

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Кызыл
2018

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет»
Инженерно-технический факультет
Кафедра общинженерных дисциплин

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации по дисциплине «Инженерная графика»
для студентов инженерно-технического факультета по всем направлениям*

Кызыл
2018

УДК 514.18: 004.4(076.5)
ББК 30.11+32.973.2-018.2р
И62

Печатается по решению учебно-методического совета
Тувинского государственного университета

Составители:

А.С. Сандан, к.т.н., доцент кафедры «Общеинженерные дисциплины»
С.М. Сарыг-оол, ст.преподаватель кафедры «Общеинженерные дисциплины»
Б.Р. Седен, преподаватель кафедры «Общеинженерные дисциплины»

Инженерная графика: методические рекомендации / сост. А.С. Сандан, С.М. Сарыг-оол, Б.Р. Седен – Кызыл: Изд-во ТувГУ, 2018. – 62 с.

В методической рекомендации содержит задания для графических работ и упражнения по всем темам.

Задания выполнены в 20 вариантах, что позволяет обеспечить каждого учащегося индивидуальным заданием.

Методическая рекомендация предназначена для студентов инженерно-технического факультета по всем направлениям.

Рецензент:

1. Кысьыдак А.С. – к.т.н., доцент кафедры ОИД ИТФ ТувГУ.
2. Серен Ш.В. – генеральный директор ООО «Стройгрупп»

ВВЕДЕНИЕ

В подготовке специалиста инженерная графика занимает значительное место, умения и навыки, которыми овладевает специалист, изучая курс "Инженерной графики", необходимы в повседневной деятельности. Умение понимать, читать чертежи, умение выполнить эскиз и чертеж – одно из необходимых условий успешной работы на производстве.

В методической рекомендации в достаточном количестве даны задания для графических работ и упражнения по всем темам программ инженерной графики, что позволяет использовать задания разной сложности. Приведены примеры и упражнения.

В первой части приведены основные положения по оформлению чертежей и геометрические построения; в логической последовательности изложены вопросы выполнения проекционных чертежей (виды, разрезы, сечения, болты). В структуре каждой темы имеется 20 вариантов заданий; основные теоретические положения; примеры выполнения заданий; образцы оформления листов графической части и контрольные вопросы для проверки усвоения материала.

Подробные указания и рекомендации по оформлению заданий для графических работ даны после каждого задания.

Масштабы. Масштабом называется отношение линейных размеров изделия на чертеже к его действительным линейным размерам.

Масштабы изображений и их обозначение устанавливает ГОСТ 2.302–68 и должны выбираться из следующих рядов:

Масштабы уменьшения 1:2 1:2,5 1:4 1:5 1:10 и др.
Масштабы увеличения 2:1 2,5:1 4:1 5:1 10:1 и др.

Основной масштаб, в котором выполнен чертеж, записывают в графе основной надписи. Если какой-либо элемент на чертеже выполнен в другом масштабе, то над ним помещают надписи типа **А (1:5)**—для вида, или **Б–Б(10:1)**—для разреза или сечения.

Следует помнить, что при любом масштабе на чертеже указывают истинные размеры предмета, а не те, которые изображение имеет на чертеже.

Линии чертежа. Чтобы чертеж был выразительным и легко читался, он должен быть оформлен линиями различной толщины и начертания. Линии чертежа, их начертание, толщина и назначение установлены ГОСТ 2.303–68 (табл. 1.2).

Как видно из табл. 1.2., основная линия чертежа - это линия видимого контура. Толщину сплошной основной линии выбирают в пределах 0,5...1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата и назначения чертежа. При выполнении штриховых линий длина штрихов должна быть одинаковой и увеличиваться вместе с увеличением толщины линий и уменьшаться соответственно с уменьшением их толщины. При этом расстояние между штрихами делают в 2...4 раза меньше длины штриха. Длина штрихов и расстояние между ними в штриховых и штрихпунктирных линиях указаны в табл. 1.2.

Сплошные волнистые линии, а также линии излома у сплошных линий с изломами проводят от руки. Размерные числа и надписи не должны пересекаться линиями чертежа. Рамку чертежей, таблицы, основные надписи и спецификации выполняют сплошными линиями толщиной *s*.

Таблица 1.2 Линии чертежа

<i>Начертание</i>	<i>Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии</i>	<i>Наименование</i>
	<i>s</i>	<i>Сплошная основная</i>
	от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	<i>Сплошная тонкая</i>
	— " —	<i>Сплошная волнистая</i>
	— " —	<i>Штриховая</i>
	— " —	<i>Штрих-пунктирная тонкая</i>
	от $\frac{1}{2}s$ до $\frac{2}{3}s$	<i>Штрих-пунктирная утолщенная</i>
	от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	<i>Сплошная тонкая с изломами</i>
	от <i>s</i> до $1\frac{1}{2}s$	<i>Разомкнутая</i>

Чертежные шрифты и надписи на чертежах. ГОСТ 2.304–81 устанавливает шрифты для надписей, наносимых на чертежах и технических документах всех отраслей. Чертежные шрифты характеризуются простотой конструкции букв, цифр и знаков. Для лучшего восприятия конструкции шрифта его построение показано на вспомогательной сетке на рисунке 1.3. Наклон букв и цифр данного шрифта к основанию строки равен примерно 75°.

Размеров шрифта характеризуется высотой *h* прописных букв в миллиметрах. Установлены следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 20; 28; 40. Параметры шрифта зависят от размера шрифта *h* или от толщины линии шрифта *d* равной 1/10 *h* рис. 1.3. Высота строчных букв определяется из отношения их высоты к размеру шрифта *h* составляет $c=7/10 h$. Ширина большинства прописных букв равна $6/10h$. Ширина букв А, Д, М, Х, Ы, Ю – $7/10h$, а букв Ж, Ф, Щ, Ъ – $8/10d$. Ширина строчных букв и арабских цифр, кроме цифры 1, составляет $5/10h$. [1, с. 4]

Таблица 1.3. Размеры букв и цифр чертежного шрифта типа Б по ГОСТ 2.304–81

Параметры		Обозначение	Относительный размер		Размер шрифта, мм			
					5	7	10	14
Размер шрифта — высота прописных букв		h	$10/10h$	$10d$				
Высота строчных букв		c	$7/10h$	$7d$	3,5	5	7	10
Расстояние между буквами		a	$2/10h$	$2d$	1	1,4	2	2,8
Минимальное расстояние между основаниями строк		b	$17/10h$	$17d$	8,5	12	17	24
Минимальное расстояние между словами		e	$6/10h$	$6d$	3	4,2	6	8,4
Толщина линий шрифта		d	$1/10h$	—	0,5	0,7	1	1,4
Ширина прописных букв	основная		$6/10h$	$6d$	3	4,2	6	8,4
	букв Г, Е, З, С		$5/10h$	$5d$	2,5	3,5	5	7
	букв А, Д, М, Х, Ы, Ю		$7/10h$	$7d$	3,5	4,9	7	9,8
	букв Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ		$8/10h$	$8d$	4	5,6	8	11,2
Ширина строчных букв	основная		$5/10h$	$5d$	2,5	3,5	5	7
	букв м, ь, ы, ю		$6/10h$	$6d$	3	4,2	6	8,4
	букв ж, т, ф, ш, щ		$7/10h$	$7d$	3,5	4,9	7	9,8
	букв з, с		$4/10h$	$4d$	2	2,8	4	5,6
Ширина арабских цифр	основная		$5/10h$	$5d$	2,5	3,5	5	7
	цифры 1		$3/10h$	$3d$	1,5	2,1	3	4,2
	цифры 4		$6/10h$	$6d$	3	4,2	6	8,4



Рисунок 1.3 – Шрифт типа Б с наклоном 75°

СОПРЯЖЕНИЯ

Сопряжением называется плавный переход одной линии (прямой или кривой) в другую. При сопряжении кривой и прямой линией прямая служит касательной к кривой. Точка, в которой одна линия переходит в другую, называется *точкой сопряжения*. При вычерчивании сопряжений необходимо, во-первых, построить центр сопрягающей дуги и, во-вторых, определить точки сопряжения или касания.

Сопряжение прямых линий. Пересекающиеся прямые образуют острый, прямой или тупой угол.

Для изображения очертания детали необходимо усвоить, что построение любых сопряжений основано на двух положениях геометрии:

1. При сопряжении прямой линией и любой дуги сопряжения O должен лежать на перпендикуляре к прямой, восстановленном из точки сопряжения C (рис. 1.4а).

2. При сопряжении любых двух дуг – центры этих дуг O_1 и O должны лежать на прямой, проходящей через точку сопряжения C_1 перпендикулярно общей касательной этих дуг (рис. 1.4ж).

Для построения заданного сопряжения должен быть известен один из этих элементов – радиус или точка сопряжения; два других элемента определяются графически, построением.

Сопряжение двух окружностей. При построении сопряжения двух окружностей дугой заданного радиуса возможны: внешнее сопряжение и внутреннее сопряжение.

Внешнее сопряжение окружностей дугой заданного радиуса R (рис. 1.4,г). Сопрягающая дуга касается заданных окружностей внешней стороной. Центр O сопрягающей дуги должен отстоять от окружностей на одном и том же расстоянии, равном R . Чтобы построить центр O сопрягающей дуги, из центров окружностей на одном и том же расстоянии, равном R . Чтобы построить центр O сопрягающей дуги, из центров окружностей O_1 и O_2 проведем две вспомогательные дуги радиусами $R_1 + R$ и $R_2 + R$ до их взаимного пересечения. Точки сопряжения C_1 и C_2 лежат на линиях, соединяющих центры окружностей.

Внутреннее сопряжение окружностей дугой заданного радиуса R (рис. 1.4, д). Сопрягающая дуга касается заданных окружностей внутренней стороной. Центр O сопрягающей дуги определяется пересечением дуг вспомогательных окружностей, радиусы которых равны разностям $R - R_1$ и $R - R_2$

Примеры построения различного вида сопряжений приведены на рисунке 1.4.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные форматы и их размеры.
2. Назовите стандартные масштабы.
3. Чем определяется номер шрифта?
4. С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?
5. Что называется сопряжением?

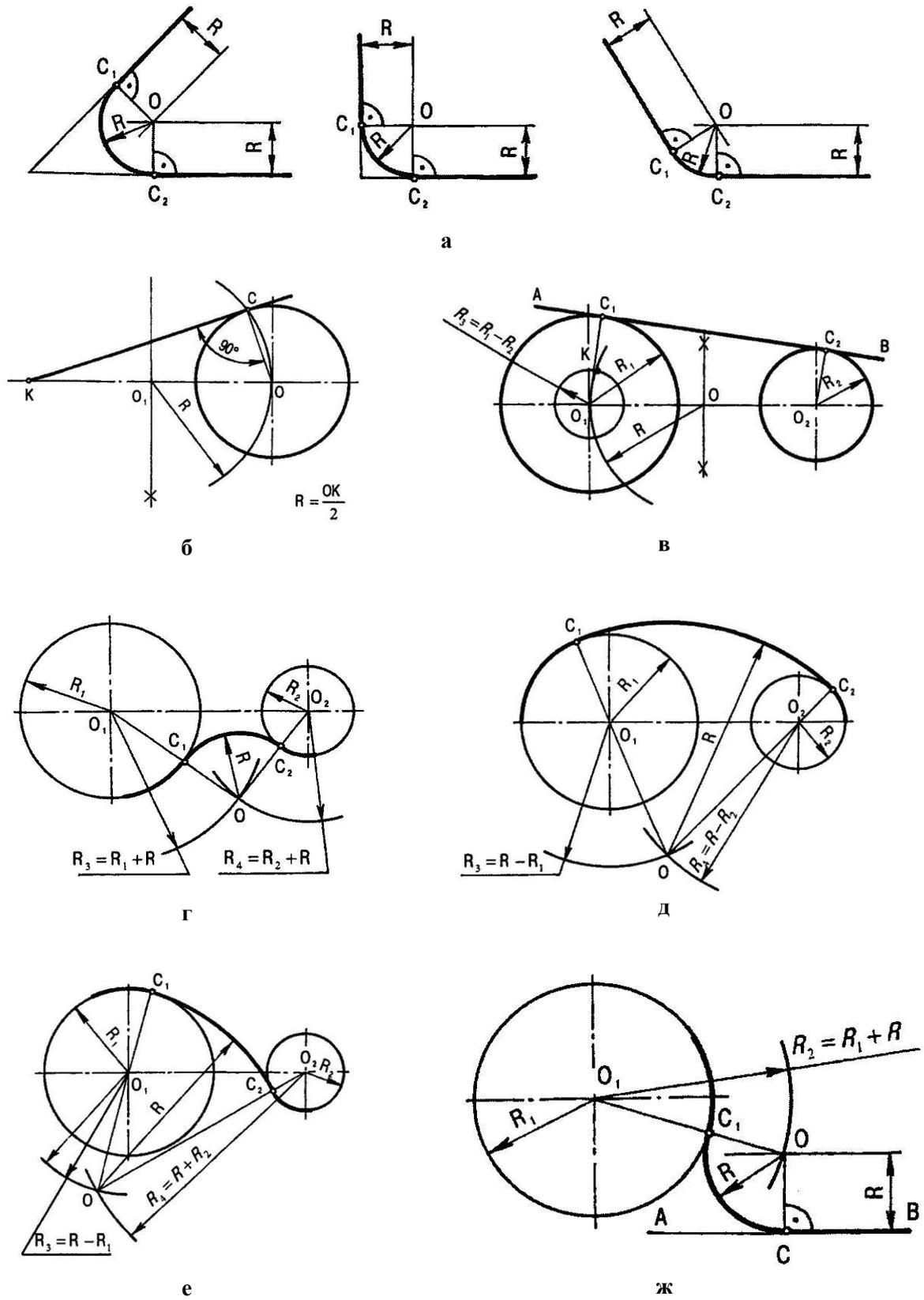


Рисунок 1.4 – Виды сопряжений

ВЫПОЛНЕНИЕ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Выполнить титульный лист, используя образец шрифта на рисунке 1.3. Расположение текста на листе выполнить по центру, по нижеприведенной схеме. Образец выполнения *титульного листа* представлен на рисунке 1.5.

ФГБУ ВО ТУВИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

шрифт 14

КАФЕДРА ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН

шрифт 10

АЛЬБОМ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

шрифт 20

студента 1 курса группы АТ-717

шрифт 10

Монгуша Владимира

шрифт 14

КЫЗЫЛ- 2017

шрифт 10

Рисунок 1.5 – Титульный лист

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ 1

На формате А3 с левой стороны листа выполнить чертеж линий по ГОСТ из рисунка 1.6. С правой стороны над основной надписью выполнить чертеж плоской детали (сопряжение). Постройте сопряжения из рисунка 1.7. Нанесение размеров в соответствии с ГОСТ 2.307–68. Начертание букв, цифр и знаков должно соответствовать ГОСТ 2.304–81. Варианты задания назначает преподаватель.[3, с. 16].

Образец выполнения *задания 1* представлена на рисунке 1.8.

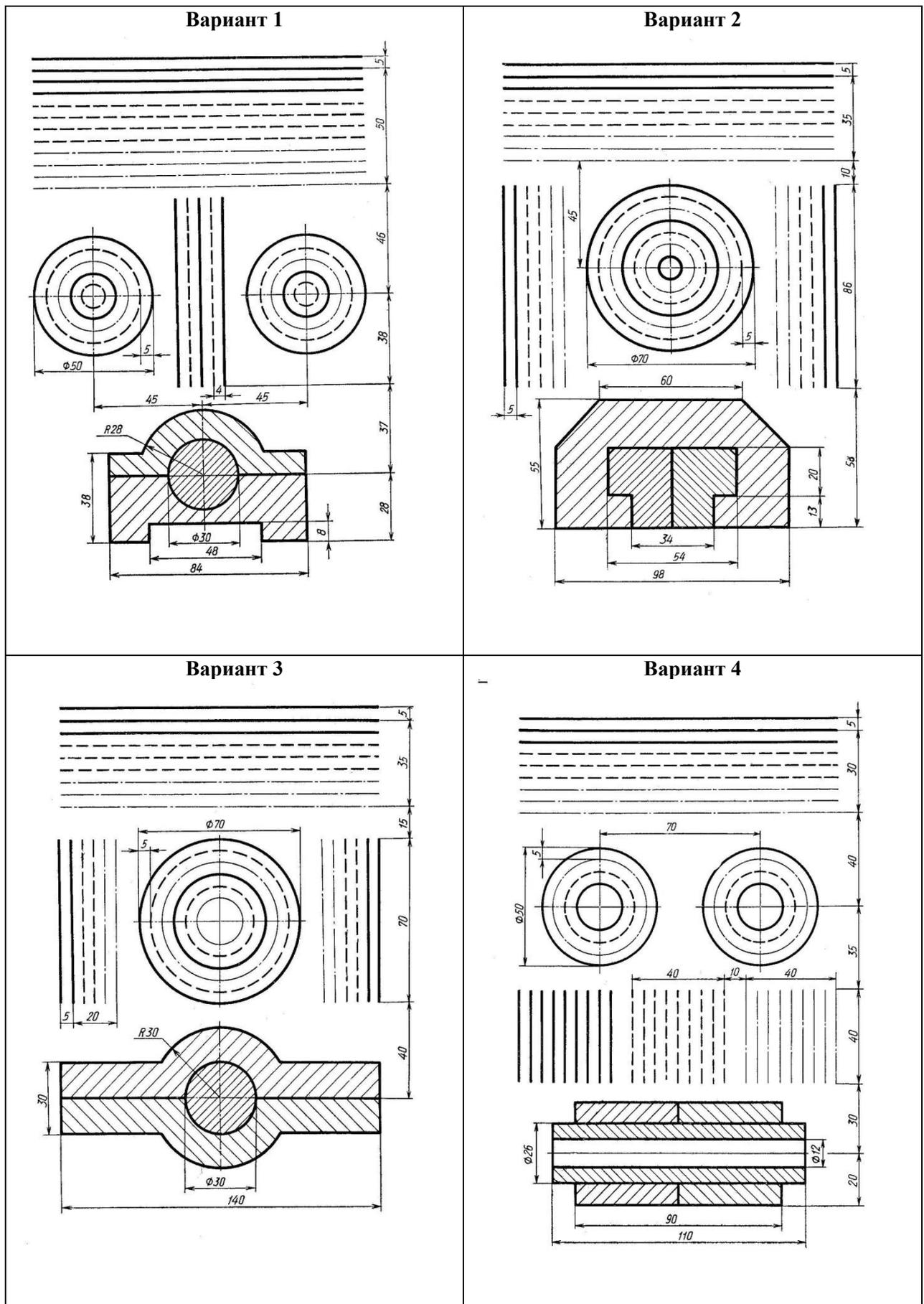
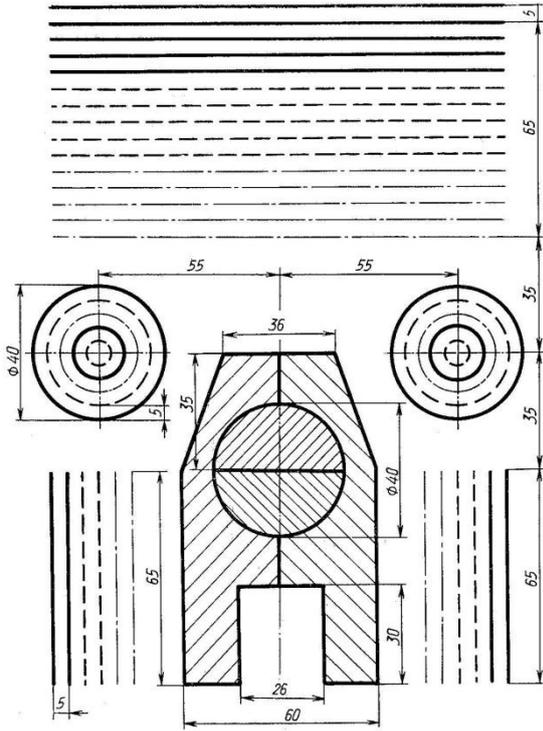
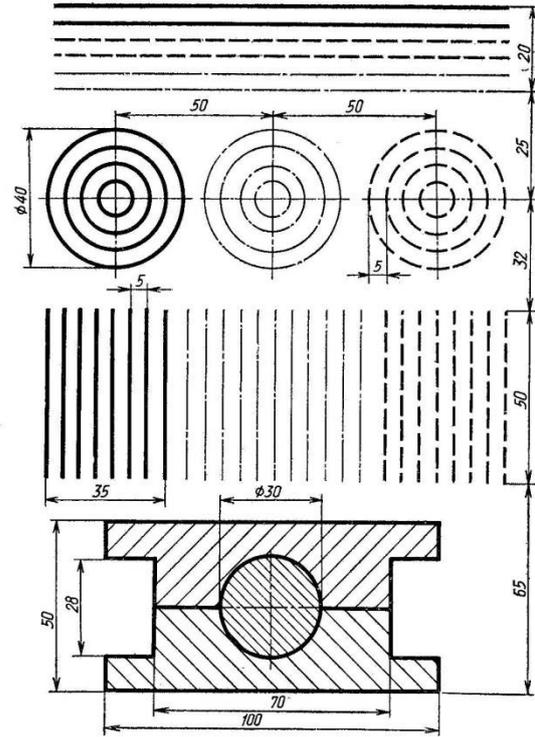


