

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

В. В. Корниенко

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Рекомендовано Учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» и специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Электронное издание

Красноярск 2025

ББК 30.119
К 67

Рецензенты:

*Ф. М. Носков, доктор технических наук,
профессор кафедры МиТОМ ПИ СФУ*

*В. А. Лозовой, доктор технических наук,
профессор кафедры ЛИ ФГБОУ ВО Сибирский государственный
университет науки и технологий им. академика М. Ф. Решетнева*

Корниенко, В. В.

К 67 **Инженерная графика** [Электронный ресурс]: учебное пособие /
В. В. Корниенко; Красноярский государственный аграрный универ-
ситет. – Красноярск, 2025. – 224 с.

Представлены необходимый теоретический курс с иллюстративным ма-
териалом к разделам «Геометрическое черчение», «Проекционное черчение» и
«Машиностроительное черчение» дисциплины «Начертательная геометрия.
Инженерная графика» и задания для аудиторных и самостоятельных работ.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки
35.03.06 «Агроинженерия» и специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-
технологические средства».

© Корниенко В. В., 2025

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ	5
1.1. Общие рекомендации по выполнению чертежей	5
1.2. Основные правила оформления чертежей по ЕСКД.....	5
2. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ	43
2.1. Геометрические построения, часто применяемые при выполнении чер- тежей	43
2.2. Сопряжения линий	46
2.3. Коробовые кривые	53
2.4. Лекальные кривые.....	54
3. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ.....	62
3.1. Изображение предметов на чертеже.....	62
3.2. Виды.....	64
3.3. Разрезы	68
3.4. Сечения	77
4. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	79
4.1. Основные положения и понятия	79
4.2. Прямоугольная изометрическая проекция	80
5. РЕЗЬБЫ.....	86
5.1. Основные параметры резьбы	86
5.2. Изображение резьбы на чертеже	88
5.3. Резьба метрическая по ГОСТ 9150-2002.....	92
5.4. Резьба трубная цилиндрическая по ГОСТ 6357-81.....	95
5.5. Резьба трубная коническая по ГОСТ 6211-81	97
5.6. Резьба трапецеидальная по ГОСТ 9484-81.....	100
5.7. Резьба упорная по ГОСТ 10177-82	101
5.8. Резьба с круглым профилем по ГОСТ 9484-81	102
5.9. Резьба прямоугольная (нестандартная)	102
6. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ.....	104
6.1. Изображение разъемных соединений резьбовыми изделиями	104
6.2. Изображение неразъемных соединений	117
7. ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА И СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ	128
7.1. Изображения сборочных единиц.....	128
7.2. Сборочный чертеж	128
7.3. Спецификация.....	130
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ.....	135
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	221
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	222

ВВЕДЕНИЕ

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

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

Основной формой изучения курса является выполнение студентами графических работ (чертежей), качество которых позволяет судить о глубине усвоения ими предмета.

В настоящем пособии студенту предложена доступная трактовка требований основных стандартов ЕСКД из сборника общих правил выполнения чертежей, приведены принципы и практические приемы выполнения графических изображений, применяемых в конструкторских документах. Пособие содержит подробные методические указания к шести индивидуальным заданиям, представленным в 26 вариантах, позволяющие студентам освоить и закрепить теоретические знания и практические навыки. Для выполнения каждого задания дается теоретический материал, выдержки из государственных стандартов ЕСКД, необходимые при изучении курса, а также примеры выполнения заданий.

Целью учебного пособия является оказание помощи студентам первого курса в их самостоятельной работе при выполнении заданий по указанным выше разделам инженерной графики.

Содержание учебного материала соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» и специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», а также современному состоянию развития техники в АПК, уровню проектирования и конструирования механизмов, отвечающим требованиям времени, подготовке специалистов соответствующей квалификации.

1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.1. Общие рекомендации по выполнению чертежей

Все чертежи должны быть аккуратно выполнены в соответствии с межгосударственными стандартами (ГОСТ) ЕСКД. Чертежи выполняются на листах чистой чертежной бумаги. Запрещается использовать форматы с рамкой и основной надписью, выполненные способом типографской печати.

Для выполнения чертежей необходимо иметь следующие инструменты и принадлежности: рейсшину, готовальню, два угольника (один – с углами 45°, 45° и 90°, другой – 30°, 60°, 90° и длиной катетов 130–200 мм), линейку длиной 250–300 мм, набор лекал разных типов, транспортир, чертежные карандаши (для построения чертежа рекомендуются карандаши марки Т или 2Т, для обводки чертежа – марки ТМ или М), мягкую резинку (ластик) для удаления карандашных линий.

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

1.2. Основные правила оформления чертежей по ЕСКД

1.2.1. Единая система конструкторской документации

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

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

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) регламентирует положения, относящиеся к конструкторской документации. Она разбита на 10 классификационных групп – от 0 до 9 (первая цифра после точки):

- 0 группа – общие положения;
- 1 группа – основные положения;
- 2 группа – обозначение изделий и конструкторской документации;
- 3 группа – общие правила выполнения чертежей;

- 4 группа – правила выполнения чертежей изделий;
- 5 группа – учет и обращение конструкторской документации;
- 6 группа – эксплуатационная и ремонтная документация;
- 7 группа – правила выполнения схем;
- 8 группа – правила выполнения документов строительных и судостроительных;
- 9 группа – прочие стандарты.

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

1.2.2. Форматы

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

Форматы листов чертежей определяют размеры внешней рамки тонкой линией. Каждый чертеж оформляется рамкой поля чертежа, проведенной с трех сторон на расстоянии 5 мм от границы формата, а с четвертой, левой стороны – на расстоянии 25 мм для брошюровки в альбом (рис. 1.1). В правом нижнем углу каждого листа вплотную к рамке выполняется основная надпись, форма, размеры и содержание которой приведены далее. В правом верхнем углу формата располагается дополнительная графа, содержащая обозначение чертежа, повернутое на 180° .

ГОСТ 2.301-68 устанавливает следующие форматы. Площадь формата A0 равна 1 м^2 , а стороны относятся как $1:\sqrt{2}$. Одна из сторон формата будет стороной квадрата, а другая ее диагональю (рис. 1.2, а), такое соотношение сторон выбрано из следующих соображений:

- при помощи циркуля и линейки просто построить прямоугольник с соотношением сторон $1:\sqrt{2}$;
- легко получить любой другой формат, опять же при помощи линейки и циркуля. Каждый меньший последующий формат получается делением пополам предыдущего формата параллельно его меньшей стороне (рис. 1.2, б, табл. 1.1) или делением большей стороны пополам.

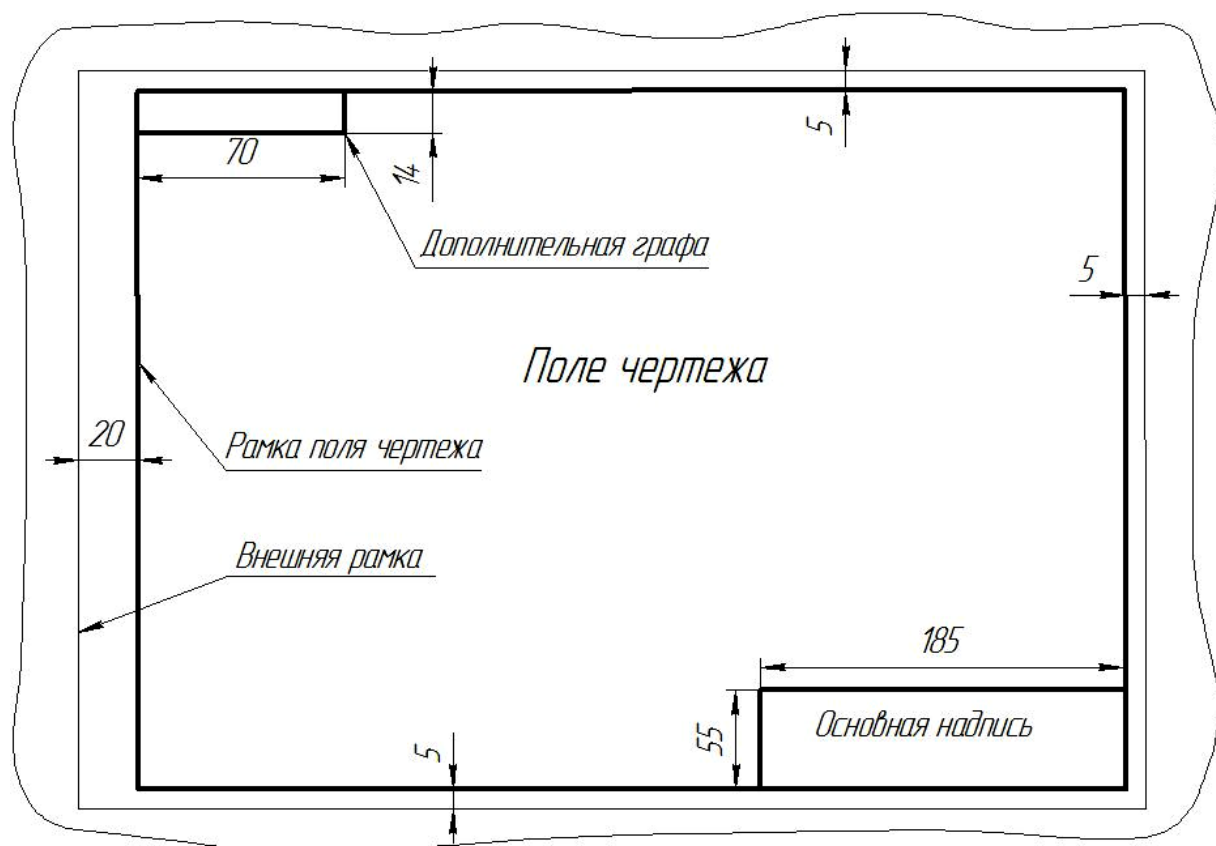


Рис. 1.1

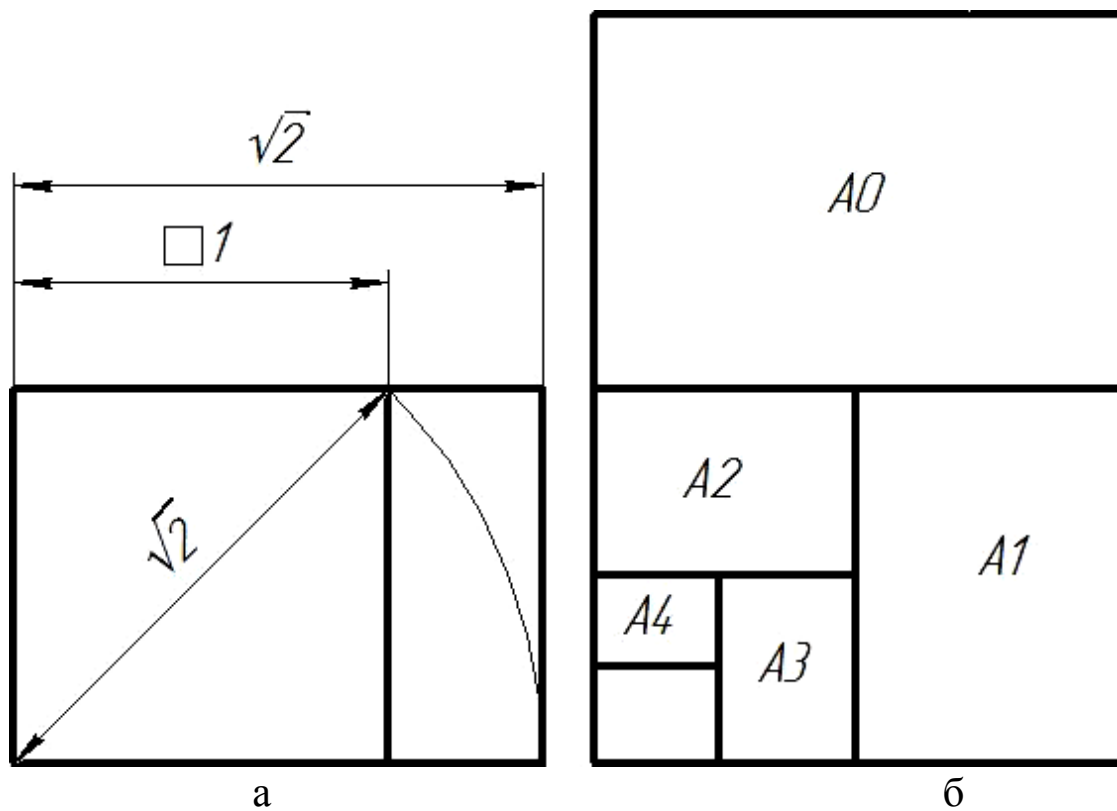


Рис. 1.2

Обозначения и размеры основных форматов чертежа приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Основные форматы чертежа

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

Дополнительные форматы образуются путем увеличения сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата A4. Обозначение производного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности согласно таблице 1.2, например A0×2, A4×8 и т. д.

При необходимости допускается применение формата A5 с размерами сторон 148×210. Такая необходимость может возникнуть при изображении графически простых деталей. Меньше формата A5 получить невозможно, так как не останется места для основной надписи (см. рис. 1.1).

Таблица 1.2

Дополнительные форматы чертежа

Кратность	Формат, мм				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189×1682	—	—	—	—
3	1189×2583	841×1783	594×1261	420×891	297×630
4	—	841×2378	594×1682	420×1189	297×630
5	—	—	594×2102	420×1486	297×1051
6	—	—	—	420×1783	297×1471
7	—	—	—	420×2080	297×1471
8	—	—	—	—	297×1682

1.2.3. Основная надпись

Основная надпись всегда располагается в правом нижнем углу формата вплотную к рамке. ГОСТ 2.104-2006 (форма 1) установил следующую форму (рис. 1.3) и содержание ее граф:

- 1 – наименование чертежа (начинается с существительного в единственном числе, а затем прилагательное);
- 2 – обозначение чертежа (состоит из индекса раздела курса, варианта, порядкового номера чертежа, например: *ИГ 22.01*);
- 3 – обозначение материала (заполняют только на чертежах и эскизах деталей);
- 4 – литера чертежа (обычно на учебных чертежах используют литеру «У» или оставляют графу незаполненной);
- 5 – масса изделий (на учебных чертежах не указывается);
- 6 – масштаб;
- 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
- 8 – количество листов (графу заполняют только на первом листе, если документ состоит из одного листа, указывают – 1);
- 9 – наименование предприятия, выпустившего чертеж (учебное заведение и шифр группы, например: *Красноярский ГАУ, гр. И-31.1-23о*);
- 10 – характер работы, выполняемой подписавшим чертеж;
- 11 – фамилии лиц, подписавших чертеж;
- 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- 13 – даты, когда были сделаны подписи.

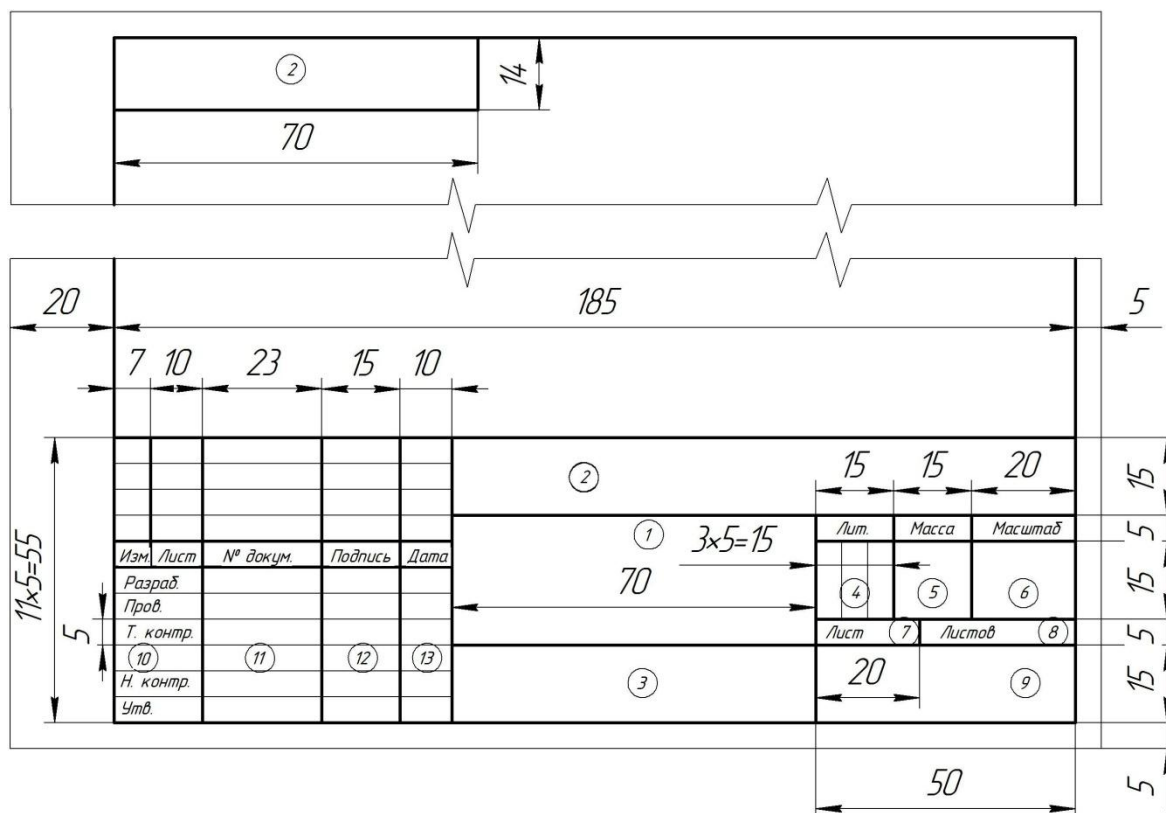


Рис. 1.3

На формате А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны.

