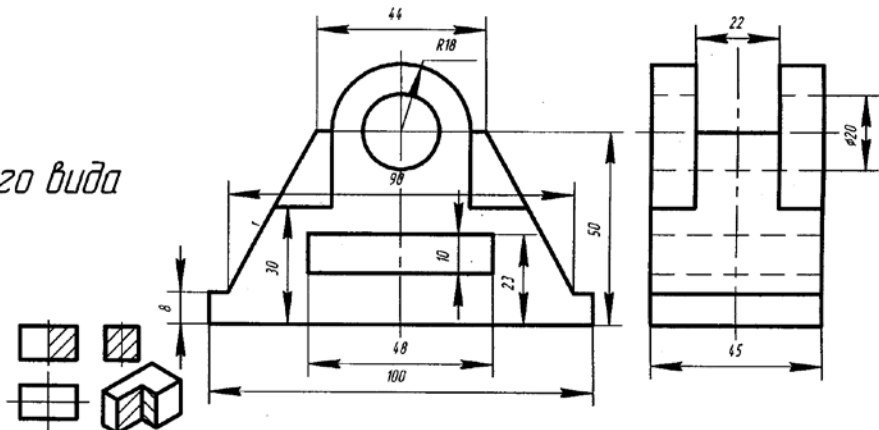


4 Пересечение поверхностей и проекций модели

$R=45$ мм;
 $d=85$ мм;
 $h=88$ мм;
 $k=100$ мм.



5 Построение третьего вида по двум данным



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Л и н и и ч е р т е ж а . Ш р и ф т ы

На учебных чертежах сплошную основную линию выполняют обычно толщиной $s=0.8...1$ мм, а толщины всех остальных линий устанавливают в соответствии ГОСТ 2.303 – 65 (приложение В).

Последовательность выполнения упражнения по написанию стандартного шрифта типа Б размером 10 следующая. Проводят все вспомогательные линии, определяющие границы строчек шрифта. Расстояние между строчками, равное 15 мм. Далее нужно отложить высоту шрифта h , т.е. 10 мм.. На основаниях полученных строк следует отложить отрезки на ширине букв плюс расстояние между буквами. Например, для буквы А этот отрезок равен $9/10h$ ($7/10h$ – ширина буквы. $2/10h$ расстояние между буквами). При разметке строки следует учитывать сочетания букв типа РА, ГА, ТА, и т.п.

Наклонные линии для сетки под углом 75° проводят через намеченные точки при помощи двух треугольников: с углом 45° и с углами 30° и 60° .

После выполнения упражнений в написании шрифтов и освоения этого процесса надписи на чертежах необходимо выполнять без построения сеток, от руки, соблюдая наклон букв, толщину линии шрифта и соотношения их элементов и толщины линии шрифта по ГОСТу. При этом допускается проводить только горизонтальные вспомогательные линии.

Карандаш натачивается в зависимости от толщины шрифта.

Т а б л и ц а 1 – Л и н и и ч е р т е ж а п о Г О С Т 2 . 3 0 3 – 6 8

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии
Сплошная толстая основная		s	Штрихпунктирная утолщенная		От $\frac{s}{2}$ до $\frac{2}{3}s$
Сплошная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Разомкнутая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$
Сплошная волнистая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Сплошная тонкая с изломами		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$
Штриховая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$
Штрихпунктирная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$			

Т а б л и ц а 2 – Ширина букв и цифр

Шрифт	Буквы и цифры	Относительный размер, h	Шрифт	Буквы и цифры	Относительный размер, h
Типа А	Прописные буквы: Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, А, Ъ; Г, Е, З, С; А, Д, Х, Ы, Ю; Ж, М, Ш, Щ; Ф	(7/14) (6/14) (8/14) (9/14) (11/14)	Типа Б	Прописные буквы: Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я, Ъ; А, Д, М, Х, Ы, Ю; Ж, Ф, Ш, Щ; Е, Г, З, С	(6/10) (7/10) (8/10) (5/10)
	Строчные буквы: э, с; а, б, в, г, д, е, и, й; к, л, н, о, п, р, у, х, ц, ч, ь, э, я, ъ, ы, м, ю; ж; т, ф, ш, щ	(5/14) (6/14) (7/14) (8/14) (9/14)		Строчные буквы: а, б, в, г, д, е, и й, к, л, н, о, п, р, у, х, ч, ц, ь, э, я; м, ь, ы, ю; ж, т, ф, ш, щ; с, з	(5/10) (6/10) (7/10) (4/10)
	Цифры: 2, 4, 6, 7, 8, 9, 0; 3, 5; 1	(7/14) (6/14) (3/10)		Цифры: 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0; 4; 1	(5/10) (6/10) (4/14)

П о с т р о е н и е с о п р я ж е н и й

При вычерчивании деталей машин и приборов, контуры очертаний которых состоят из прямых линий и дуг окружностей с плавными переходами от одной линии в другую, часто применяют сопряжения. Сопряжением называется плавный переход от одной линии в другую.

Для точного и правильного выполнения чертежей необходимо уметь выполнять построения сопряжений, которые основаны на двух положениях.

1 Для сопряжения прямой линии и дуги необходимо, чтобы центр окружности, которой принадлежит дуга, лежал на перпендикуляре к прямой, восстановленным из точки сопряжения в соответствии с рисунком 1, а.

2 Для сопряжения двух дуг необходимо, чтобы центр окружностей, которым принадлежат дуги, лежали на прямой, проходящей через точку сопряжения в соответствии с рисунком 1, б.

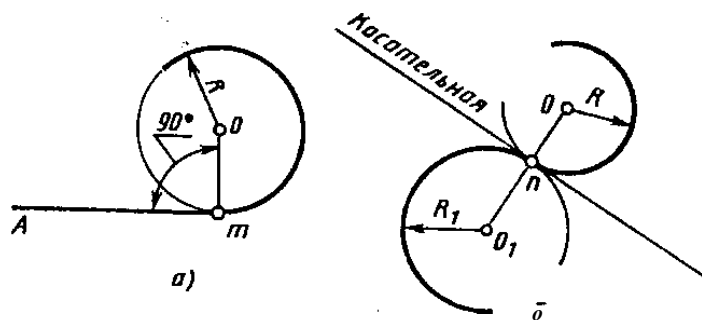


Рисунок 1

1 Сопряжение двух сторон угла дугой окружности заданного радиуса

При выполнении чертежей деталей, показанных на рисунках 2, б, г, е, выполняют построение сопряжения двух сторон угла дугой окружности заданного радиуса. На рисунке 2, а выполнено построение сопряжения сторон острого угла дугой, на рисунке 2, в - тупого угла, на рисунке 2, д - прямого.

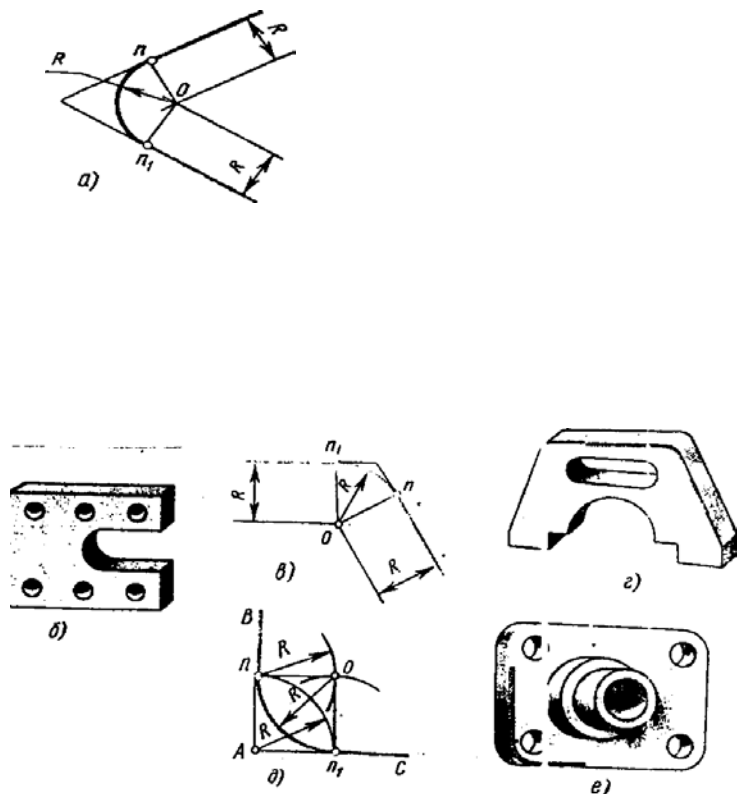


Рисунок 2

Сопряжение двух сторон угла (острого или тупого) дугой заданного радиуса R выполняют следующим образом.

Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги R , проводят две вспомогательные прямые линии. Точка пересечения этих прямых (точка O) будет центром дуги радиусом R , т.е. центром сопряжения. Из центра O описывают дугу, плавно переходящую в прямые – стороны угла. Дугу заканчивают в точках сопряжения n и n_1 , которые являются основаниями перпендикуляров, опущенных из центра O на стороны угла.