Рисунок 1.6 – Типы линий чертежа

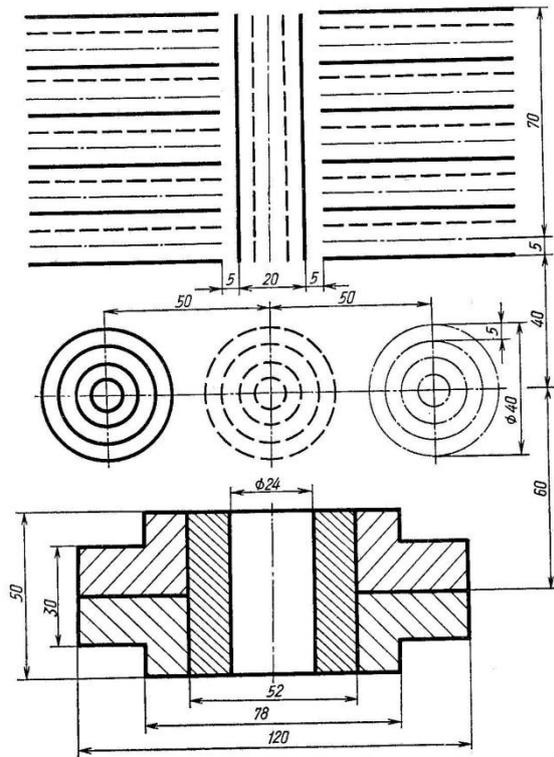
Вариант 5



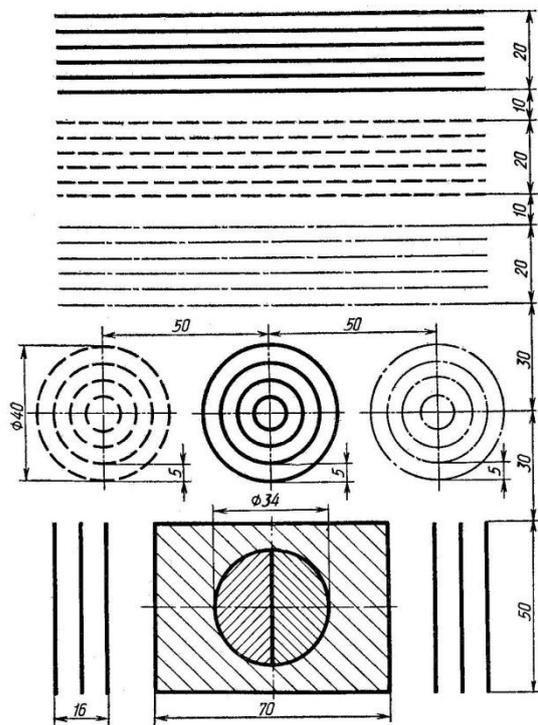
Вариант 6



Вариант 7

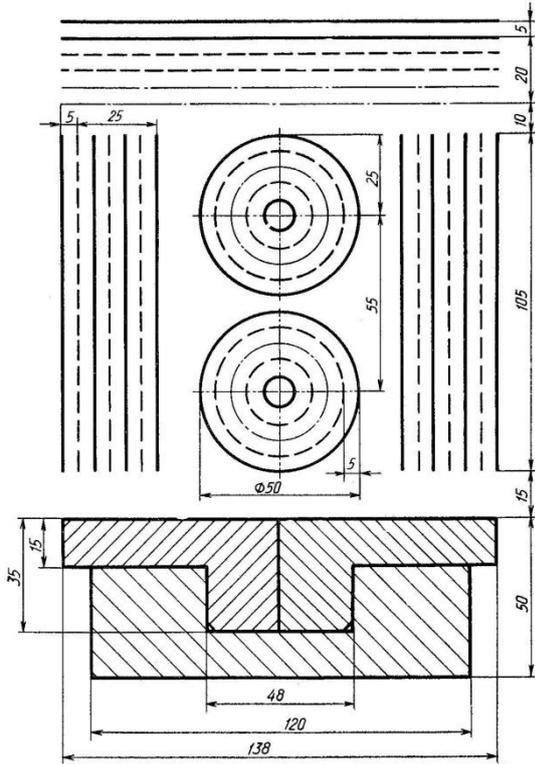


Вариант 8

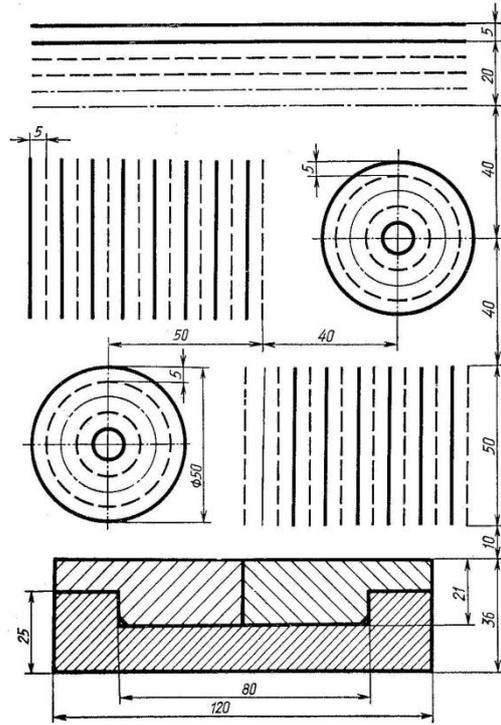


Продолжение рисунка 1.6

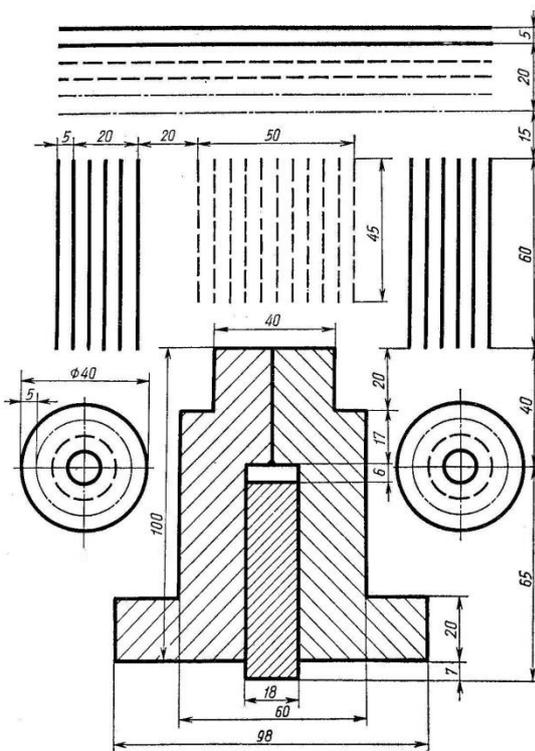
Вариант 9



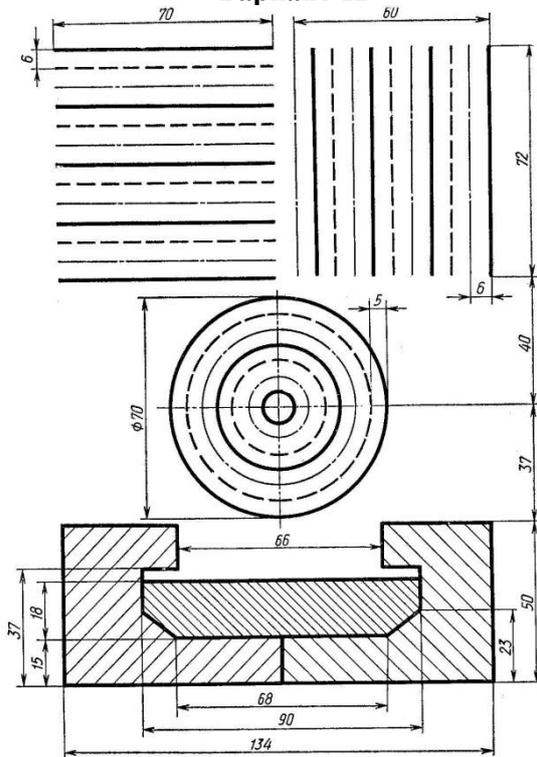
Вариант 10



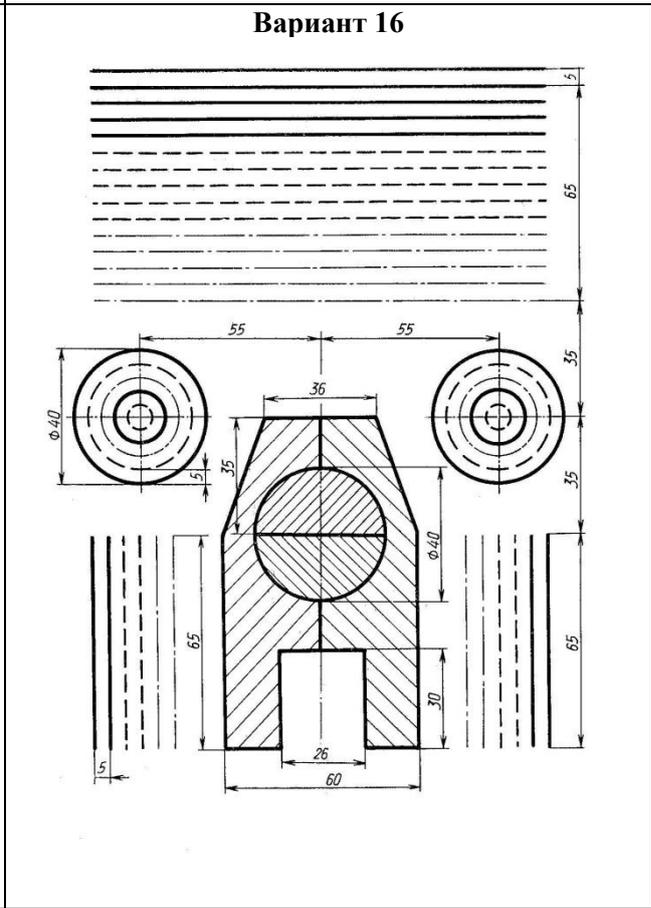
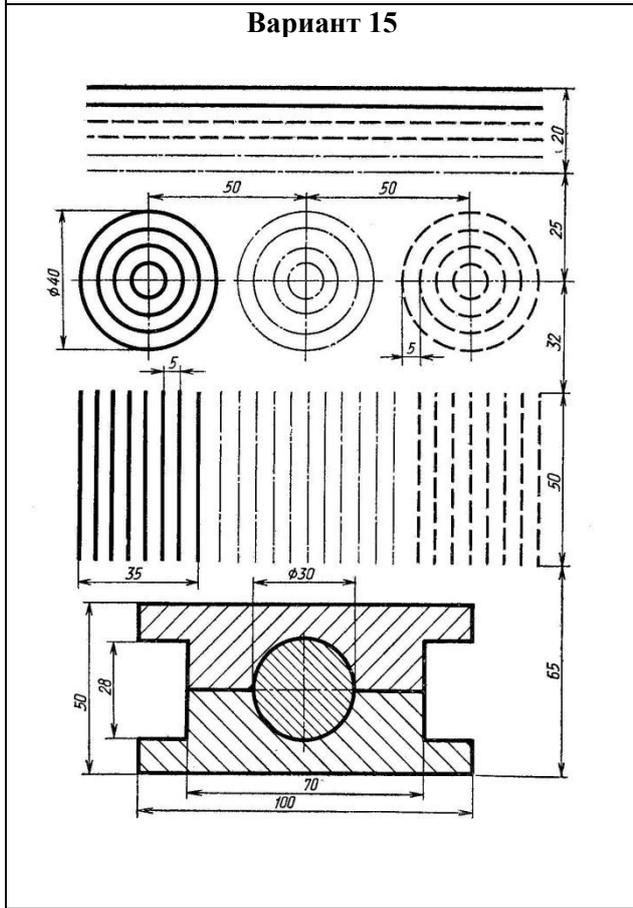
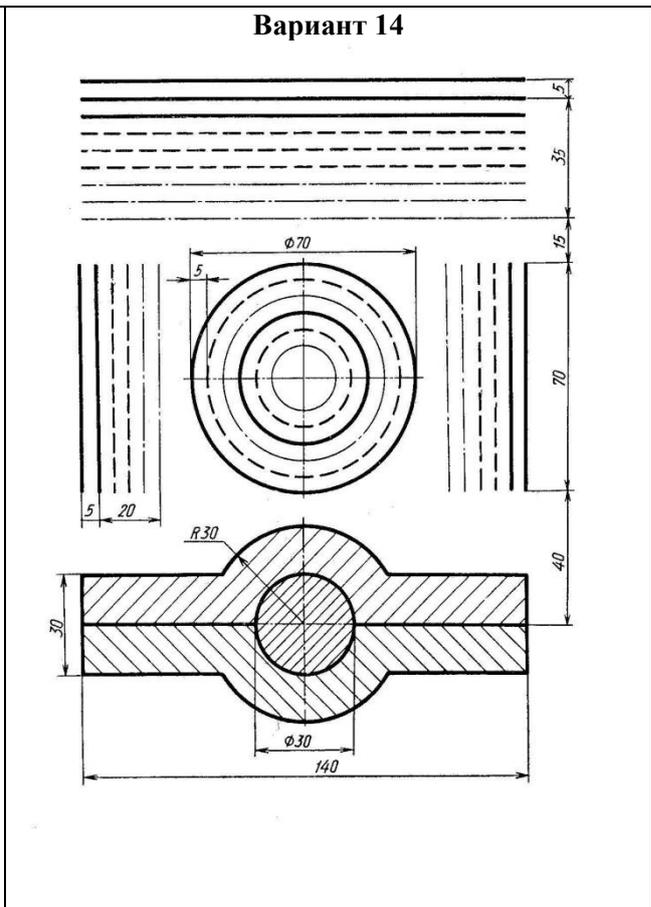
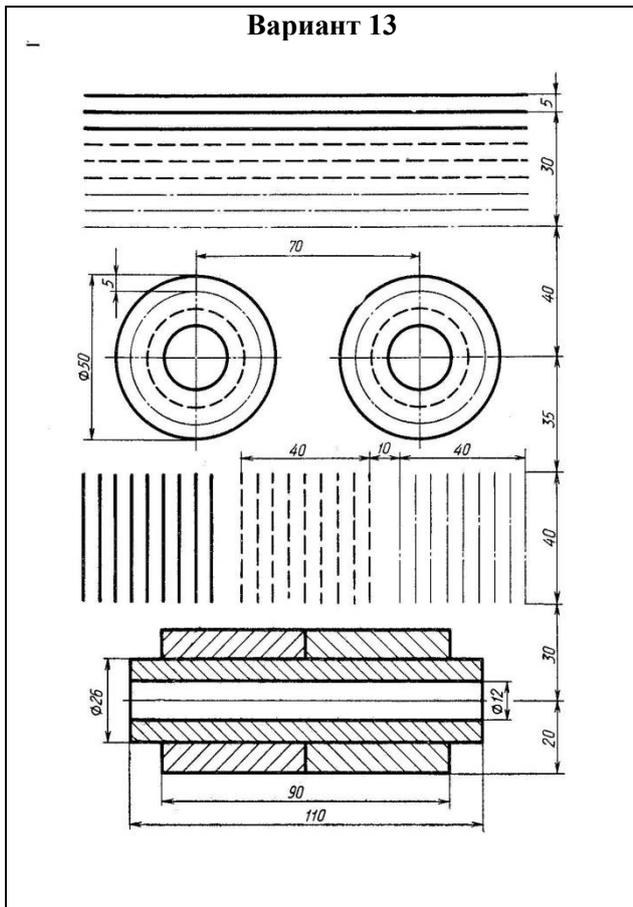
Вариант 11



Вариант 12

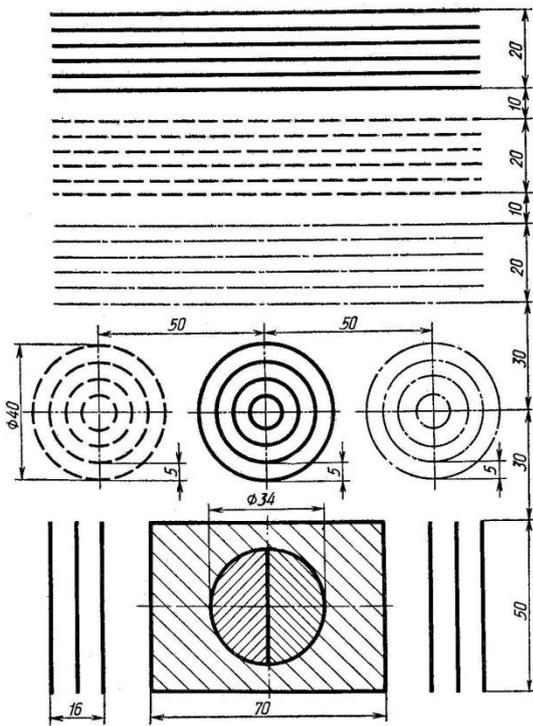


Продолжение рисунка 1.6

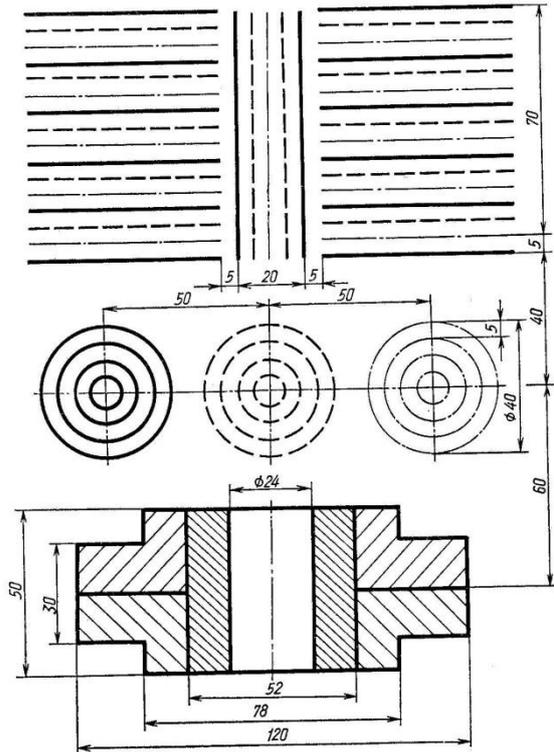


Продолжение рисунка 1.6

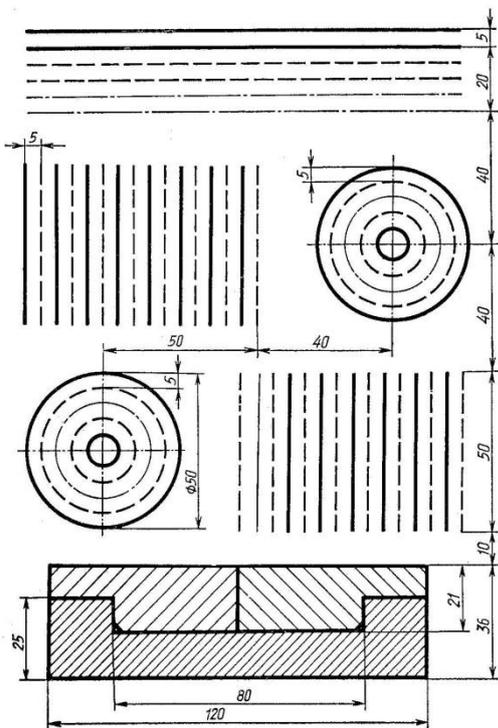
Вариант 17



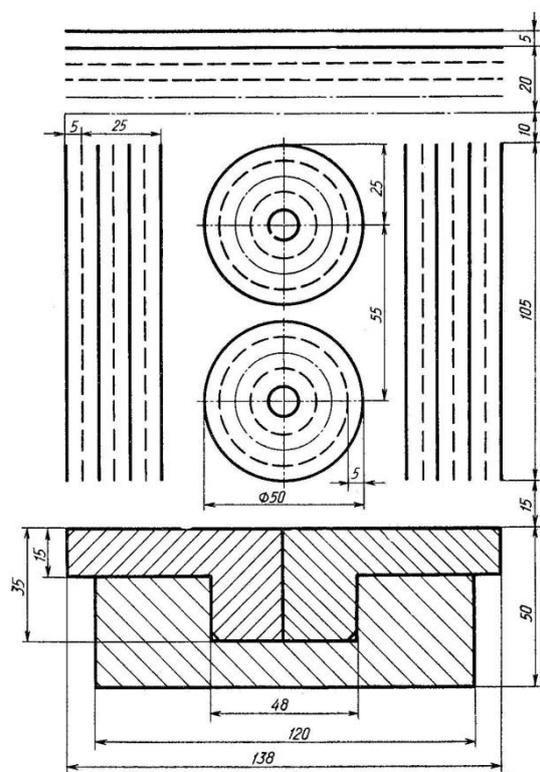
Вариант 18



Вариант 19



Вариант 20



Продолжение рисунка 1.6

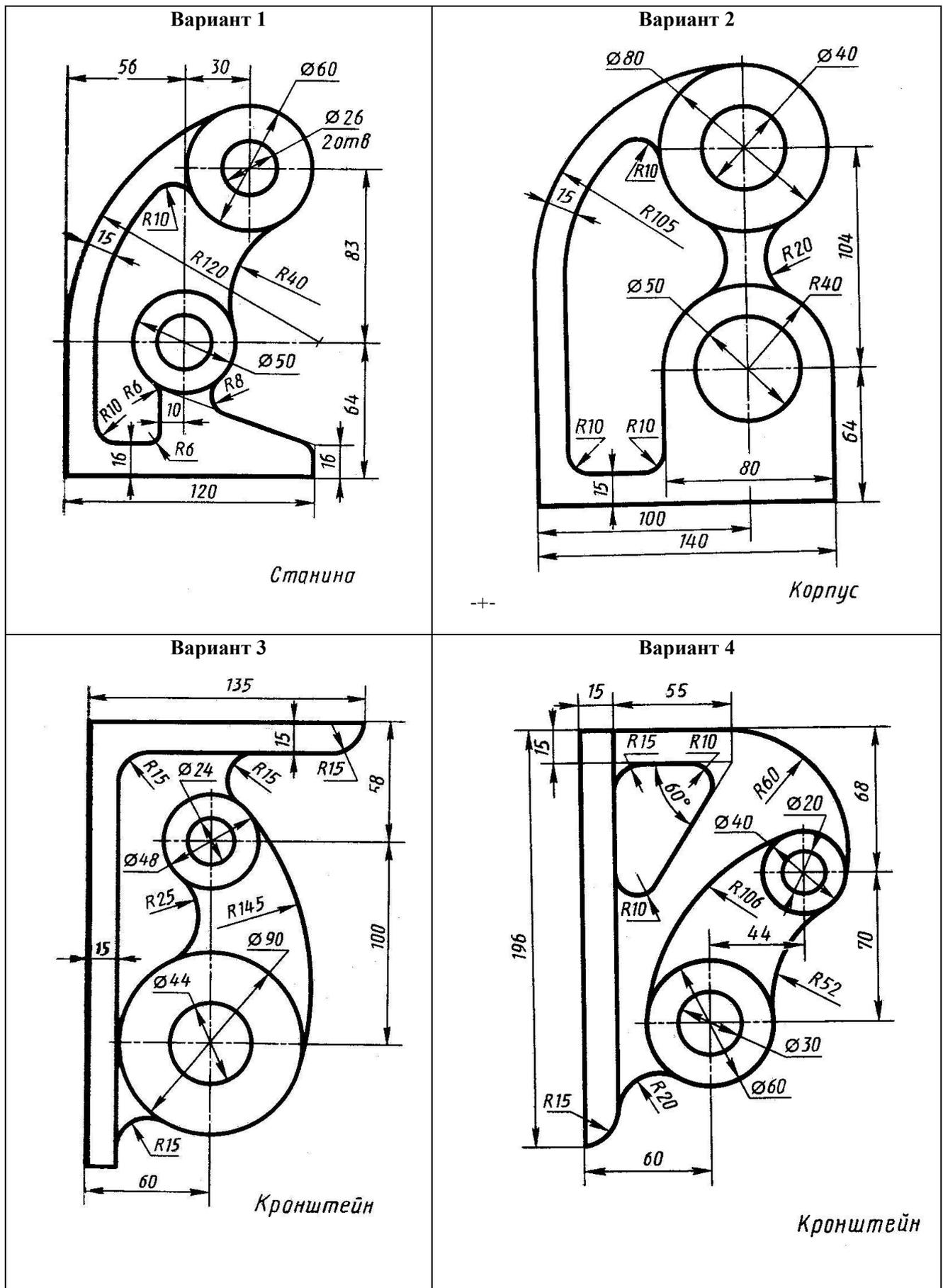
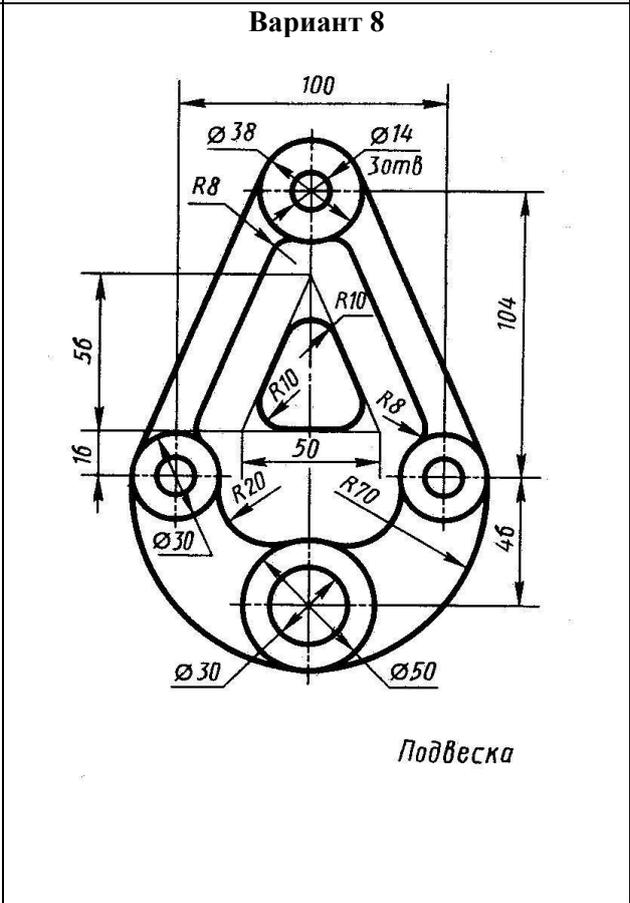
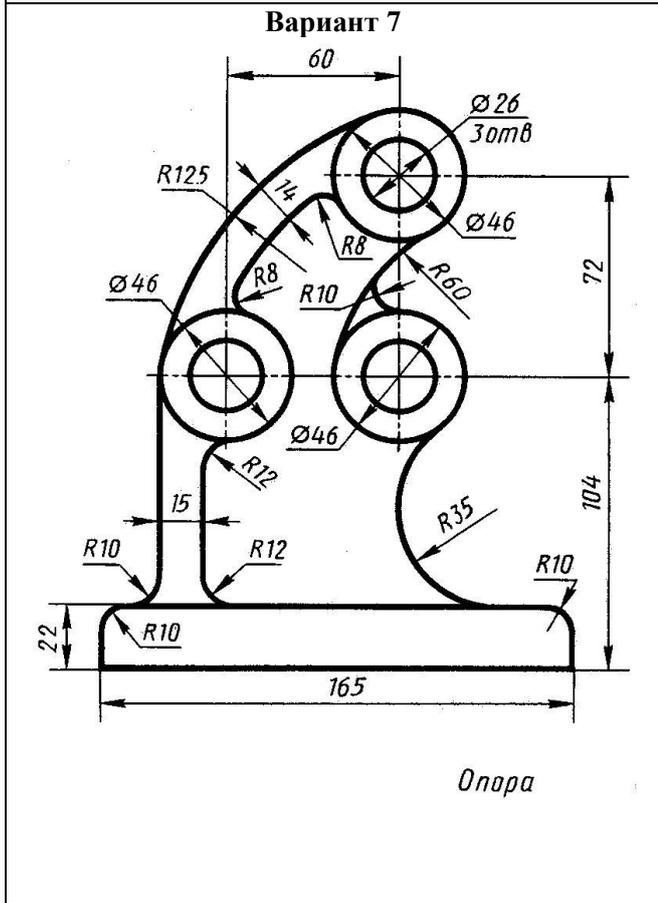
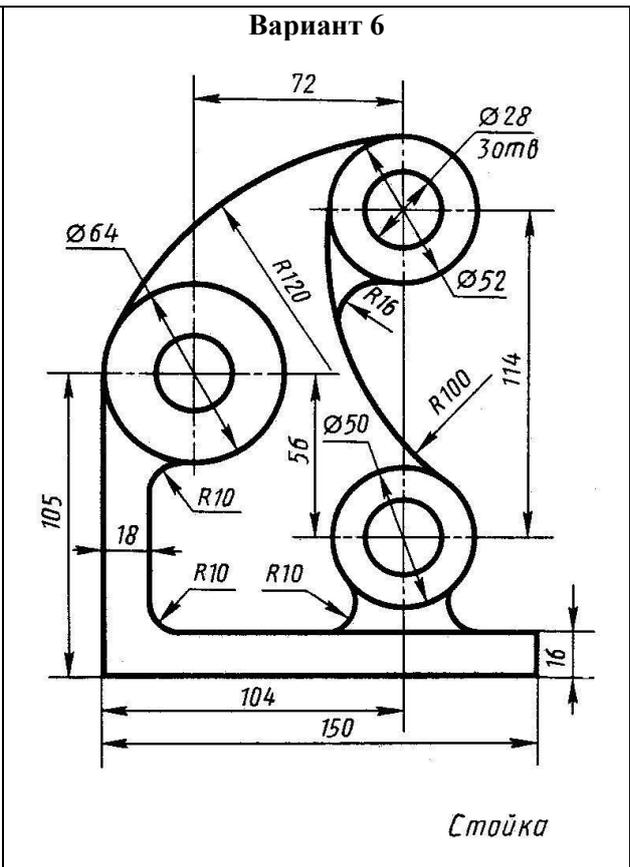
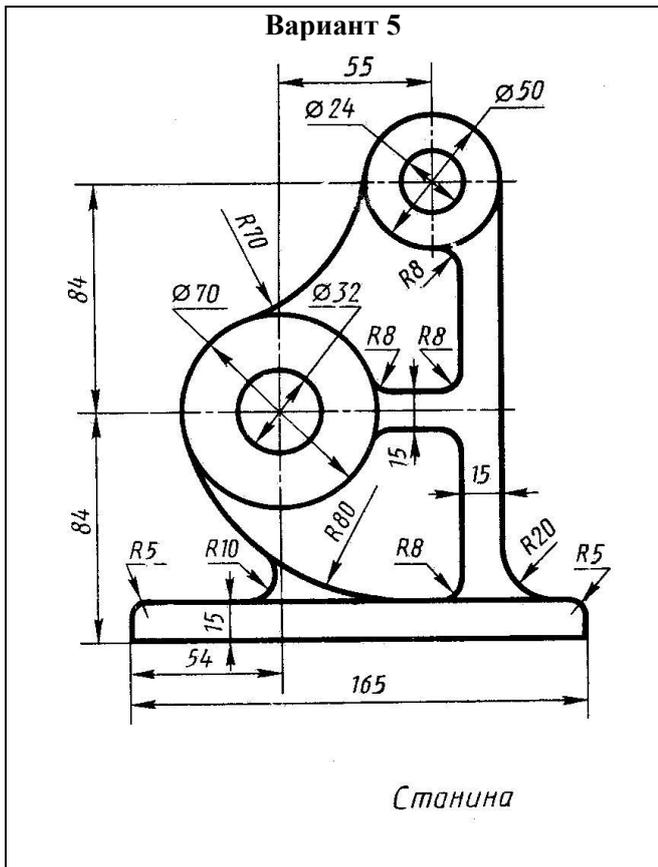
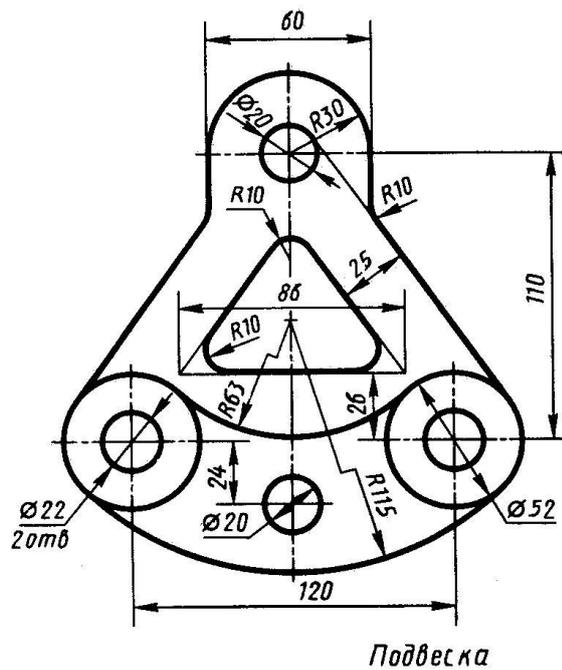