Особо следует отметить, что толщина линий основной надписи не везде одинакова. Тонкие линии наносятся там, где вносятся фамилии и подписи лиц, ответственных за разработку данной детали или изделия, а также граф литеры.

1.2.4. Масштабы

Все чертежи выполняются в масштабах, утвержденных ГОСТ 2.302-68.

Масштабы изображений в чертежах, в зависимости от сложности и величины изображаемых изделий или их составных частей, а также в зависимости от вида чертежа, должны выбираться из следующего ряда (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Масштабы

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

Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, должен обозначаться по типу:

1:1; 1:2; 2:1 и т. д.

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, помещают в круглых скобках справа от надписи, относящейся к изображению. Например:

A (1:2); A—A (1:2) и т. д.

1.2.5. Линии

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

ГОСТ 2.303-68 устанавливает назначение и начертание девяти типов линий: сплошная (основная, тонкая, волнистая и тонкая с из-

ломами), штриховая, штрихпунктирная (тонкая, утолщенная и с двумя точками) и разомкнутая линии (рис. 1.4, табл. 1.4).

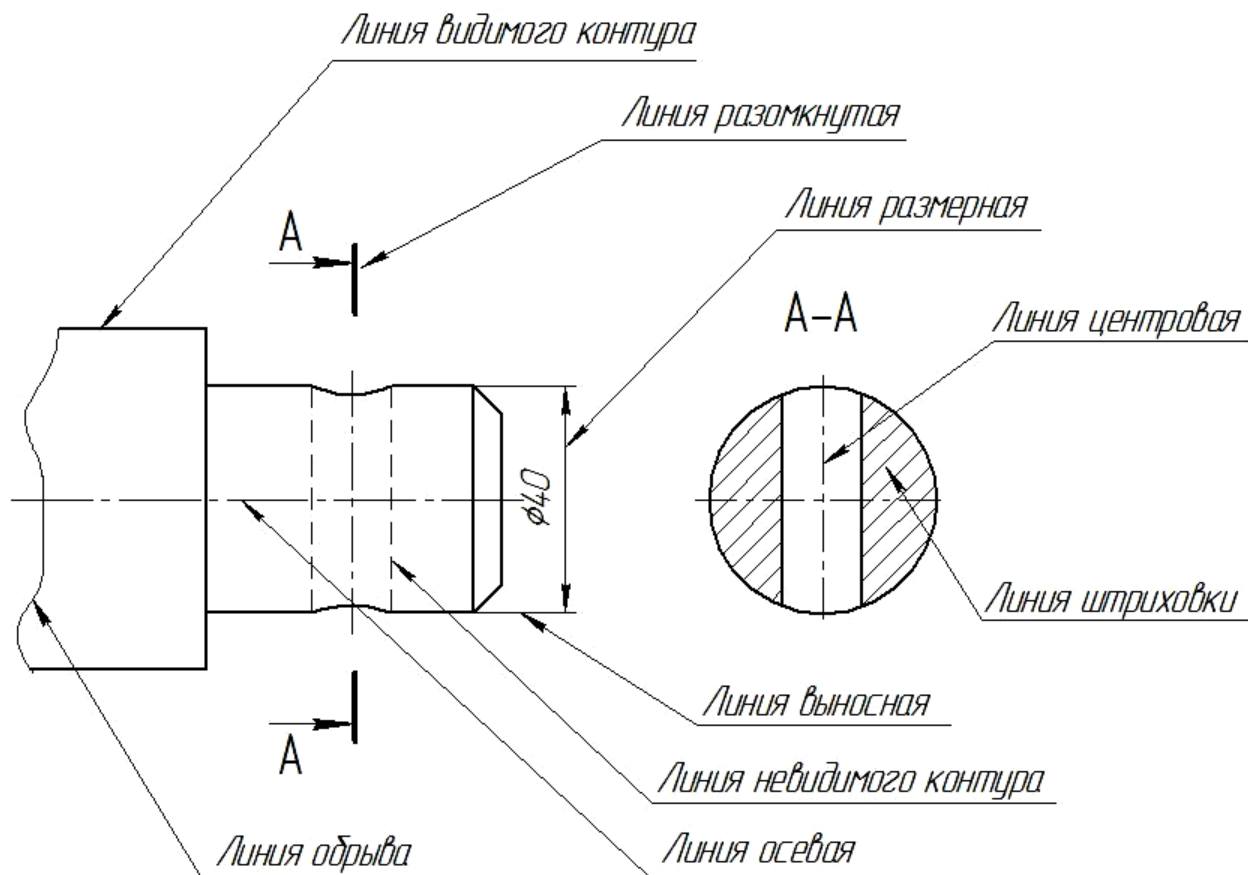


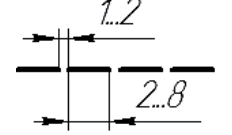
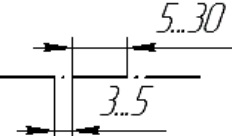
Рис. 1.4

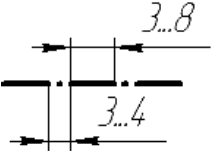
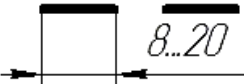
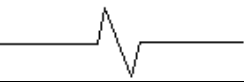
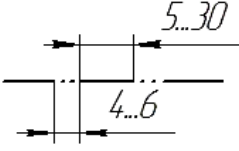
Сплошная основная линия применяется для изображения видимого контура предмета, линий пересечения одной поверхности с другой и контура сечения (вынесенного или входящего в состав разреза). Толщину сплошных основных линий следует выбирать от 0,6 до 1,5 мм в зависимости от размеров и сложности изображения, а также от формата чертежа. Выбранная толщина линии должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Сплошная тонкая линия предназначена для построения, выносных и размерных линий, штриховки разрезов и сечений, линии контура наложенного сечения, линии-выноски, полки линий выносок и подчеркивания надписей и др. (см. табл. 1.4). Расстояние между линиями штриховки принимают от 1 до 10 мм в зависимости от величины площади штриховки.

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

Линии (ГОСТ 2.303-68)

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

1	2	3	4
6. Штрихпунктирная утолщенная		От $\frac{S}{2}$ до $\frac{2}{3} S$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию. Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
7. Разомкнутая		От S до $1\frac{1}{2} S$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломом		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линия сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Штриховую линию применяют для изображения на чертежах линий невидимого контура.

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

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

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

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных утолщенных линиях следует выбирать в пределах от 2 до 8 мм в соответствии с толщиной линий, а расстояние между штрихами – примерно в 2–4 раза меньше их длины.

Длина штрихов в штрихпунктирных тонких линиях должна быть примерно 20 мм, при малых изображениях допускается уменьшение длины. Промежутки между штрихами в этих линиях рекомендуется выбирать для линии с одной точкой примерно 3 мм, а с двумя точками примерно 5–6 мм. Штрихи в линии должны быть одинаковой длины. Штрихпунктирные линии должны заканчиваться штрихами, которые рекомендуется выводить за контур изображения предмета на 3–5 мм. Если диаметр окружности в изображении менее 12 мм, то штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими. Центр окружности во всех случаях должен определяться пересечением штрихов.

Разомкнутую линию применяют для обозначения линий разрезов и сечений (см. А–А, рис. 1.4). Длину штрихов в этих линиях следует выбирать в пределах от 8 до 20 мм, в зависимости от величины изображения.

1.2.6. Шрифты чертежные

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

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.304-81 шрифты, применяемые при оформлении чертежей и других технических документов всех отраслей промышленности и строительства, выполняют с наклоном под углом 75° к основанию строки (рис. 1.5) или без наклона (рис. 1.6). Кроме того, устанавливается два типа линий (рис. 1.7): тип А с толщиной линии 1:14 (табл. 1.5) и тип Б с толщиной 1:10 (табл. 1.6).



Рис. 1.5

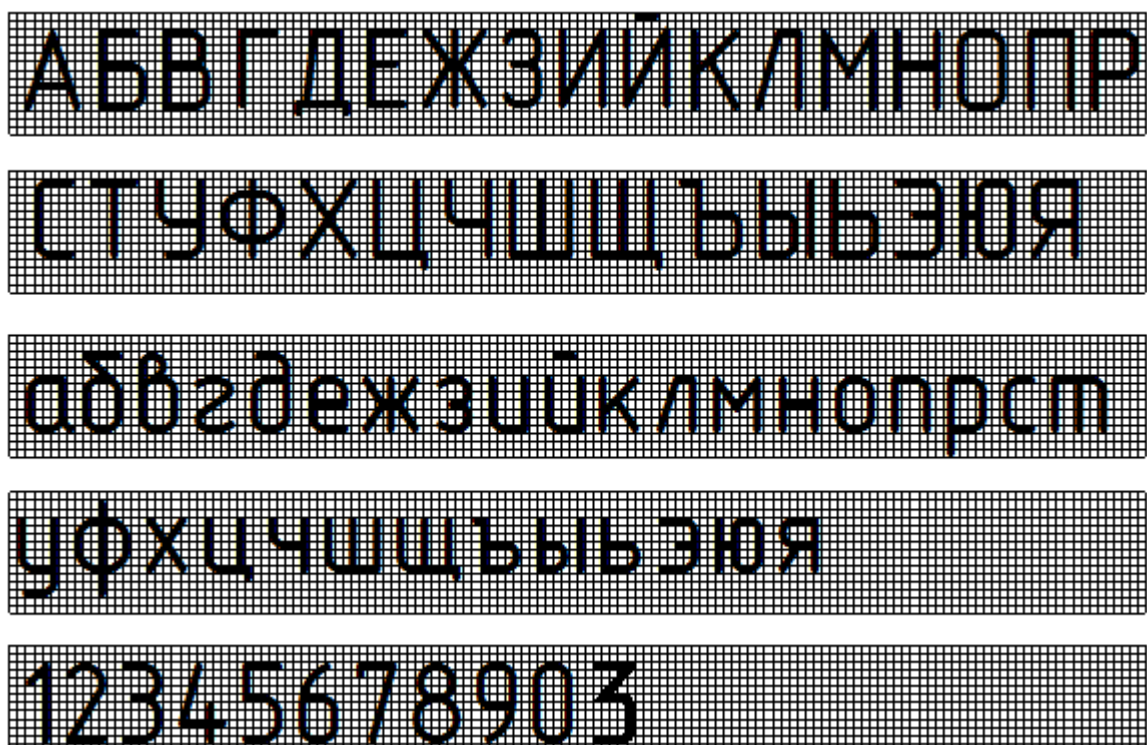


Рис. 1.6

Таблица 1.5

Основные параметры шрифта типа А

Параметр шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размер, мм							
Размер шрифта – высота прописных букв	h	(14/14)h	14d	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
Высота строчных букв	c	(10/14)h	10d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
Расстояние между буквами	a	(2/14)h	2d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	
Минимальное расстояние между строк	b	(22/14)h	22d	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	3,0	
Минимальное расстояние между словами	e	(6/14)h	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	

Таблица 1.6

Основные параметры шрифта типа Б

Параметр шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размер, мм							
Размер шрифта – высота прописных букв	h	(10/10)h	10 d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Высота строчных букв	c	(7/10)h	7d	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Расстояние между буквами	a	(2/10)h	2d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Минимальное расстояние между строк	b	(17/10)h	17d	3,4	4,0	6,0	8,5	12, 0	17,0	24,0	34,0
Минимальное расстояние между словами	e	(6/10)h	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0

Стандарт предусматривает следующие термины, обозначения и определения (рис. 1.8):

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

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

3. Ширина буквы g определяется в соответствии с таблицами 1.5 и 1.6.

4. Толщина линии шрифта d , расстояние между буквами a и минимальное расстояние между строками b определяются в зависимости от типа шрифта (см. табл. 1.5, 1.6).

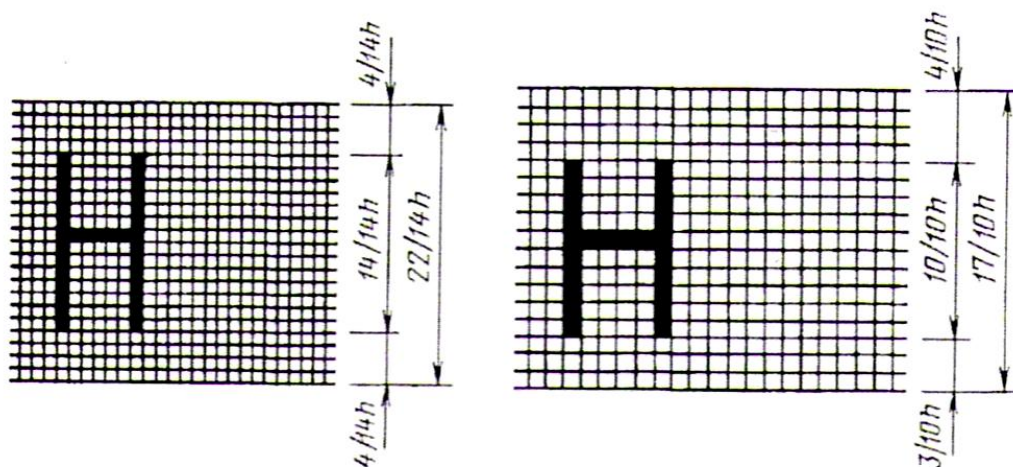


Рис. 1.7

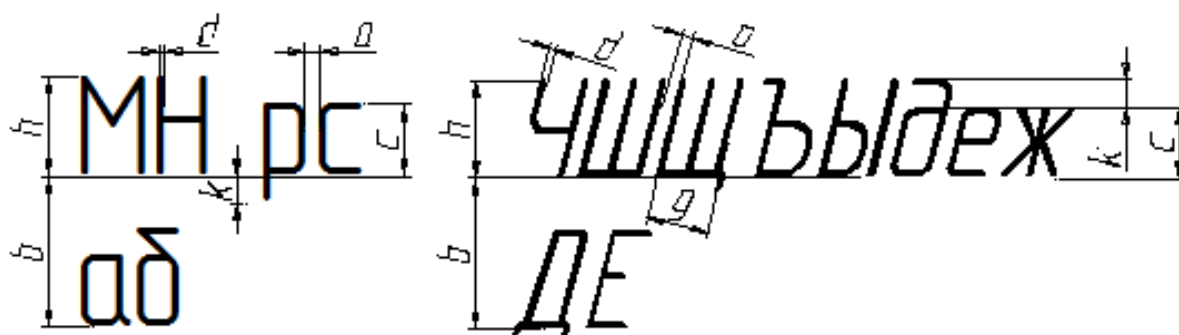


Рис. 1.8

При выполнении надписей шрифтом вначале необходимо построить карандашом сетку (рис. 1.9) в виде тонких линий, а затем от руки нанести на эту сетку буквы и цифры тонкими линиями. Необходимая толщина линий букв и цифр достигается при обводке мягким карандашом.

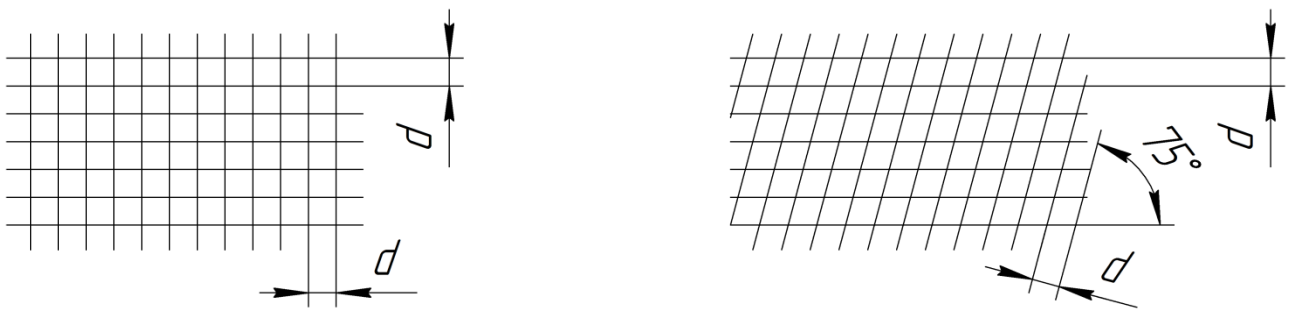


Рис. 1.9

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

Дроби, показатели, индексы и предельные отклонения выполняют шрифтом на одну ступень меньшим, чем размер шрифта основной величины, или одинакового размера с ним (рис. 1.10). Следует десятичные знаки отделять четко выполненной запятой (в виде черты), оставляя для нее достаточный промежуток между смежными цифрами.

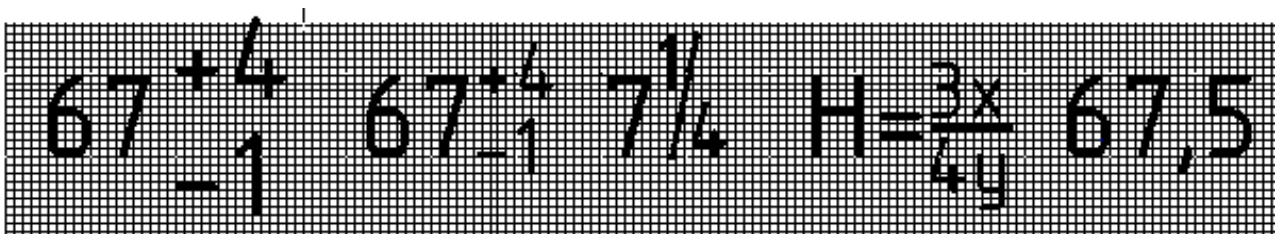


Рис. 1.10

1.2.7. Нанесение размеров

Нанесение размеров на чертеже регламентируется ГОСТ 2.307-2011. Основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Требование минимальности простановки размеров обусловлено тем, что лишний размер увеличивает время чтения чертежа из-за его загруженности. Пропуск или ошибка в размерах приводят к браку при изготовлении изделия. Повторять размеры одного и того же элемента детали на изображениях не допускается.