При построении сопряжения сторон прямого угла центр дуги сопряжения проще находить с помощью циркуля. Из вершины угла A проводят дугу радиусом R , равным радиусу сопряжения. На сторонах угла получают точки сопряжения n и n_1 . из этих точек, как из центров, проводят дуги радиусом R до

взаимного пересечения в точке O , являющейся центром сопряжения. Из центра O описывают дугу сопряжения.

2 Сопряжение прямой с дугой окружности

Сопряжение прямой с дугой окружности может быть выполнено при помощи дуги с внутренним касанием и дуги с внешним касанием.

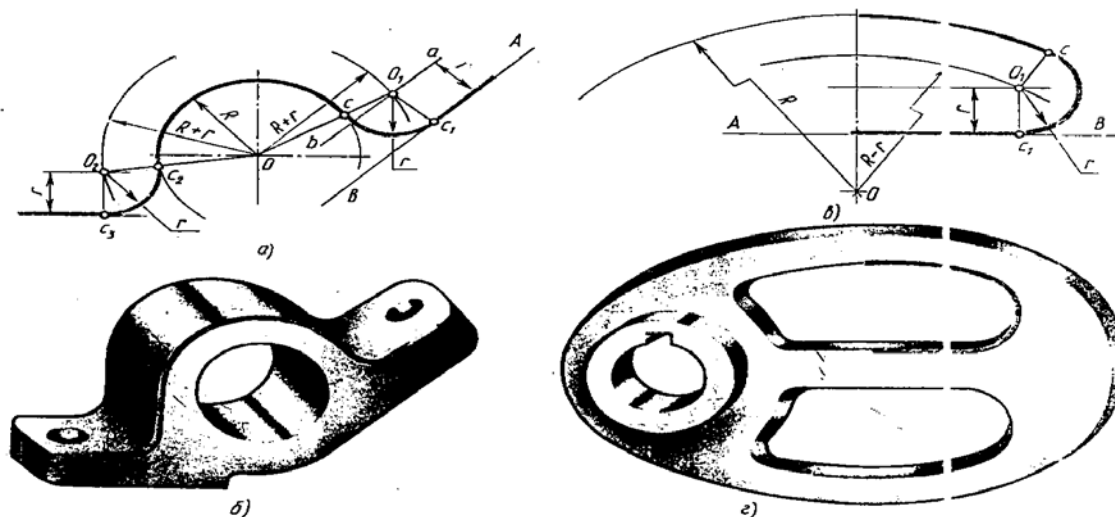


Рисунок 3

На рисунке 3,а показано сопряжение дуги окружности радиусом R и прямой линии AB дугой окружности радиуса r с внешним касанием. Для построения такого сопряжения проводят окружность радиуса R и прямую AB . Параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу r (радиус сопрягающей дуги), сумме радиусов R и r , до пересечения ее с прямой ab в точке O . Точка O_1 является центром дуги сопряжения.

Точку сопряжения s_1 находят на пересечении прямой OO_1 с дугой окружности радиуса R . Точка сопряжения s_1 является основанием перпендикуляра, опущенного из центра O на данную прямую AB . При помощи аналогичных построений могут быть найдены точки O_2, s_1, c_2, c_3 .

На рисунке 3,б показан кронштейн, при вычерчивании которого необходимо выполнить построения, описанные выше.

На рисунке 3,в выполнено сопряжение дуги радиуса R с прямой AB дугой радиуса r с внутренним касанием. Центр дуги сопряжения O_1 находится на пересечении вспомогательной прямой, проведенной параллельно данной прямой на расстоянии r , с дугой вспомогательной окружности, описанной из центра O

радиусом, равным разности $R-r$. Точка сопряжения s_1 является основанием перпендикуляра, опущенного из точки O_1 на данную прямую. Точку сопряжения s находят на пересечении прямой OO_1 с сопрягаемой дугой. Такое сопряжение выполняют, например, при вычерчивании контура маховика, показанного на рисунке 3,г.

3 Сопряжение дуги с дугой

Сопряжение двух дуг окружностей может быть внутренним, внешним или смешанным.

При внутреннем сопряжении центры O и O_1 сопрягаемых дуг находятся внутри сопрягающей дуги радиуса R в соответствии с рисунком 4, б.

При внешнем сопряжении центры O и O_1 сопрягаемых дуг радиусов R_1 и R_2 находятся вне сопрягающей дуги радиуса R в соответствии с рисунком 4, в.

При смешанном сопряжении центр O_1 одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги радиуса R , а центр O другой сопрягаемой дуги вне ее в соответствии с рисунком 4,а. На рисунке 4,а показана деталь (серьга), при вычерчивании которой необходимо построение внутреннего и внешнего сопряжения.

3.1 Построение внутреннего сопряжения

Задано:

- а) радиусы сопрягаемых окружностей R_1 и R_2 ;
- б) расстояния L_1 и L_2 между центрами этих дуг;
- в) радиус R сопрягающей дуги.

Требуется:

- а) определить положение центра O_2 сопрягающей дуги;
- б) найти точки сопряжения s_1 и s ;
- в) провести дугу сопряжения.

Построение сопряжений показано на рисунке 4, б . По заданным расстояниям между центрами L_1 и L_2 на чертеже намечают O и O_1 , из которых описывают сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O_1 проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой R_2 , а из центра O – радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой R_1 .

Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая и будет искомым центром сопрягающей дуги.

Для нахождения точек сопряжения точку O_2 соединяют с точками O и O_1 прямыми линиями. Точки пересечения продолжения прямых O_2O и O_2O_1 с сопрягаемыми дугами являются искомыми точками сопряжения (точки s и s_1).

Радиусом R из центра O_2 проводят сопрягающую дугу между точками сопряжения s и s_1 .

3.2 Построение внешнего сопряжения

Задано:

- а) радиусы R_1 и R_2 сопрягаемых дуг окружностей;
- б) расстояния L_1 и L_2 между центрами этих дуг;
- в) радиус R сопрягающей дуги.

Требуется:

- а) определить положение центра O_2 сопрягающей дуги;
- б) найти точки сопряжения s и s_1 ;
- в) провести дугу сопряжения.

Построение внешнего сопряжения показано на рисунке 4, в. По заданным расстояниям между центрами l_1 и l_2 на чертеже находят точки O и O_1 , из которых описывают сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_1 и сопрягающей R . Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая будет искомым центром сопрягающей дуги.

Для нахождения точек сопряжения центры дуг соединяют прямыми линиями OO_2 и O_1O_2 . Эти две прямые пересекают сопрягаемые дуги в точках сопряжения s и s_1 .

Из центра O_2 радиусом R проводят сопрягающую дугу, ограничивая ее точками сопряжения s_1 и s .

3.3 Построение смешанного сопряжения

Пример смешанного сопряжения приведен на рисунке 5, где изображены кронштейн и его чертеж.

Задано:

- а) радиусы R_1 и R_2 сопрягаемых дуг окружностей;
- б) расстояния l_1 и l_2 между центрами этих дуг;
- в) радиус R сопрягающей дуги

Требуется:

- а) определить положение центра O_2 сопрягающей дуги;
- б) найти точки сопряжения s и s_1 ;
- в) провести дугу сопряжения.

По заданным расстояниям между центрами l_1 и l_2 на чертеже намечают центры O и O_1 , из которых описывают сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_1 и сопрягающей R , а из центра O_1 – радиусом, равным разности радиусов R и R_2 . Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая будет искомым центром сопрягающей дуги.

Соединив точки O и O_2 прямой, получают точку сопряжения s_1 ; соединив точки O_1 и O_2 , находят точку сопряжения s . Из центра O_2 проводят дугу сопряжения от s до s_1 .

3.4 Деление окружности на равные части

Некоторые детали машин и приборов имеют элементы, равномерно расположенные по окружности. При выполнении чертежей подобных деталей необходимо знать правила деления окружности на равное количество частей.

Деление окружности на четыре и восемь равных частей. На рисунке 6, показана крышка, в которой имеется восемь отверстий, равномерно расположенных по окружности. При построении чертежа контура крышки необходимо разделить окружность на восемь равных частей. Это можно сделать с помощью угольника с углами 45° , гипотенуза угольника должна проходить через центр окружности, или построением.

Два взаимно перпендикулярных диаметра окружности делят её на четыре равные части. Чтобы разделить окружность на восемь равных частей, применяют известный приём деления прямого угла с помощью циркуля на две равные части. Получают точки 2, 4, 6, 8.

Деления окружности на три, шесть и двенадцать равных частей. Во фланце имеется три отверстия, равномерно расположенных по окружности. При выполнении чертежа контура фланца нужно разделить окружность на три равные части.

Для нахождения точек, делящих окружность радиуса R на три равные части, достаточно из любой точки окружности, например точки A , провести дугу радиусом R . Пересечения дуги с окружностью дают две искомые точки 2 и 3; третья точка деления будет находиться на пересечении оси окружности, проведенной из точки A , с окружностью.