Рисунок 1.7 – Сопряжения

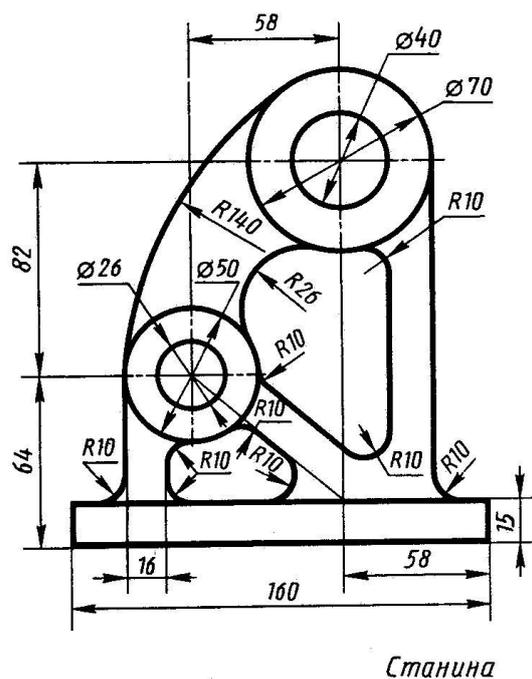


Продолжение рисунка 1.7

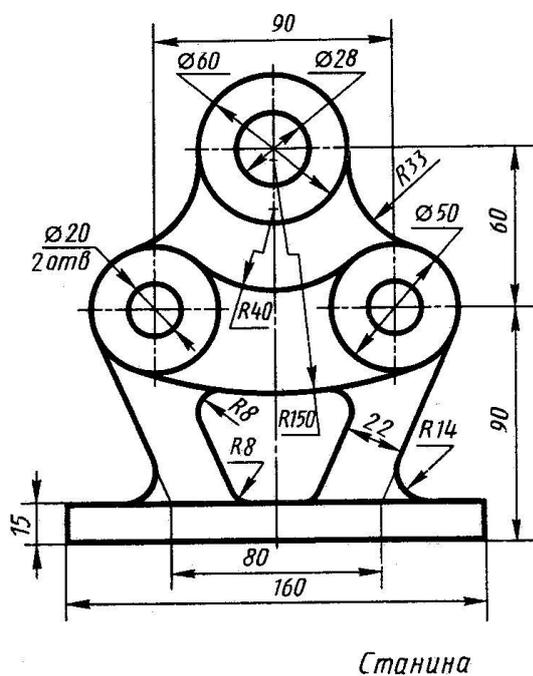
Вариант 9



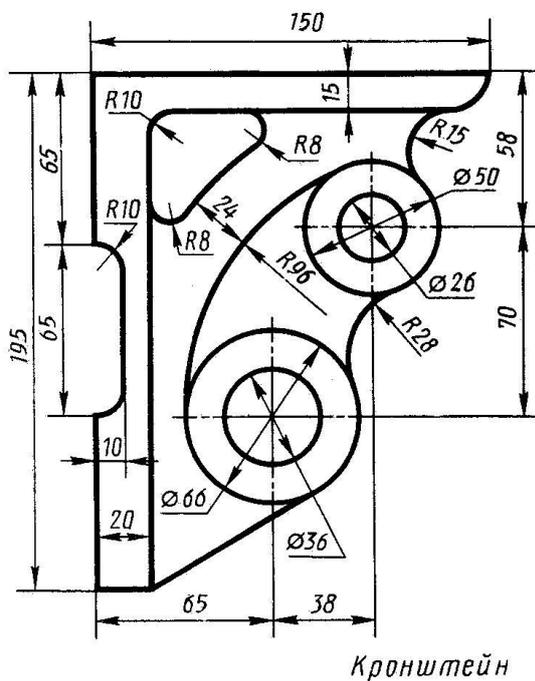
Вариант 10



Вариант 11

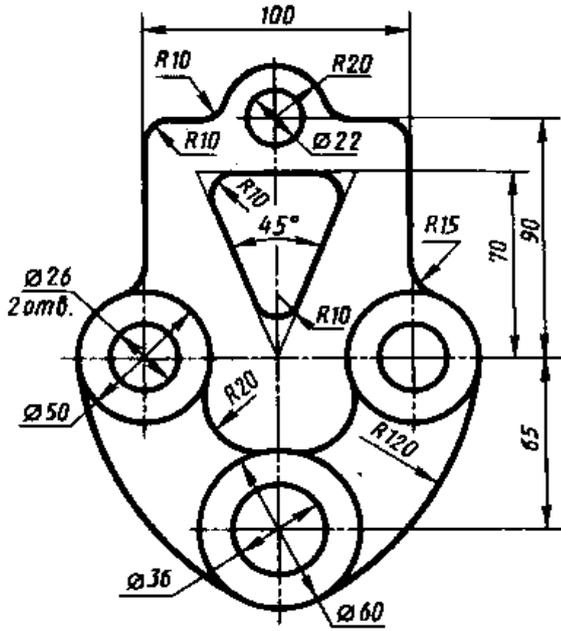


Вариант 12



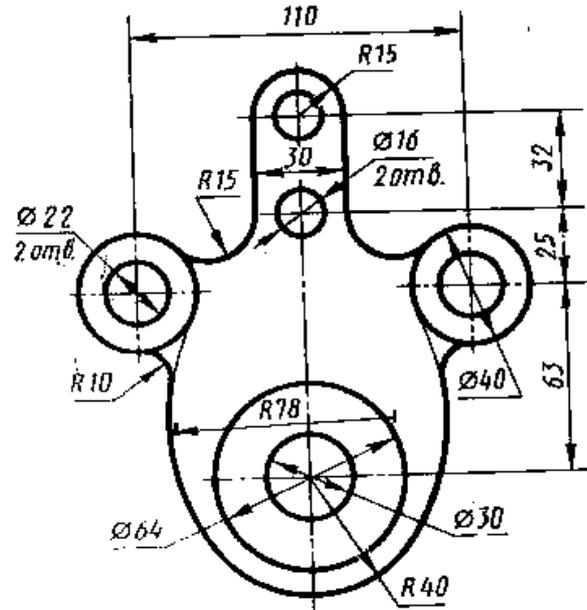
Продолжение рисунка 1.7

Вариант 13



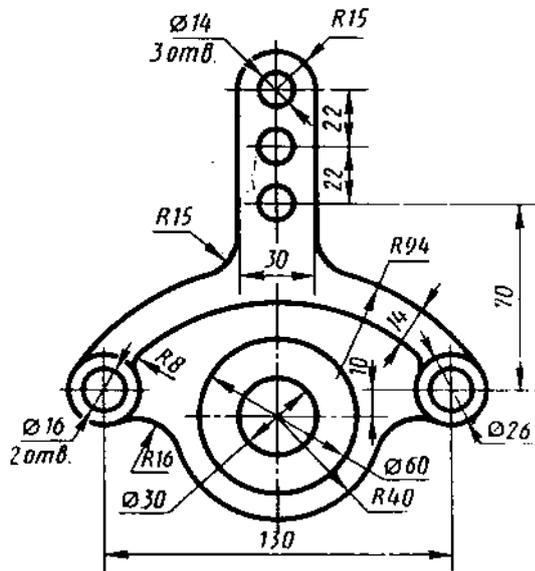
Подвеска

Вариант 14



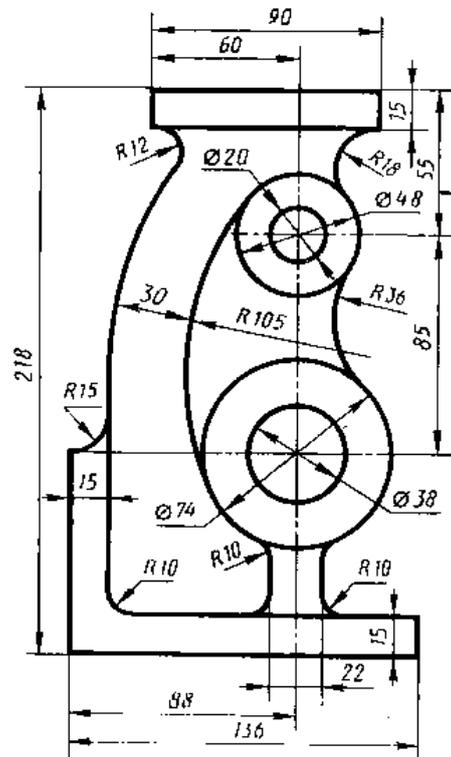
Подвеска

Вариант 15



Подвеска

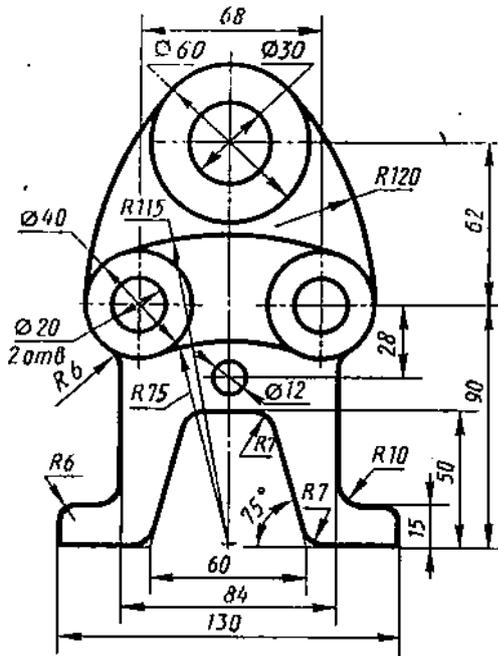
Вариант 16



Станина

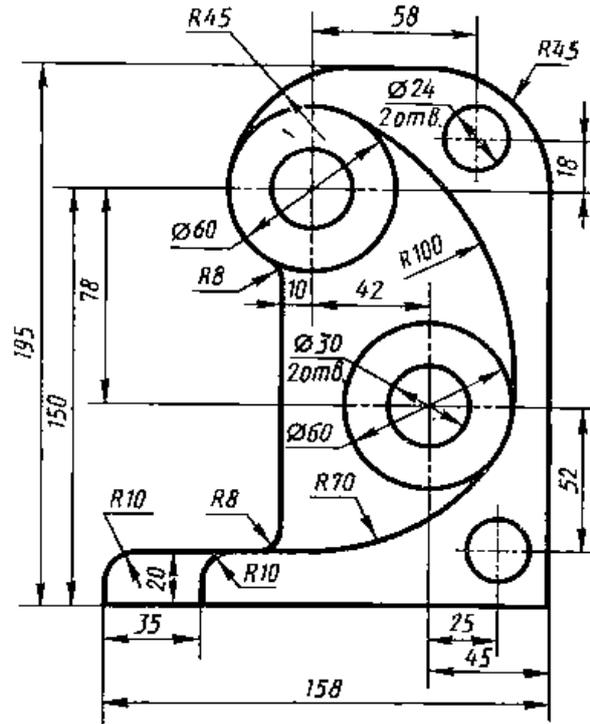
Продолжение рисунка 1.7

Вариант 17



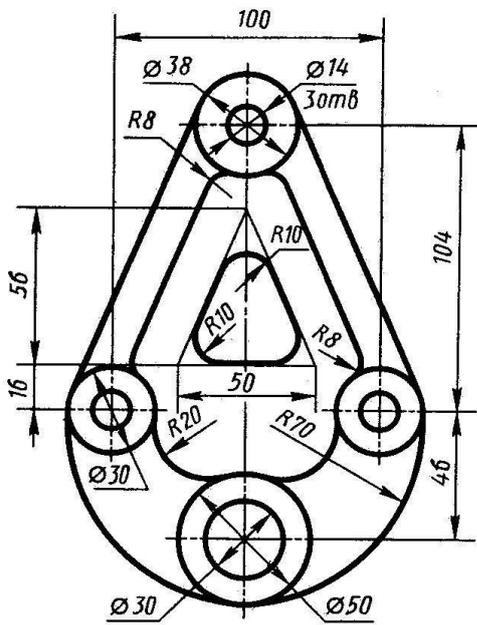
Станина

Вариант 18



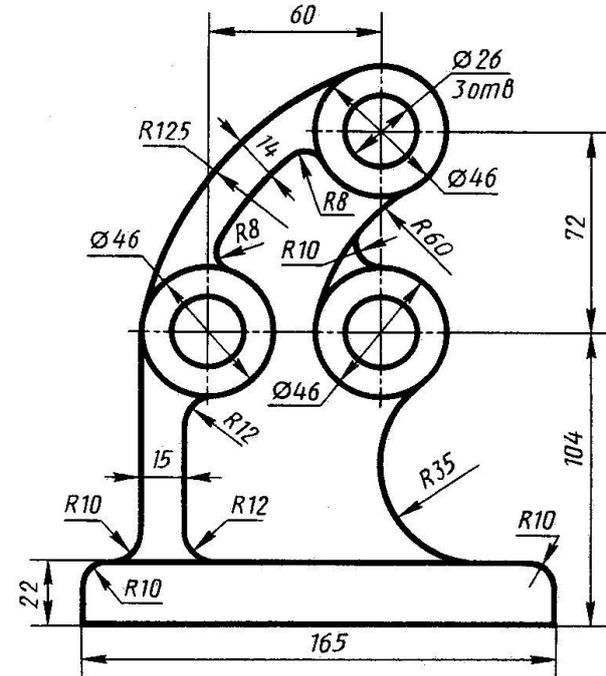
Корпус

Вариант 19



Подвеска

Вариант 20



Опора

Продолжение рисунка 1.7

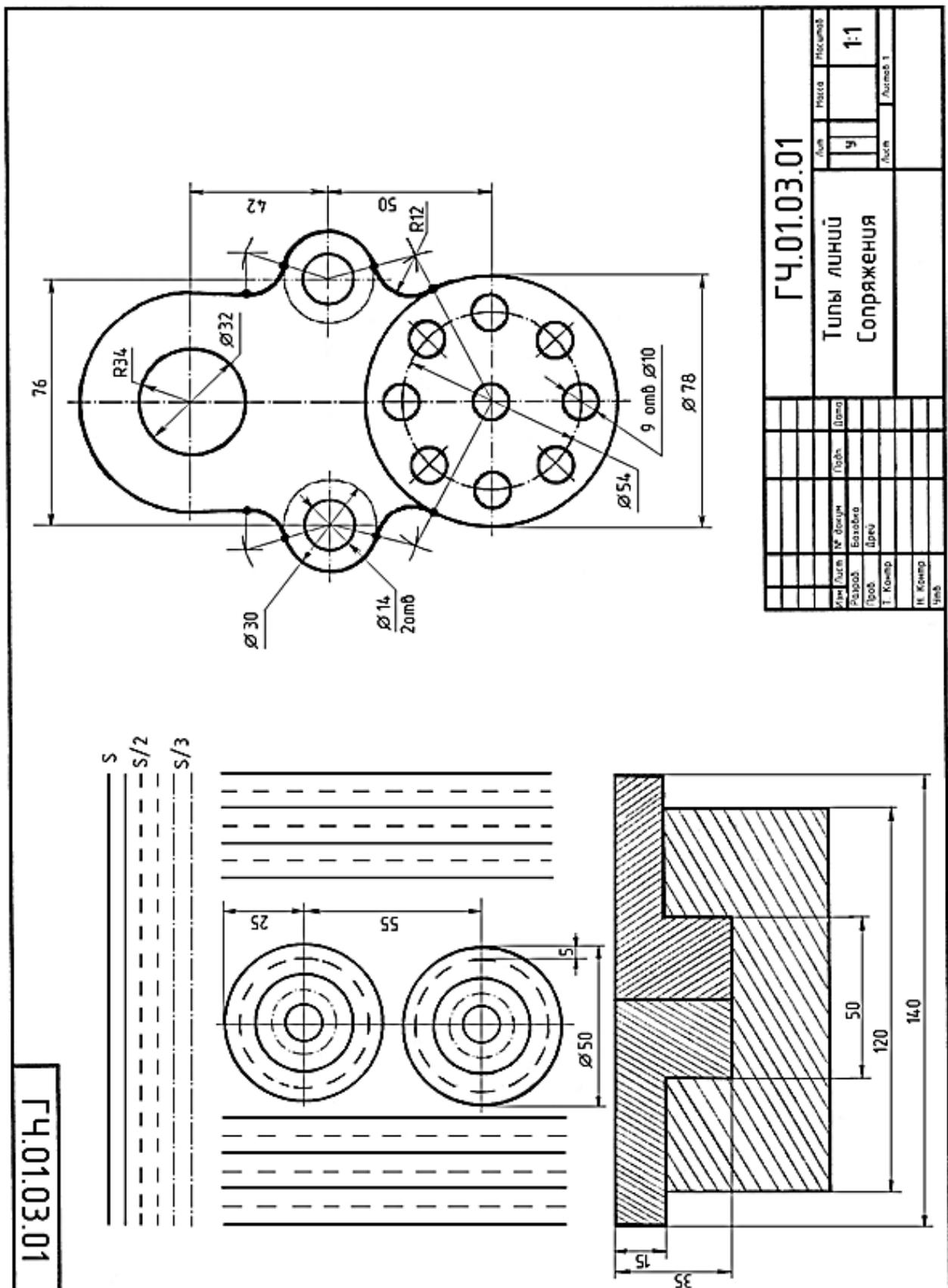


Рисунок 1.8 – Образец выполнения заданий линии и сопряжения

ВИДЫ. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. [3, с. 83]

По требованиям ГОСТ 2.305–68 изображения выполняются по методу прямоугольного проецирования. Виды располагаются в проекционной связи как в начертательной геометрии, но без указания осей координат. Образование видов показано на рисунке 2.1.

Названия **основных видов** установлены стандартом: 1–вид спереди (главный вид); 2–вид сверху; 3–вид слева; 4–вид справа; 5–вид снизу; 6–вид сзади.

Главный вид должен давать наилучшее представление о форме и размерах предмета. Количество изображений должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление об устройстве изделия.

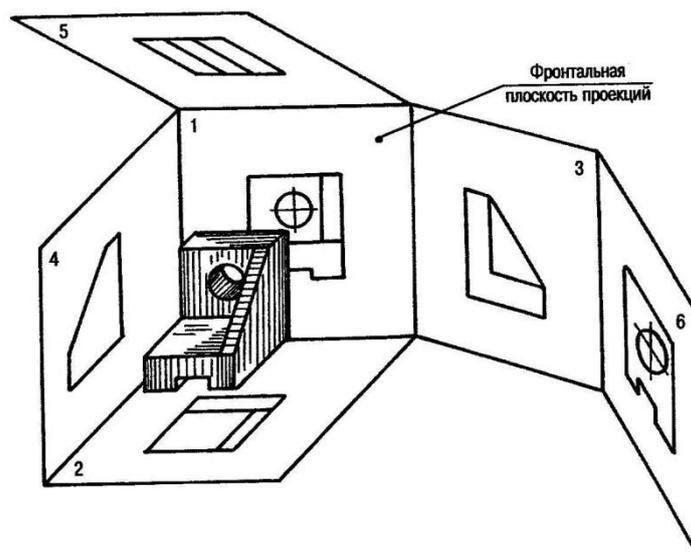


Рисунок 2.1 – Образование видов

Дополнительные виды применяют, если какую-либо часть изделия невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров.

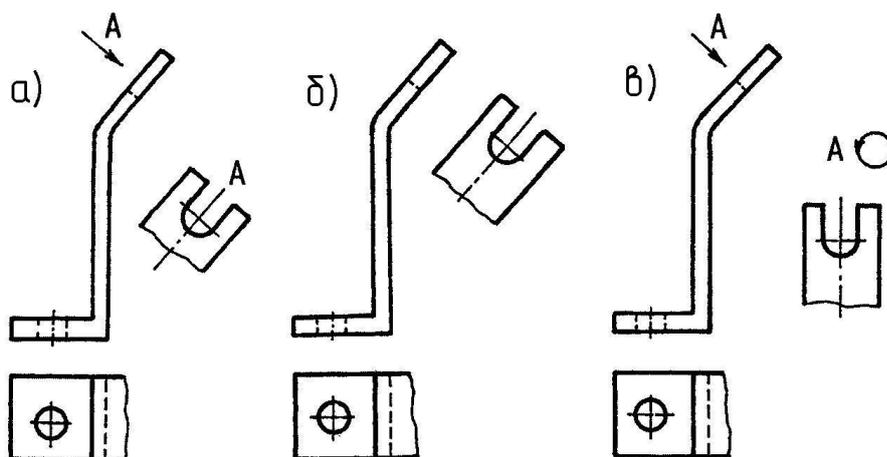


Рисунок 2.2 – Дополнительные виды

Дополнительный вид отмечают на чертеже буквой русского алфавита (например: А рис. 2.2а), а направление взгляда на этот вид указывают стрелкой с соответствующей буквой. Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, приведено на рисунке 2.3.

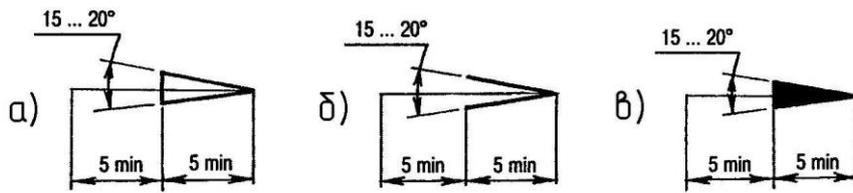


Рисунок 2.3 – Стрелки

Дополнительные виды допускается поворачивать. При этом к букве добавляют знак «повернуто» (например рис. 2.2в). Размеры знаков приведены на рисунке 2.4.

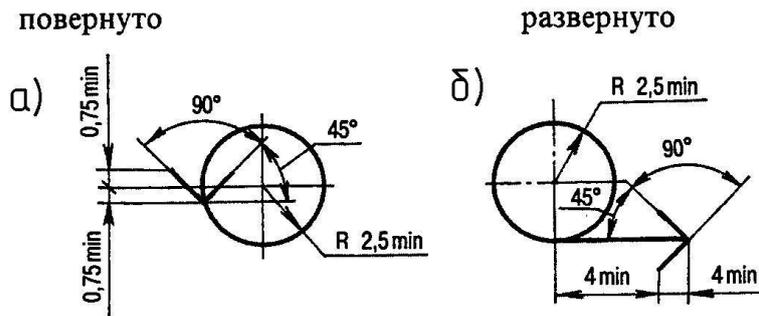


Рисунок 2.4 – Знаки

Местным видом называется изображение отдельного ограниченного участка поверхности изделия. Местный вид ограничивают линией обрыва и его обозначают на чертеже подобно дополнительным [4, с. 36].

АксонOMETрической проекцией называется изображение предмета вместе с координатными осями X, Y, Z на аксонOMETрической плоскости, полученное параллельным проецированием, направление которого не совпадает с направлением координатных осей.

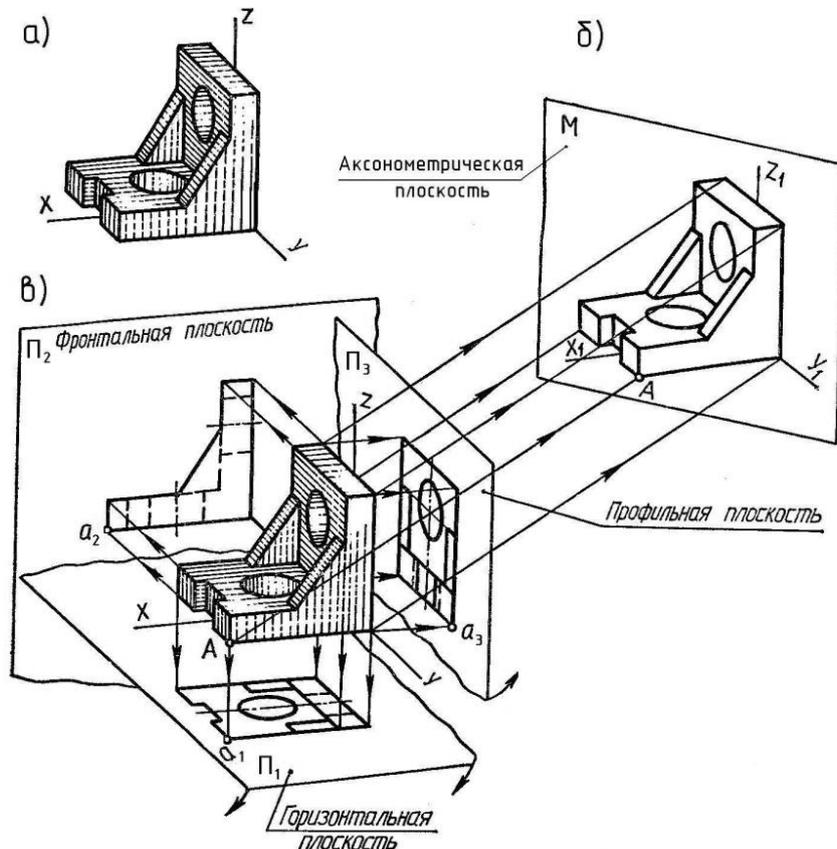


Рисунок 2.5 – Образование аксонOMETрии

На рисунке 2.5а изображена деталь, ориентированная относительно осей X, Y, Z. На рисунке 2.5б показано построение аксонометрического изображения этой детали на аксонометрической плоскости М. На рисунке 2.5в – получены ортогональные проекции на три плоскости Π_1 , Π_2 и Π_3 (как образование видов). Оси X_1Y_1 и Z_1 называются аксонометрическими осями.

По ГОСТ 2.317–69 существует множество аксонометрических проекций, но каждая из них отличается расположением аксонометрических осей и коэффициентами искажения. В данном курсе будем применять прямоугольные изометрическую и диметрическую проекции.

Прямоугольная изометрия. В изометрии координатные оси наклонены под одинаковым углом к плоскости аксонометрических проекций и углы между аксонометрическими осями равны 120° (рис.2.6а).

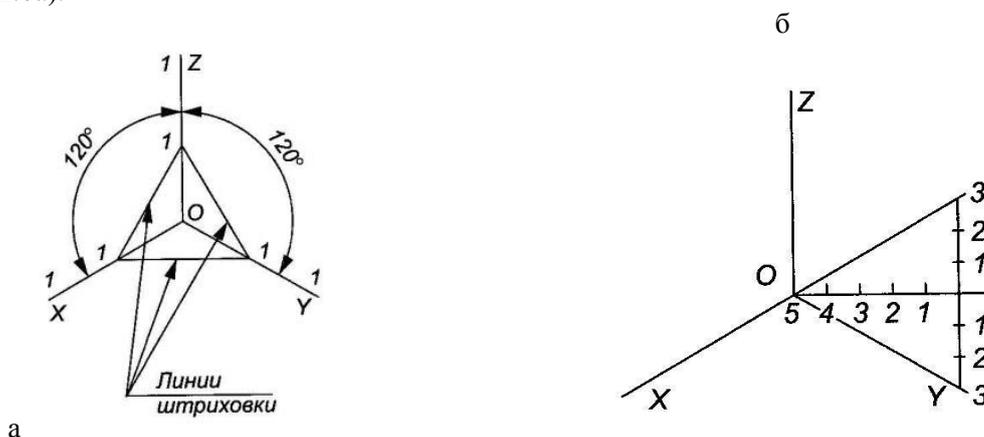


Рисунок 2.6 – Оси координат в изометрии

При таком проецировании коэффициент искажения по всем трем осям будет равен **0,82**. Однако изометрию для упрощения выполняют без искажения по осям, приняв коэффициент искажения равным единице. Поэтому изометрическая проекция получается увеличенной в **1,22** раз по сравнению с исходным изделием. Линии штриховки в разрезах проводят параллельно линиям, соединяющим концы одинаковых отрезков, отложенных на аксонометрических осях.

Оси построить с помощью линейки и треугольника с углами 30° и 60° . Другой вариант показан на рисунке 2.6б. На горизонтальной прямой вправо (или влево) от точки О откладывают пять одинаковых отрезков, а вниз и вверх по вертикали – по три таких же отрезка. Ось X проводят через точку О и точку 3, расположенную выше горизонтальной прямой, а ось Y – через точку О и точку 3, расположенную ниже горизонтальной прямой.

При построении аксонометрических проекций отрезки прямых линий тела или плоской фигуры, параллельные осям координат на комплексном чертеже, должны быть параллельны соответствующим аксонометрическим осям. На изометрии проставляются только габаритные размеры, выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям X, Y, Z, а размерные линии – параллельно измеряемому отрезку. Пример прямоугольной изометрии приведен на рисунке 2.7.

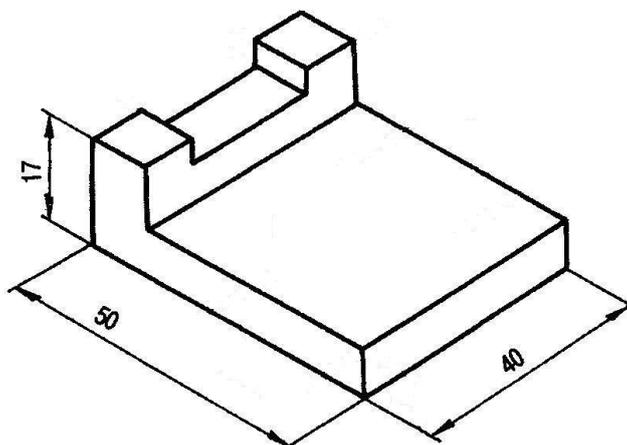


Рисунок 2.7 – Изометрия детали с габаритными размерами

Прямоугольная диметрия. В диметрии две координатные оси одинаково наклонены к плоскости аксонометрических проекций, а третья—под другим углом. В этом случае угол между осями X и Y и горизонтальной линией равен соответственно $7^{\circ}10'$ и $41^{\circ}25'$ (рис. 2.8а).