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

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

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 45° , $45^\circ 30'$, $60^\circ 45' 30''$.

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

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

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями, ограничиваемыми с одного или обоих концов стрелками или засечками. Размерная линия – это отрезок, графически выражающий величину, а также ориентацию размера. Размерные линии (рис. 1.11, *а*) проводят параллельно тому отрезку, линейный размер которого наносят. Выносные линии, а также заменяющие их осевые, проводят перпендикулярно размерным линиям. В случаях, подобных изображенному на рисунке 1.11, *б*, выносные линии следует проводить так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовывали параллелограмм.

Размерные линии не должны являться продолжениями линий контура, центровых и выносных линий.

Размерную линию желательно наносить вне контура изображения. Размерные и выносные линии следует выполнять сплошными тонкими линиями. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Размерный текст обычно состоит из размерного числа; также в него могут включаться различные специальные обозначения и допуски. Расстояние между контурной и размерной линией должно быть не менее 10 мм, а между размерными линиями – не менее 7 мм, выносные линии должны выходить за концы стрелок или засечек на 1...5 мм (см. рис. 1.11, *а*).

Размерные числа наносят над размерной линией как можно ближе к ее середине, причем промежуток между размерным числом и размерной линией должен быть 0,5...1,0 мм, (см. рис. 1.11, а). В пределах одного чертежа размерные числа выполняют шрифтом одного размера – 3,5 или 5 мм. Предпочтительной же является высота размерных чисел, равная 5 мм.

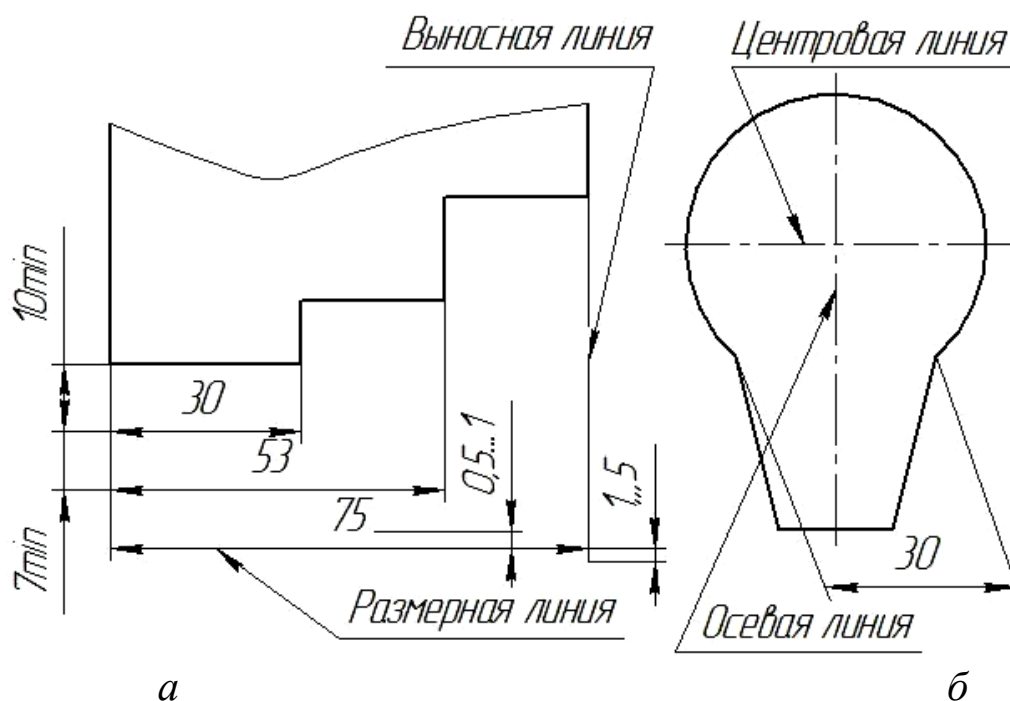


Рис. 1.11

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии (рис. 1.12) или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета.

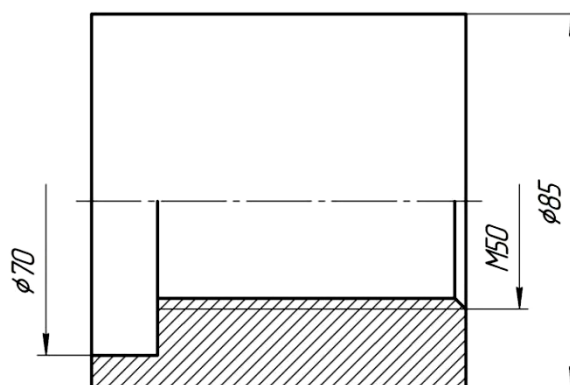


Рис. 1.12

Величину стрелки выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма, размер стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рисунке 1.13.

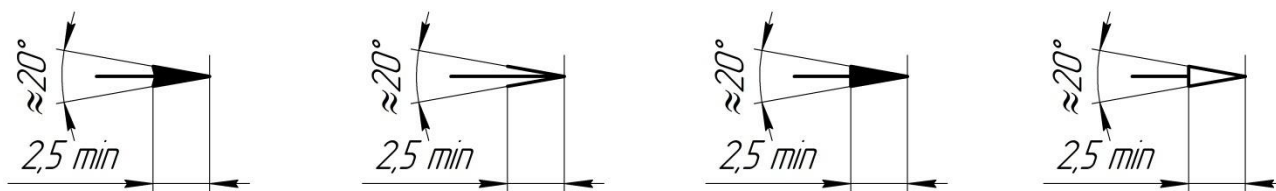


Рис. 1.13

Если длина размерной линии не достаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные (или за контурные, осевые, центровые и т. д.) линии и стрелки наносят, как показано на рисунке 1.14.

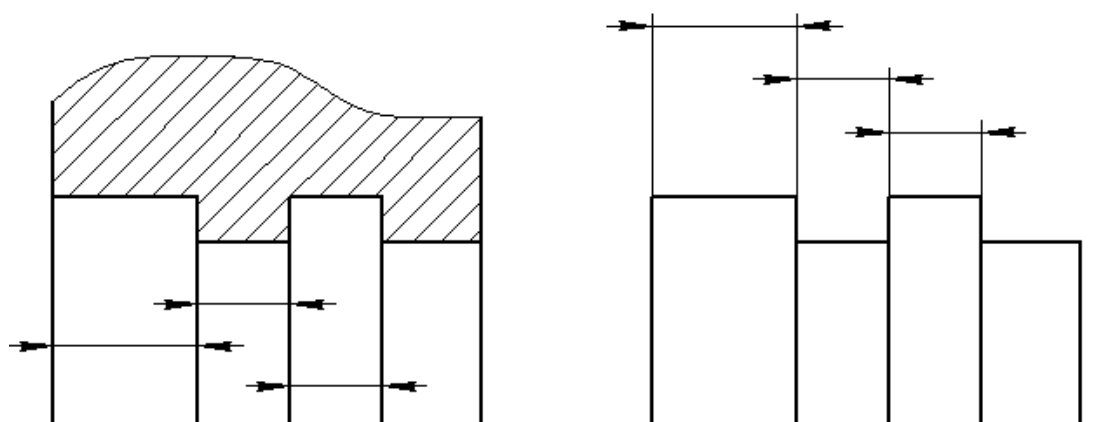


Рис. 1.14

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменить засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рис. 1.15, а) или четко наносимыми точками (рис. 1.15, б).

При нанесении нескольких параллельных (рис. 1.16, а) или концентрических (рис. 1.16, б) размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.

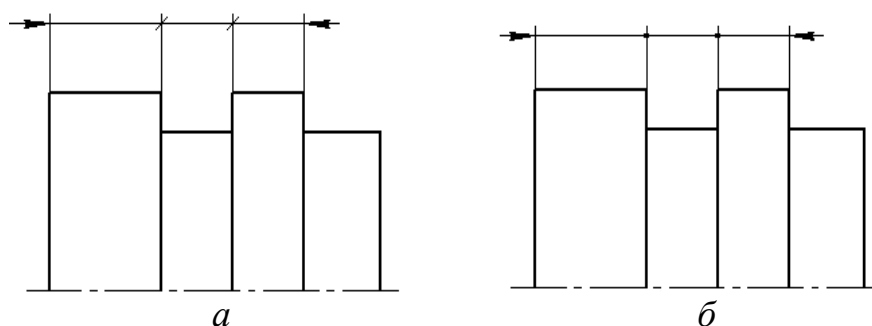


Рис. 1.15

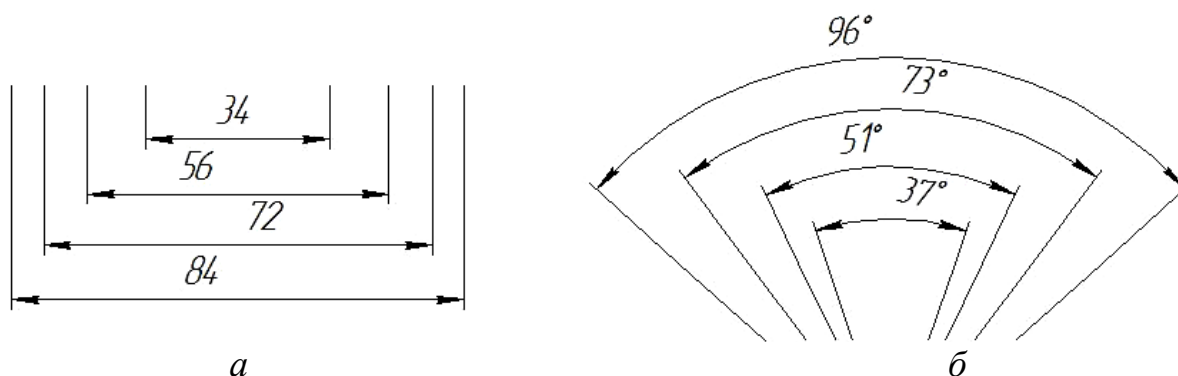


Рис. 1.16

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рисунке 1.17. Причем все размерные числа и надписи должны читаться со стороны основной надписи. Данное требование продиктовано тем, что изображения в основном располагают относительно основной надписи так, как располагается деталь на станке. Если необходимо указать размер в заштрихованной зоне, то размерное число наносят на полке линии-выноски.

Для указания размера угла размерная линия проводится в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально. Знаки градусов наносятся на уровне высоты цифры размерного числа (рис. 1.18).

В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа угловых размеров наносятся над размерными линиями со стороны их выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии, – со стороны вогнутости размерных линий. Размерное число, расположенное в отмеченной штрихами зоне, должно располагаться на горизонтальной полке линии выноски – размеры 30° и 40° (см. рис. 1.18).

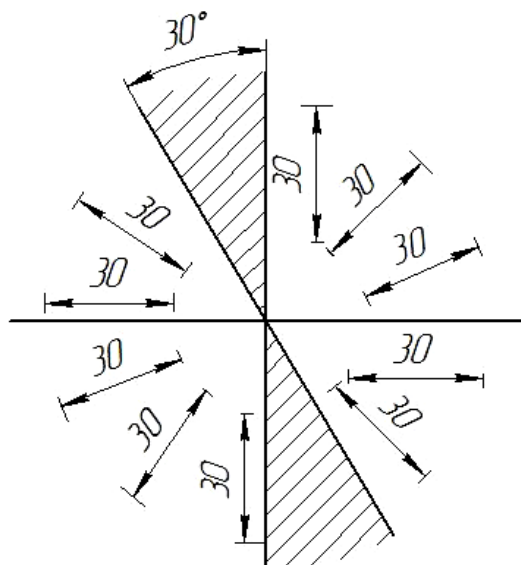


Рис. 1.17

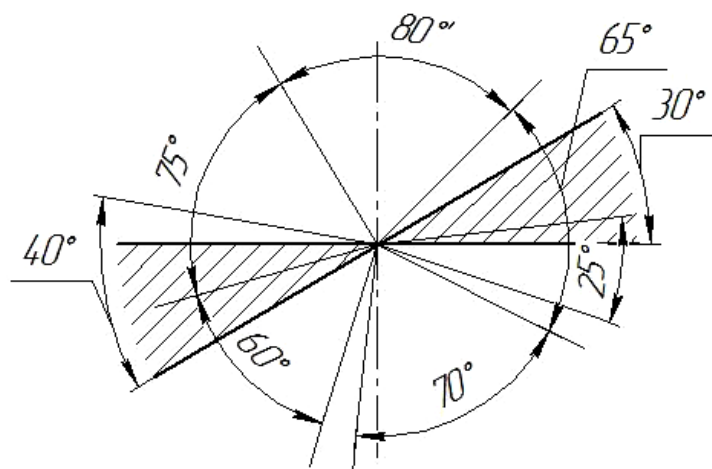


Рис. 1.18

При указании размера диаметра всегда перед размерным числом наносят знак « $\varnothing$ » (рис. 1.19, 1.20), высота которого равна высоте цифр размерных чисел. Знак представляет собой окружность, пересеченную косой чертой под углом 60° к размерной линии.

Если для написания размерного числа над размерной линией недостаточно места, то размеры наносят, как показано на рисунке 1.19.

Если недостаточно места для нанесения стрелок, то размеры наносят, как показано на рисунке 1.20.

Способ нанесения размерного числа (см. рис. 1.19, 1.20) при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяется наибольшим удобством чтения.

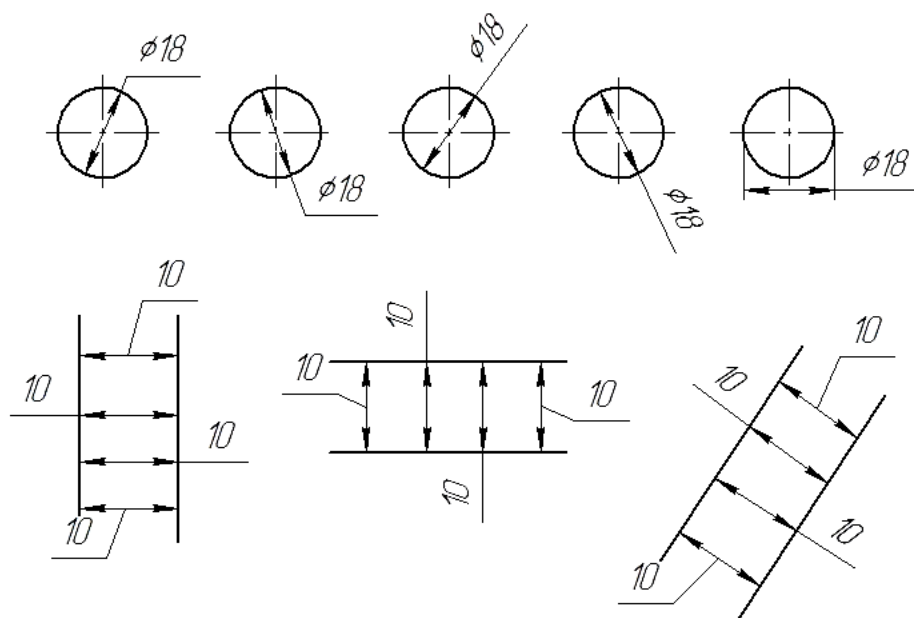


Рис. 1.19

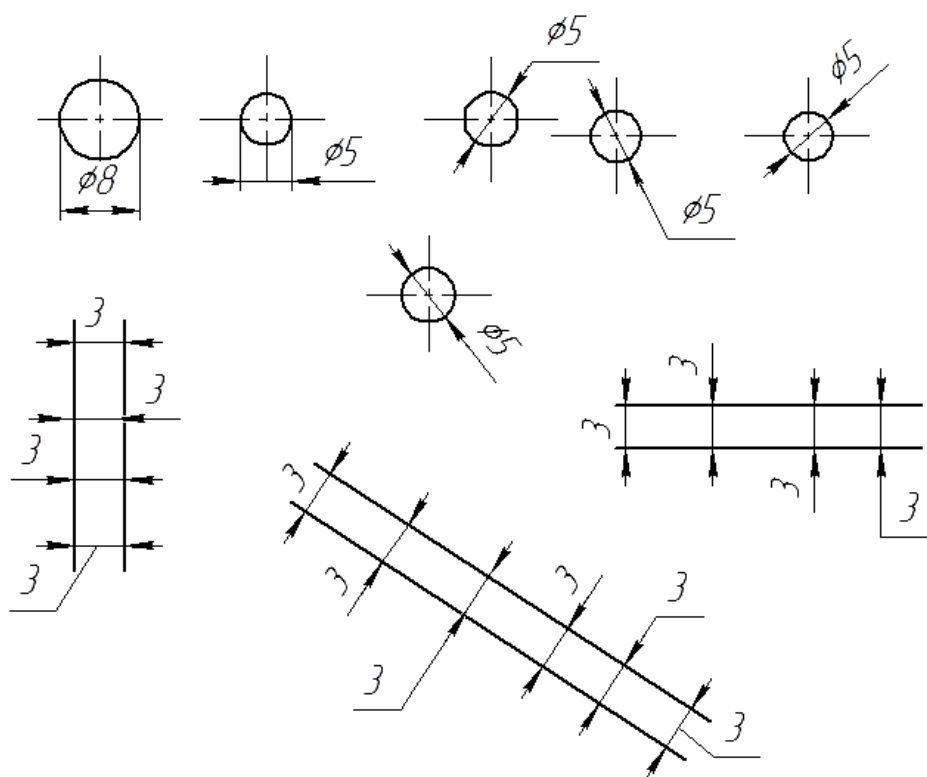


Рис. 1.20

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

В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии (рис. 1.21, *а*) и линии штриховки (рис. 1.21, *б*) прерывают.