Разделить окружность на три равные части можно также треугольником с углами 30° и 60° , гипотенуза угольника должна проходить через центр окружности.

Существует деление окружности циркулем на шесть равных частей. В этом случае выполняется то же построение, только дугу описывают не один, а два раза, из точек 1 и 4 радиусом R , равным радиусу окружности.

Разделить окружность на шесть равных частей можно и угольником с углами 30° и 60° . При построении крышки необходимо выполнить деление на шесть частей.

Чтобы выполнить чертеж детали, которая имеет 12 отверстий, равномерно расположенных по окружностям, нужно разделить осевую окружность на 12 равных частей.

При делении окружности на 12 равных частей с помощью циркуля можно использовать тот же прием, что и при делении окружности на 6 равных частей, но дуги радиусом R описывать четыре раза из точек 1, 7, 4 и 10.

Используя треугольник с углами 30 и 60° с последующим поворотом его на 180° , делят окружность на 12 равных частей.

Деление окружности на пять, десять и семь равных частей. В плашке имеется пять отверстий, равномерно расположенных по окружности. Выполняя чертеж плашки, необходимо разделить окружность на пять равных частей. Через намеченный центр O при помощи рейсшины и угольника проводят осевые линии и из точки O циркулем описывают окружность заданного диаметра. Из точки A радиусом R , равным радиусу данной окружности, проводят дугу, которая пересечёт окружность в точке n . Из точки n опускают перпендикуляр на горизонтальную осевую линию, получают точку C . Из точки C радиусом R_1 , равным расстоянию от точки C до точки 1 , проводят дугу, которая пересечёт горизонтальную осевую линию в точке m . Из точки 1 радиусом R_{1m} , равным расстоянию от точки 1 до точки m , проводят дугу, пересекающую окружность в точке 2 . Дуга 12 является $1/5$ длины окружности. Точки $3, 4$ и 5 находят, откладывая циркулем отрезки, равные m_1 .

Деталь «звездочка» имеет 10 одинаковых элементов, равномерно расположенных по окружности. Чтобы выполнить чертёж звёздочки следует окружность разделить на 10 равных частей. В этом случае следует применить то же построение, что и при делении окружности на пять частей. Отрезок n_1 , будет равняться хорде, которая делит окружность на 10 равных частей.

Деление окружности на семь равных частей показано на рисунке. Из точки A проводится вспомогательная дуга радиусом R , равным радиусу данной окружности, которая пересечёт окружность в точке n . Из точки 1 радиусом, равным отрезку nc , делают по окружности семь засечек и получают семь искоемых точек.

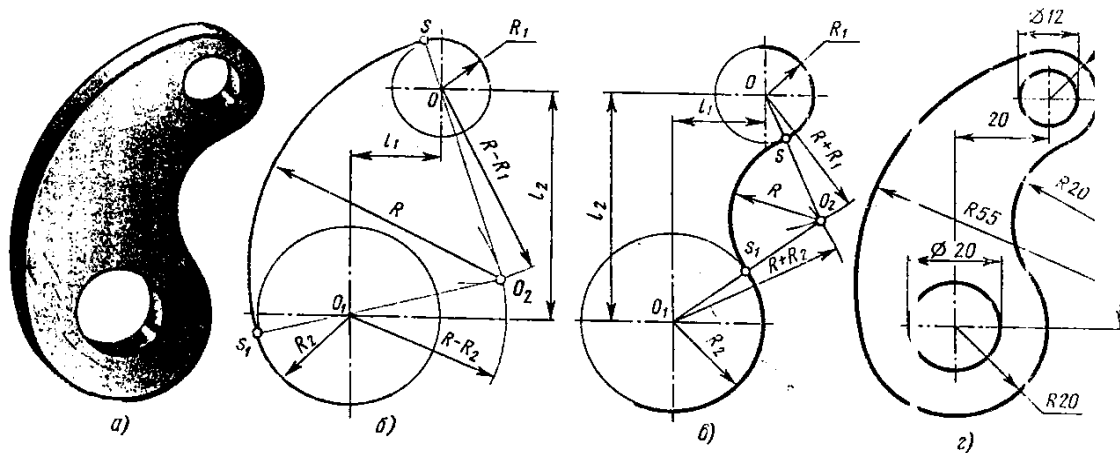


Рисунок 4 – Построение внешнего и внутреннего сопряжения дуги с дугой

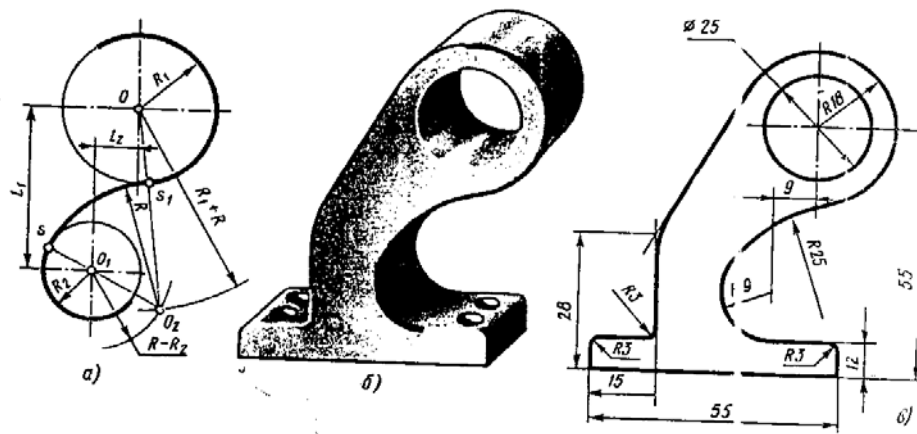


Рисунок 5 – Построение смешанного сопряжения дуги с дугой

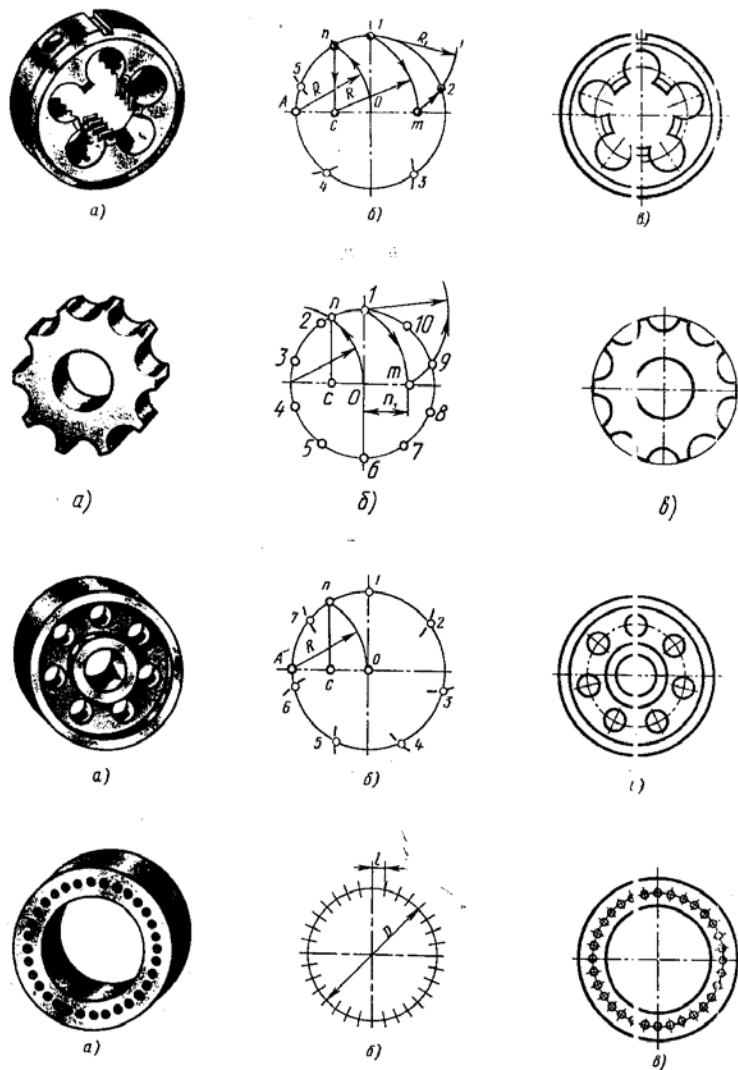


Рисунок 6 – Деление окружности на равные части

4 П р о е к ц и и п р и з м

Построение проекций правильной прямой шестиугольной призмы, в соответствии с рисунком 7, начинается с выполнения ее горизонтальной проекции – правильного шестиугольника. Из вершин этого шестиугольника проводят вертикальные линии связи и строят фронтальную проекцию нижнего основания призмы. Эта проекция изображается отрезком горизонтальной прямой. От этой прямой вверх откладывают высоту призмы и строят фронтальную проекцию верхнего основания. Затем вычерчивают фронтальные проекции ребер – отрезки вертикальных прямых, равные высоте призмы. Фронтальные проекции передних и задних ребер совпадают. Горизонтальные проекции боковых граней изображаются в виде отрезков прямых. Передняя боковая грань 1234 изобража-

ется на плоскости V без искажения, а на плоскости W – в виде прямой линии. Фронтальные и профильные проекции остальных граней изображаются с искажением.