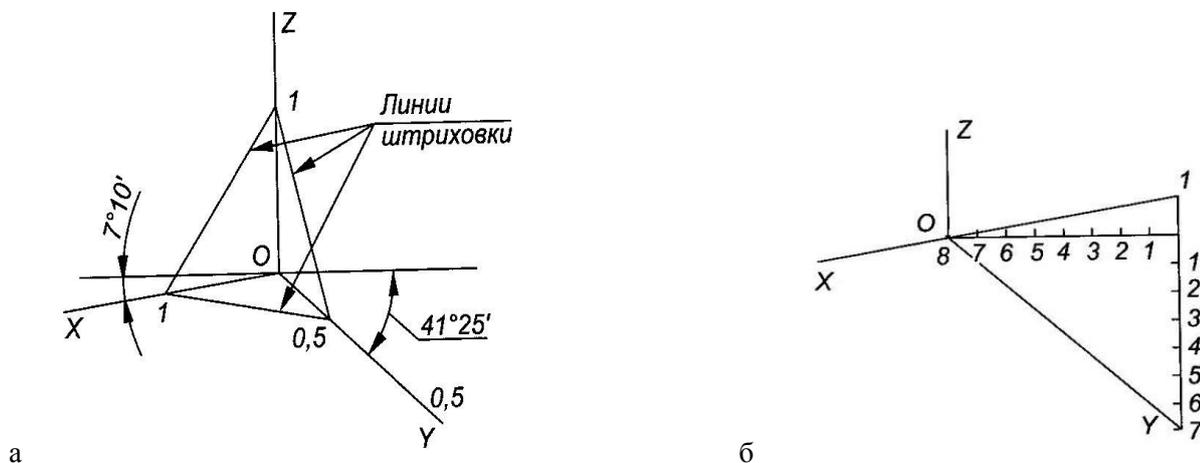


Рисунок 2.8 – Оси координат в диметрии

При таком проецировании коэффициент искажения по оси Y равен **0,47**, а по осям X и Z – **0,94**. Однако для упрощения диметрию выполняют с коэффициентами **0,5** и **1**. Поэтому диметрическая проекция получается увеличенной в **1,06** раза по сравнению с исходным изделием. Линии штриховки в разрезах проводят параллельно линиям, соединяющим концы одинаковых отрезков на осях X и Z и половины такого отрезка на оси Y (рис. 2.8а).

Построение осей прямоугольной диметрии без применения транспортира с соотношением **8:7:1** показано на рисунке 2.8б.

Контрольные вопросы

1. Что называется видом?
2. Как называются основные виды?
3. Как правильно выбрать главный вид?
4. Что такое дополнительный вид?
5. Под каким углом располагаются оси в изометрии?

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ 2

На формате А3 постройте три вида модели. Главный вид, вид сверху и вид слева. Главный вид взять по стрелке [4, с.83]. Данные своего варианта взять из рисунка 2.9. Невидимые линии обозначьте пунктирной линией. Проставить все необходимые размеры. Выполните изометрическую проекцию. Заполните основную надпись.

Образец выполнения задания 2. приведены на рисунке 2.10.

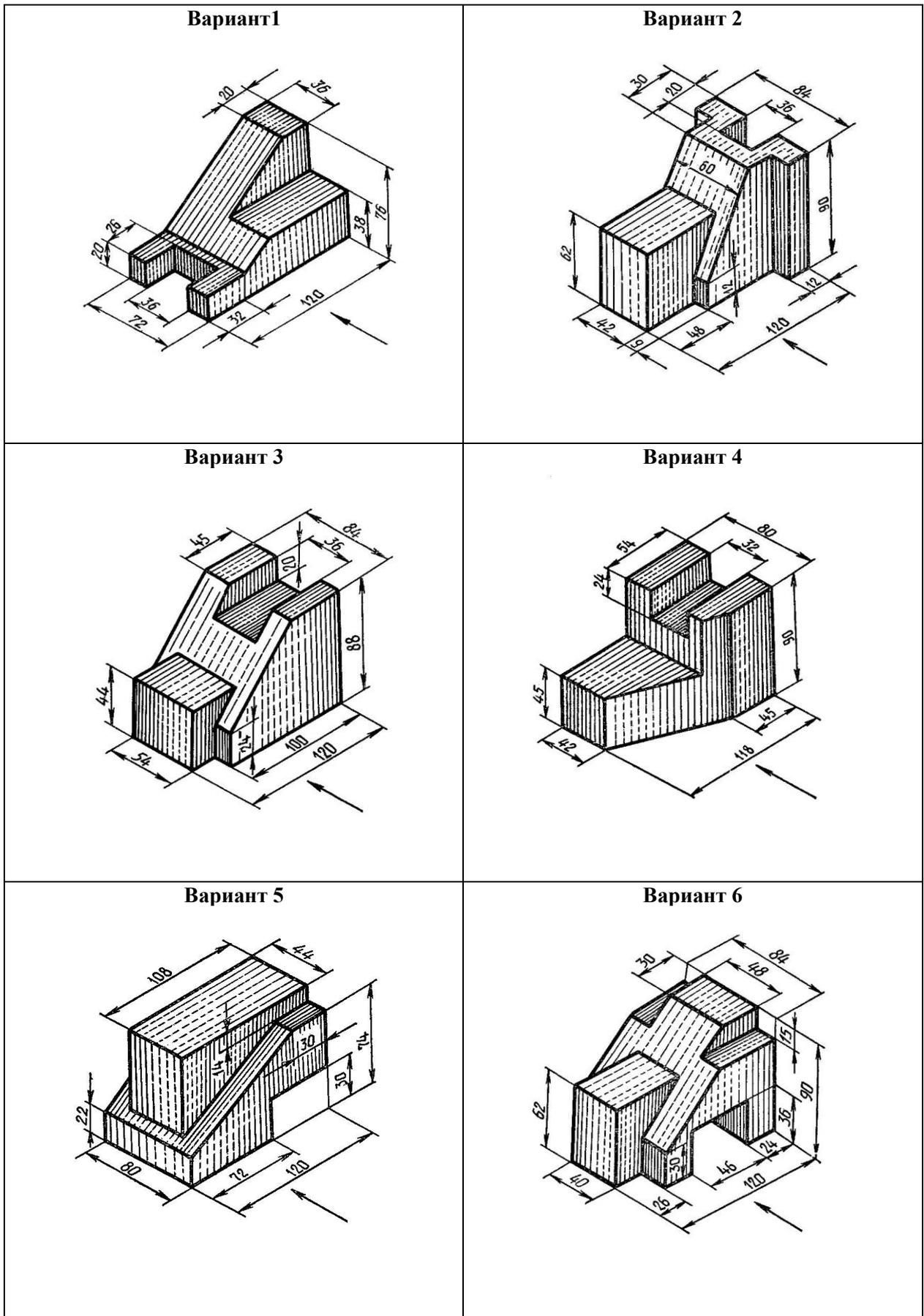
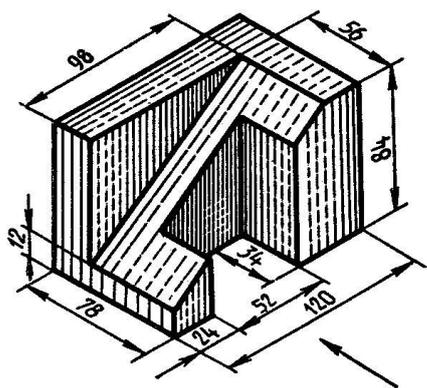
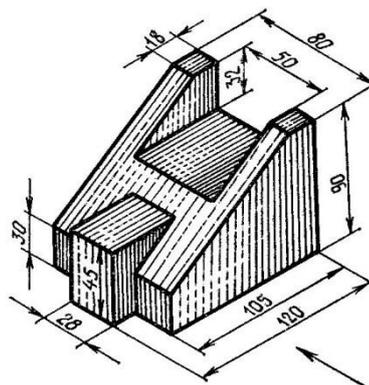


Рисунок 2.9 – Модели

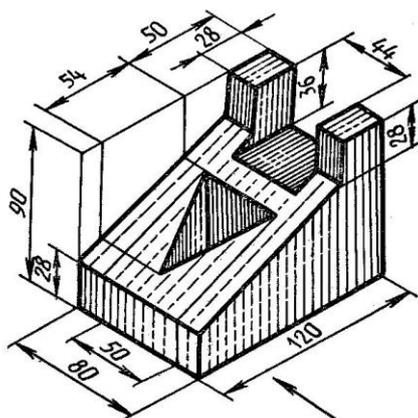
Вариант 7



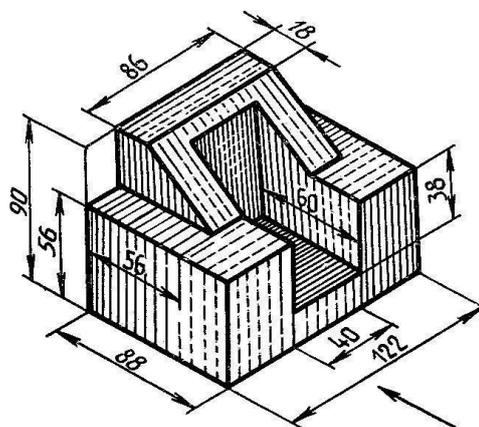
Вариант 8



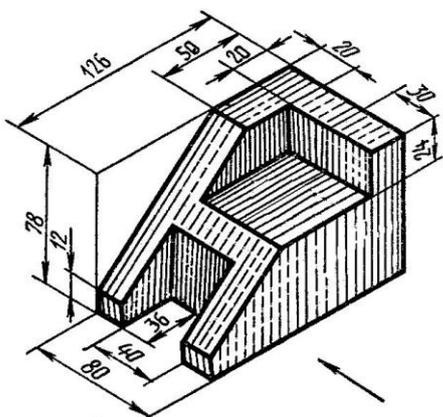
Вариант 9



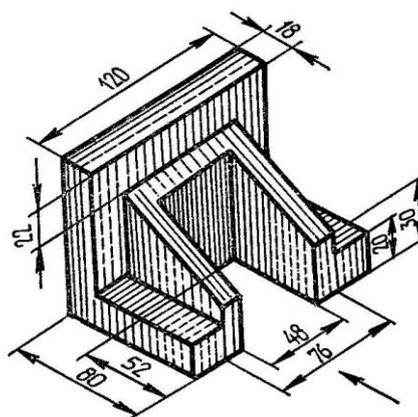
Вариант 10



Вариант 11

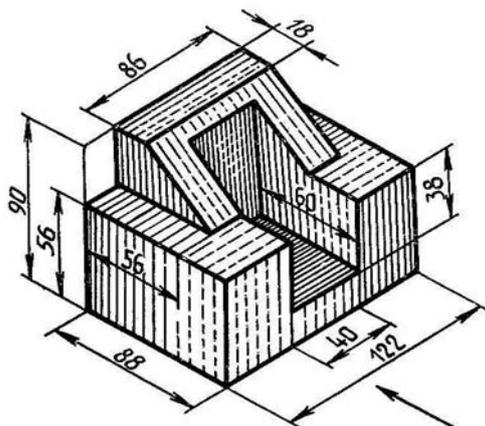


Вариант 12

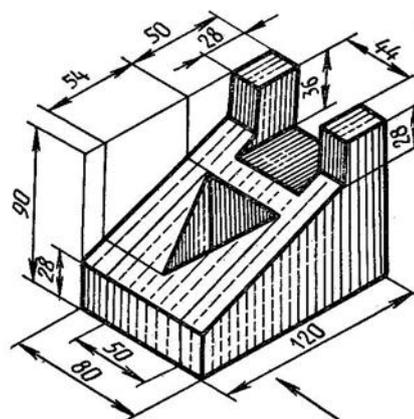


Продолжение рисунка 2.9

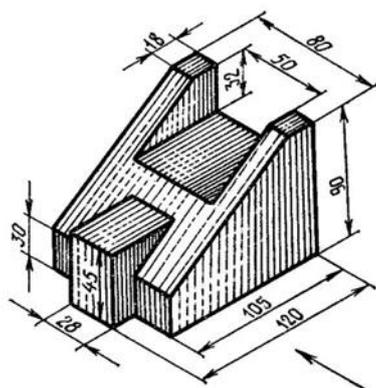
Вариант 13



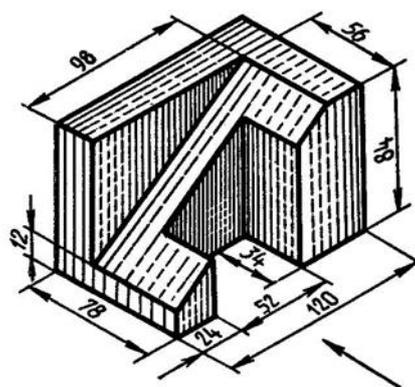
Вариант 14



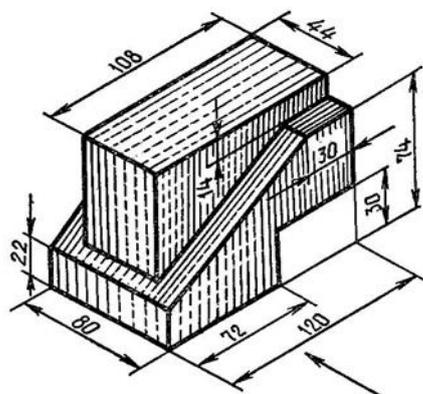
Вариант 15



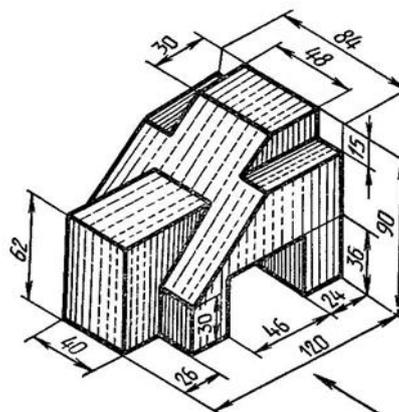
Вариант 16



Вариант 17



Вариант 18



Продолжение рисунка 2.9

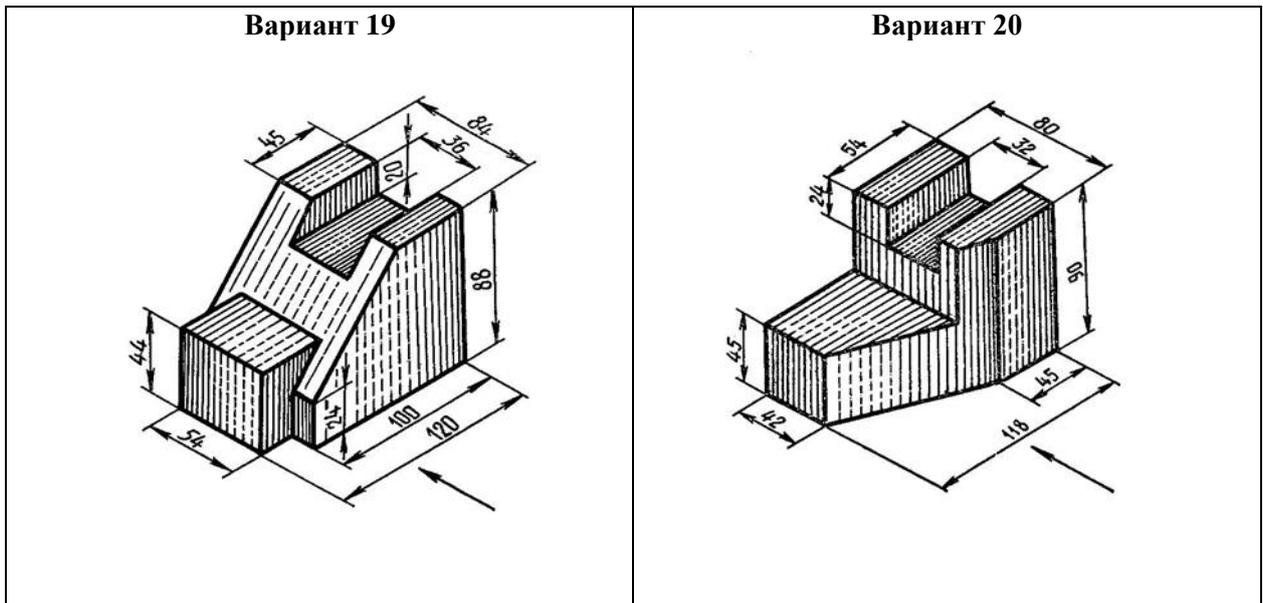


Рисунок 2.9 – Продолжение рисунка 2.9

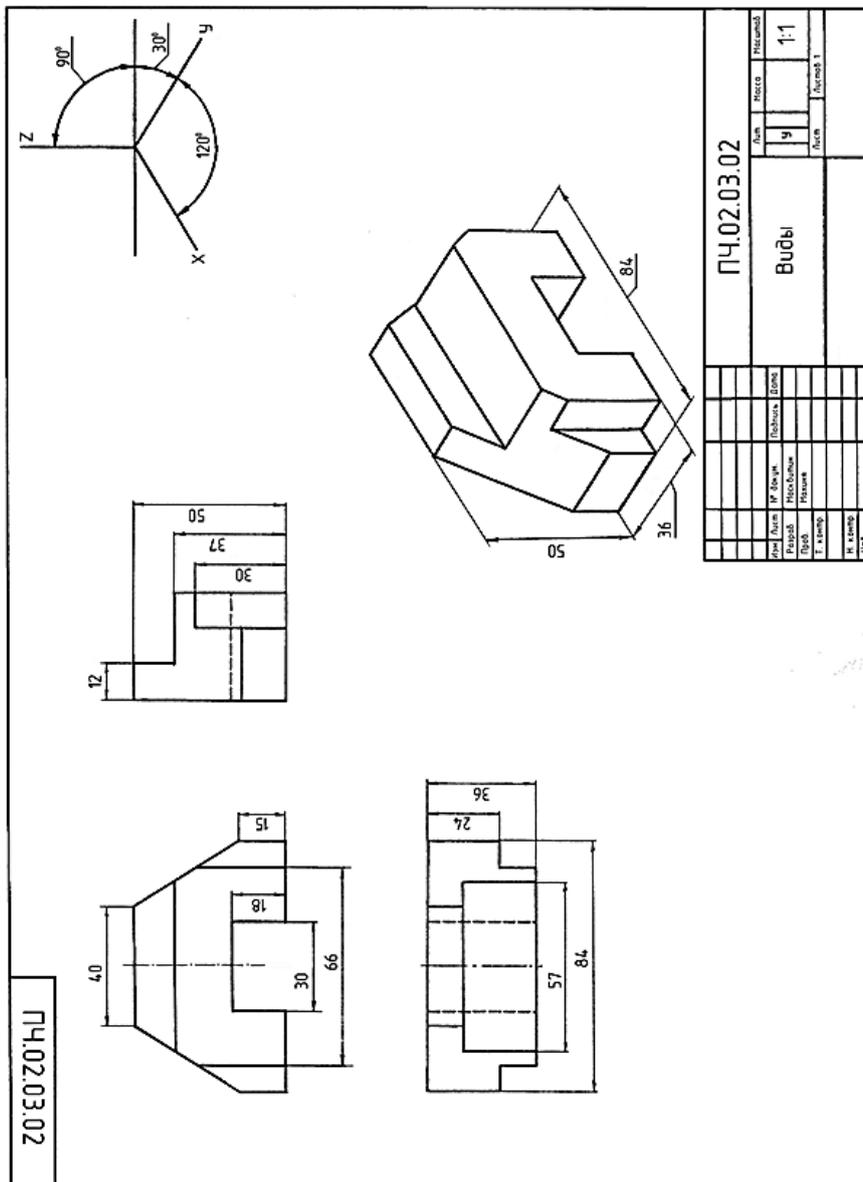


Рисунок 2.10 – Виды и изометрия модели

РАЗРЕЗЫ. СОВМЕЩЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА И ЧАСТИ РАЗРЕЗА

Разрезом называется изображение предмета, полученное при мысленном рассечении его одной или несколькими секущими плоскостями. При этом часть предмета, расположенная между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удаляется, а на плоскости проекций изображается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

Для образования разреза (рис. 3.1) деталь мысленно рассекают плоскостью P , которой называется *секущей плоскостью*. Часть детали, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью P , условно отбрасывают, а оставшуюся изображают на плоскости проекций Π_2 , параллельной секущей плоскости, получая **фронтальный разрез Π_2** .

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

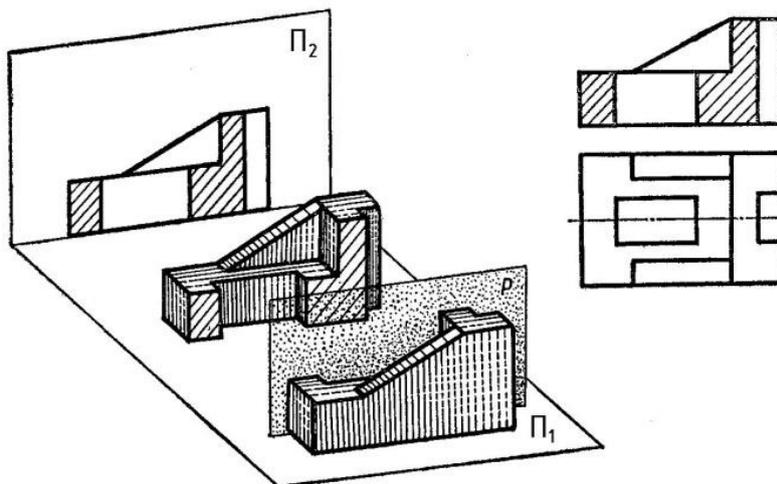


Рисунок 3.1 – Образование разреза

Простым называется разрез, получаемый при использовании одной секущей плоскости.

Если секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций Π_1 , то разрез называется **горизонтальным** (рис. 3.2). Если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций Π_2 , то разрез называется **фронтальным** (рис. 3.3). Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций Π_3 , то разрез называется **профильным** (рис. 3.4). Если секущая плоскость расположена под углом к горизонтальной плоскости проекций Π_1 , то разрез называется **наклонным** (рис. 3.5).

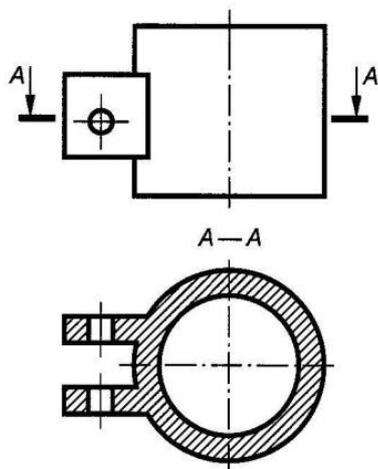


Рисунок 3.2 – Горизонтальный разрез

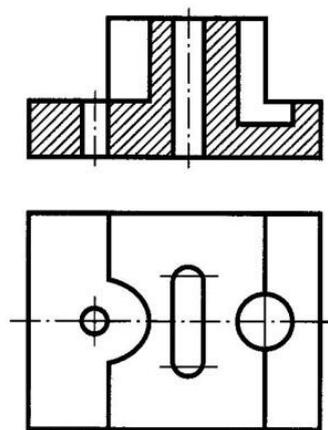


Рисунок 3.3 – Фронтальный разрез

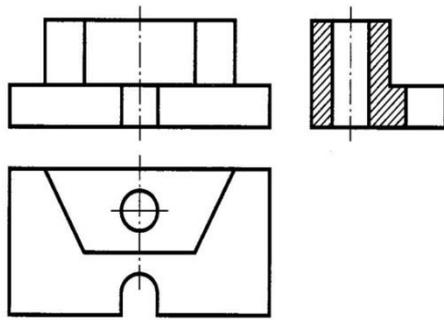


Рисунок 3.4 – Профильный разрез

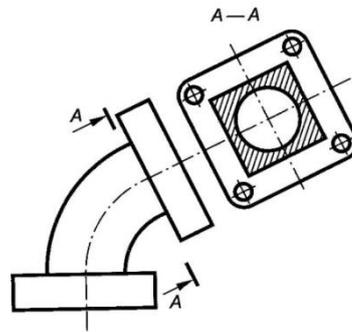


Рисунок 3.5 – Наклонный разрез

Положение секущей плоскости указывают на чертеже **линией сечения**, представляющей собой разомкнутую линию толщиной от **S** до **1,5S** (см. таб. 1.2) с указанием направления взгляда стрелками (рис. 3.2 и 3.5). Толщина штрихов должна получаться в 1,5 раза больше толщины линий контура детали и штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки наносят на расстоянии 2...3мм от внешнего края штриха. Линию сечения помечают одинаковыми буквами русского алфавита (например, **A**), которые наносят около стрелок с внешней стороны всегда параллельно основной надписи. Номер шрифта букв должен быть в 2 раза больше номера шрифта цифр размерных чисел. Над разрезом делают надпись типа **A—A**, которую всегда располагают горизонтально.

Обозначения секущих плоскостей и размеры штрихов приведены на рисунке 3.6.

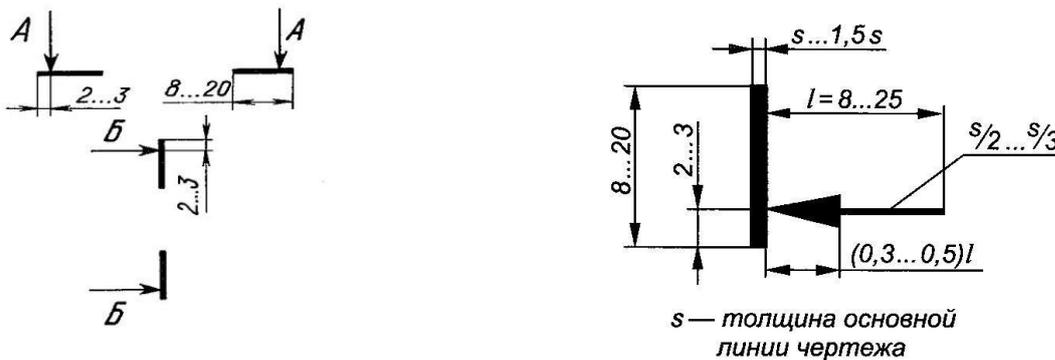


Рисунок 3.6 – Линия сечения

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез выполняется в проекционной связи, то в этом случае положение секущей плоскости не обозначается и разрез не подписывается (рис. 3.3 и 3.4).

Разрезы штрихуются под углом 45° . Однако, если секущая плоскость проходит вдоль спицы маховика (рис. 3.7а) или вдоль тонкой стенки (толщиной до 12 мм) типа «ребра жесткости» (рис. 3.7б), то в разрезе они не штрихуются. При этом сверление в ребре показывают **местным разрезом**.

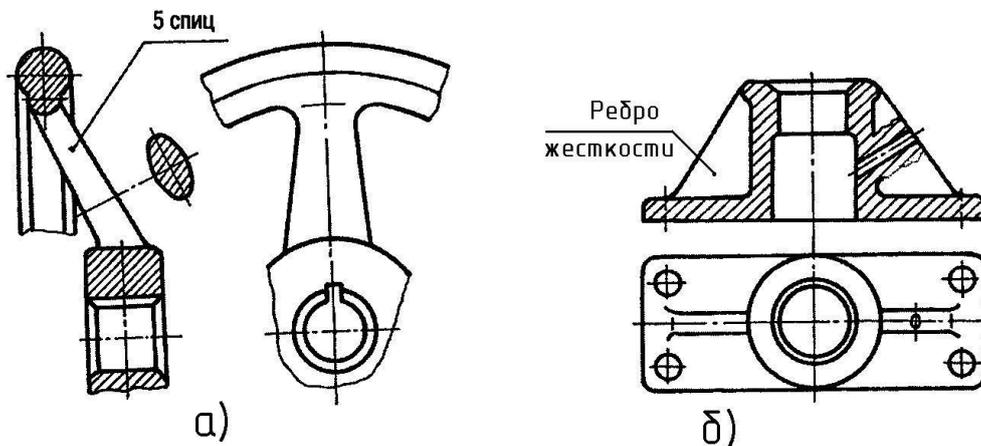


Рисунок 3.7 – Условия разрезов

Соединение части вида и части разреза. Для симметричных деталей рекомендуется выполнять совмещение половины вида с половиной разреза. Разделяющей линией в это случае служит ось симметрии детали (рис. 3.8а). При этом, как правило, разрезы располагают справа от вертикальной или внизу от горизонтальной оси симметрии.