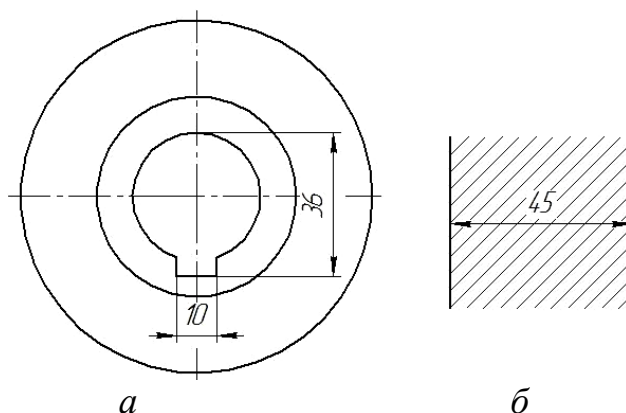


Рис. 1.21

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно, более наглядно (рис. 1.22).

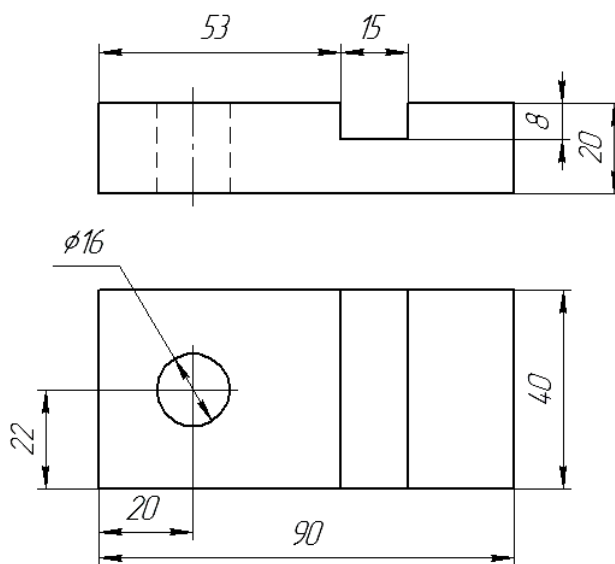


Рис. 1.22

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*.

Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то центр

изображают в виде пересечения центровых или выносных линий. При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (рис. 1.23, а).

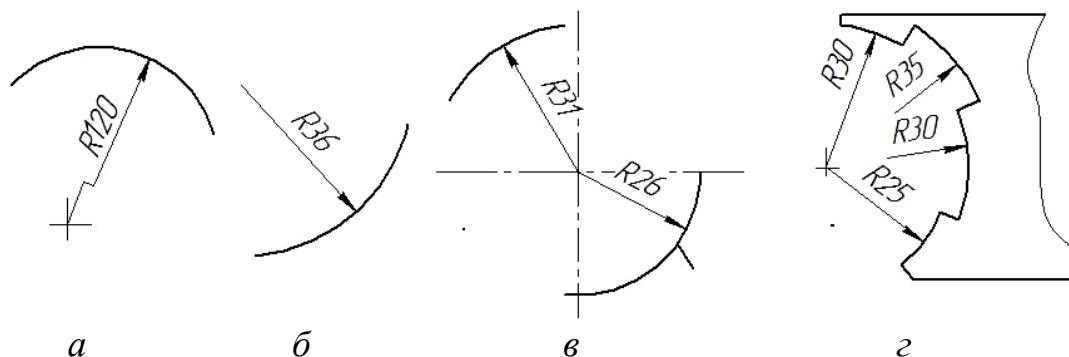


Рис. 1.23

Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рис. 1.23, б).

При проведении из одного центра размерных линий любых двух радиусов их не располагают на одной прямой (рис. 1.23, в).

При совпадении центров нескольких радиусов их размерные линии (кроме крайних) допускается не доводить до центра (рис. 1.23, г).

Размеры радиусов наружных скруглений наносят, как показано на рисунке 1.24 а, а внутренних скруглений – на рисунке 1.24, б.

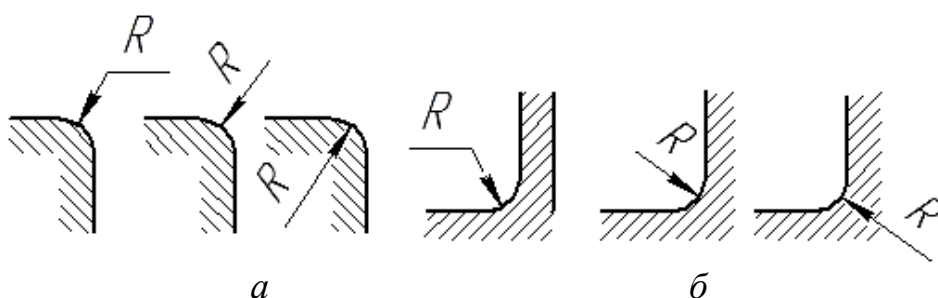


Рис. 1.24

Радиусы скруглений, размер которых в масштабе чертежа 1 мм и менее, на чертеже не изображают и размеры наносят, как показано на рисунке 1.25, а.

Размеры одинаковых радиусов допускается указывать на общей полке (рис. 1.25, б).

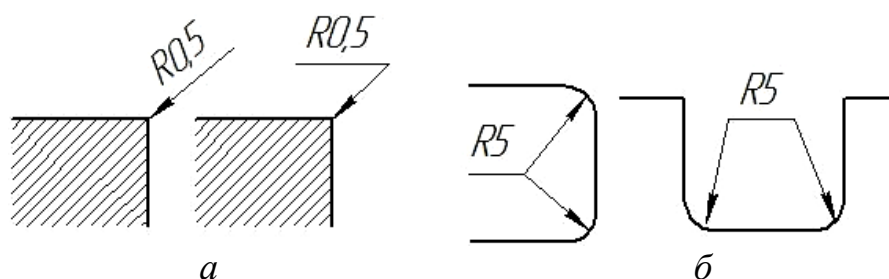


Рис. 1.25

Перед размерным числом диаметра или радиуса сферической поверхности (или ее части) наносят соответственно знак $\bigcirc$ или букву R без надписи «Сфера» (рис. 1.26, а). Чтобы на чертеже было легче отличить сферическую поверхность от других поверхностей (например от цилиндрической), перед размерным числом диаметра или радиуса сферической поверхности допускается наносить знак «О» (рис. 1.26, б) или слово «Сфера» (рис. 1.26, в). Диаметр знака сферы равен знаку размерных чисел на чертеже.

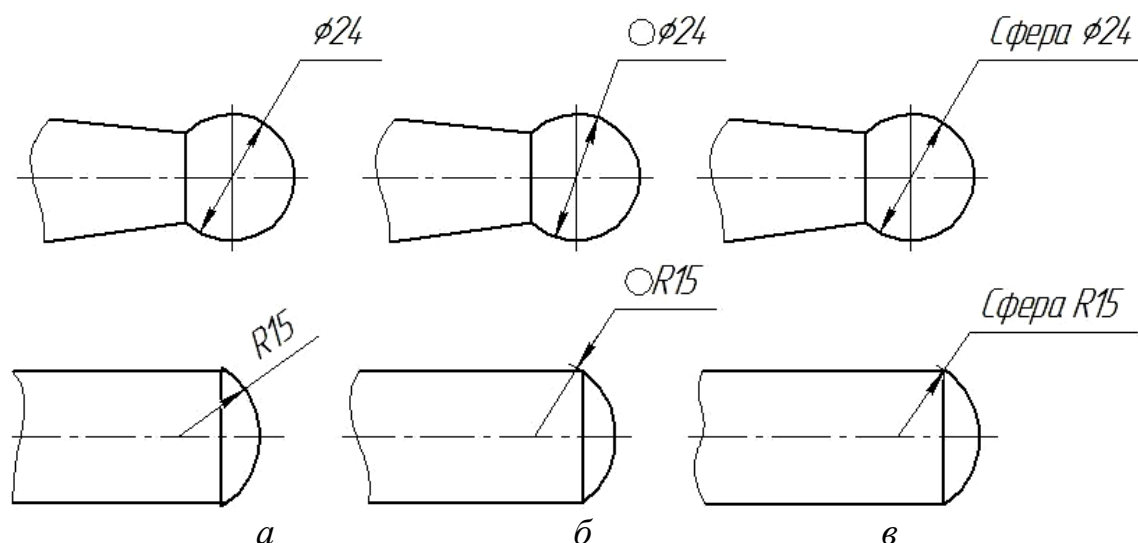


Рис. 1.26

Размеры элементов квадратной формы наносят, как показано на рисунке 1.27, причем знак квадрата должен выглядеть как квадрат (не параллелограмм, не прямоугольник). Высота знака « $\square$ » (квадрат) равна высоте размерных чисел на чертеже.

Перед размерными числами, характеризующими конусность, наносят специальный знак « $\triangleleft$ », острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса. Знак конуса и конусность в виде соотношения следует наносить над основной линией или на полке линии-выноски (рис. 1.28).

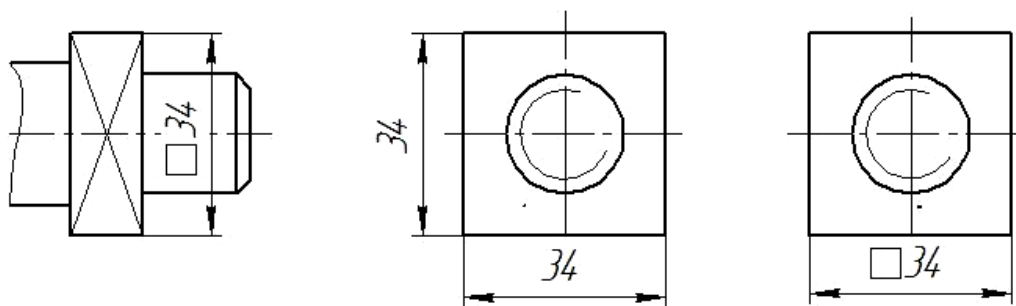


Рис. 1.27

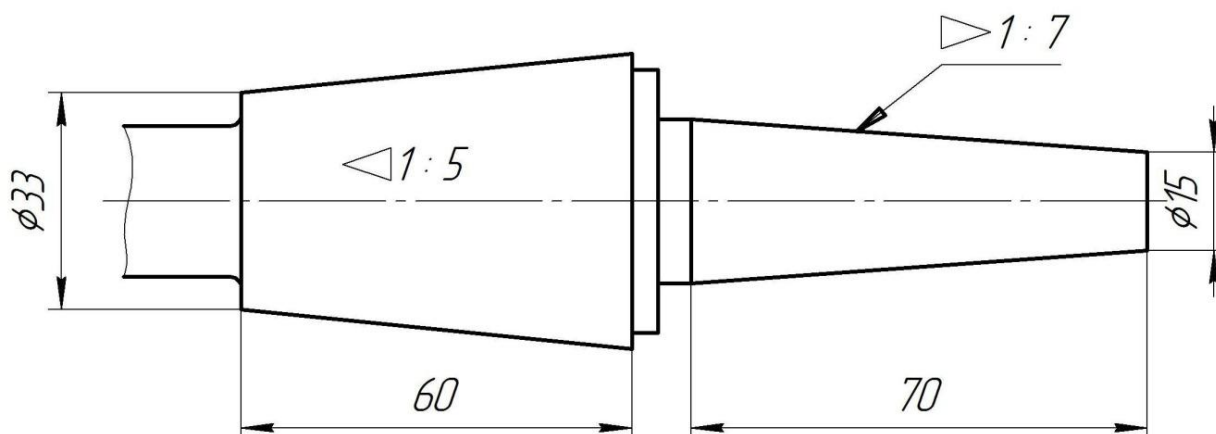


Рис. 1.28

Перед размерным знаком, определяющим уклон, наносят знак $\angle$, острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (рис. 1.29). Знак и значение величины уклона наносят над изображением соответствующей поверхности или на полке линии-выноски. Уклон поверхности следует указывать в виде соотношения, в процентах или промилле (‰).

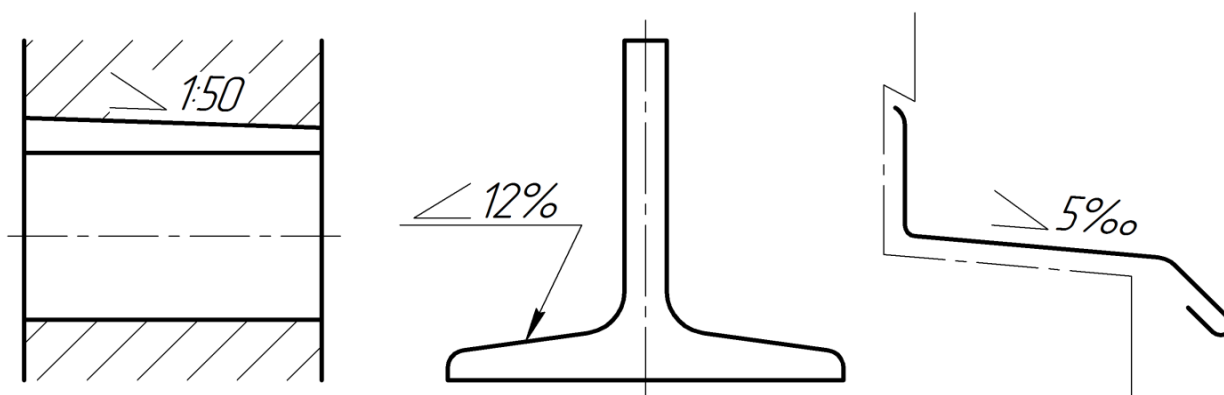


Рис. 1.29

Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рисунке 1.30.

Если деталь имеет несколько одинаковых фасок на цилиндрической или конической поверхности разного диаметра, то наносят размер фаски только один раз, с указанием их количества под размерной линией (см. рис. 1.30, б). В случаях, когда деталь имеет две симметрично расположенные одинаковые фаски на одинаковых диаметрах, размер фаски наносят один раз, без указания их количества.

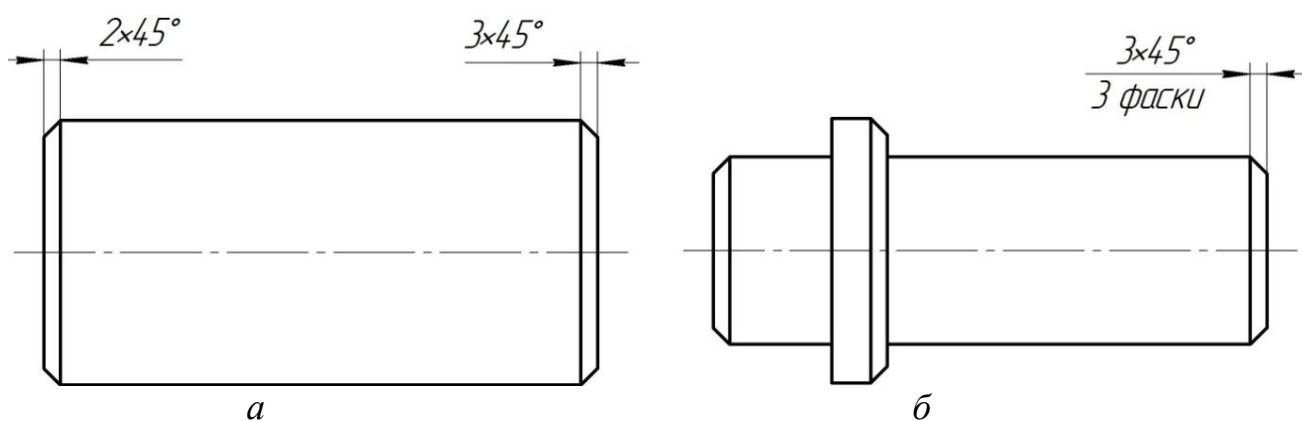


Рис. 1.30

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам – линейными и угловыми размерами или двумя линейными размерами (рис. 1.31, 1.32).