На чертеже оси x , y и z не показывают, что делает чертеж более простым.

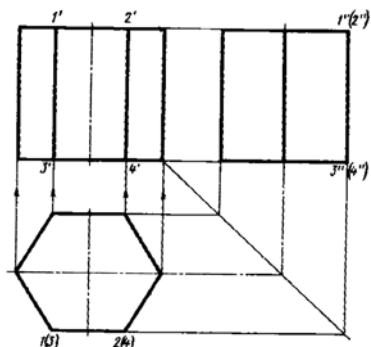


Рисунок 7

На комплексных чертежах предметов часто приходится строить проекции линий и точек, расположенных на поверхности этих тел, имея только одну проекцию линии или точки. Рассмотрим решение такой задачи.

На рисунке 8 дан комплексный чертеж четырехугольной прямой призмы и фронтальная проекция a' точки A .

Прежде всего надо отыскать на комплексном чертеже две проекции грани, на которой расположена точка A . на комплексном чертеже видно, что точка A лежит на грани призмы $1'2'6'5'$. фронтальная проекция a' точки A лежит на фронтальной проекции $1'2'6'5'$ грани призмы. Горизонтальная проекция 1562 на этой грани – отрезок 56 . На этом отрезке и находится горизонтальная проекция a точки A . профильную проекцию призмы и точки A строят, применяя линии связи.

По имеющемуся комплексному чертежу призмы можно выполнить ее изометрическую проекцию по координатам вершин. Для этого вначале строят основание призмы на рисунке 8,б, а затем вертикальные ребра и верхнее основание.

По координатам m и n точки A , взятым с комплексного чертежа, можно построить аксонометрическую проекцию этой точки.

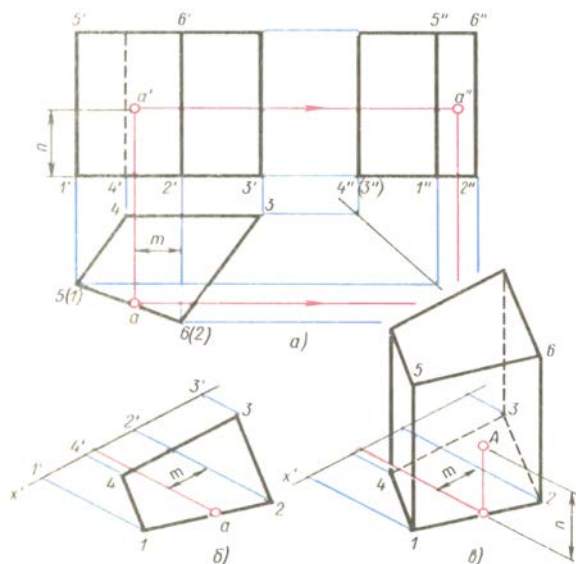


Рисунок 8

5 Проекция пирамид

В соответствии с рисунком 9,а построение проекции треугольной пирамиды начинается с построения основания, горизонтальная проекция которого представляет собой треугольник без искажения. Фронтальная проекция основания - отрезок горизонтальной прямой.

Из горизонтальной проекции точки s (вершины пирамиды) проводят вертикальную линию связи, на которой от оси x откладывают высоту пирамиды и получают фронтальную проекцию s' вершины. Соединяя точку s' с точками $1'$, $2'$ и $3'$, получают фронтальные проекции ребер пирамиды.

Горизонтальные проекции ребер получают, соединяя горизонтальную проекцию точки s с горизонтальными проекциями точек 1 , 2 и 3 .

Пусть, например, дана фронтальная проекция α' точки A , расположенной на грани пирамиды $1s2$, и требуется найти другую проекцию этой точки.

Для решения этой задачи проведем через α' вспомогательную прямую любого направления и продолжим ее до пересечения с фронтальными проекциями $1's'$ и $2's'$ ребер в точках n' и m' . Затем проведем из точек n' и m' линии связи до пересечения с горизонтальными проекциями $1s$ и $2s$ этих ребер в точках n и m . Соединив n с m , получим горизонтальную проекцию вспомогательной прямой, на которой с помощью линии связи найдем искомую горизонтальную проекцию α точки A . Профильную проекцию этой точки находят по линиям связи.

Другой способ решения задачи на построение проекции точки по заданной ее проекции показан на рисунке 9,б. Дана четырехугольная правильная пирамида. Через заданную фронтальную проекцию α' точки A проводят вспомогательную прямую, проходящую через вершину пирамиды и расположенную на ее грани. Горизонтальную проекцию αs вспомогательной прямой находят, при-

меняя линию связи. Искомая горизонтальная проекция a точки A находится на пересечении линии связи, проведенной из точки a' , с горизонтальной проекцией ns вспомогательной прямой.

Фронтальная диметрическая проекция пирамиды выполняется в соответствии с рисунком 9, в.

Вначале строят основание, для чего по оси x откладывают длину диагонали 13, по оси y – половину длины диагонали 24. Из точки O пересечения диагональной проводят ось z и на ней откладывают высоту пирамиды. Вершину S соединяют с вершинами основания прямыми линиями – ребрами.

Фронтальную диметрическую проекцию точки A , расположенной на грани пирамиды, строят по координатам, которые берут с комплексного чертежа. От начала координат O по оси x откладывают координату x_A , из ее конца параллельно оси y – половину координаты y_A и из конца этой координаты параллельно оси z – третью координату z_A . Построение точки B , расположенной на ребре пирамиды, более простое. От точки O по оси x откладывают координату x_B и из конца ее проводят прямую, параллельную оси z , до пересечения с ребром пирамиды в точке B .

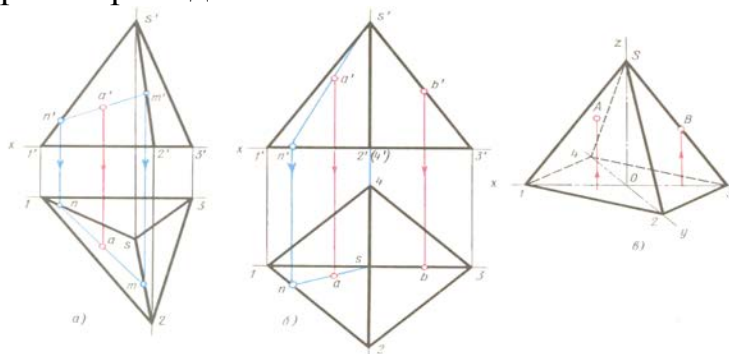


Рисунок 9

6 Проекция цилиндров

Построение начинают с изображения основания цилиндра, т. е. двух проекций окружности. Так как окружность расположена на плоскости H , то она проецируется на эту плоскость без искажения. Фронтальная проекция окружности представляет собой отрезок горизонтальной прямой линии, равный диаметру окружности основания.

После построения основания на фронтальной проекции проводят две очерковые (крайние) образующие и на них откладывают высоту цилиндра. Проводят отрезок горизонтальной прямой, который является фронтальной проекцией верхнего основания цилиндра.

Определение недостающих проекций точек A и B , расположенных на поверхности цилиндра, по заданным фронтальным проекциям в данном случае затруднений не вызывает, так как вся горизонтальная проекция боковой поверхности цилиндра представляет собой окружность в соответствии с рисунком

10,а. Следовательно, горизонтальные проекции точек А и В можно найти, проводя из данных точек a' и b' вертикальные линии связи до их пересечения с окружностью в искомых точках a и b .

Профильные проекции точек А и В строят также при помощи вертикальных и горизонтальных линий связи.

Изометрическую проекцию цилиндра вычерчивают, как показано на рисунке 10,б.

В изометрии точки А и В строят по их координатам.

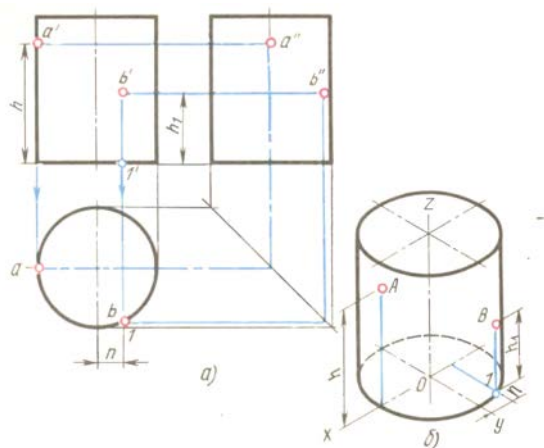


Рисунок 10

7 Проекция конусов

Сначала строят две проекции основания. Фронтальной проекцией будет отрезок горизонтальной прямой, равный диаметру этой окружности. На фронтальной проекции из середины основания восстанавливают перпендикуляр и на нем откладывают высоту конуса. Полученную фронтальную проекцию вершины конуса соединяют прямыми с концами фронтальной проекции основания и получают фронтальную проекцию конуса.