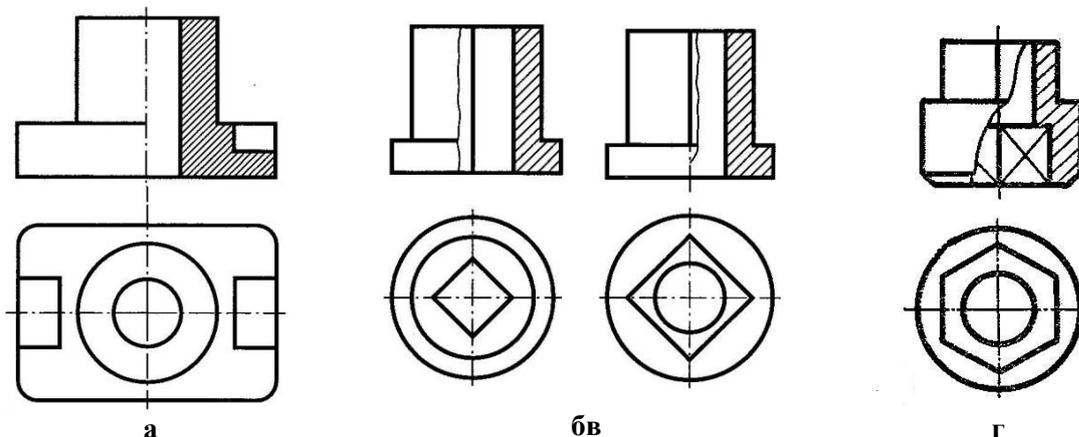


Рисунок 3.8 – Совмещение вида с разрезом

При наличии ребра на внешней или внутренней поверхности детали, совпадающего с осевой линией, следует соединять часть вида с частью разреза, разграничивая их сплошной волнистой линией. При этом линию надо проводить левее оси симметрии (рис. 3.8б), чтобы в разрезе открыть внутреннее ребро, или правее (рис. 3.8в), чтобы сохранить на виде наружное ребро. При наличии внутреннего и внешнего ребер разрез оформляется как на рисунке 3.8г [3, с. 56].

АксонOMETрическое изображение. На этом занятии необходимо будет выполнить аксонометрию детали с четвертью выреза, имеющую цилиндрические отверстия. В аксонометрии окружность проецируется в эллипс. Но для упрощения построений эллипс заменяют овалом.

Построение овала в изометрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 3.9. Для любой плоскости проекций большая ось овала всегда перпендикулярна оси, которой нет в этой плоскости, а малая ось совпадает с направлением отсутствующей оси.

В изометрии по осям X и Y размеры не изменяются. Поэтому на них откладываем отрезки AB и CD равные диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке O_1 . В пересечении с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2 . Точки O_1 и O_2 являются соответственно центрами дуг радиусов R и r , которыми соединяются точки C и B , B и D , а также A и C .

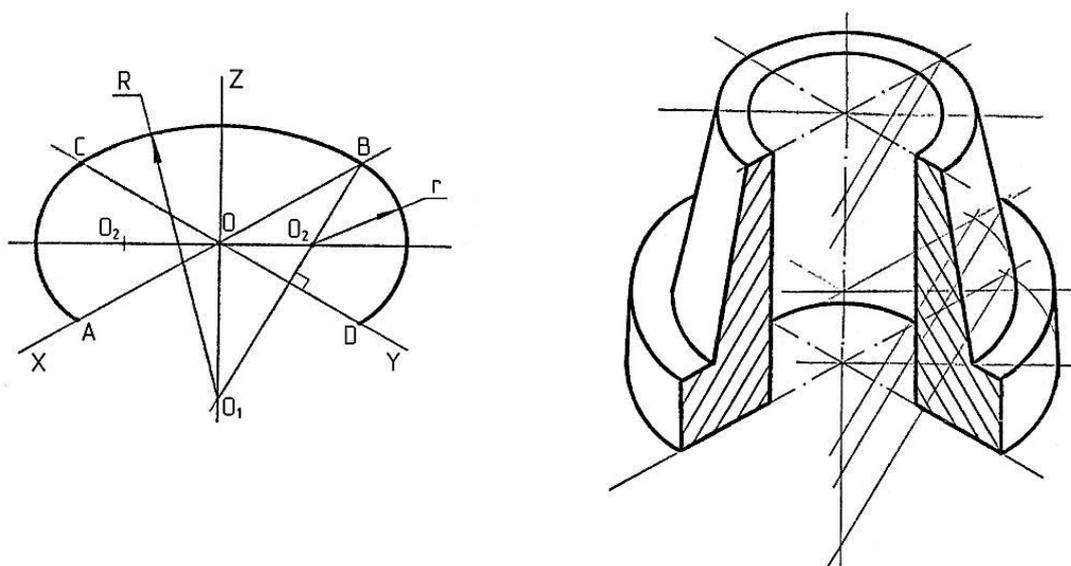


Рисунок 3.9 – Овал в изометрии и деталь с четвертью выреза

Построение овала в диметрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 3.10.

В диметрии размер не изменяется по оси X . Поэтому на ней откладываем отрезок AB равный диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке K . Затем радиусом KM проводим дугу до пересечения с осью Z в точке O_1 . При пересечении прямой BK с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2 . Точки O_1 и O_2 являются центрами дуг радиусов R и r , которыми проводятся дуги между точками B и A .

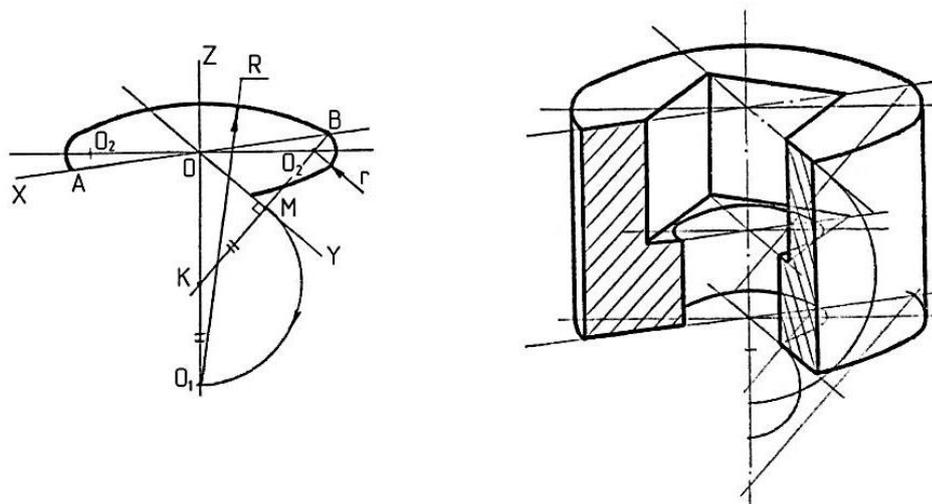


Рисунок 3.10 – Овал в диметрии и деталь с четвертью выреза

Контрольные вопросы

1. Что называется простым разрезом ?
2. Как называются простые разрезы?
3. В каких случаях обозначают секущую плоскость?
4. Как выполняют совмещение вида с разрезом?
5. С какого вида берут ширину детали при построении вида слева?
6. Как изображается внутреннее ребро детали на разрезе?

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ 3

Выполнить на формате А3 по заданным двум видам построить третий вид. Данные своего варианта взять из рисунка 3.11.

Выполните фронтальный и профильный разрезы. Проставьте все необходимые размеры. Начертить диметрическую проекцию с четвертью выреза.

Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задания 3 приведен на рисунке 3.12.

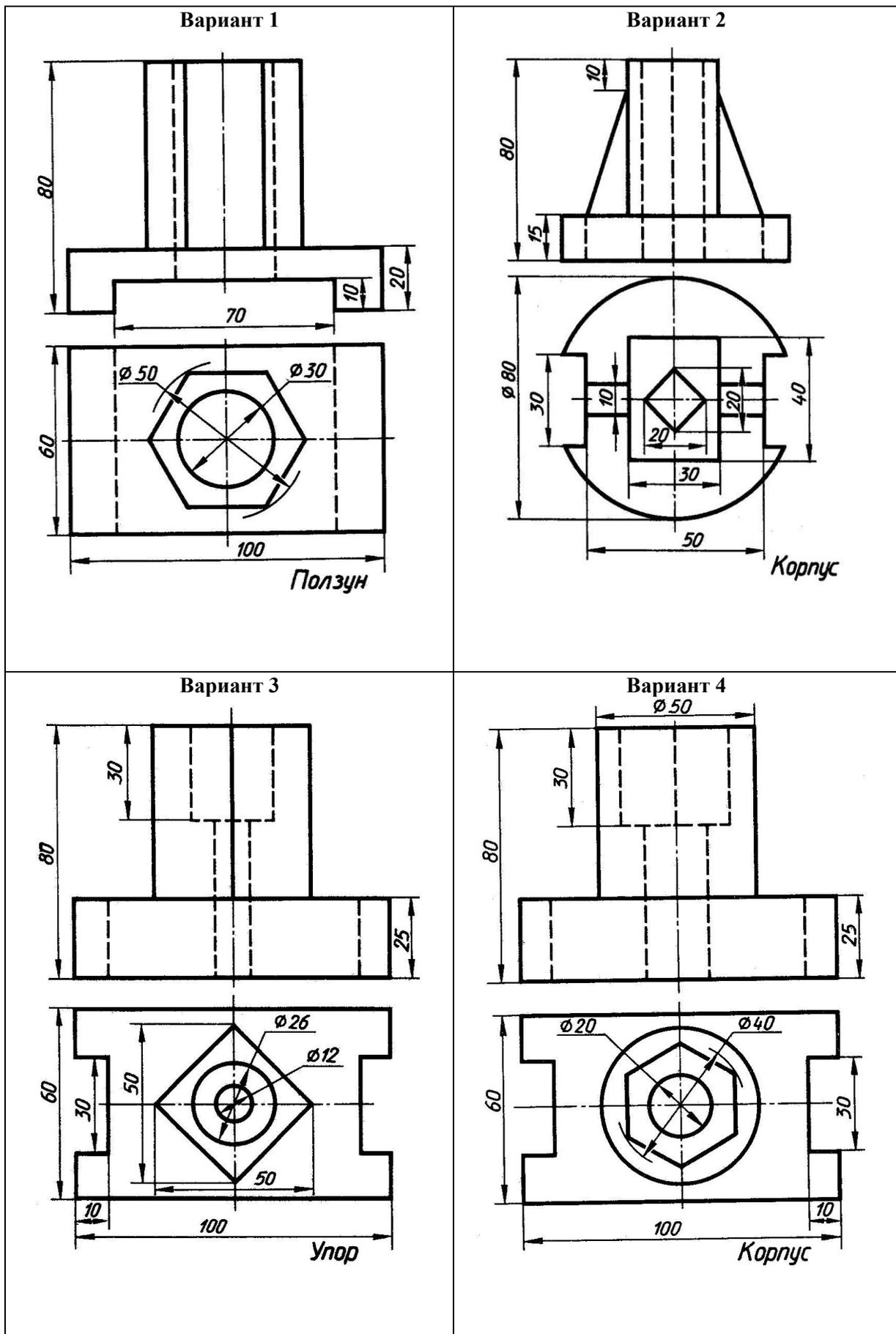
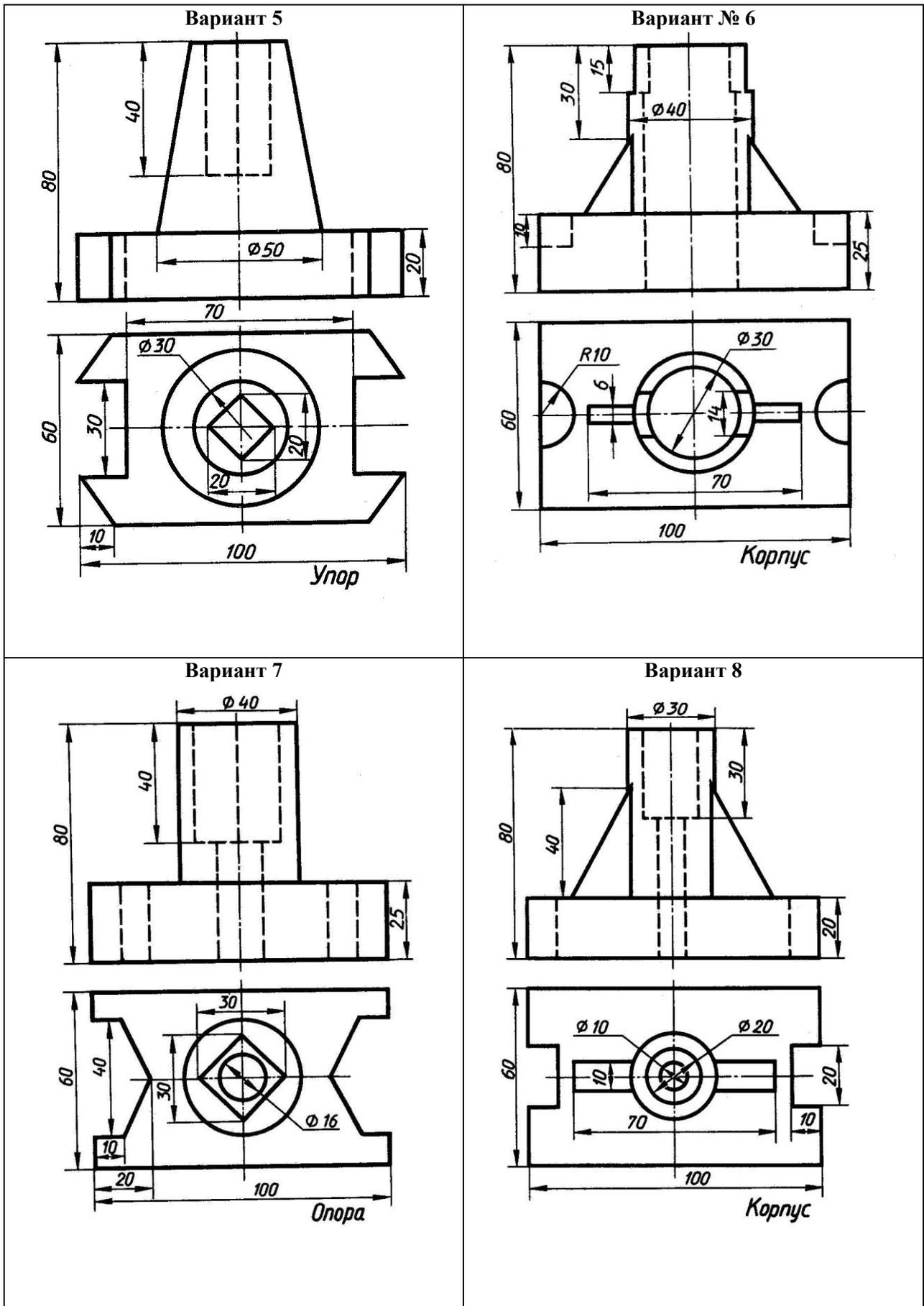
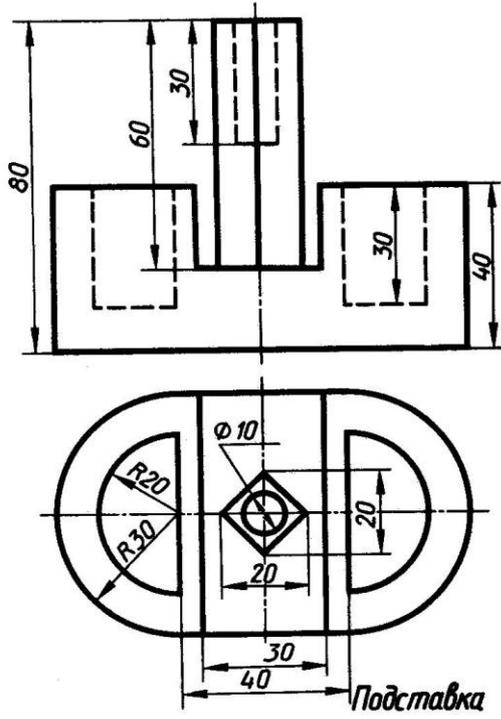


Рисунок 3.11 – Разрезы простые

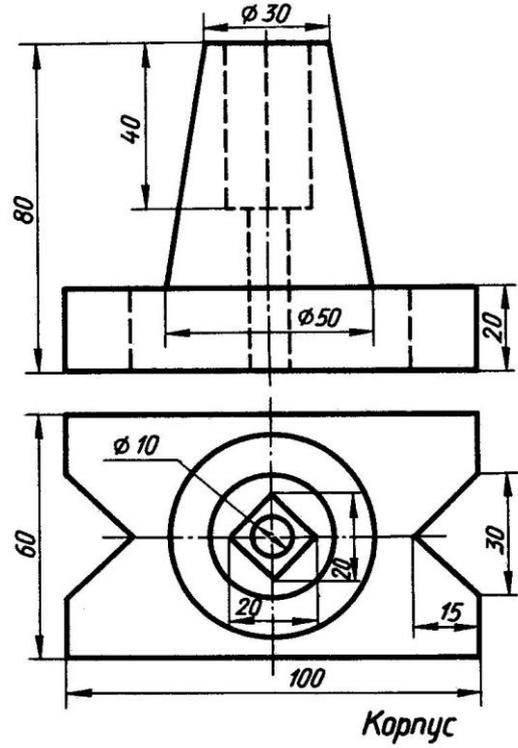


Продолжение рисунка 3.11

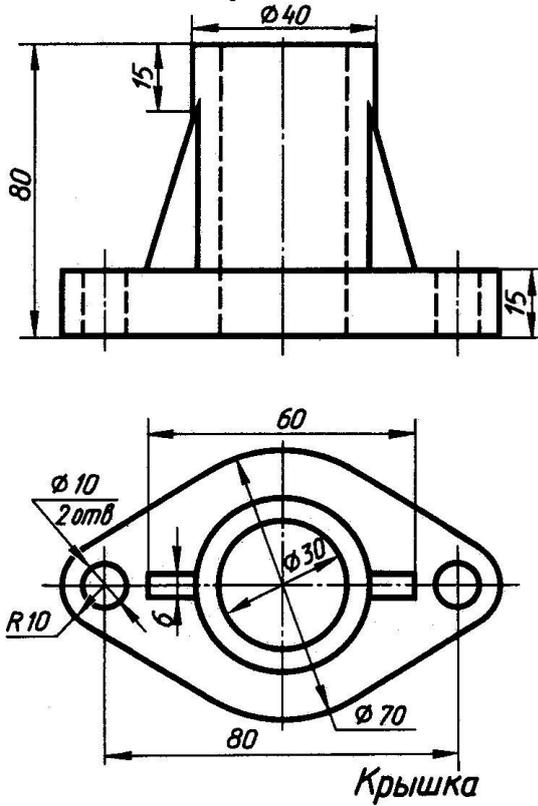
Вариант 9



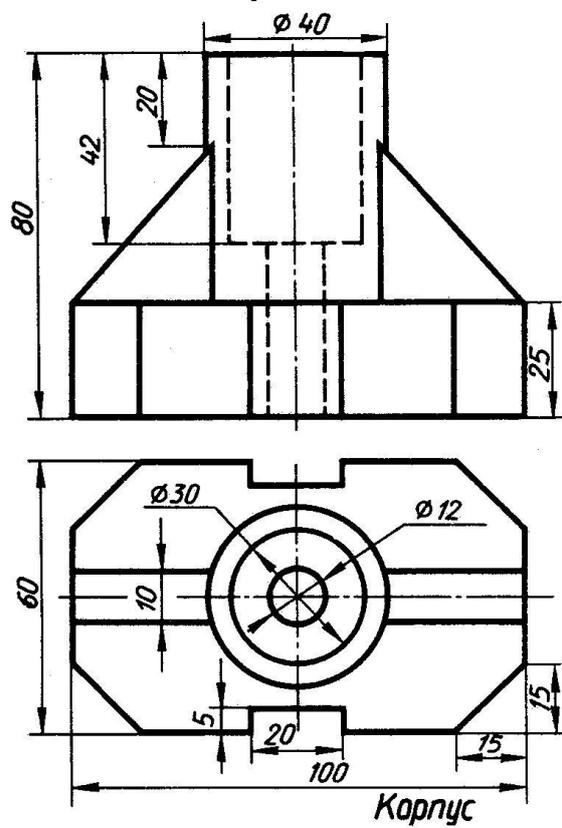
Вариант 10



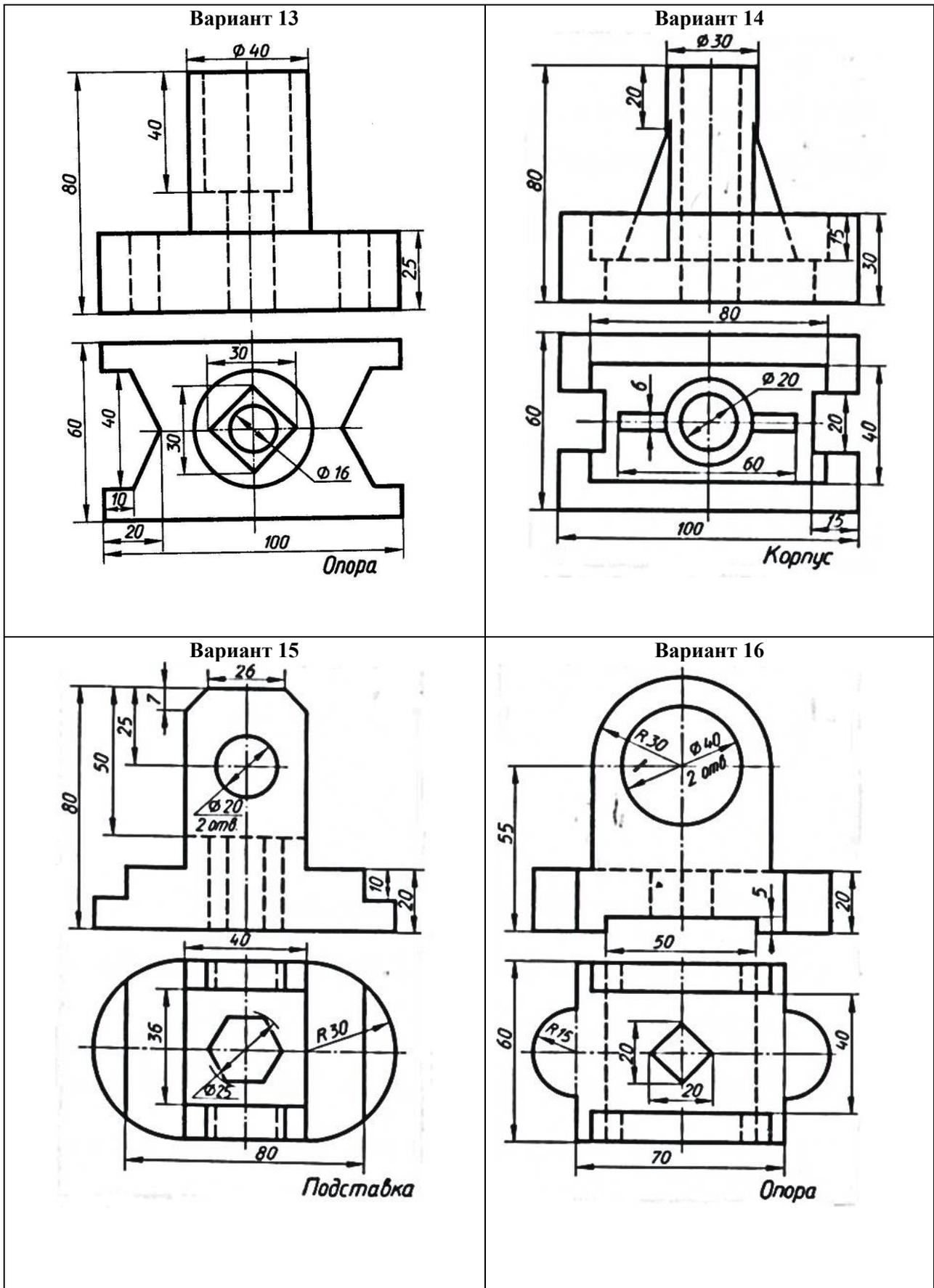
Вариант 11



Вариант 12

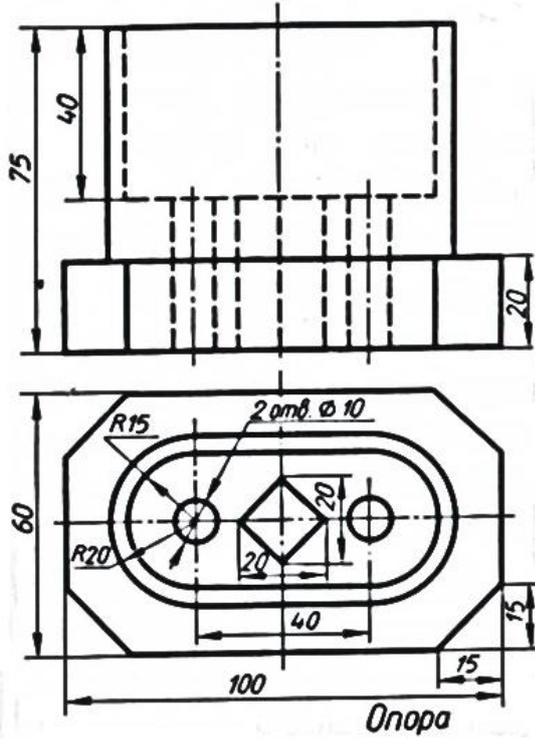


Продолжение рисунка 3.11

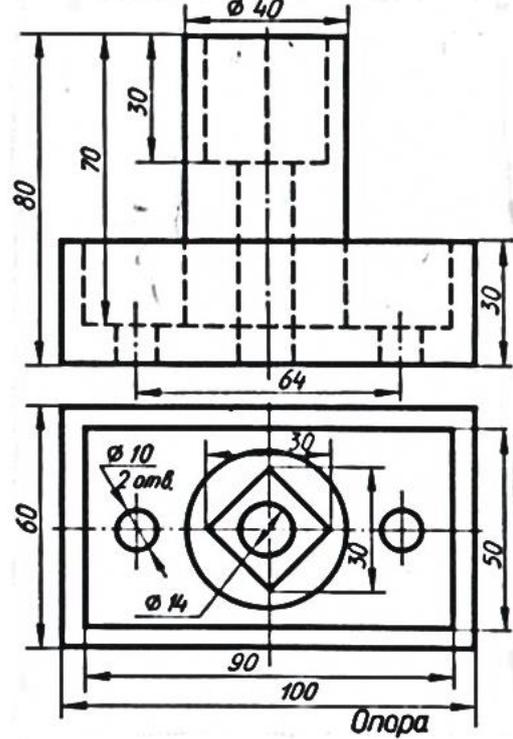


Продолжение рисунка 3.11

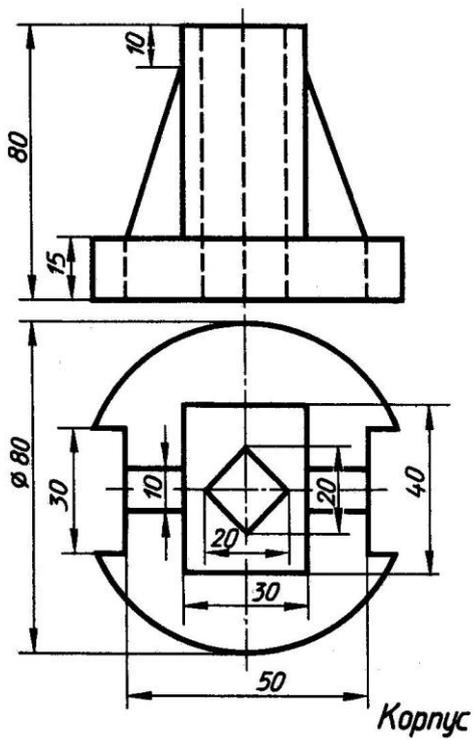
Вариант 17



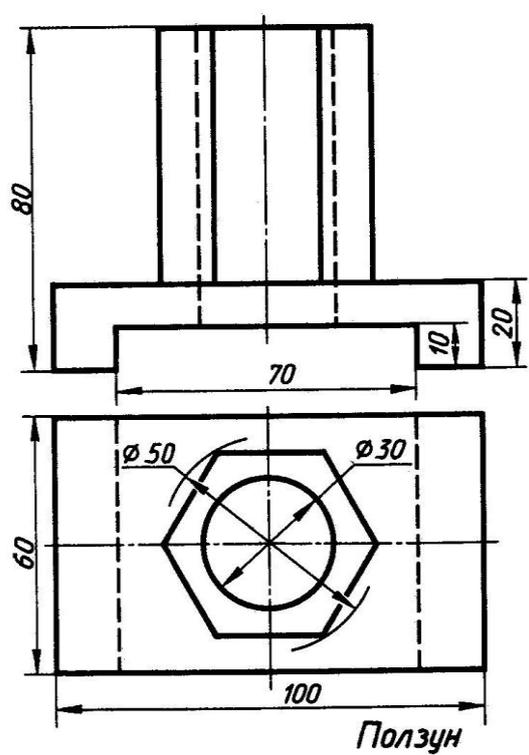
Вариант 18



Вариант 19



Вариант 20



Продолжение рисунка 3.11

РАЗРЕЗЫ СЛОЖНЫЕ. ОБОЗНАЧЕНИЕ РАЗРЕЗОВ

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

Сложные разрезы разделяются на ступенчатые и ломаные. Они могут быть так же, как и простые разрезы, горизонтальными, фронтальными и профильными.