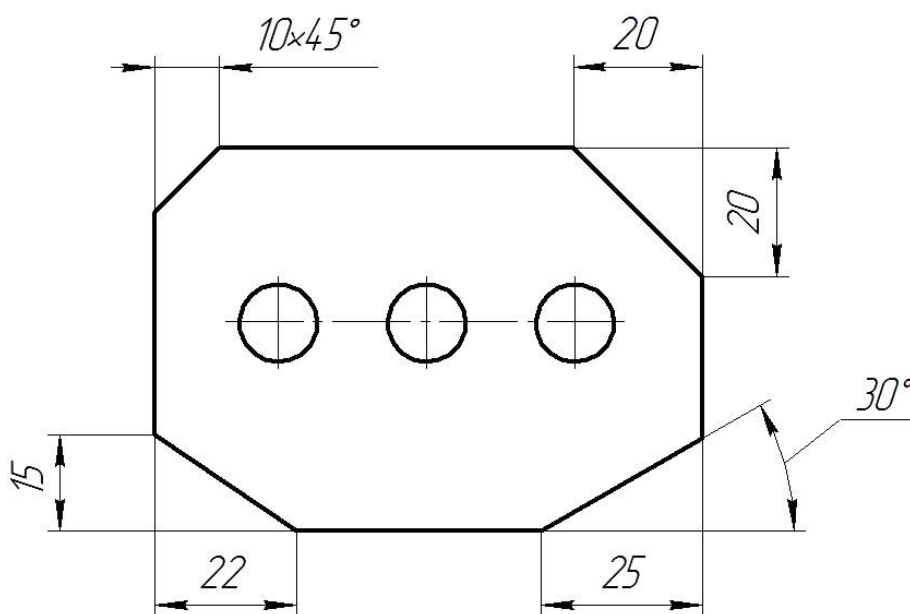


Рис. 1.31

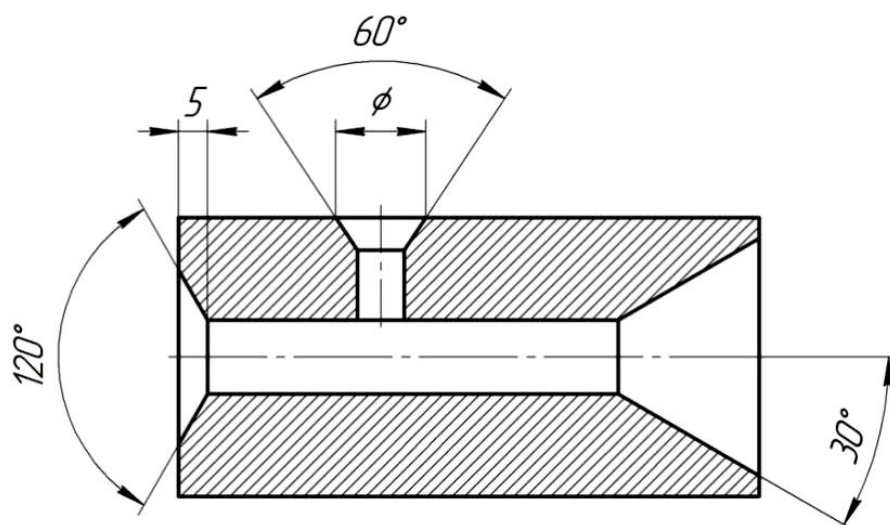


Рис. 1.32

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

- а) от общей базы (рис. 1.33);
- б) заданием размеров нескольких групп элементов от нескольких общих баз (рис. 1.34);
- в) заданием размеров между смежными элементами цепочкой (рис. 1.35).

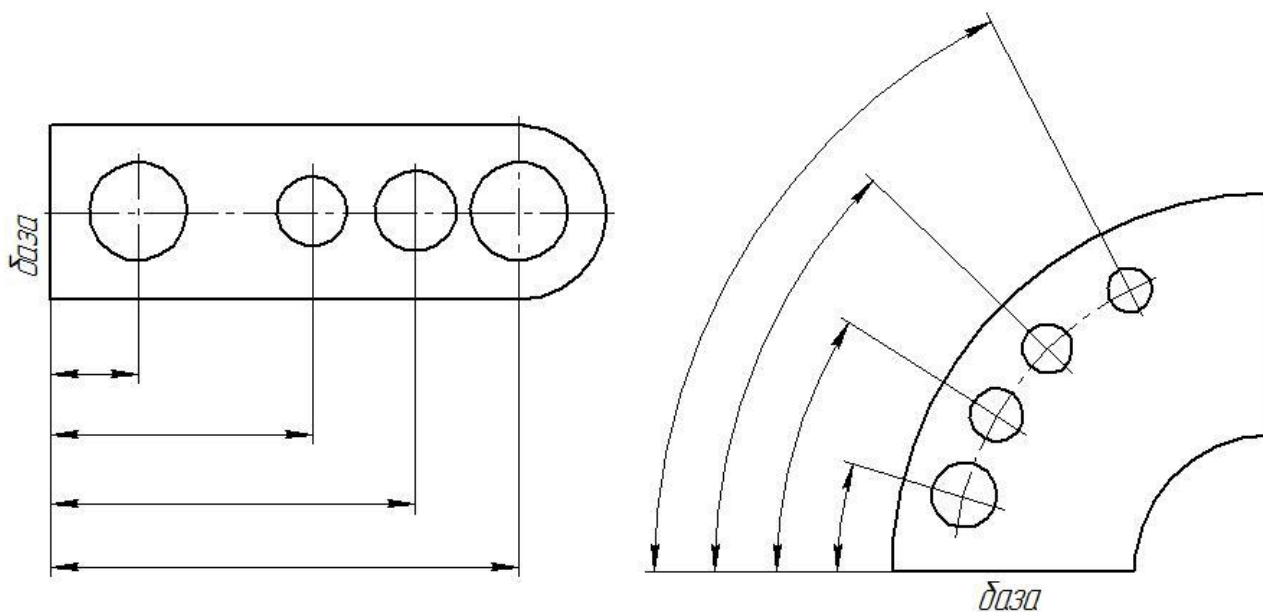


Рис. 1.33

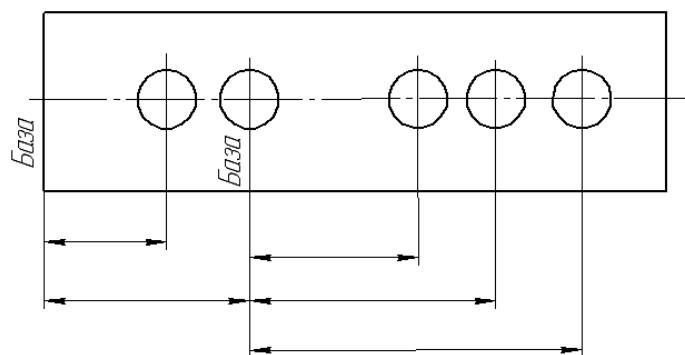


Рис. 1.34

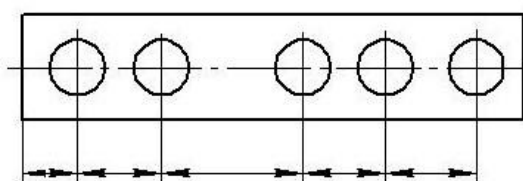


Рис. 1.35

Размеры, определяющие положение симметрично расположенных элементов у симметричных изделий, наносят, как показано на рисунке 1.36.

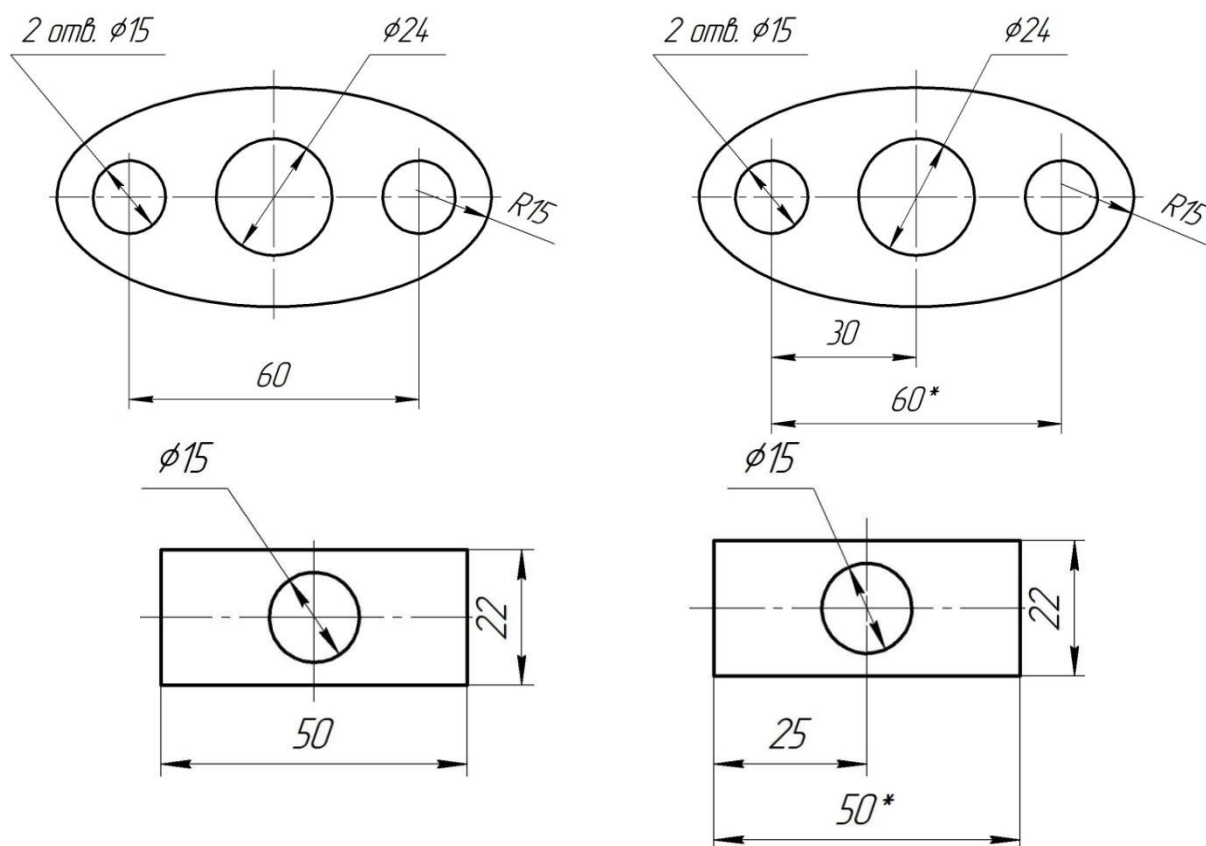


Рис. 1.36

Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из элементов указывается как справочный (рис. 1.36, 1.37). Справочные размеры на чертеже отмечаются знаком «*».

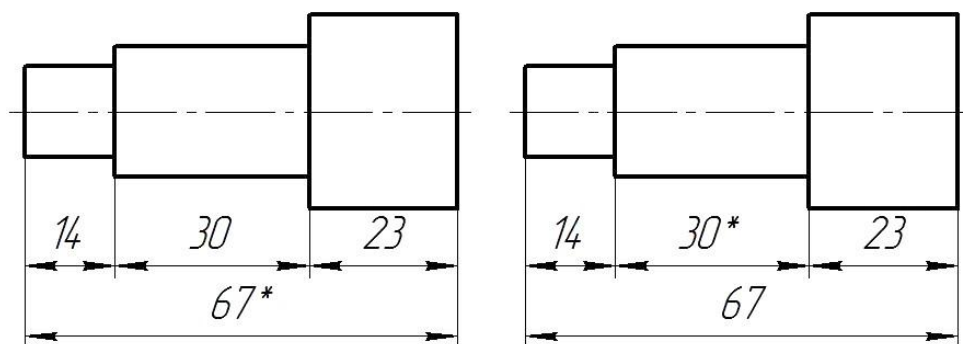


Рис. 1.37

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 1.38).

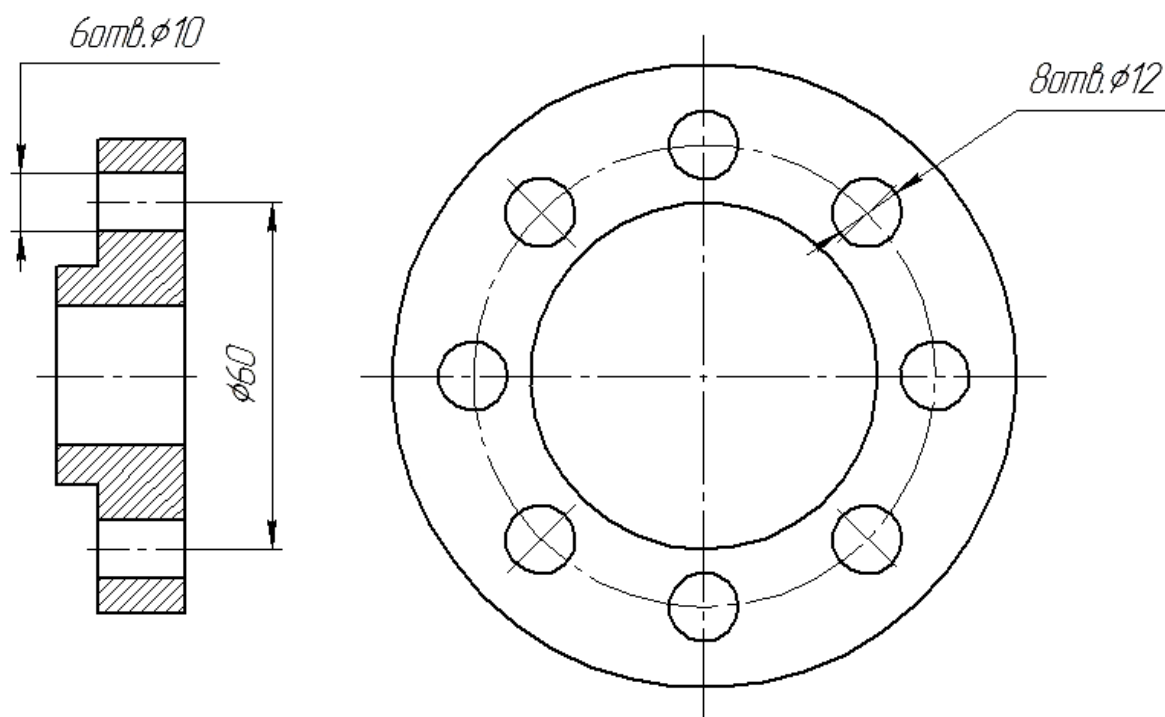


Рис. 1.38

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (на-

пример отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 1.39).

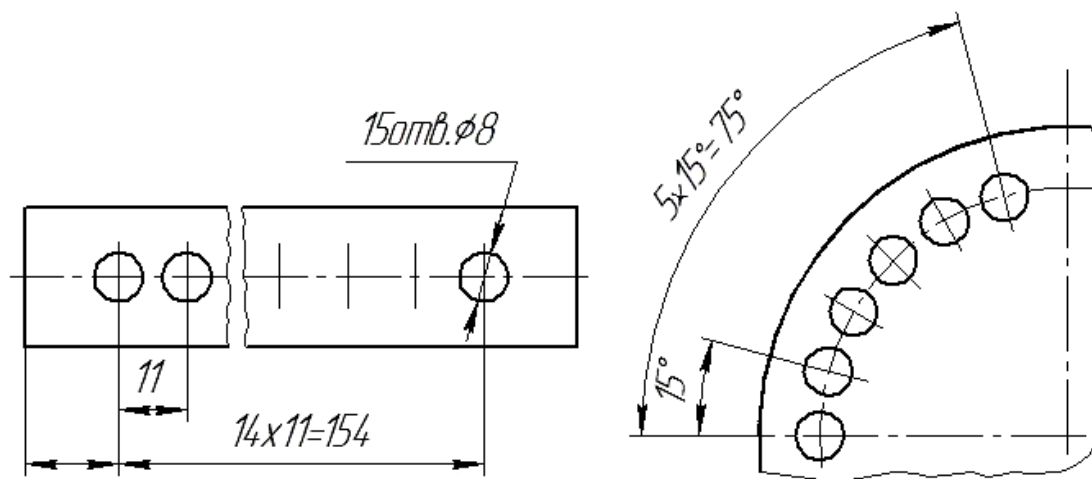


Рис. 1.39

При нанесении размеров одинаковых элементов, например отверстий, расположенных в разных частях изделия:

а) эти элементы рассматривают как один, если между ними нет промежутка (рис. 1.40, а) или они соединены тонкими сплошными линиями (рис. 1.40, б);

б) рассматривают как разные элементы, если между ними есть промежуток и они не соединены тонкими сплошными линиями (рис. 1.40, в). В этом случае указывают полное количество элементов.

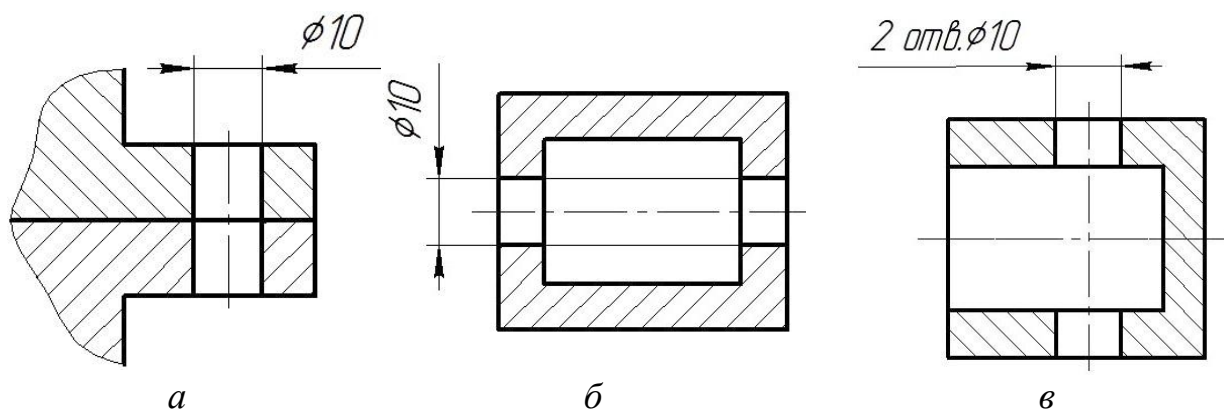


Рис. 1.40

При изображении детали в одной проекции (рис. 1.41) размер ее толщины наносят, как показано на рисунке 1.41, а, длины – на рисунке 1.41, б.