Если на поверхности конуса задана одна проекция точки А, то две другие проекции этой точки определяют с помощью вспомогательных линий - образующей, расположенной на поверхности конуса и проведенной через точку А, или окружности, расположенной в плоскости, параллельной основанию конуса.

В первом случае в соответствии с рисунком 11, а проводят фронтальную проекцию $s'a'f$ вспомогательной образующей. Пользуясь вертикальной линией связи, проведенной из точки f , расположенной на фронтальной проекции окружности основания, находят горизонтальную проекцию sf этой образующей, на которой при помощи линии связи, проходящей через a' , находят искомую точку a .

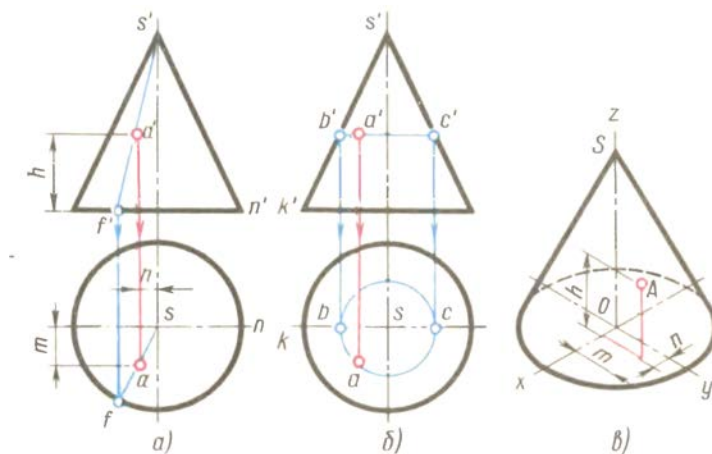


Рисунок 11

Во втором случае в соответствии с рисунком 11, б вспомогательной линией, проходящей через точку А, будет окружность, расположенная на конической поверхности и параллельная плоскости Н. Фронтальная проекция этой окружности изображается в виде отрезка $b'c'$ горизонтальной прямой, величина которого равна диаметру вспомогательной окружности. Искомая горизонтальная проекция a точки А находится на пересечении линии связи, опущенной из точки a' , с горизонтальной проекцией вспомогательной окружности.

Если заданная фронтальная проекция b' точки В расположена на контурной (очерковой) образующей SK, то горизонтальная проекция точки находится без вспомогательных линий.

В изометрической проекции точку А, находящуюся на поверхности конуса, строят по трем координатам. Эти координаты последовательно откладывают по направлениям, параллельным изометрическим осям.

Пересечение цилиндрических поверхностей

При выполнении машиностроительных чертежей наиболее часто встречается случай пересечения двух цилиндрических поверхностей, оси которых расположены под углом 90° .

Разберём пример построения линии пересечения поверхностей двух прямых круговых цилиндров, оси которых перпендикулярны к плоскостям проекций в соответствии с рисунком 12, а.

В начале построения, как известно, находят проекции очевидных точек 1, 7 и 4.

Построение проекций промежуточных точек показано на рисунке 12, б. Если в данном примере применить общий способ построения линий пересечения с помощью вспомогательных взаимно параллельных плоскостей, пересекающих обе цилиндрические поверхности по образующим, то на пересечении этих образующих будут найдены искомые промежуточные точки линии пере-

сечения (например, точки 2,3,5 на рисунке 12,а). Однако в данном случае выполнять такое построение нет необходимости по следующим соображениям.

Горизонтальная проекция искомой линии пересечения поверхностей совпадает с окружностью – горизонтальной проекцией большого цилиндра. Профильная проекция линии пересечения также совпадает с окружностью - профильной проекцией малого цилиндра. Таким образом, фронтальную проекцию искомой линии пересечения легко найти по общему правилу построения кривой линии по точкам, когда две проекции точек известны. Например, по горизонтальной проекции точки $3''$. По двум проекциям 3 и $3''$ определяют фронтальную проекцию $3'$ точки 3 , принадлежащей линии пересечения цилиндров.

Построение изометрической проекции пересекающихся цилиндров начинают с построения изометрической проекции вертикального цилиндра. Далее через точку a_1 параллельно оси x проводят ось горизонтального цилиндра. Положение точки O_1 определяется величиной h , взятой с комплексного чертежа в соответствии с рисунком 12,б. Отрезок, равный h , откладывают от точки O вверх по оси z в соответствии с рисунком 12, в. Откладывая от точки O_1 по оси горизонтального цилиндра отрезок l , получим точку O_2 – центр основания горизонтального цилиндра.

Изометрическая проекция 1, линии пересечения поверхностей строится по точкам при помощи трёх координат. Однако в данном примере искомые точки можно построить несколько иначе.

Так, например, точки 3 и 2 строят следующим образом. От центра O_2 вверх, параллельно оси z , откладывают отрезки m и n , взятые с комплексного чертежа. Через концы этих отрезков проводят прямые, параллельные оси y , до пересечения с основанием горизонтального цилиндра в точках 3_1 и 2_1 . Затем из точек $1-3$ проводят прямые, параллельные оси x , и на них откладывают отрезки, равные расстоянию от основания горизонтального цилиндра до линии пересечения. Через полученные точки проводят по лекалу кривую, выделяя её видимые части.

Если диаметры пересекающихся цилиндрических поверхностей одинаковы, то фронтальная проекция линии пересечения представляет собой две пересекающиеся прямые в соответствии с рисунком 13,б.

Пример взаимного пересечения цилиндрических поверхностей с осями, перпендикулярными друг к другу, приведён на рисунке 13. Одна цилиндрическая поверхность корпуса имеет вертикальную ось, а другая (половина цилиндра) - горизонтальную.

Если пересекающиеся цилиндрические поверхности имеют оси, расположенные под углом, отличным от прямого угла, то линию их пересечения строят при помощи вспомогательных секущих плоскостей или другими способами (например, способом сфер).

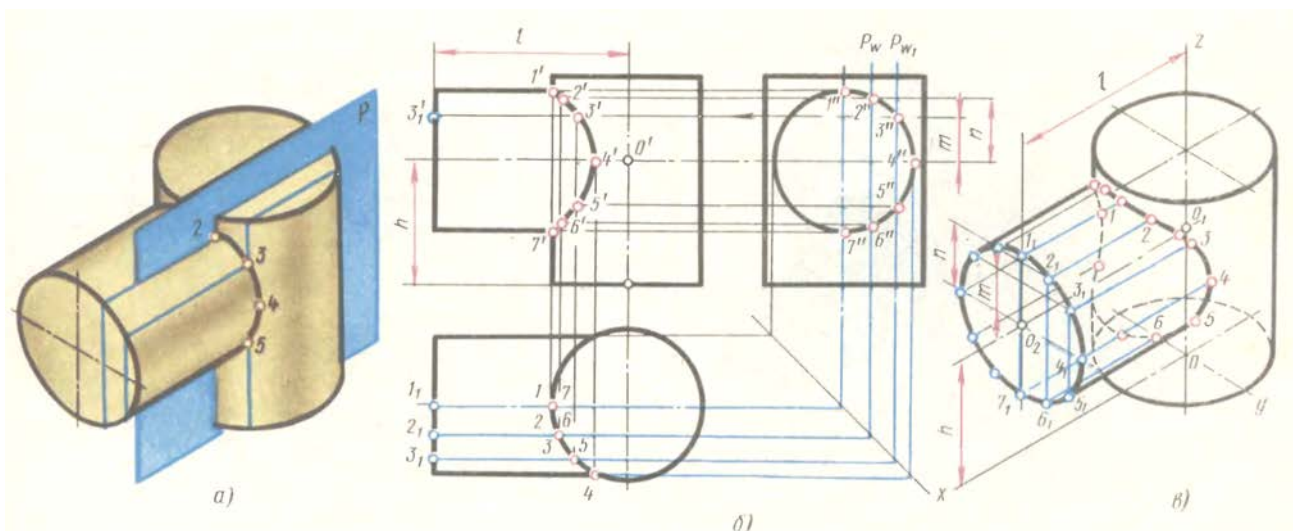


Рисунок 12

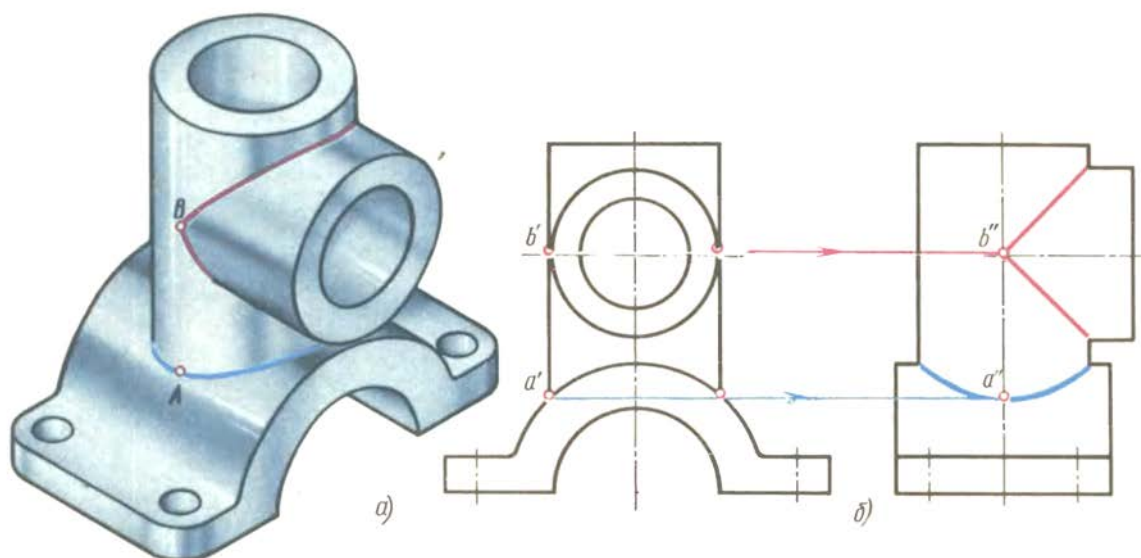


Рисунок 13

Все линии внутреннего невидимого контура полого предмета обычно изображают на чертежах штриховыми линиями.