Ступенчатыми разрезами называются разрезы, выполненные несколькими параллельными секущими плоскостями. На рисунке 4.1 изображен фронтальный ступенчатый разрез детали, выполненный двумя фронтальными секущими плоскостями. Эти плоскости условно параллельно перемещают до их совмещения в одну плоскость.

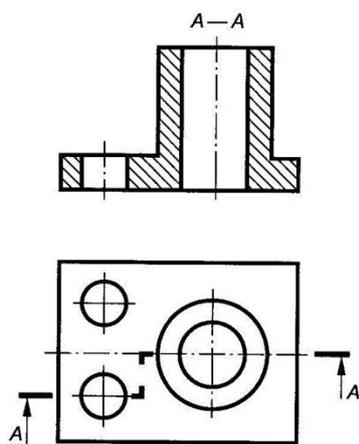


Рисунок 4.1 – Разрез ступенчатый

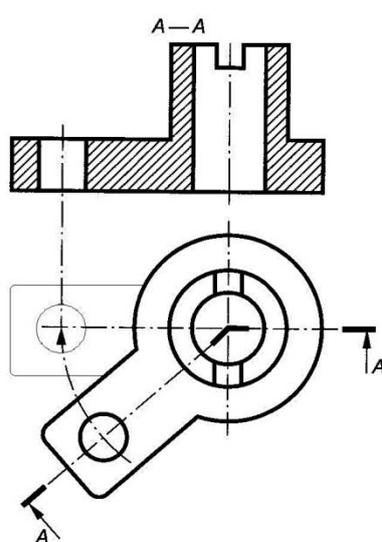


Рисунок 4.2 – Разрез ломаный

Ломаными называются разрезы, полученные от рассечения предмета не параллельными, а пересекающимися плоскостями. На рисунке 4.2 использованы две горизонтально проецирующие плоскости, одна из которых фронтальная. Для построения разреза левую секущую плоскость вместе с расположенным в ней сечением условно поворачивают до совмещения с фронтальной секущей плоскостью (положение части детали после поворота показано тонкими линиями). Линия изгиба плоскостей на разрезе не изображается.

Элементы предмета, находящиеся за секущей плоскостью, не поворачивают, т. е. они вычерчиваются так, как с проецировалась на соответствующую плоскость до совмещения.

Обозначение разрезов. В сложных разрезах секущие плоскости обязательно показывают линией сечения А-А, т.е. штрихами разомкнутой линии. В ступенчатых разрезах штрихи линии сечения указывают также на перегибах под прямым углом (рис. 4.1), а в ломаных – в месте пересечения плоскостей по их направлению (рис. 4.2). Размеры штрихов и правила постановки букв смотрите рисунок 3.6.

Контрольные вопросы

1. Какие разрезы называются сложными?
2. В чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?
3. Как обозначаются сложные разрезы?

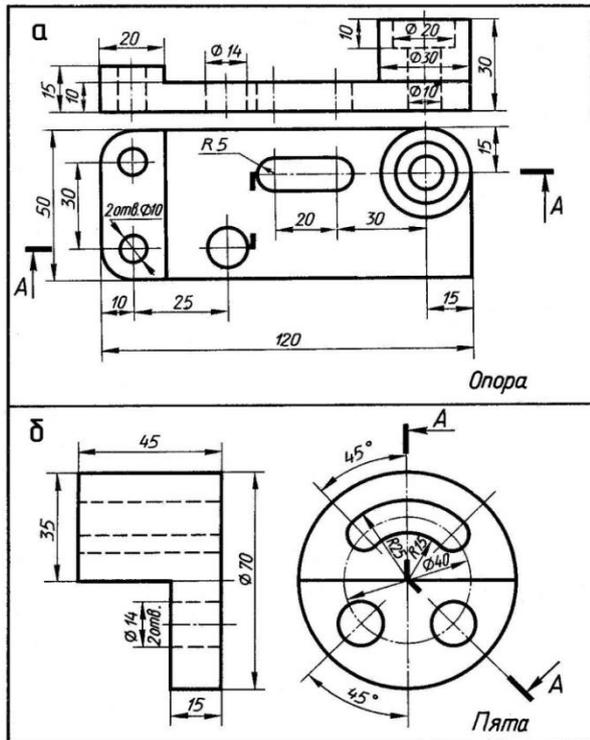
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ 4

На формате А3 выполните сложный разрез (ступенчатый и ломаный разрезы). Данные своего варианта взять из рисунка 4.3. [3, с.166]

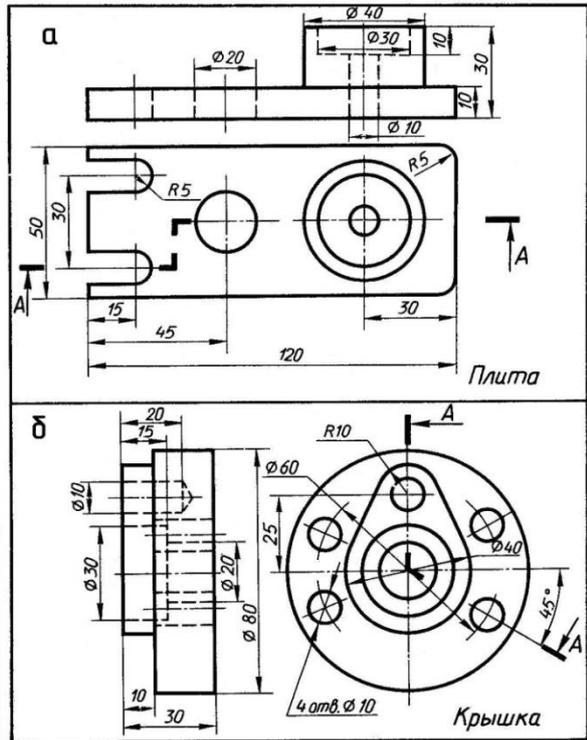
Перечертите задание в тонких линиях. Выполните необходимый разрез на главном виде. Затем выполните обводку чертежа. Проставьте размеры. То же самое, заполните основную надпись.

Образцы выполнения задания 4 приведены на рисунках 4.4 и 4.5.

Вариант 1

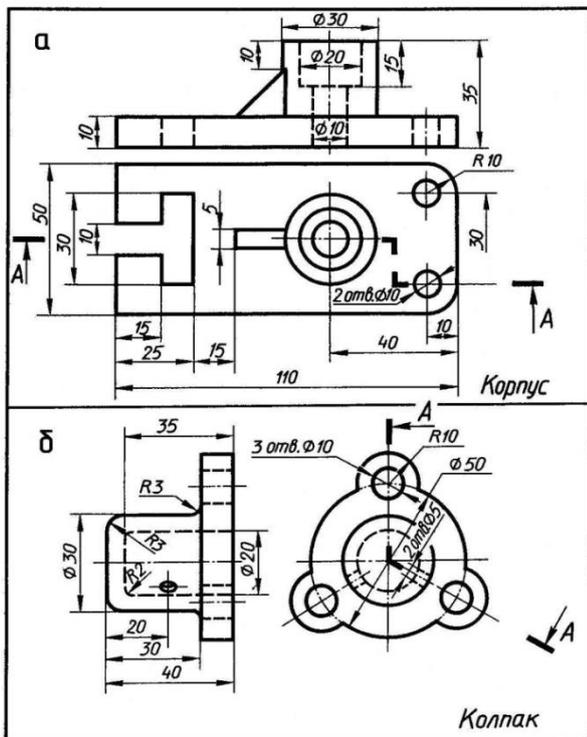


Вариант 2

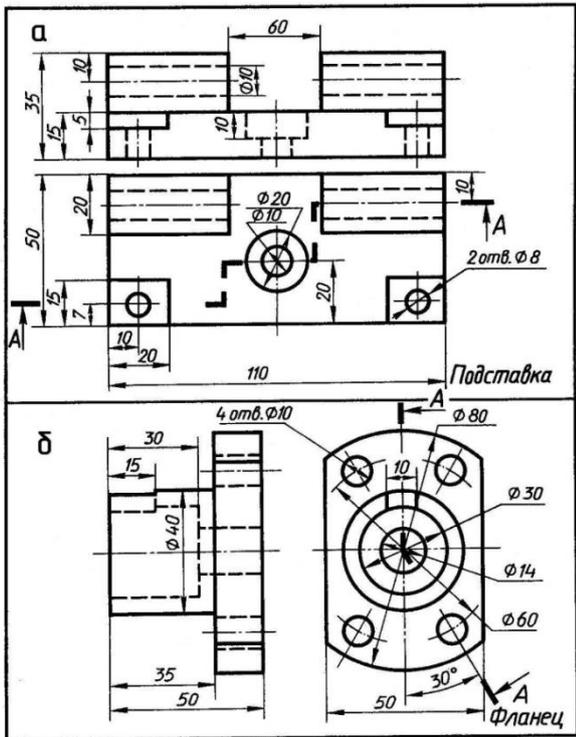


Заменить вид спереди разрезом А–А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Вариант 3



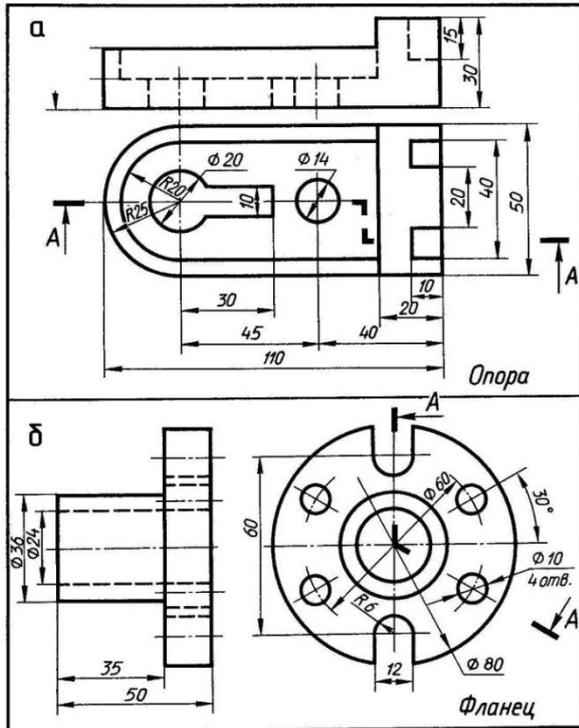
Вариант 4



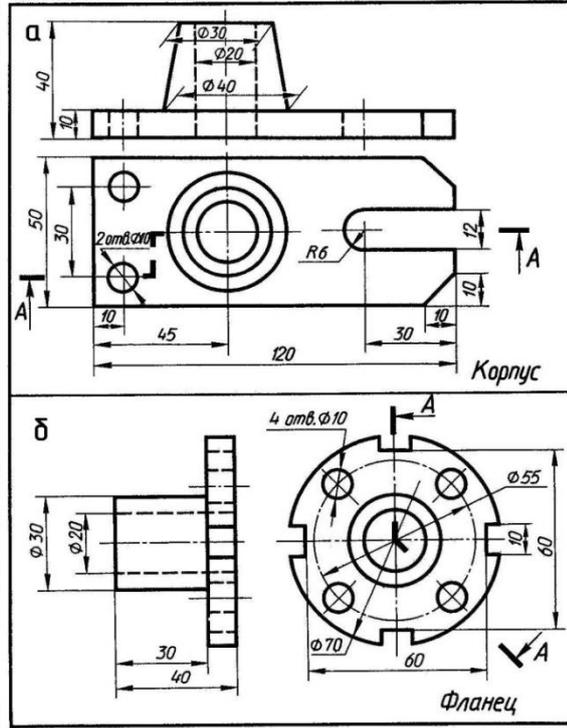
Заменить вид спереди разрезом А–А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Рисунок 4.3 – Разрезы сложные

Вариант 5

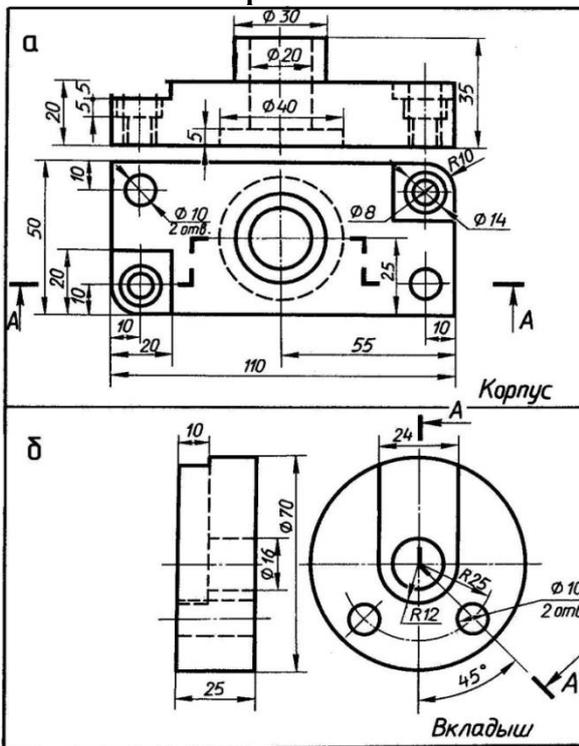


Вариант 6

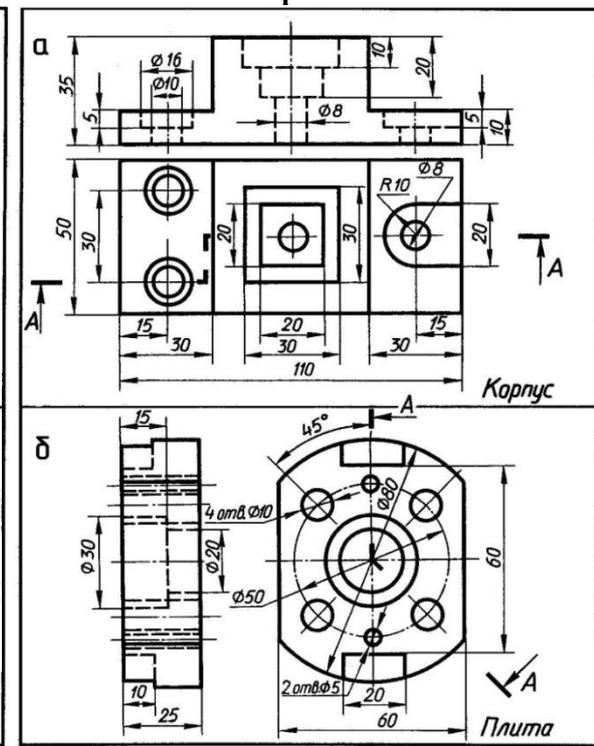


Заменить вид спереди разрезом А-А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Вариант 7



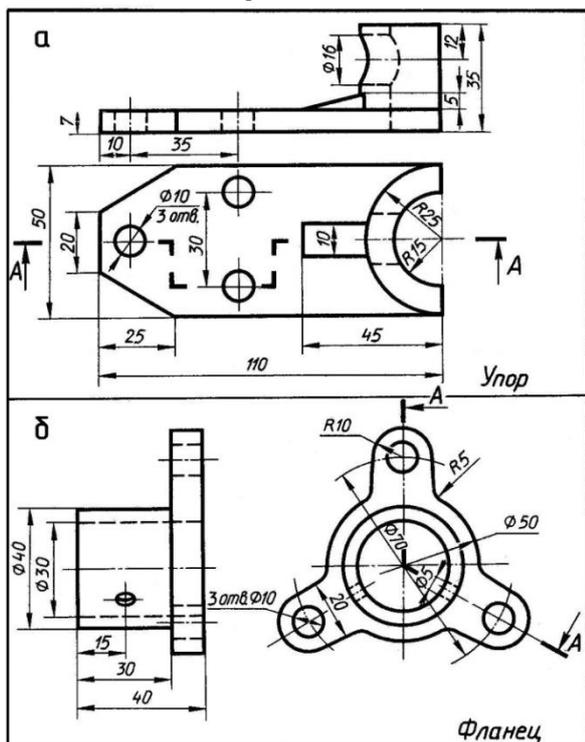
Вариант 8



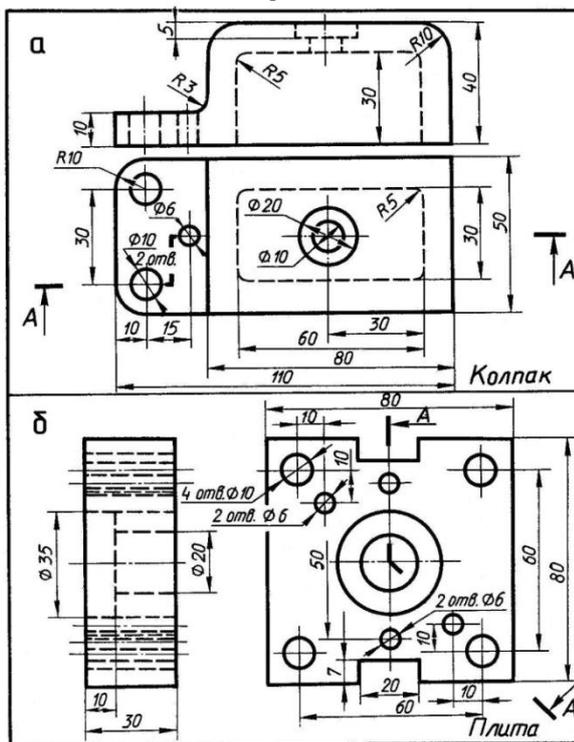
Заменить вид спереди разрезом А-А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Продолжение рисунка 4.3

Вариант 9

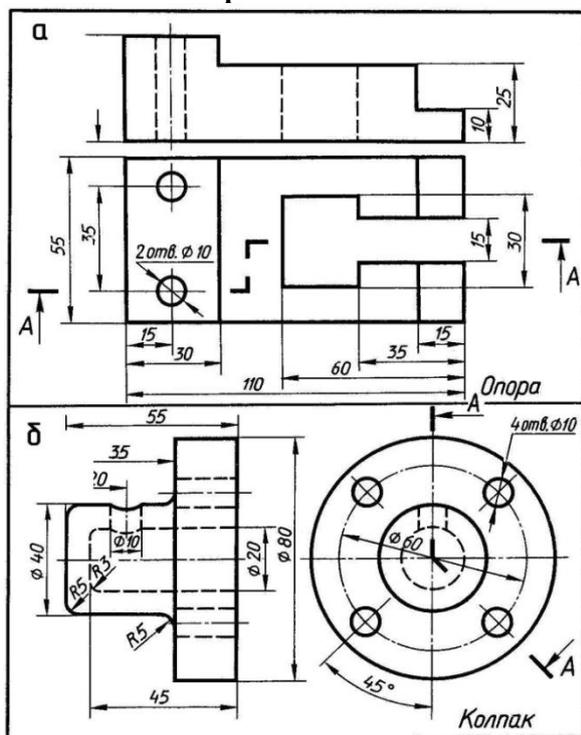


Вариант 10

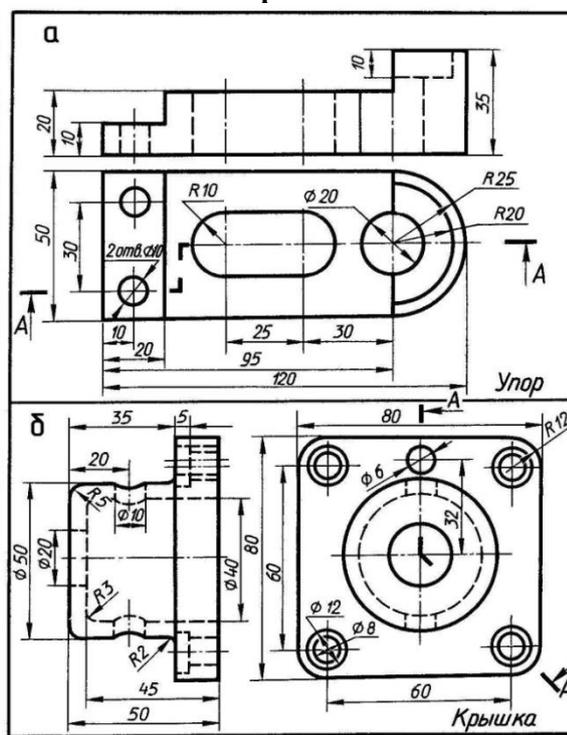


Заменить вид спереди разрезом А-А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Вариант 11



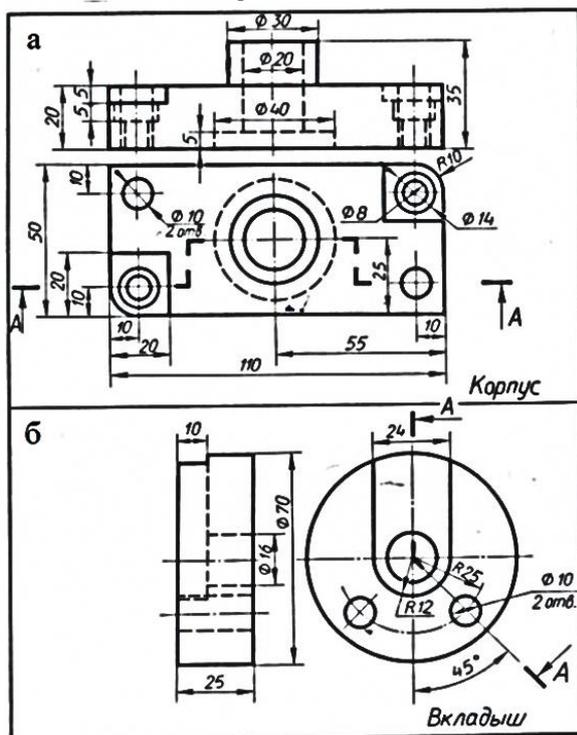
Вариант 12



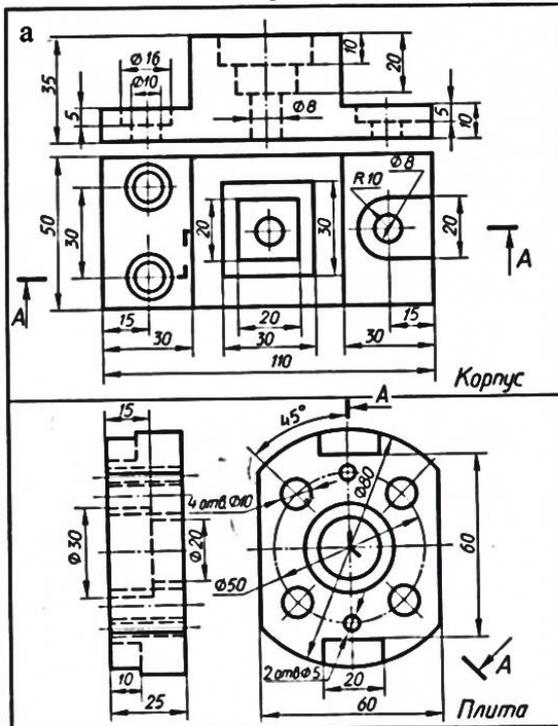
Заменить вид спереди разрезом А-А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Продолжение рисунка 4.3

Вариант 13

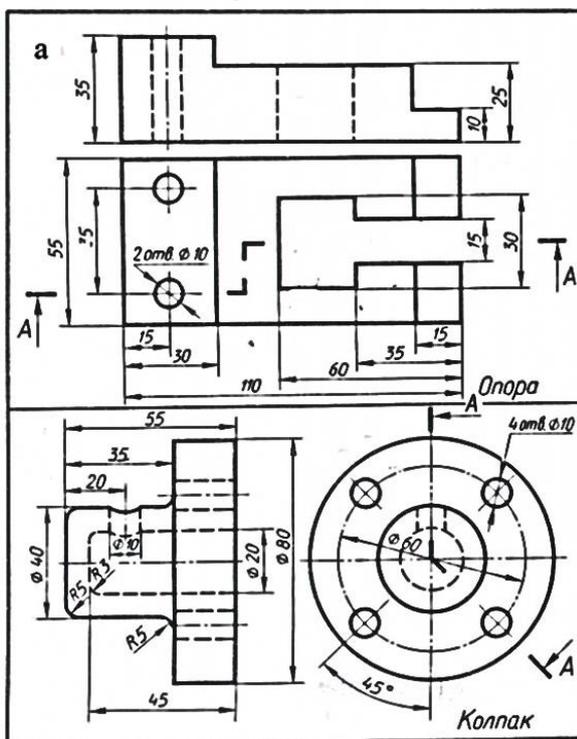


Вариант 14

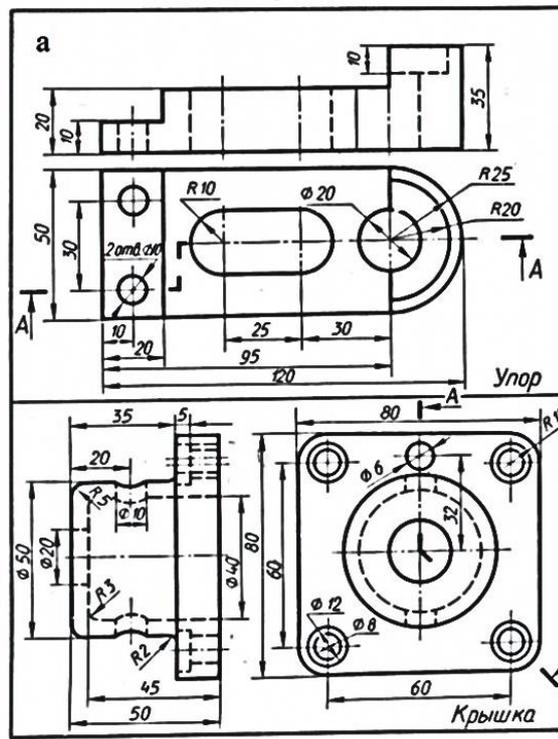


Заменить вид спереди разрезом А-А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Вариант 15



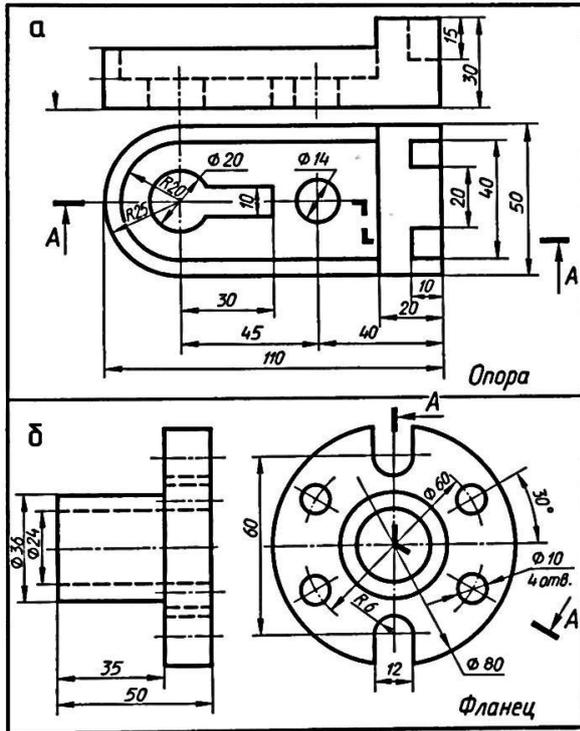
Вариант 16



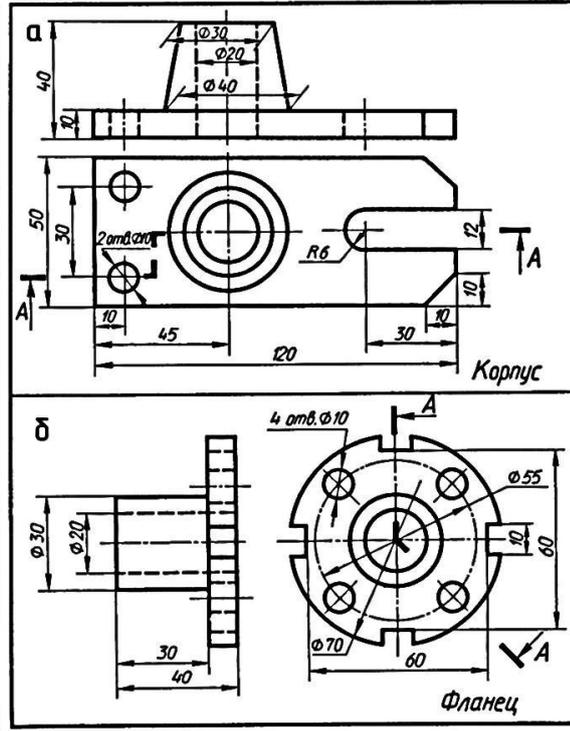
Заменить вид спереди разрезом А-А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Продолжение рисунка 4.3