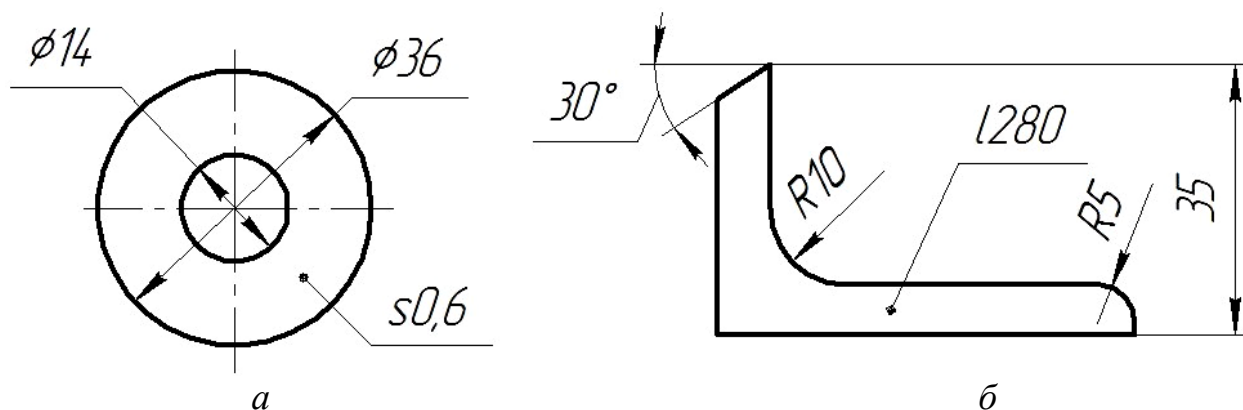


Рис. 1.41

Размеры детали или отверстия прямоугольного сечения могут быть указаны на полке линии-выноски размерами сторон через знак умножения, как показано на рисунке 1.42. При этом на первом месте должен быть указан размер той стороны прямоугольника, от которой проводится линия-выноска.

Допускается не наносить размеры радиуса дуги окружности сопрягающихся параллельных линий (рис. 1.43).

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

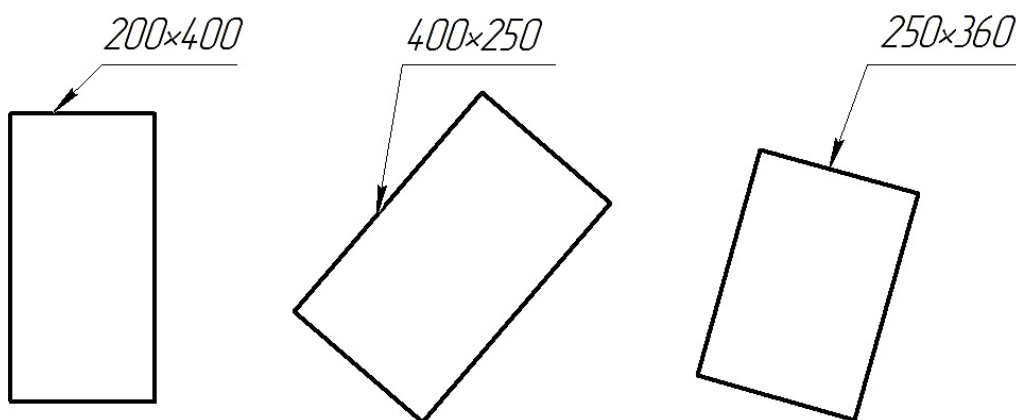


Рис. 1.42

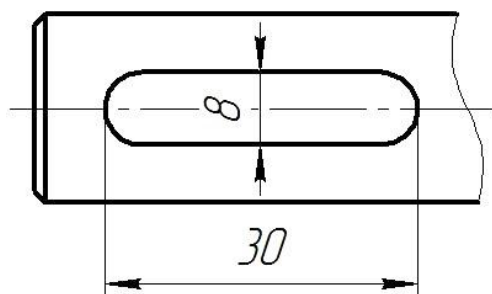


Рис. 1.43

1.2.8. Обозначение шероховатости поверхностей

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

Для обозначения шероховатости используется специальный условный знак (рис. 1.44), где h – высота размерных чисел на чертеже; $H = (1,5 \dots 5)h$. Толщина обводки знака приблизительно равна половине толщины сплошной толстой основной линии, применяемой на чертеже.

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

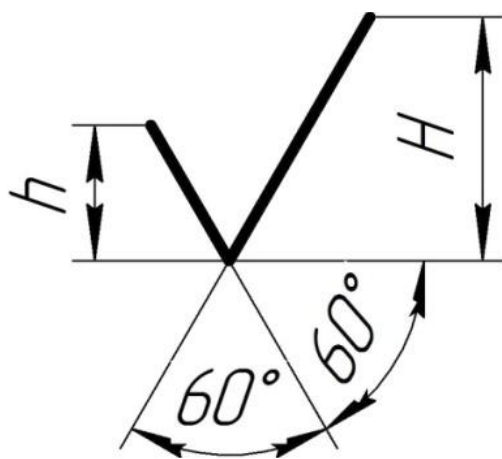


Рис. 1.44

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рисунке 1.45, где базовая длина, параметр (параметры) шероховатости и условное обозначение направления неровностей определяется по ГОСТ 2789-73.

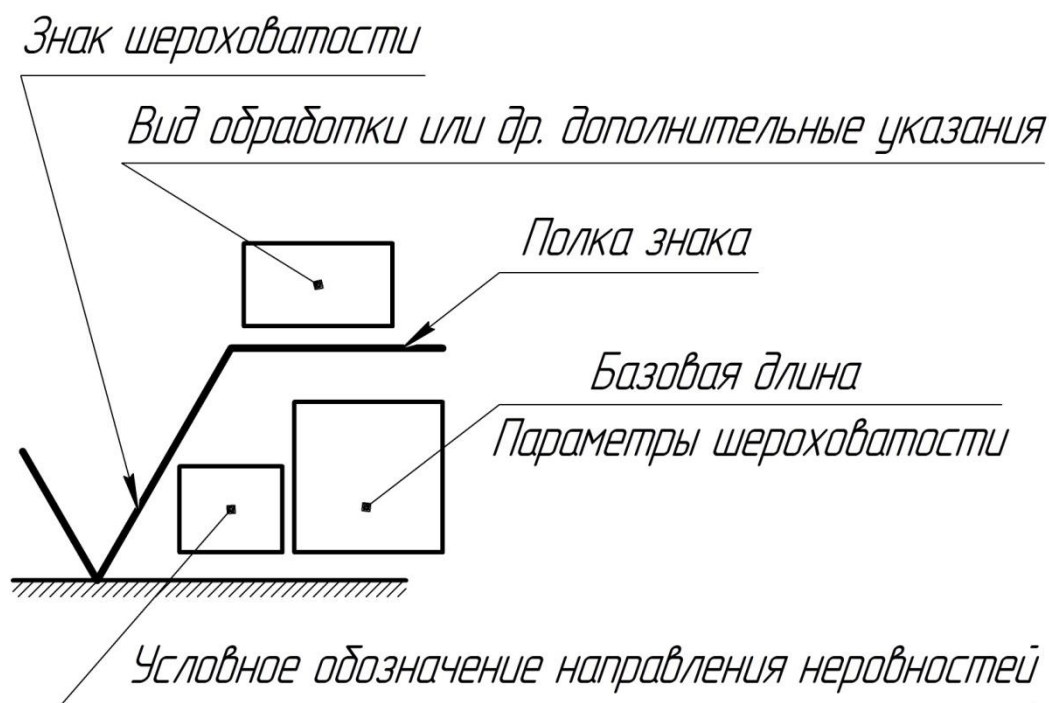


Рис. 1.45

При обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на рисунке 1.46:

- если способ обработки поверхности конструктором не устанавливается, применяют знак, как показано на рисунке 1.46, а;
- в обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала (например точением, фрезерованием, сверлением, шлифованием, полированием, травлением и т. п.), применяют знак, как показано на рисунке 1.46, б;
- в обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала (например литьем, ковкой, объемной штамповкой, волочением, прокатом и т. п.), применяют знак, как показано на рисунке 1.46, в, с указанием значения параметра шероховатости.

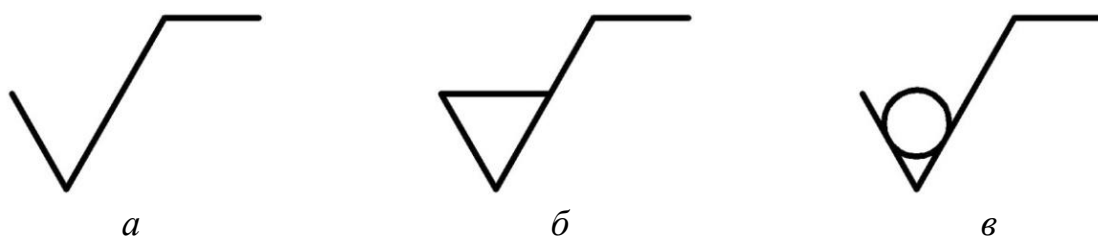


Рис. 1.46

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

При недостатке места допускается располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, на рамке допуска формы, а также разрывать выносную линию (рис. 1.47).

На линию невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в случаях, когда от этой линии нанесен размер. При расположении поверхности в заштрихованной зоне обозначения знака наносят только на полке линии-выноски. Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа, как показано на рисунках 1.48, 1.49.

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак не имеет полки, располагают относительно основной надписи чертежа, как показано на рисунке 1.50.

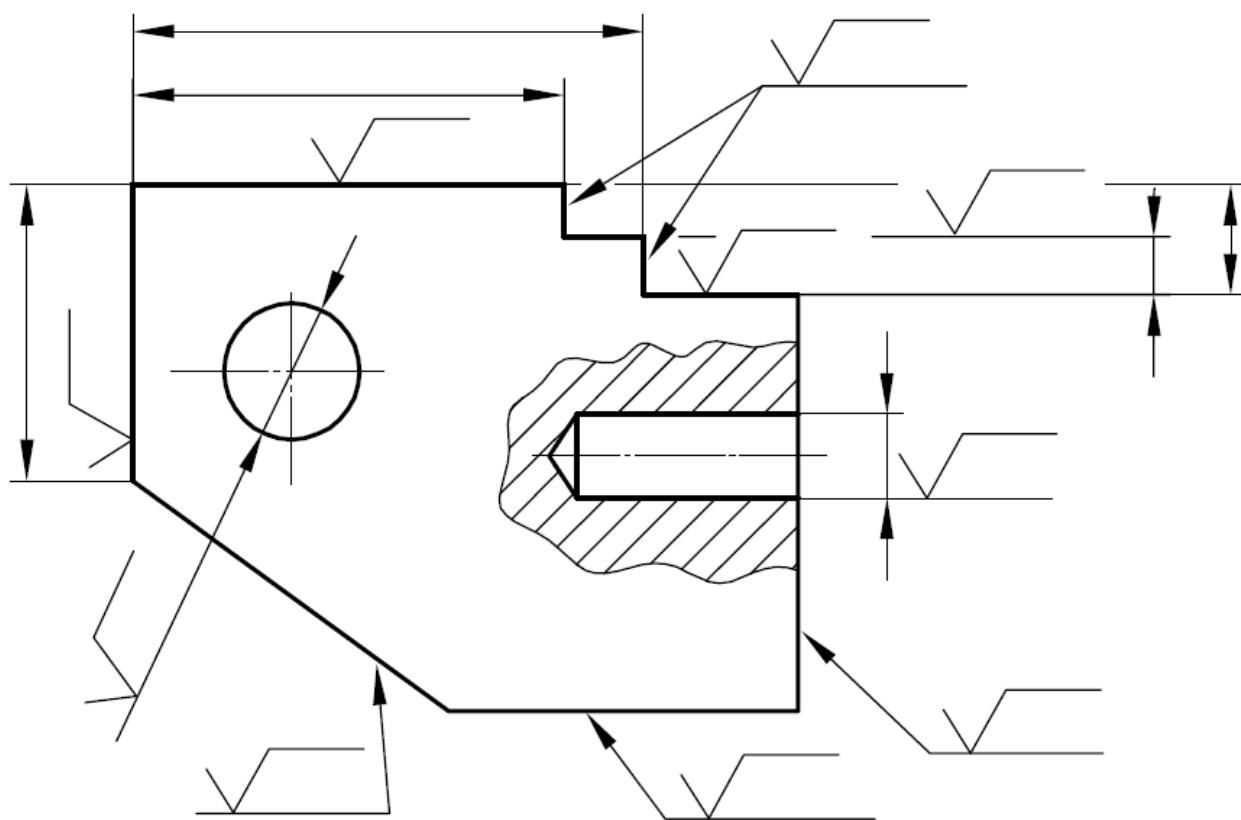
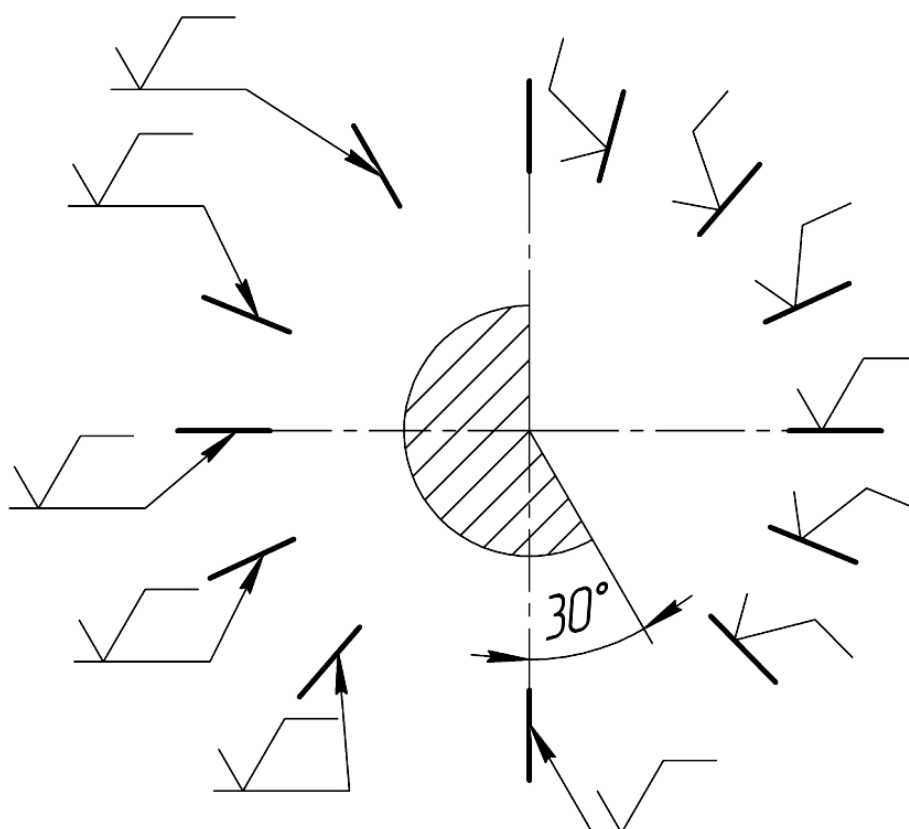
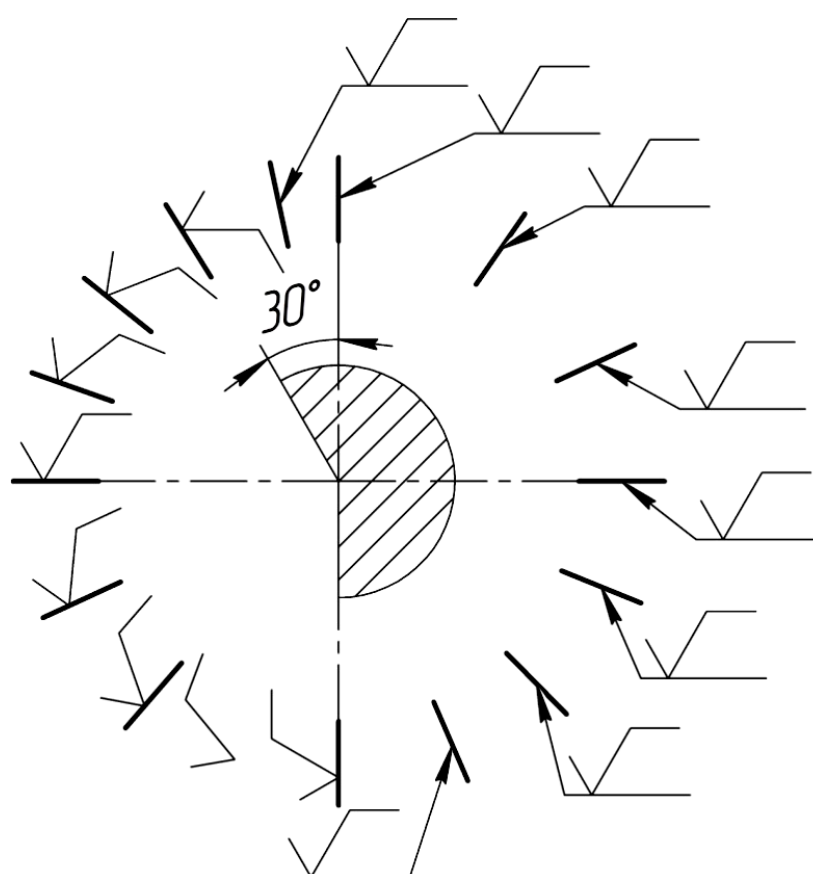


Рис. 1.47



Puc. 1.48



Puc. 1.49

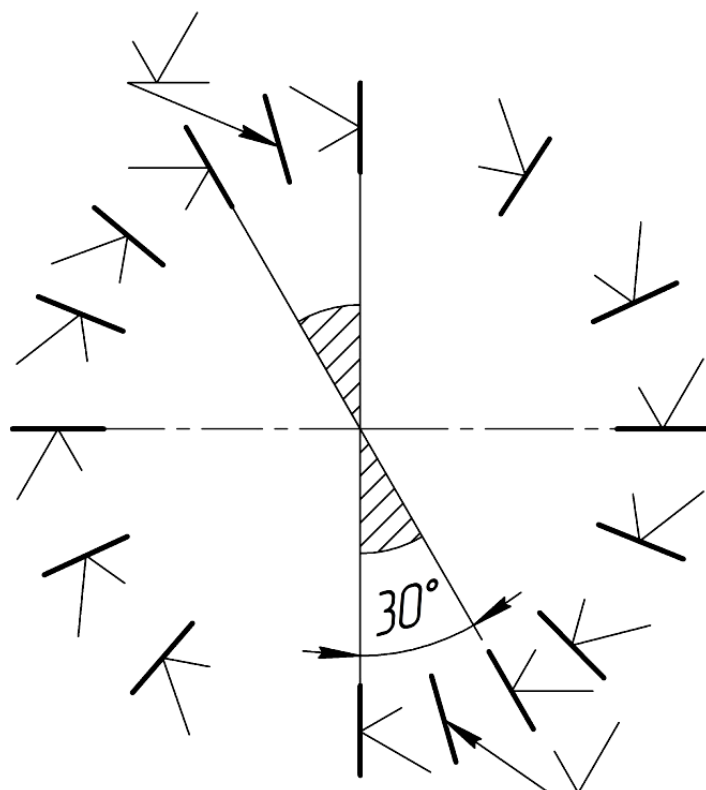


Рис. 1.50

При изображении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части изображения, по возможности ближе к месту указания размеров, как показано на рисунке 1.51.