Если предмет или модель имеет сложные внутренние очертания, то большое количество штриховых линий, которые часто пересекаются со сплошными контурными линиями и между собой, затрудняет чтение чертежа и часто ведёт к неправильному представлению о внутренних формах модели, поэтому на чертежах применяют условные изображения моделей – разрезы. В этом случае полую модель мысленно разрезают (рассекают) плоскостью, параллельно какой-либо плоскости проекций – Н, V или W.

Часть модели, расположенную перед секущей плоскостью, мысленно удаляют. Остальную часть модели, находящуюся между секущей плоскостью и плоскостью проекций, проецируют на плоскость проекций обычным способом.

Тогда линии невидимого контура станут видимыми и будут изображены не штриховыми, а сплошными основными линиями. Для большей наглядности чертежа фигуру сечения, расположенную в секущей плоскости, заштриховывают сплошными тонкими параллельными линиями под углом 45° .

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы делятся на вертикальные и горизонтальные.

При вертикальном разрезе секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость ρ параллельна плоскости V в соответствии с рисунком 14, а и б, и профильным, если секущая плоскость параллельна плоскости W в соответствии с рисунком 15, а и б.

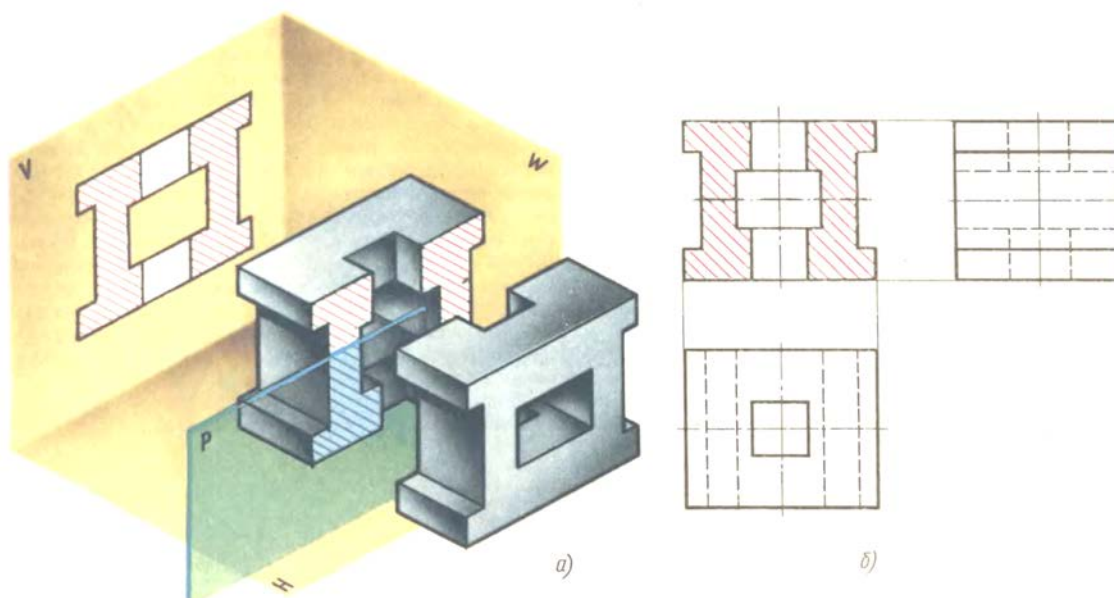


Рисунок 14

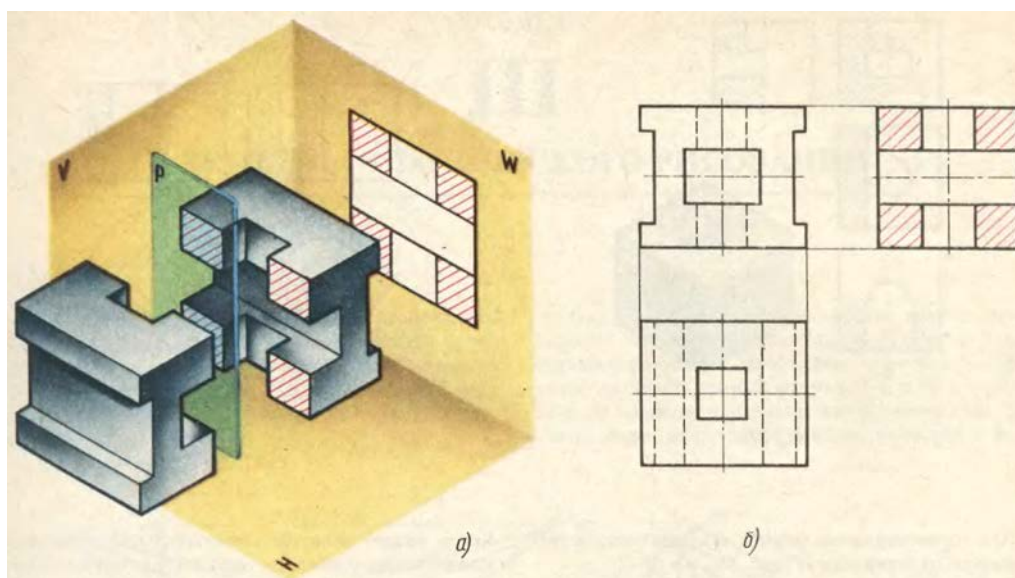


Рисунок 15

При горизонтальном разрезе секущая плоскость параллельна плоскости H в соответствии с рисунком 16, a и $б$.

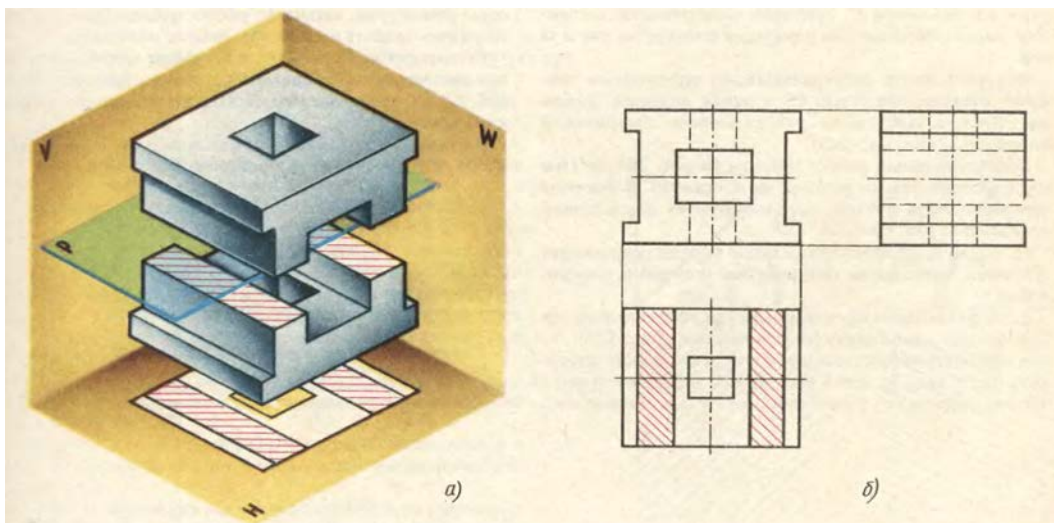


Рисунок 16

Если какая-либо проекция модели представляет собой фигуру, имеющую ось симметрии в соответствии с рисунком 17, a , то при выполнении разреза можно соединить часть вида (с левой стороны от оси симметрии) с частью разреза (с правой стороны от оси симметрии). Когда разрез делается горизонтальной плоскостью, можно также соединить часть вида с частью разреза, располагая при этом разрез справа от вертикальной оси симметрии в соответствии с рисунком 17, a или снизу от горизонтальной оси симметрии в соответствии с рисунком 17, $б$.

Половину вида от половины разреза отделяет штрихпунктирная осевая линия (ось симметрии).