Вариант 17

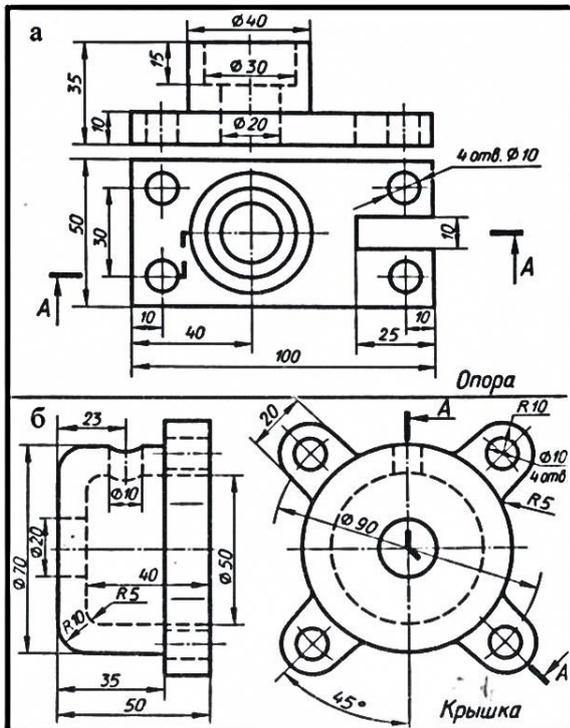


Вариант 18

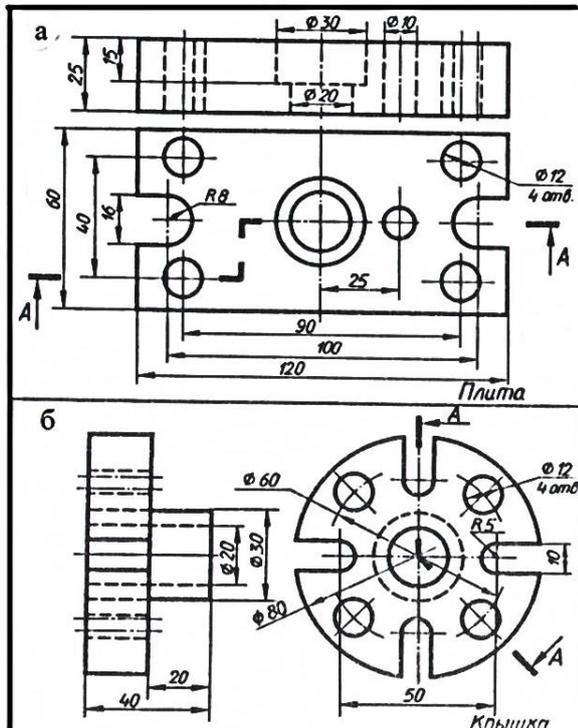


Заменить вид спереди разрезом А-А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Вариант 19



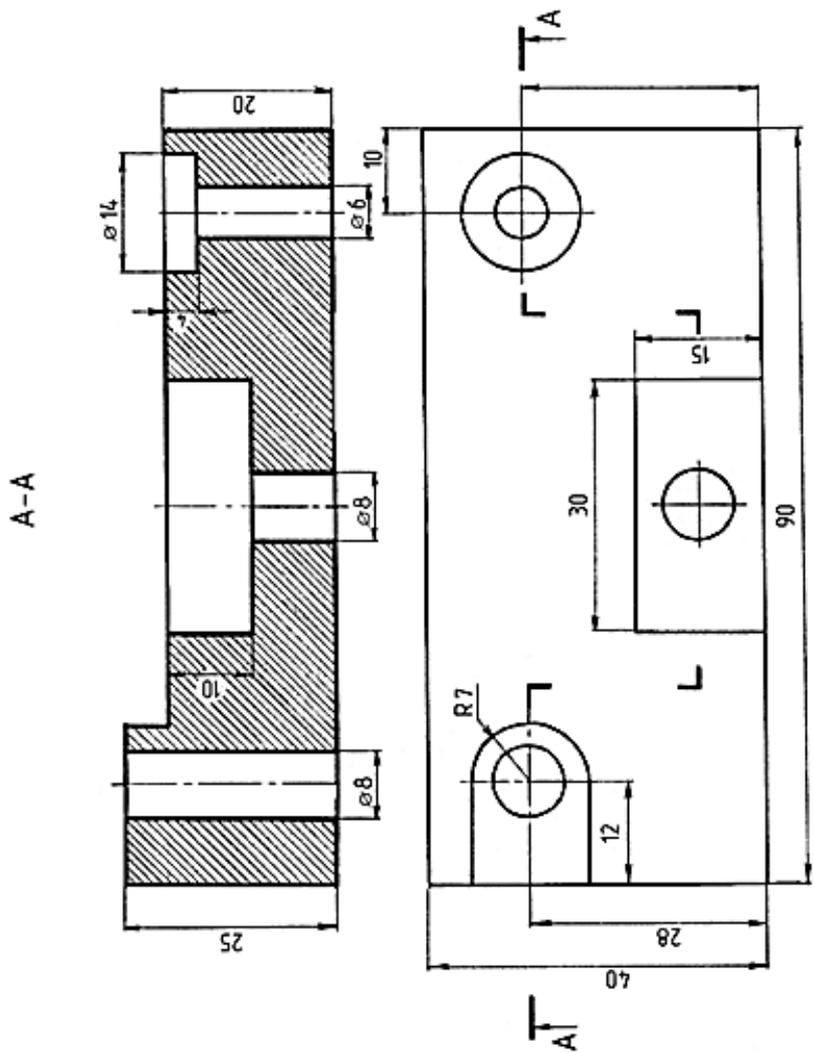
Вариант 20



Заменить вид спереди разрезом А-А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Продолжение рисунка 4.3

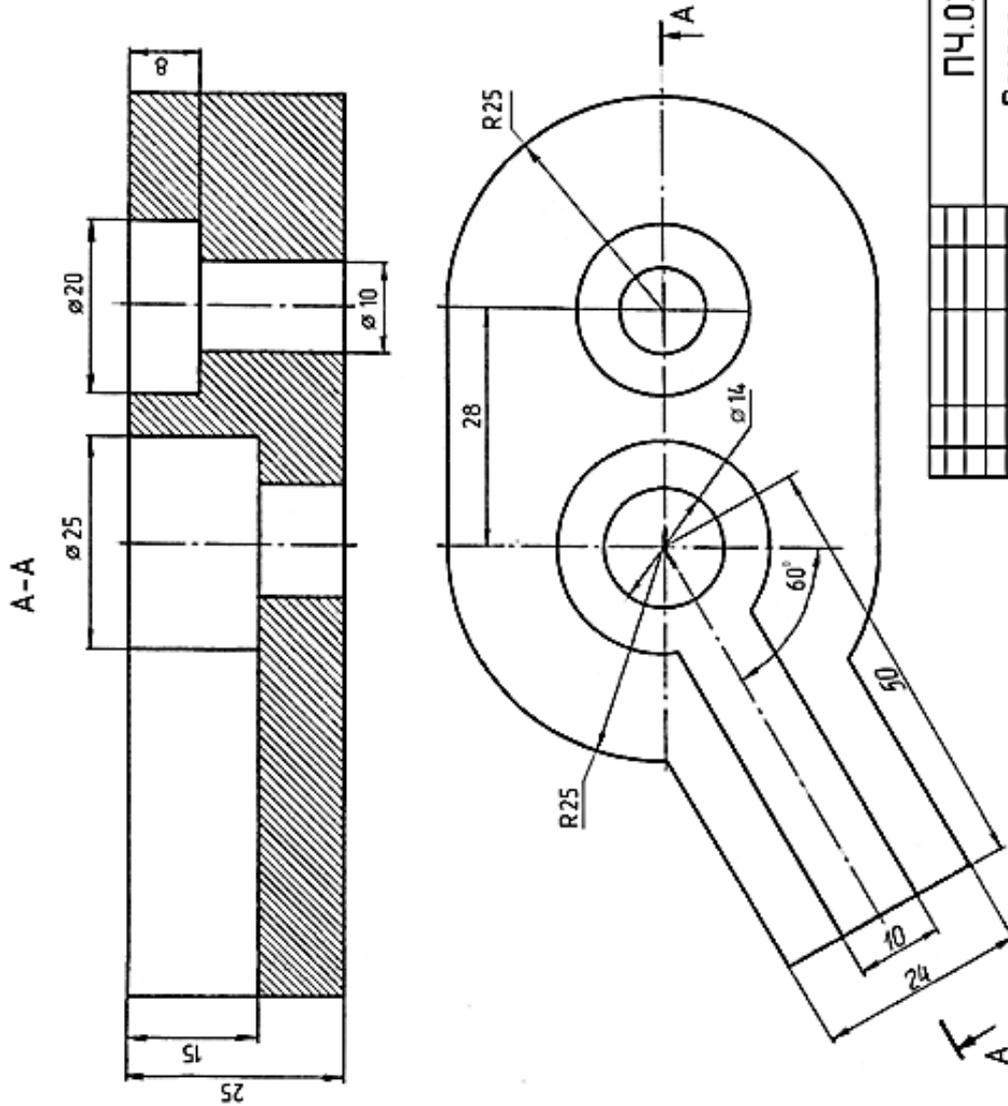
ПЧ.02.03.04



ПЧ.02.03.04		Лист	Масштаб
Разрез ступенчатый		у	2:1
		Лист	Листов 1
Имя	Лист	№ докум	Подп.
Разраб	Проэктов	Рисован	
Т. провер	И. контро	Удобр	

Рисунок 4.4 – Образец выполнения задания 4. Ступенчатый разрез

ПЧ.02.03.05



ПЧ.02.03.05		Лист	Масштаб	Масштаб
Разрез		Ч		2:1
ЛОМАНЫЙ		Лист	Листов	1
Имя	№ докум	Подп	Дата	
Разработ	Автоматическая			
Проект	Ремонт			
Т. номер				
И. номер				
Умб.				

Рисунок 4.5 – Образец выполнения задания 4. Ломаный разрез

СЕЧЕНИЯ

Сечением называется изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. В отличие от разреза на сечениях показывается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости.

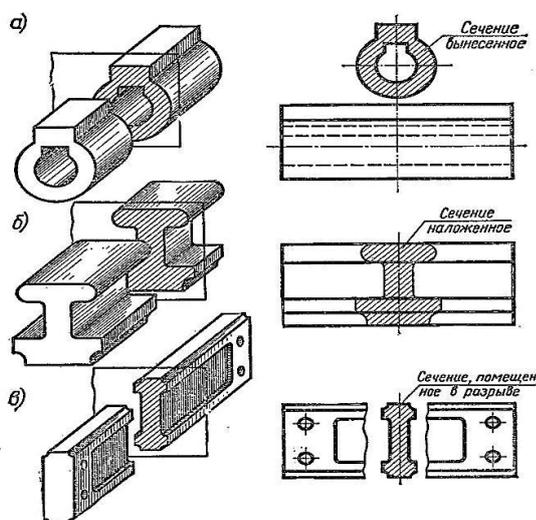


Рисунок 5.1 – Классификация сечений

направление взгляда, но буквенное обозначение у стрелок и надпись над сечением не выполняют. [4, с. 46].

Вынесенное сечение располагают вне контура вида детали (рис. 5.1а). Его допускается располагать в разрыве между частями вида (рис. 5.1в). Контур такого сечения обводят сплошной основной линией.

Вынесенное сечение на чертеже может располагаться по-разному.

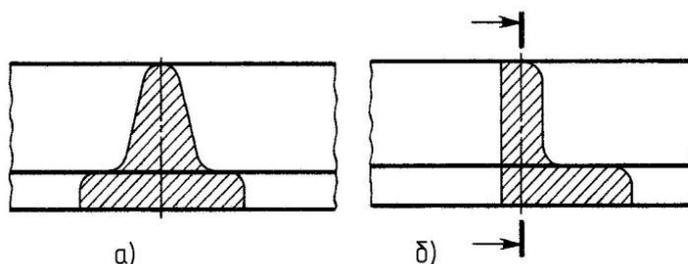


Рисунок 5.2 – Наложённые сечения

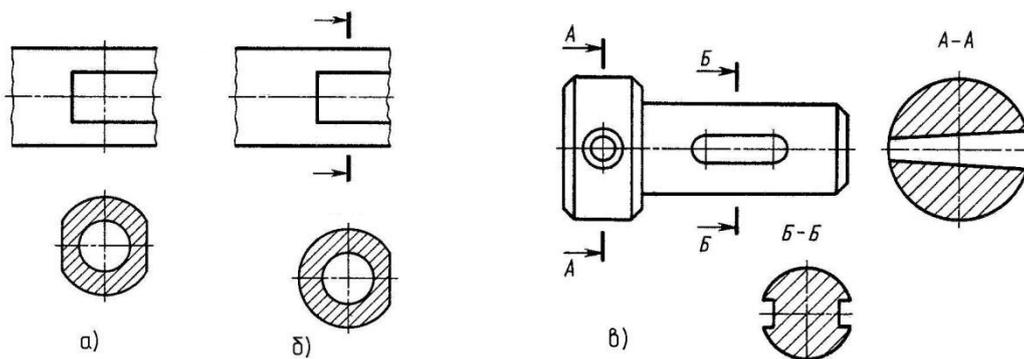


Рисунок 5.3 – Варианты расположения вынесенного сечения

1. На продолжении следа секущей плоскости (рис. 5.3а и б). Если при этом фигура сечения симметричная, то на месте условного сечения проводят штрихпунктирную линию и след секущей плоскости не обозначается (рис. 5.3а). Если же фигура несимметричная, то след секущей плоскости изображают разомкнутыми штрихами со стрелками, показывающими направление взгляда. Буквенное обозначение не ставят.

2. В проекционной связи на месте одного из видов (рис. 5.3в, сечение А–А). Такое сечение всегда обозначают разомкнутыми штрихами и буквами.

3. На свободном поле чертежа. Такое сечение всегда обозначают и показывают след секущей плоскости (рис. 5.3в, сечение **Б–Б**).

Если секущая плоскость проходит через ось цилиндрической или конической поверхности, то в сечении контур отверстия показывают по типу разреза (рис. 5.3, сечение **А–А**). Если же секущая плоскость проходит через шпоночный паз, то края отверстия не замыкаются (рис. 5.3, сечение **Б–Б**).

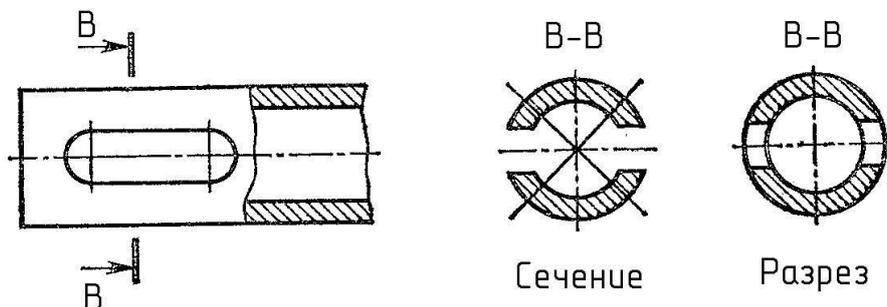


Рисунок 5.4 – Сечение не круглого отверстия

Когда секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных частей, то сечение заменяют разрезом (рис. 5.4, сечение **–В**).

Контрольные вопросы

1. Отличие сечения от разреза.
2. В каких случаях сечение не обозначается?
3. Где располагают вынесенное сечение?

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ 5

На формате А3 выполните три сечения вала. Вариант своего задания взять из рисунка 5.6. [2, с.176].

Сначала постройте в тонких линиях главный вид вала по направлению, заданному стрелкой **А**. Затем сечение по плоскости **А–А** выполнить на следе секущей плоскости (оно не обозначается). Сечение по плоскости **Б–Б** выполнить на свободном поле чертежа (оно получит обозначение **А–А**). Сечение по плоскости **В–В** выполнить в проекционной связи на виде слева (оно получит обозначение **Б–Б**). Заштриховать сечения. Затем выполните обводку чертежа.

Проставьте размеры. Следует обратить внимание на простановку размеров на сечении шпоночного паза (рис. 5.5).

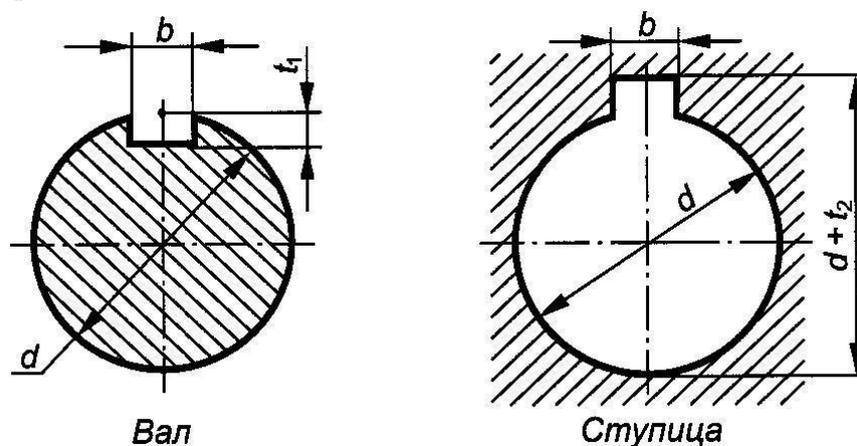


Рисунок 5.5–Размеры шпоночного паза

Для простановки глубины шпоночного паза на валу t_1 дуга окружности d продолжается тонкой линией до пересечения с вертикальной осью, где ставится жирная точка. От этой точки и проводится выносная линия. Размер $d+t_2$ на ступице всегда дробное число, например, **27,3**. Заполнить основную надпись. Образец выполнения задания 5 приведен на рисунке 5.7.

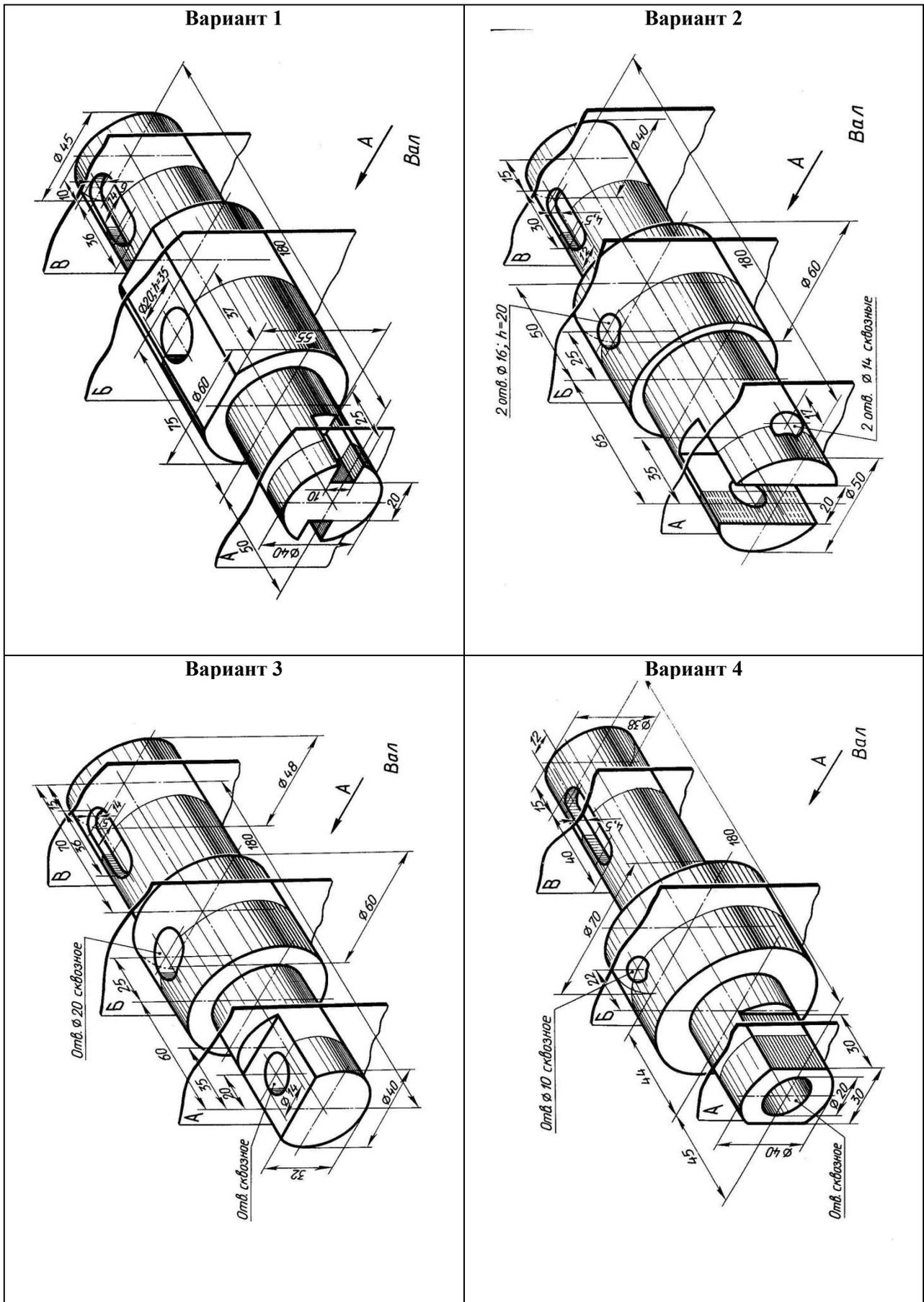
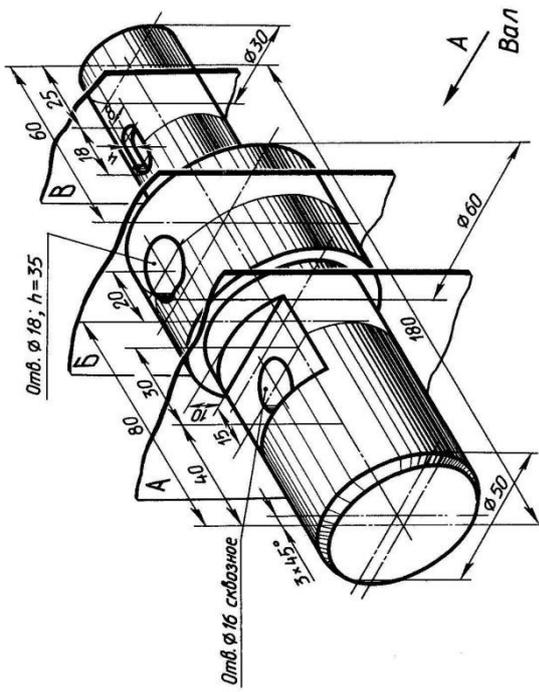
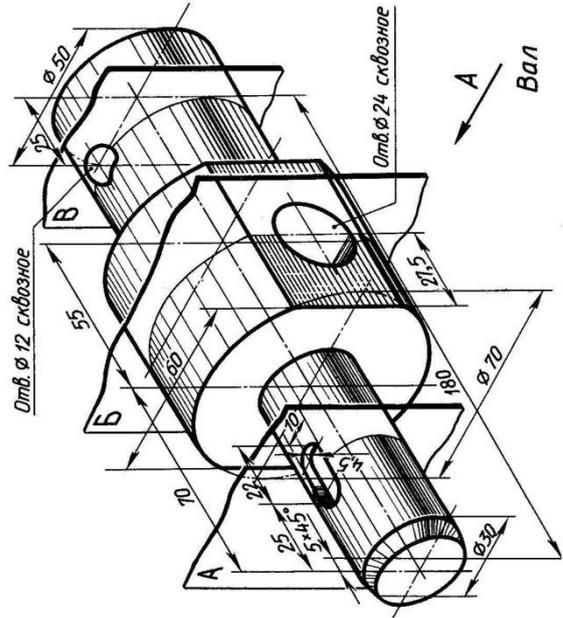