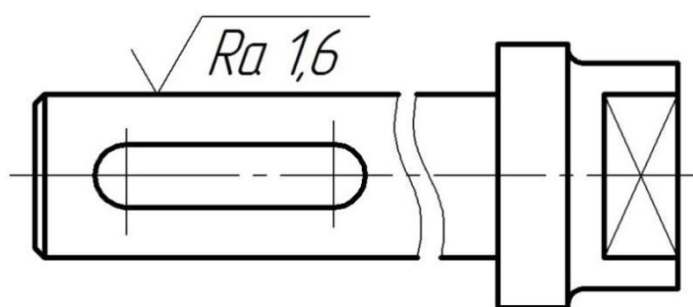


Рис. 1.51

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правый верхний угол чертежа и на изображение не наносят (рис. 1.52, а).

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

Если часть поверхности детали имеет одинаковую шероховатость $\sqrt{Rz50}$, а шероховатость других указана на изображении, то она обозначается в правом верхнем углу, как показано на рисунке 1.52, б, вместе с условным обозначением ($\sqrt{}$), т. е. все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением ($\sqrt{}$).

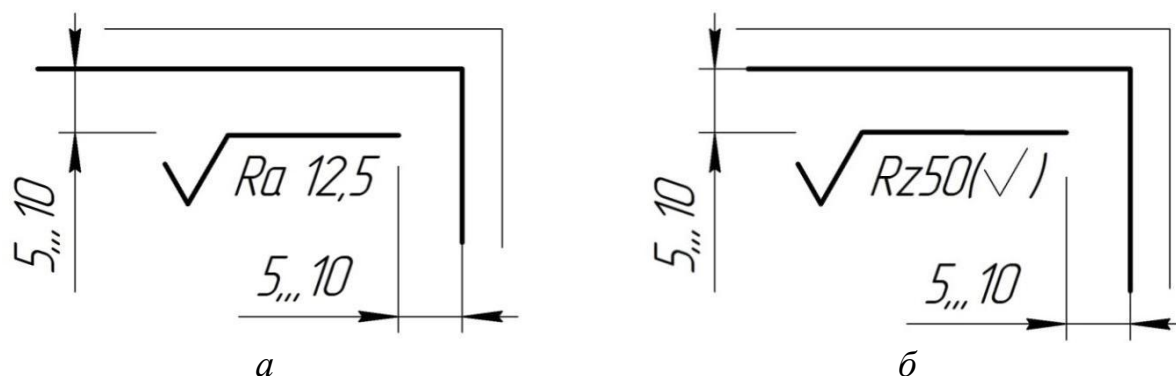


Рис. 1.52

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

Знак шероховатости (рис. 1.53) используется, если по замкнутому контуру детали одинаковая шероховатость поверхности. Диаметр вспомогательного знака «○» – 4...5 мм.

Пример обозначения шероховатости поверхности по замкнутому контуру приведен на рисунке 1.54.

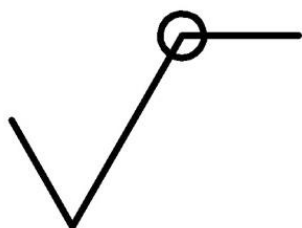


Рис. 1.53

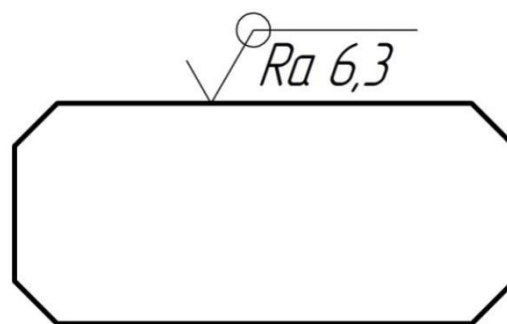


Рис. 1.54

В обозначении шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак $\sqrt{}$ (по замкнутому контуру) не используется; шероховатость указывается, как показано на рисунке 1.55.

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

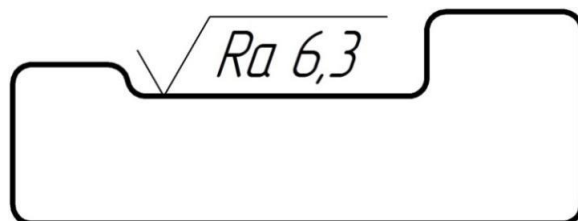


Рис. 1.55

Обозначения шероховатости симметрично расположенных элементов симметричных изделий наносят один раз.

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

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес (рис. 1.56), эвольвентных шлицев (рис. 1.57) и т. п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности.

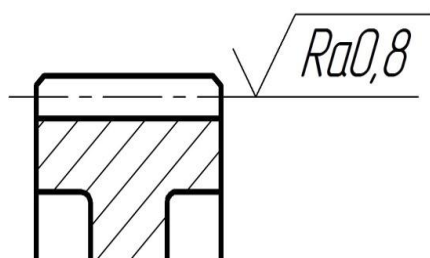


Рис. 1.56

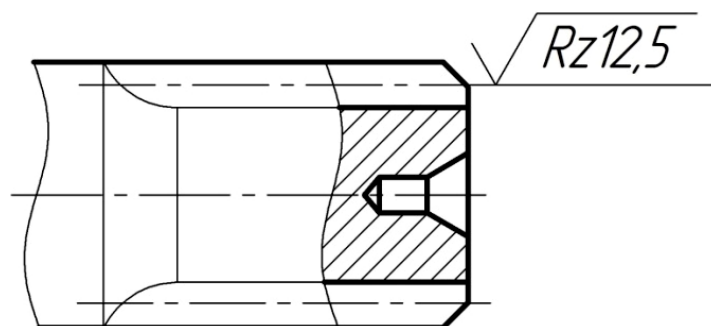


Рис. 1.57

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля (рис. 1.58, *а*) или условно на выносной линии для указания размера резьбы (рис. 1.59, *а*; 1.60, *а*), на размерной линии или на ее продолжении, как показано на рисунках 1.58, *б*; 1.59, *б*; 1.60, *б*.

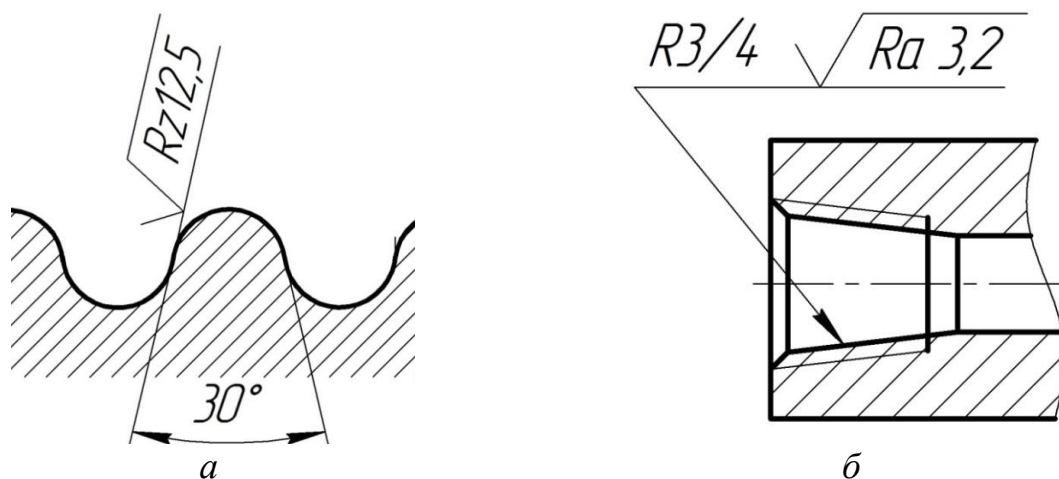


Рис. 1.58

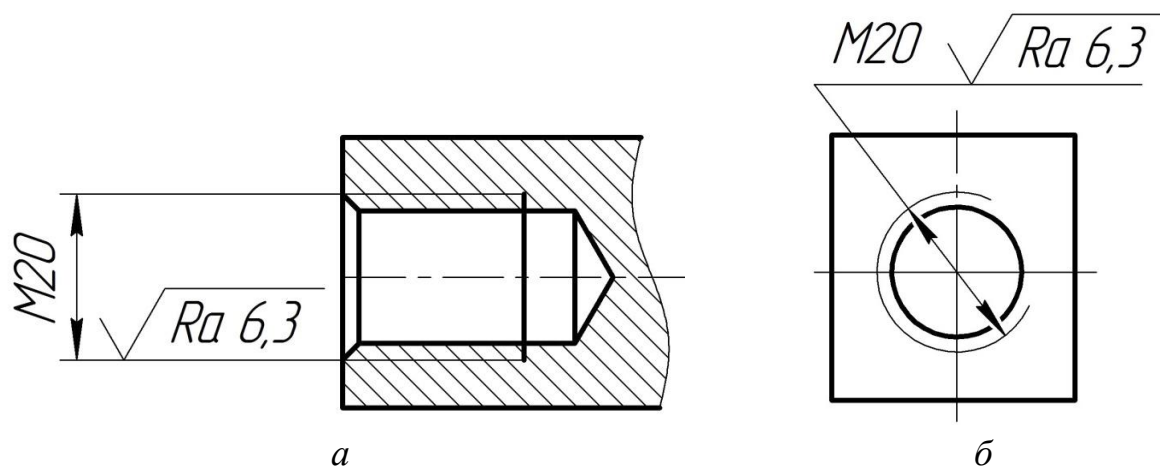


Рис. 1.59

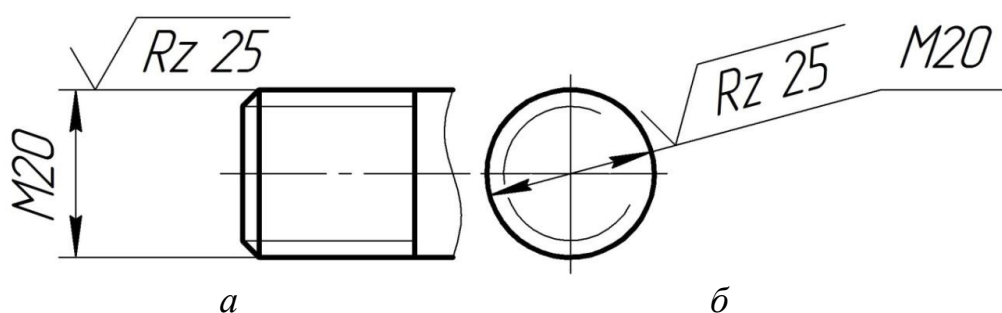


Рис. 1.60

2. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

2.1. Геометрические построения, часто применяемые при выполнении чертежей

Проведение перпендикуляра из данной точки к прямой. Из заданной точки C (рис. 2.1, а) проводим дугу окружности произвольного радиуса R так, чтобы она пересекала прямую a , получаем точки A и B . Из этих точек описываем две дуги окружности радиусом R_1 , несколько большим половины отрезка AB , до пересечения в точке F . Точки F и C соединяем прямой, которая и будет искомым перпендикуляром к AB .

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

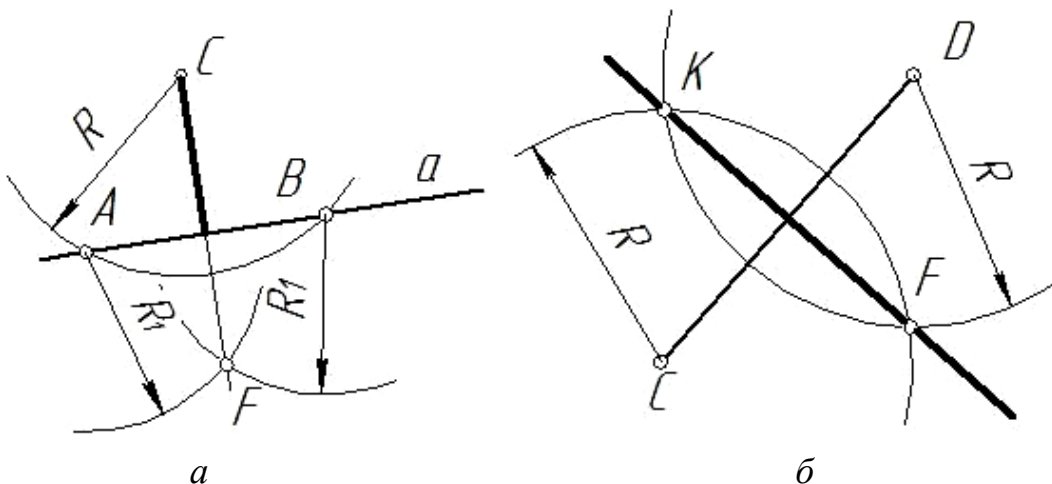


Рис. 2.1

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

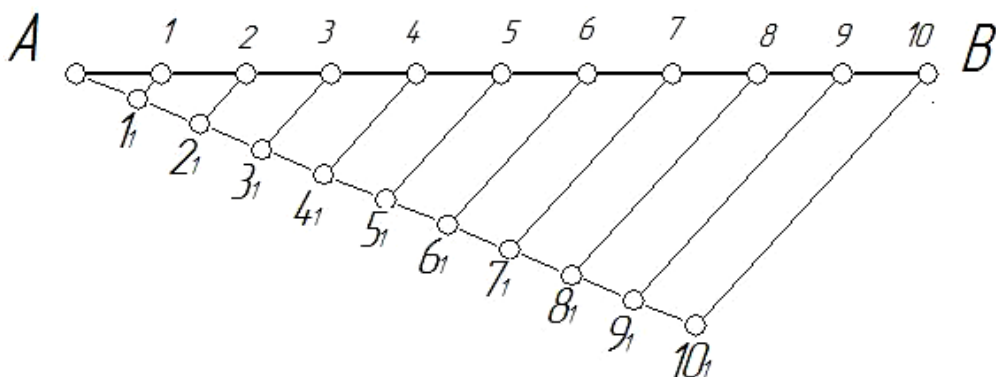


Рис. 2.2

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

Чтобы разделить угол на четыре равные части, аналогично строим биссектрисы углов $AB3$ и $3AC$.

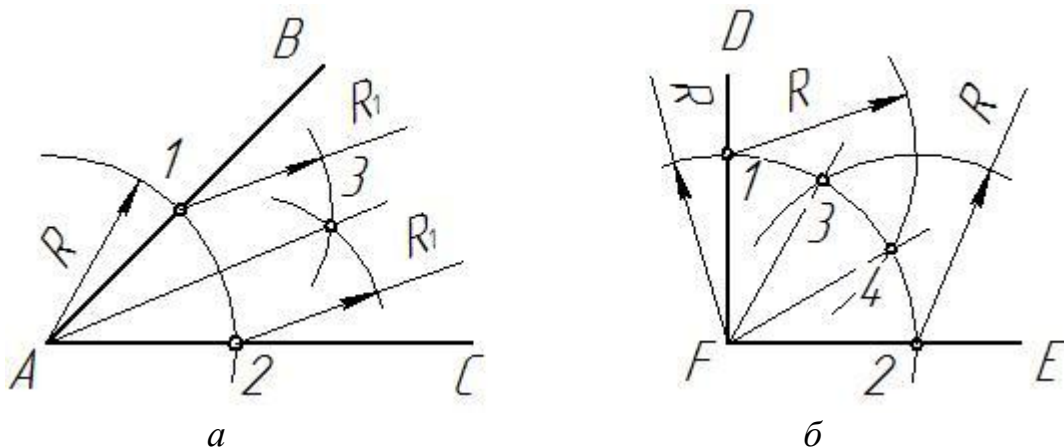


Рис. 2.3

Деление прямого угла на три равные части. Из вершины F прямого угла DFE (рис. 2.3, б) произвольным радиусом R проводим дугу окружности до пересечения ее со сторонами прямого угла в точках 1 и 2, из которых проводим дуги окружности того же радиуса R до пересечения с дугой 12 в точках 3 и 4. Точки 1 и 2 соединяем с вершиной угла F прямыми линиями и получаем стороны $F3$ и $F4$ углов $DF1$, $3F4$ и $4FE$, равных $\frac{1}{3}$ прямого угла, т. е. 30° .