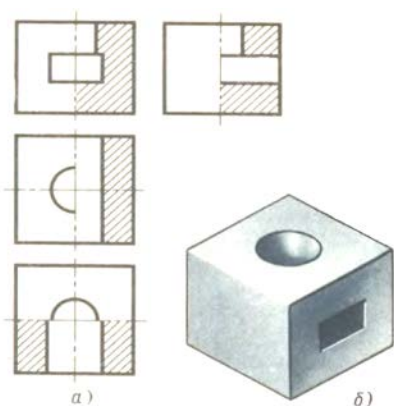


Рисунок 17

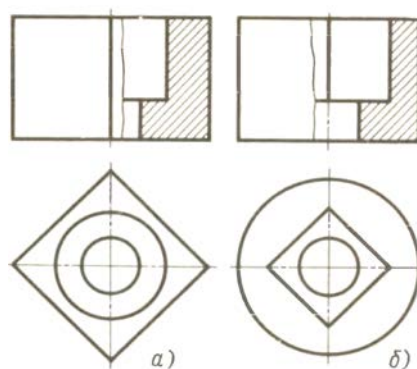


Рисунок 18

Если на наружной поверхности предмета расположена какая-либо контурная линия, совпадающая с осью симметрии, например ребро призмы в соответствии с рисунком 18, a , то разрез делают несколько меньше половины.

Если подобная проекция контурной линии лежит на оси симметрии внутренней поверхности предмета в соответствии с рисунком 18, б, то разрез делают несколько больше половины.

В этих случаях линию раздела вида и разреза изображают от руки тонкой сплошной волнистой линией.

При выполнении разрезов необходимо ясно представить себе внешнюю и внутреннюю формы модели.

Для выполнения в аксонометрической проекции внутренней формы предмета применяют вырез одной четвертой детали в соответствии с рисунком 19.

Разрезы в аксонометрических проекциях можно строить двумя способами.

Первый способ. Сначала строят в тонких линиях аксонометрическую проекцию. Затем выполняют вырез, направляя две секущие плоскости по осям x и y в соответствии с рисунком 19. Удаляют часть изображаемого предмета, после чего штрихуют сечения и обводят изображение сплошными толстыми линиями.

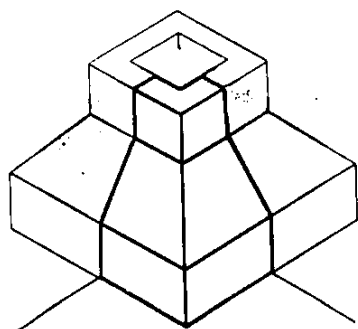


Рисунок 7

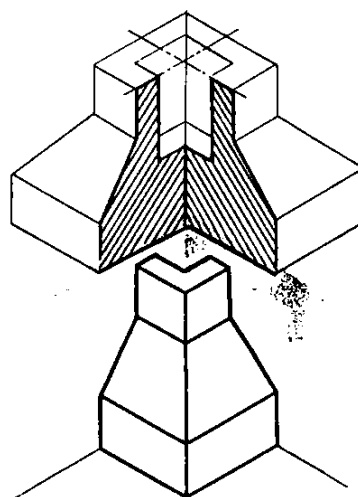


Рисунок 19

Второй способ. Сначала строят аксонометрические проекции фигур сечения в соответствии с рисунком 20, а, а затем дочерчивают части изображения предмета, расположенные за секущими плоскостями в соответствии с рисунком 20, б. Этот способ упрощает построение, освобождает чертеж от лишних линий.

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят, как показано на рисунке 21, треугольником с углами 30 и 60° .

На выполненные чертежи нанести размеры.