Рисунок 5.6 – Сечения вала

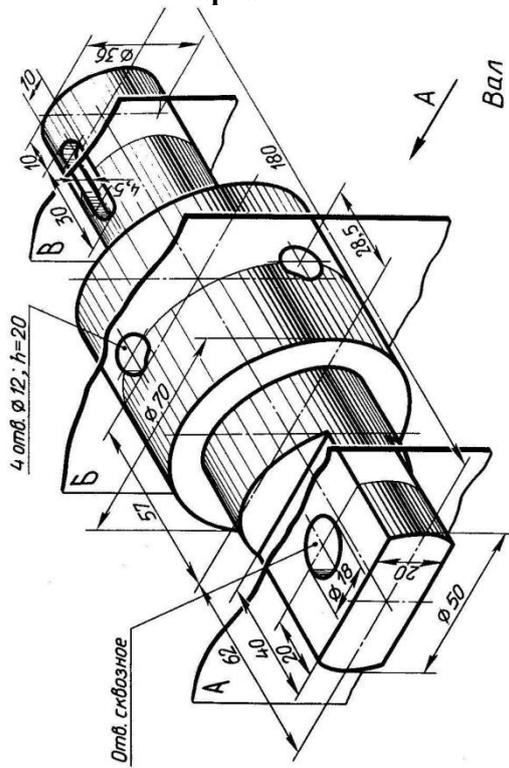
Вариант 5



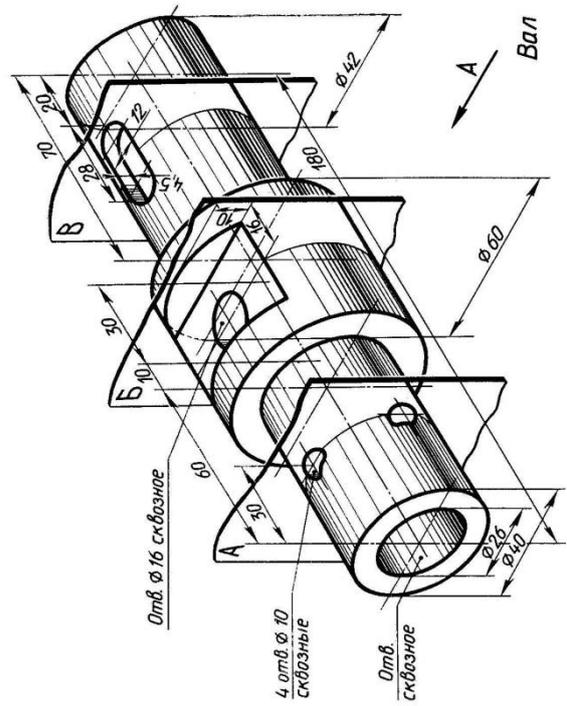
Вариант 6



Вариант 7

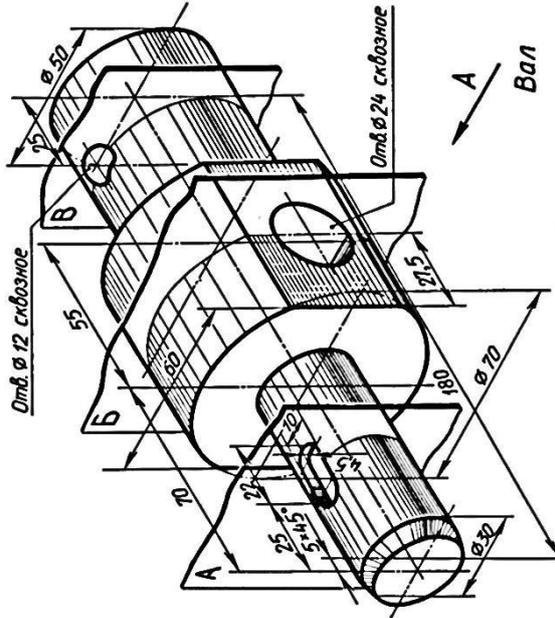


Вариант 8

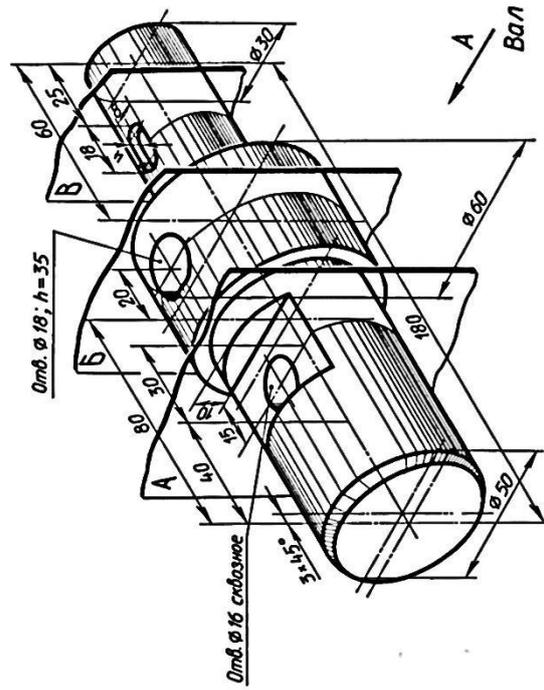


Продолжение рисунка 5.6

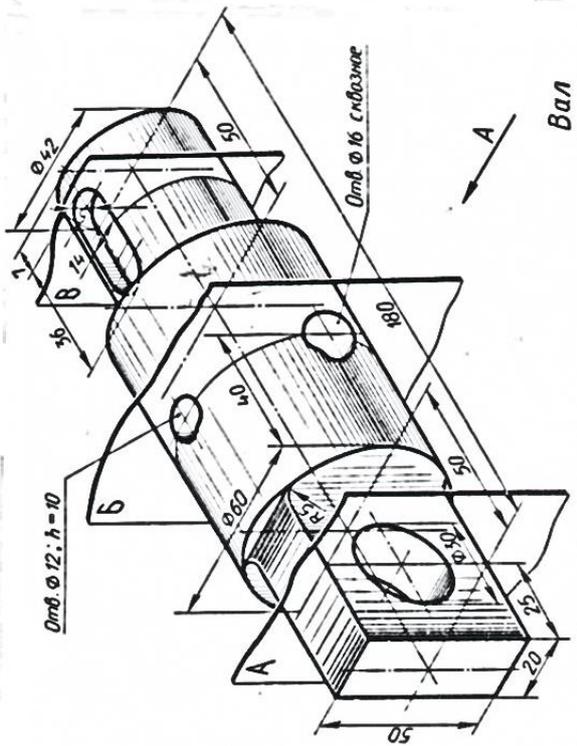
Вариант 17



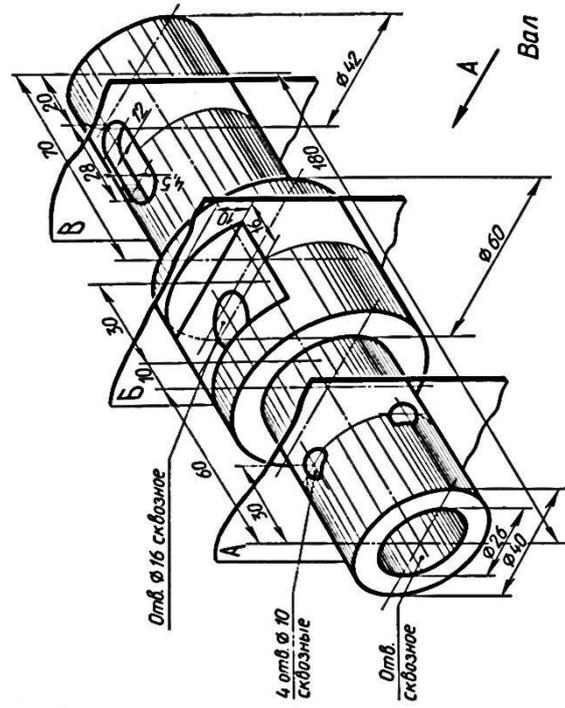
Вариант 18



Вариант 19



Вариант 20



Продолжение рисунка 5.6

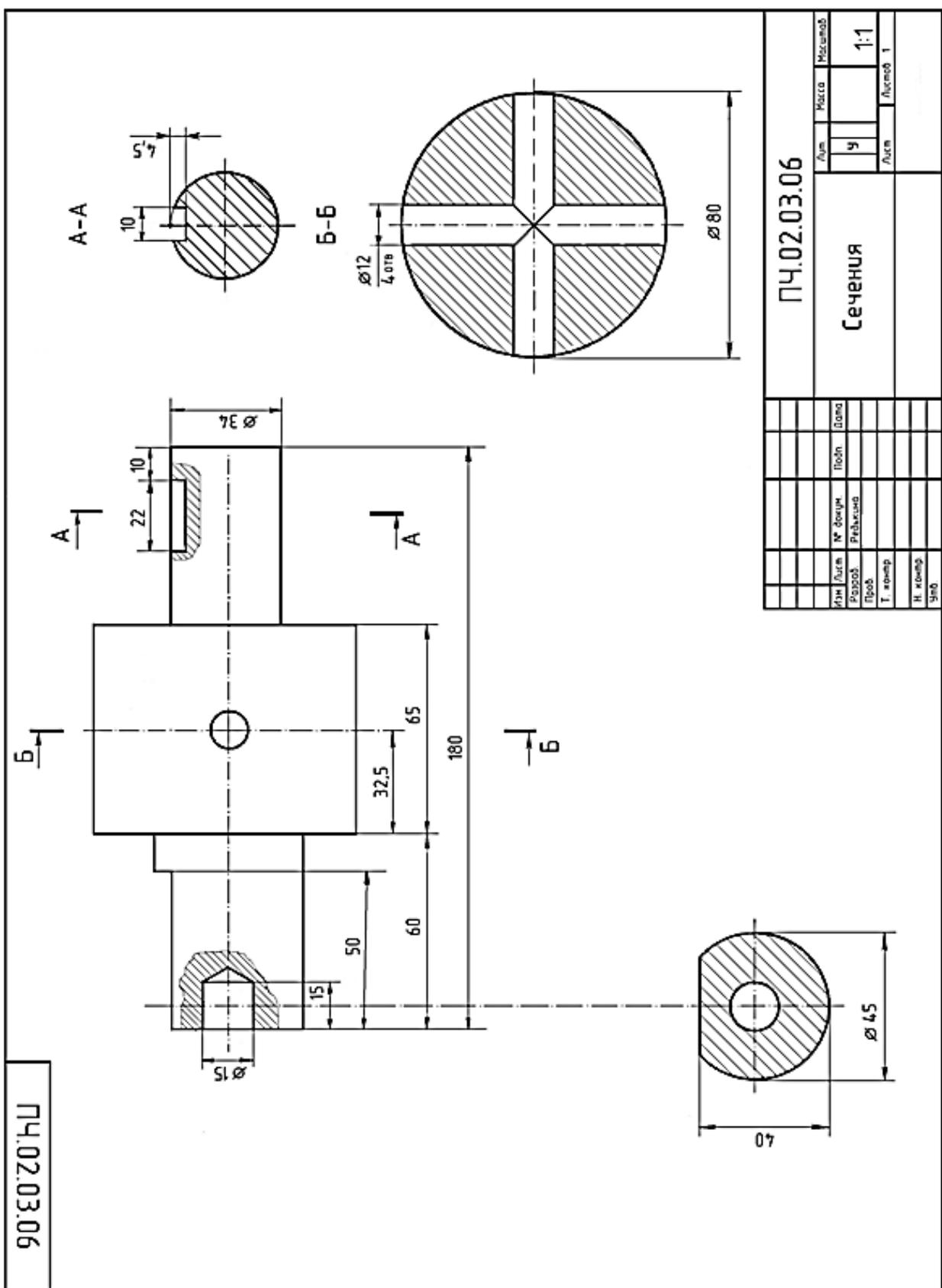


Рисунок 5.7 – Образец выполнения задания 5. Сечения вала

БОЛТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Болт (рис. 5.8) представляет собой резьбовой стержень с головкой. Размеры и форма головки позволяют использовать ее для завинчивания болта при помощи стандартного гаечного ключа. Обычно на головке болта выполняется коническая фаска, сглаживающая острые края головки и облегчающая пользование гаечным ключом при соединении болта с гайкой. [1, с. 161.]

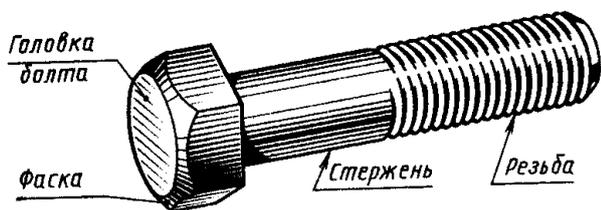


Рисунок 5.8

Существует значительное количество типов болтов, отличающихся друг от друга формой и размерами головки и стержня, а также точностью изготовления (нормальная, повышенная, грубая). Наиболее распространены болты с шестигранной головкой нормальной точности, размеры которых определяет ГОСТ 7798-70, который предусматривает изготовление болтов в трех исполнениях: без отверстий в головке и стержне (исполнение 1.); с отверстием для шплинта на резьбовой части стержня болта (исполнение 2.); с двумя отверстиями в головке болта для крепления проволокой головок группы болтов (исполнение 3.) рисунок 5.9.

Существует значительное количество типов болтов, отличающихся друг от друга формой и размерами головки и стержня, а также точностью изготовления (нормальная, повышенная, грубая). Наиболее распространены болты с шестигранной головкой нормальной точности, размеры которых определяет ГОСТ 7798-70, который предусматривает изготовление болтов в трех исполнениях: без отверстий в

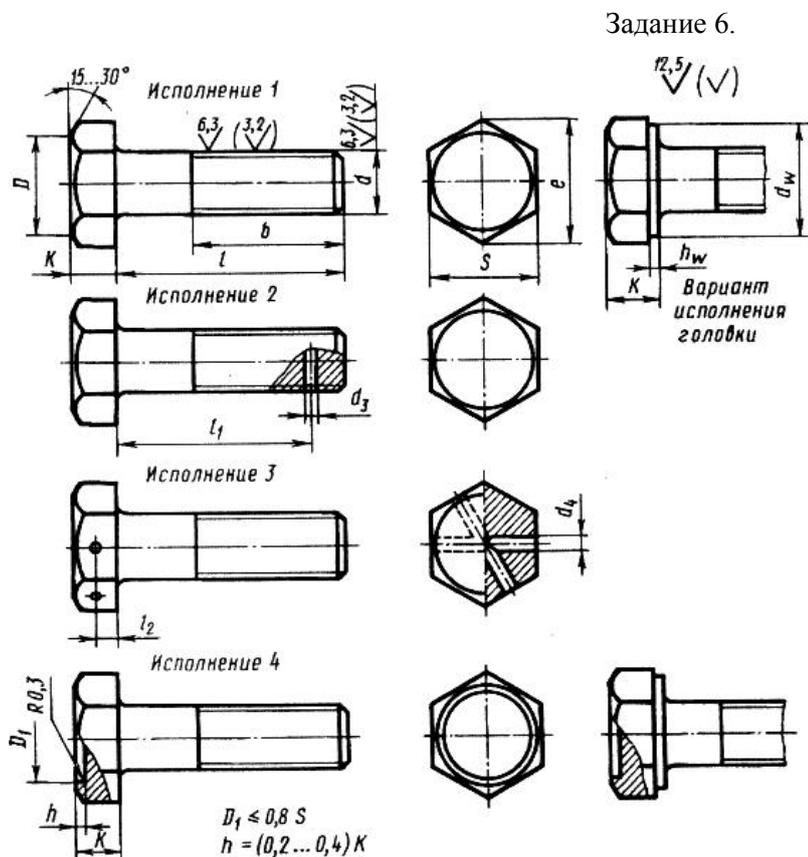


Рисунок 5.9

Болтовое соединение. При изображении болтовых соединений размеры болта, гайки и шайбы берутся по соответствующим ГОСТам. На учебных сборочных чертежах, с целью экономии времени, болт, гайку и шайбу рекомендуется вычерчивать не по всем размерам, взятым из ГОСТа, а только по его диаметру и длине стержня. Остальные размеры обычно определяются по условным соотношениям элементов болта и гайки в зависимости от диаметра резьбы. На рисунке 5.10. даны эти соотношения.

Для того, чтобы вычертить болтовое соединение, необходимо знать диаметр отверстия, для которого подбирают болт. Например, если отверстие имеет диаметр 21 мм, то болт должен иметь диаметр не больше 20 мм. Выбрав диаметр болта, подбираем его длину, которая складывается из толщины скрепляемых деталей.[2, с. 221].

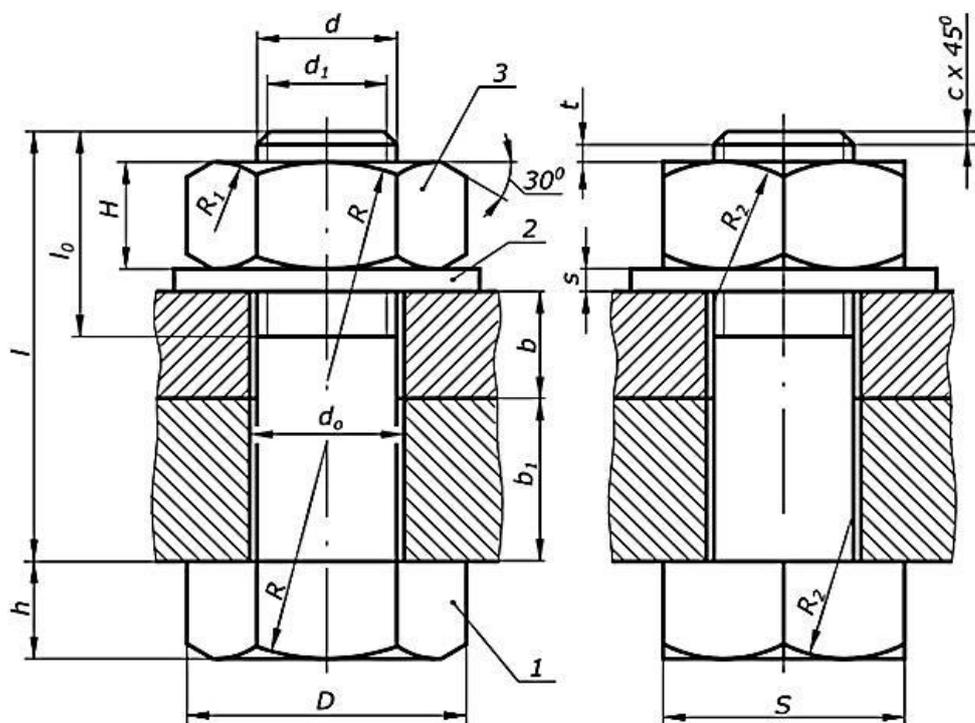
Длина болта l подсчитывается по формуле: $l = t + n + s + H + k$, где
 t и n – толщина соединяемых деталей в мм;
 s – толщина шайбы в мм;
 H – высота гайки в мм;
 k – длина выступающего над гайкой конца болта в мм.

Подсчитав длину болта по таблице 1.3, подбирают ближайшее значение l в зависимости от диаметра d . Размер l_0 длины резьбы болта можно принять примерно равным $2d + 2P$.

Внутренний диаметр резьбы $d_1 = d - 2P$, где
 P – шаг резьбы.

Размеры шпилек (нормальной точности), мм
(выдержка из ГОСТ 22032-76)

Номинальный диаметр метрической резьбы, d	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Шаг P	крупный	2	2,5		3		3,5	4	4,5	5
	мелкий	1,5			2			3		
Диаметр стержня d ₁	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Длина ввинчиваемого конца l ₁	l ₁ = d; l ₁ = 1,25d; l ₁ = 1,6d; l ₁ = 2d; l ₁ = 2,5d									
Длина шпильки l	Длина резьбового (гаечного) конца l ₀									
100	38	42	46	50	54	60	66	78	X	X
110	38	42	46	50	54	60	66	78	X	X
120	38	42	46	50	54	60	66	78	90	X
130	44	48	52	56	60	66	72	84	96	



- D = 2d;
- H = 0,8d;
- h = 0,7d
- d₁ = 0,85d;
- d₀ = 1,1d;
- l₀ = 2d + 2p;
- c = 0,0,15d;
- k = (0,25...0,5)d = (2...4)P;
- D_ш = 2,2d;
- s = 0,15d;
- B = 3d ;
- D₁ = (0,9...0,95)*S;
- R₂ и *S получаются построением;
- длина болта:
- l = m + n + s + H + k;
- R = 1,5d;
- R₂ получается построением

Рисунок 5.10 Образец выполнения задания 6. Болт

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ 6

Чертеж болта

Его выполняют в соответствии с ГОСТ 7798-70 в следующей последовательности (рис. 5.9).

1. По заданным значениям наружного диаметра резьбы d и вычисленной длине болта l из таблиц ГОСТ 7798 - 70 (табл. 1.2) определяют остальные размеры болта (высоту головки H , диаметр описанной окружности D , радиус под головкой R , длину резьбовой части стержня l_0).

2. Вычерчивают контуры изображений болта: главного вида, вида сверху и вида слева. Вычерчивание вида необходимо начинать с осевых линий.

3. На виде слева проводят окружность диаметром $D_1 = 0,9s$ (где s - размер под ключ). Эта окружность является линией пересечения торца головки болта с фаской.

4. Отмечают точки $B''_1, B''_2, B''_3, B''_4$, расположенные на окружности D_1 , и определяют их положения на главном виде (B''_1 и B''_3) и виде сверху (B'_2 и B'_4).

5. Из точек $B''_1 B''_3$ и $B''_2 B''_4$ проводят прямые под углом 30° к торцу головки болта, которые в пересечении с

соответствующими ребрами головки болта определяют точки A''_1, A''_4 и C''_2, C''_5 . С помощью прямой, проходящей через точки A''_1, A''_4 , находят точки A''_2 и A''_3 .

6. Через точки A''_2, C''_2, A''_3 проводят дугу окружности.

7. Дуга окружности $A''_2 C''_2 A''_3$ позволяет определить точки M_0 и N_0 прямой, на которой находятся центры K_0 дуг окружностей, проходящих через точки A''_1, A''_2 и A''_3, A''_4 .

На виде сверху проводят горизонтальные проекции этих кривых в виде дуг окружностей, проходящих через точки A'_1, C'_1, A'_2 и $A'_1 C'_6 A'_6$. После этого указывают резьбовую часть стержня болта, проводят фаски ($s \times 45^\circ$), вычерчивают галтель r (плавный переход от стержня болта к его головке).

На заключительной стадии оформления чертежа болта наносят его размеры (по ГОСТ 7798-70).

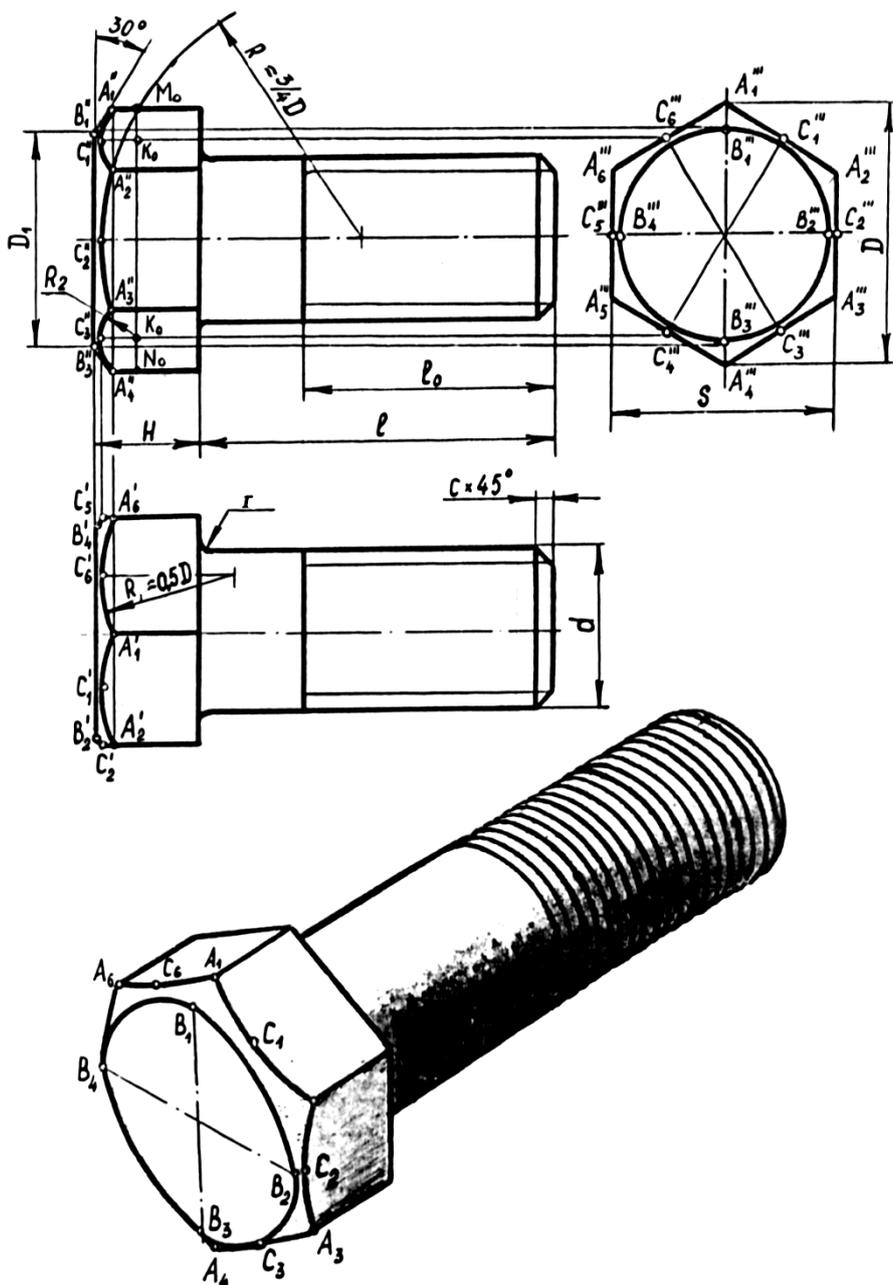
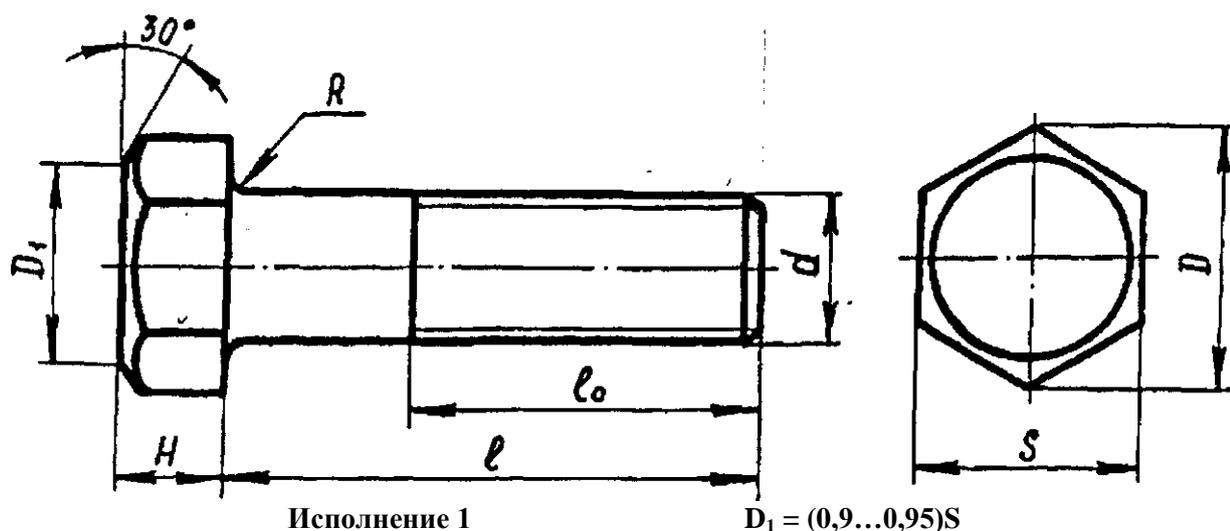


Рисунок 5.9 Последовательность выполнения чертежа стандартного болта исполнения 1

Болты с шестигранной головкой нормальной точности (ГОСТ 7798-70)



d	S	H	D , не менее	R	l	l_0	
6	10	4,0	10,9	0,25...0,6	22...90		18
8	13	5,5	14,2	0,40...1,1	28...100		22
10	17	7,0	18,7	0,6...1,6	32...200	26	32
12	19	8,0	20,9	0,6...1,6	35...260	30	36
16	24	10,0	26,5	0,6...1,6	45...300	38	44
20	30	13,0	33,3	0,8...2,2	55...300	46	52
24	36	15,0	39,6	0,8...2,2	65...300	54	60
30	46	19,0	50,9	1,0...2,7	75...300	66	72
38	55	23,0	60,8	1,0...3,2	90...300	78	84
42	65	26,0	72,1	1,2...3,3	105...300	90	93
48	75	30,0	83,4	1,6...4,3	115...300	102	108

Примечания: 1. Длину l выбирают в указанных пределах из ряда: 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

2. Пример условного обозначения болта с шестигранной головкой, диаметром резьбы 12 мм, длиной 60 мм в исполнении 1, с крупным шагом резьбы и размерами по ГОСТу 7798-70: Болт М12х 60 ГОСТ 7798-70. То же, с мелким шагом резьбы 1,25 мм: Болт М12 х 1,25 х 60 ГОСТ 7798-70.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боголюбов, С.К. Индивидуальные задания по курсу черчения / С.К. Боголюбов. . – М. : Высш. шк., 1989. – 368 с.
2. Будасов, Б.В. Строительное черчение и рисование / Б.В. Будасов., В.П. Каминский .: Учебник – М. : стройиздат., 1990 – 415 с.
3. Миронов, Б.Г. Сборник заданий по инженерной графике /Б.С. Боголюбов., Р.С. Миронова – учеб.пособие . – 7-е изд., стер. – М. :Высш. шк., 2008. – 264 с.
4. Чекмарев, А. А. Инженерная графика: Учебник / А. А. Чекмарев. – 4-е изд. стер. – М.: ИНФРА-М. 2014– 365 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ	4
СОПРЯЖЕНИЯ	7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ 1	9
ВИДЫ. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	21
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ 2.....	24
РАЗРЕЗЫ ПРОСТЫЕ. СОВМЕЩЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА И ЧАСТИ РАЗРЕЗА.....	29
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ 3	32
РАЗРЕЗЫ СЛОЖНЫЕ. ОБОЗНАЧЕНИЕ РАЗРЕЗОВ	39
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ 4.....	39
СЕЧЕНИЯ	47
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ 5.....	48
БОЛТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ.....	55
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ 6.....	57
Литература	60

Учебное издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации по дисциплине «Инженерная графика»
для студентов инженерно-технического факультета по всем направлениям*

Составители

Сандан Айлана Сергеевна, Сарыг-оол Сайлык Маар-ооловна, Седен Билзекмаа Романовна

Редактор А.Р. Норбу

Дизайн обложки К.К. Сарыглар

Сдано в набор: 26.10.2018. Подписано в печать: 04.12.2018.
Формат бумаги 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная.
Физ. печ. л. 7,8. Усл. печ. л. 7,3. Заказ № 1452. Тираж 50 экз.

667000, г. Кызыл, Ленина, 36
Тувинский государственный университет
Издательство ТувГУ