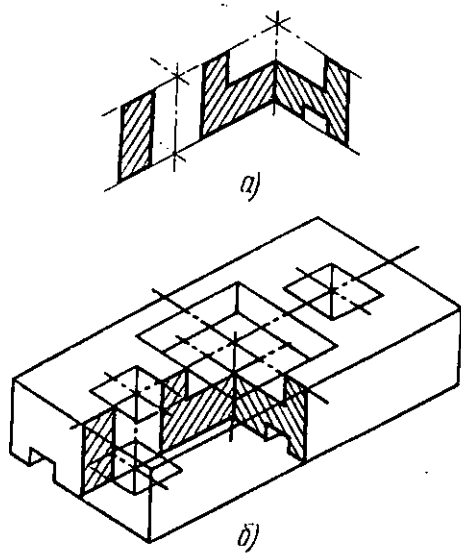


Рисунок 20

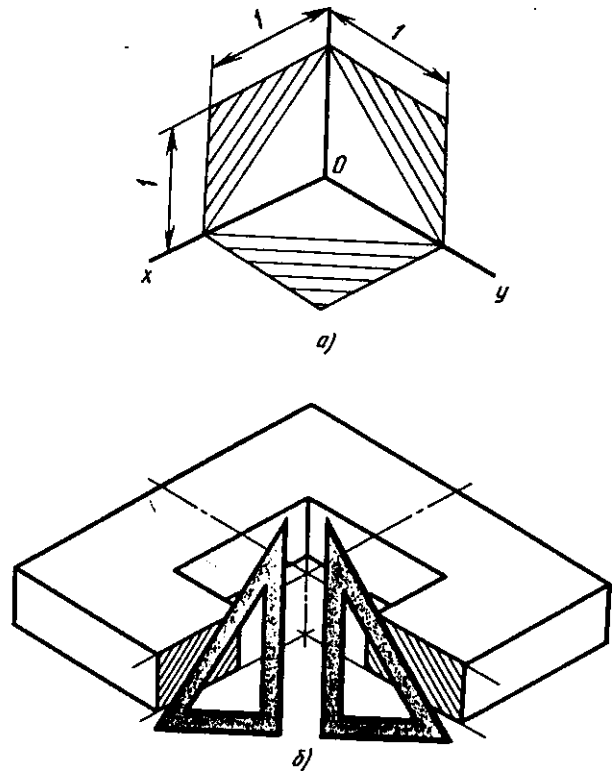


Рисунок 21

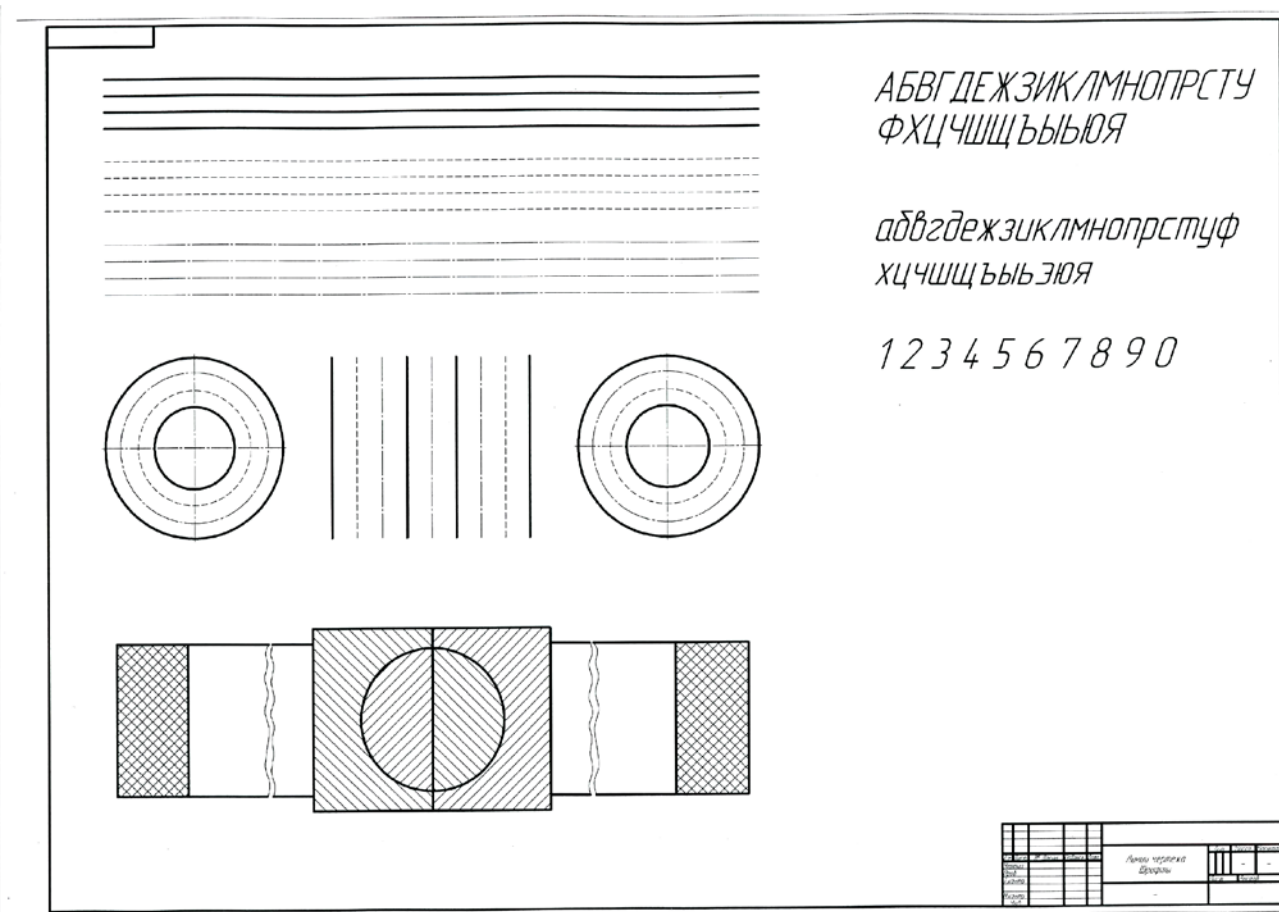


Рисунок 22 – Образец листа 1-1

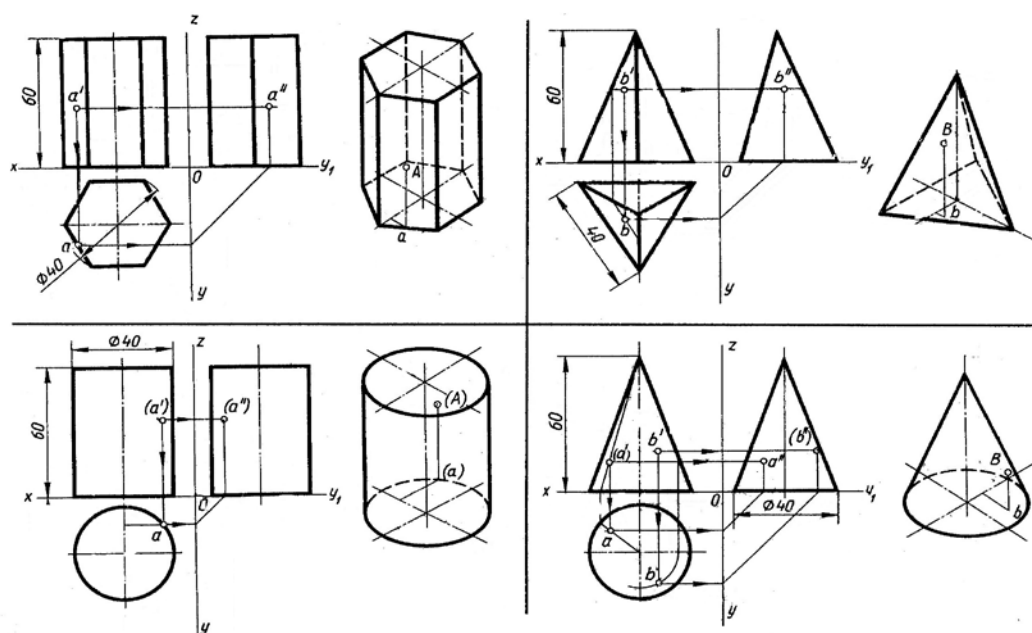


Рисунок 23 - Образец листа 1-3

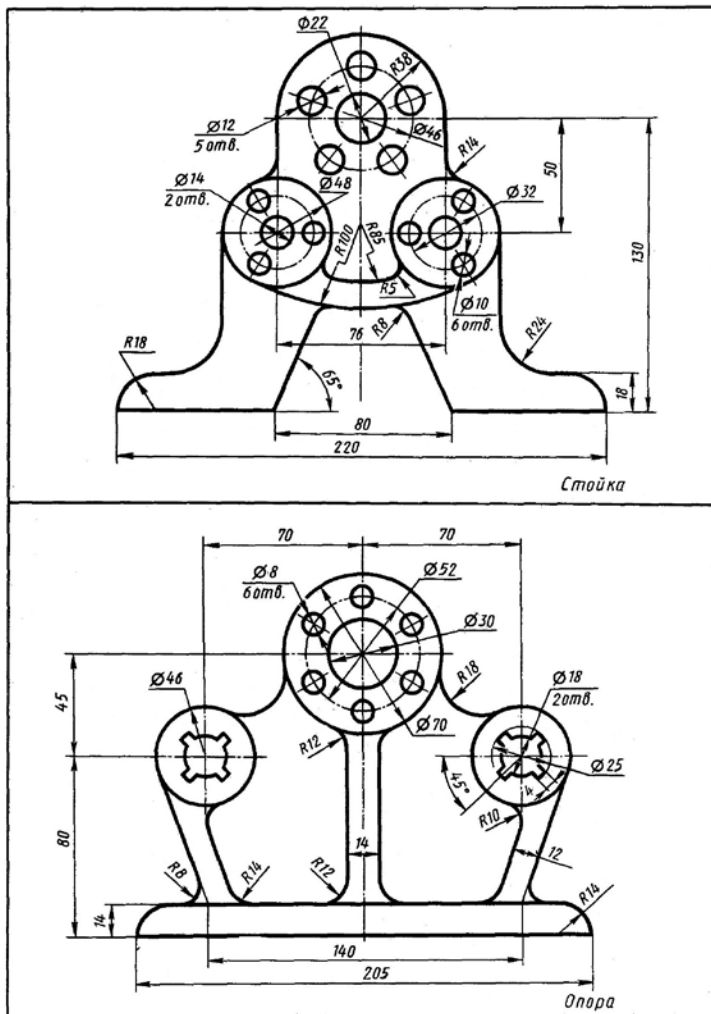


Рисунок 24 - Образец листа 1-2

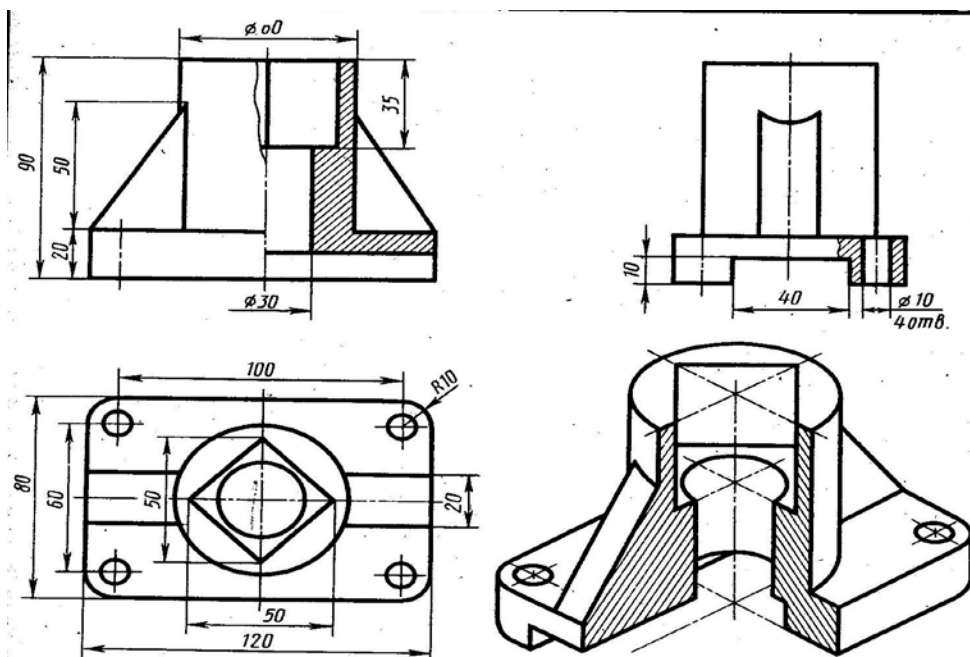


Рисунок 25 - Образец листа 1-5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

- 1) Березина Н.А. Инженерная графика. - Издательство «Альфа - М», 2009;
- 2) Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А. Инженерная графика. – ОИЦ «Академия», 2010.;
- 3) Вышнепольский И.С. Черчение для техникумов. – М.: АСТ: Астрель, 2006. – 399 с.;
- 4) Королев Ю. И., Устюжанина С. Ю. Инженерная графика. – Питер, 2011. – 464 с.;
- 5) Куликов В. П. Стандарты инженерной графики. – М.: Форум, 2011. – 240 с.;
- 6) Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению. – М.: Высшая школа, 2003. – 493 с.

Дополнительные источники:

- 1) Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А. Практикум по инженерной графике. - ОИЦ «Академия», 2009.;
- 2) Буров В.Г., Иванцовская Н.Г. Инженерная графика. – М.: Логос, 2004. – 232с.;
- 3) Куликов В.П., Кузин А.В., Демин В.М. Инженерная графика. – ООО Издательство «Форум»;
- 4) Лагерь А. И. Инженерная графика. – М.: Высшая школа, 2004. – 334 с.;
- 5) Сорокин Н.П., Ольшевский Е.Д., Заикина А.Н., Шибанова Е.И.. Инженерная графика - М.: Лань, 2005. – 392 с. ;
- 6) Чекмарев А. А. Начертательная геометрия и черчение. – М.: ИД Юрайт, 2011. – 480 с.;
- 7) Чекмарев А. А. Задачи и задания по инженерной графике. – М.: Академия, 2008. – 128 с.