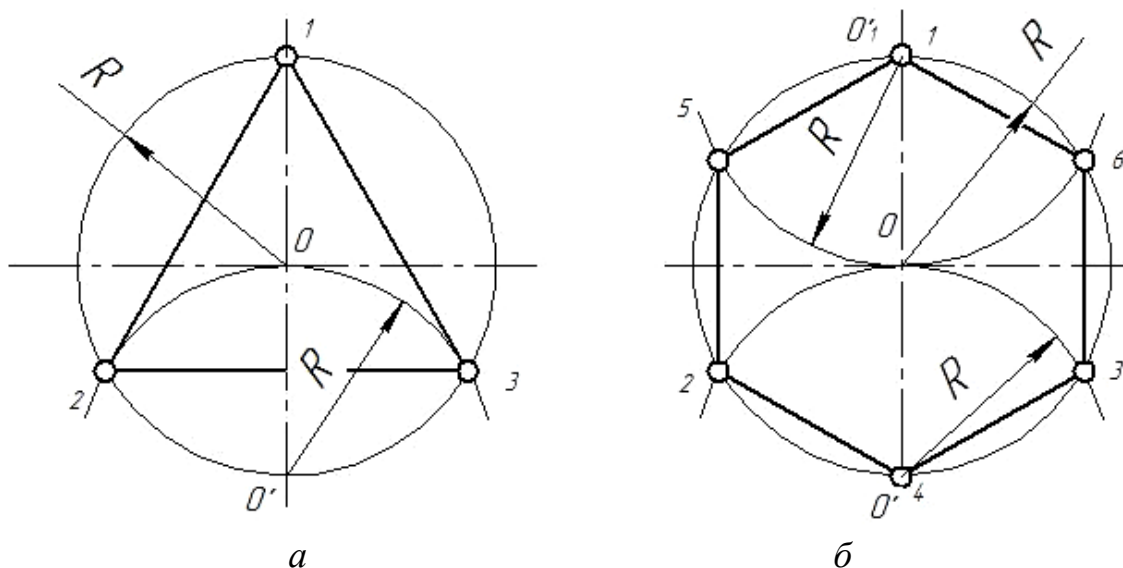


Рис. 2.4

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

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

Построение уклона. Уклоном n называется отношение катета BC , противолежащего углу α , к прилежащему катету AC (рис. 2.5), или $\operatorname{tg} \alpha$.

Уклоны выражаются в виде отношения

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

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

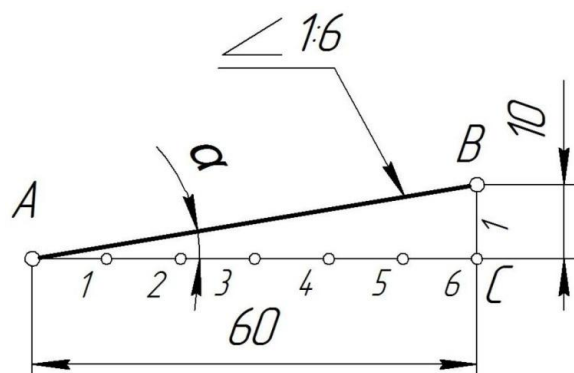


Рис. 2.5

Построение конусности. Конусностью k называется отношение диаметра окружности основания конуса к его высоте. Если конус усеченный (рис. 2.6) с диаметрами оснований D и d , высотой h , то конусность определяется в виде отношения по формуле

$$k = \frac{D-d}{h} = 2 \operatorname{tg} \alpha.$$

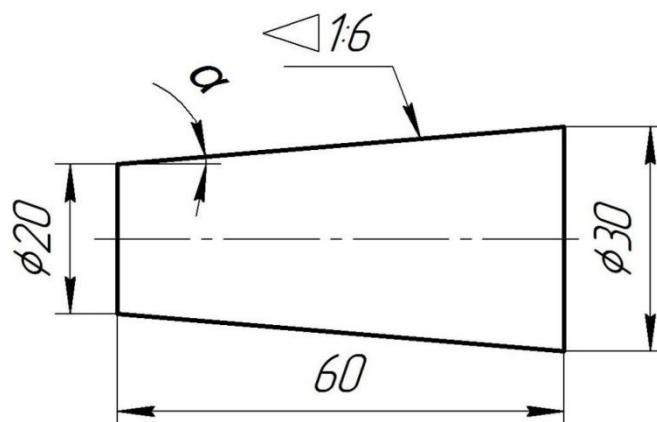


Рис. 2.6

2.2. Сопряжения линий

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

Построение сопряжений основано на двух положениях геометрии:

1) для *сопряжения прямой линии и дуги окружности* необходимо, чтобы центр окружности, которой принадлежат дуги, лежал на восстановленном из точки сопряжения перпендикуляре к заданной прямой (рис. 2.7, а);

2) для *сопряжения двух дуг* необходимо, чтобы центры окружностей, которым принадлежат дуги, лежали на прямой, проходящей через точку сопряжения и являющейся перпендикуляром к общей касательной этих дуг (рис. 2.7, б).

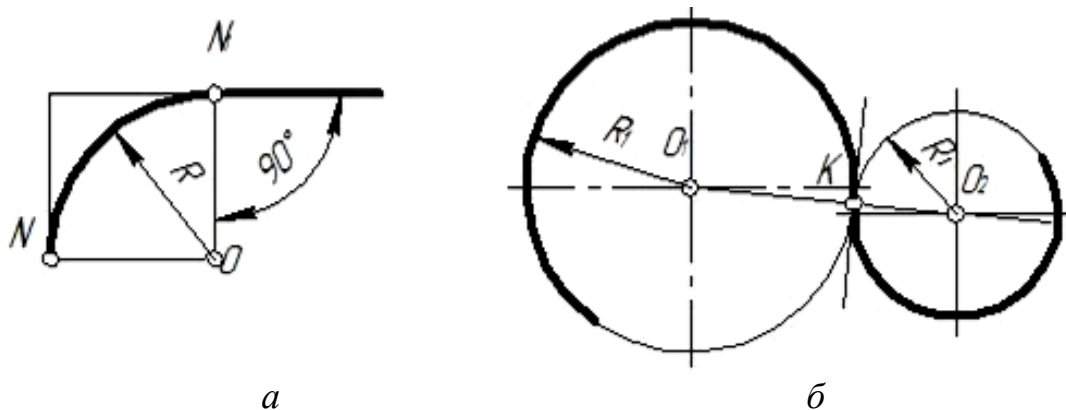


Рис. 2.7

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

Сопряжение двух прямых, расположенных под прямым (рис. 2.8, а), острым (рис. 2.8, б) и тупым (рис. 2.8, в) углами *дугой окружности радиуса R* , выполняем следующим образом. Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги R , проводим две вспомогательные прямые линии и находим точку O пересечения этих прямых. Точка O является центром дуги радиуса R , сопрягающей стороны угла. Из центра O опускаем перпендикуляры к заданным прямым, N и N_1 – основания перпендикуляров. Из центра O между точками сопряжений N и N_1 строим дугу, плавно переходящую в прямые – стороны угла.

Сопряжение дуги окружности радиуса R с прямой линией дугой радиуса r (или r_1). Строим дугу окружности радиуса R (рис. 2.9, а) и прямую AB . Параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу r сопрягающей дуги, проводим прямую a . Из центра O проводим дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов R и r , до пересечения ее с прямой a в точке O_1 . Точка O_1 является центром дуги сопряжения.

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

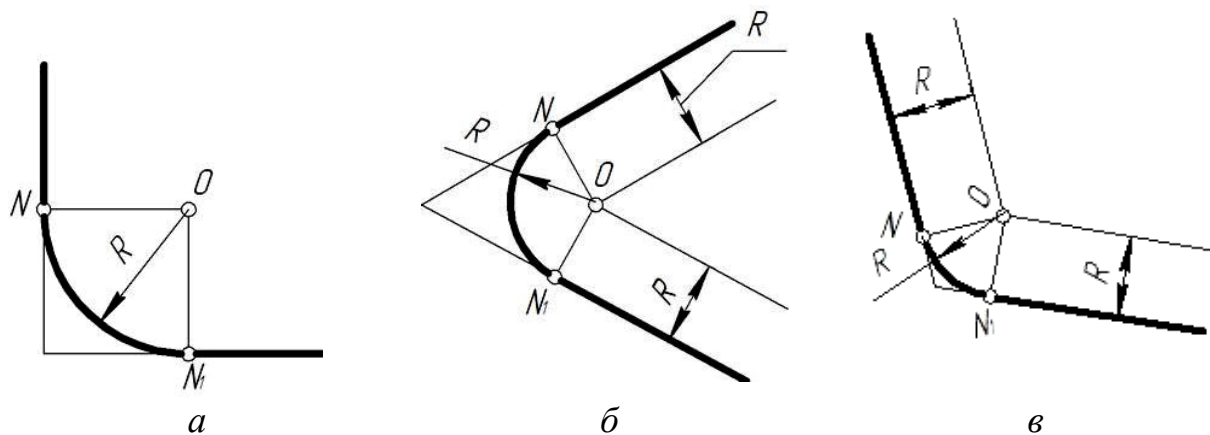


Рис. 2.8

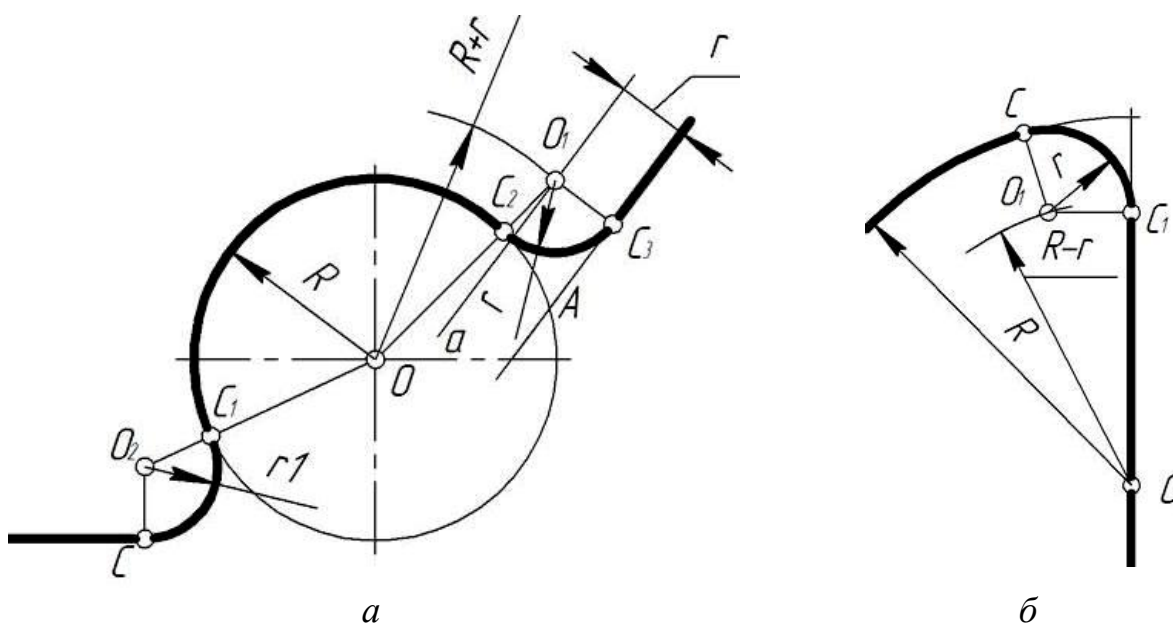


Рис. 2.9

Сопряжение прямой, проходящей через точку O , с дугой окружности радиуса R (рис. 2.9, б). Дуга сопряжения имеет радиус r . Центр дуги сопряжения O_1 находим на пересечении вспомогательной прямой, проведенной параллельно данной прямой на расстоянии радиуса r , с дугой вспомогательной окружности, описанной из точки O радиусом, равным $R+r$. Точка сопряжения C_1 является основанием перпендикуляра, опущенного из точки O_1 на данную прямую. Точку сопряжения C находим на пересечении прямой OO_1 с данной сопрягаемой дугой.

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

При внутреннем сопряжении центры O и O_1 сопрягаемых дуг радиусов R_1 и R_2 лежат внутри сопрягающей дуги радиуса R (рис. 2.10).

При внешнем сопряжении центры O и O_1 сопрягаемых дуг радиусов R_1 и R_2 лежат вне сопрягающей дуги радиуса R (рис. 2.11).

При смешанном сопряжении центр O_1 одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги радиуса R , а центр O другой сопрягаемой дуги – вне ее (рис. 2.12).

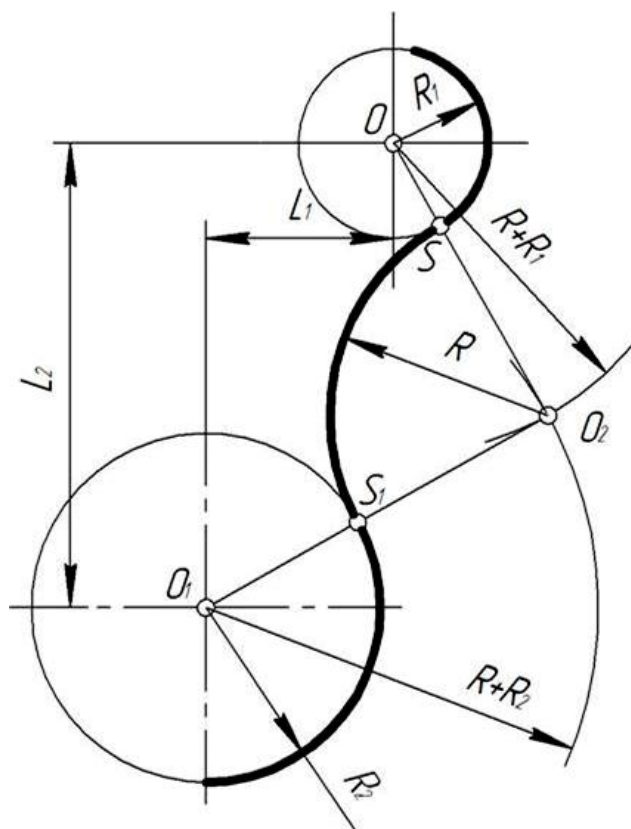


Рис. 2.10

Внутреннее сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса. По заданным расстояниям между центрами l_1 и l_2 (см. рис. 2.10) находим точки O и O_1 , из которых проводим сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O проводим вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_1 и сопрягающей R ($R_1 + R$), а из центра O_1 – вспомогательную дугу радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_2 и сопрягающей R ($R_2 + R$). Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая и будет искомым центром сопрягающей дуги.

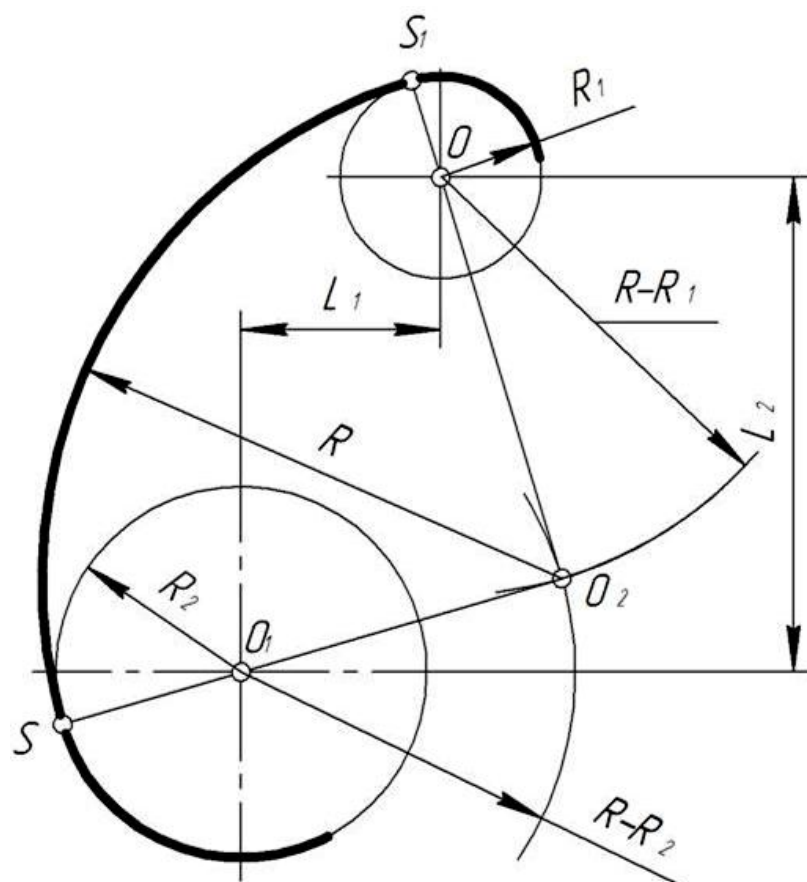


Рис. 2.11

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 проводим сопрягающую дугу, ограничивая ее точками сопряжения S и S_1 .

Внешнее сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса. По заданным расстояниям между центрами l_1 и l_2 (см. рис. 2.11) находим центры O и O_1 , из которых проводим сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O_1 проводим вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой R_1 ($R - R_1$), а из центра O проводим вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой R_2 ($R - R_2$). Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая и будет искомым центром сопрягающей дуги.

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

Смешанное сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса. По заданным расстояниям между центрами l_1 и l_2 (см. рис. 2.12) находим центры O и O_1 , из которых проводим сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O проводим вспомогательную дугу радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_1 и сопрягающей R ($R_1 + R$), а из центра O_1 – вспомогательную дугу радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой дуги R_2 ($R - R_2$). Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая будет искомым центром сопрягающей дуги.

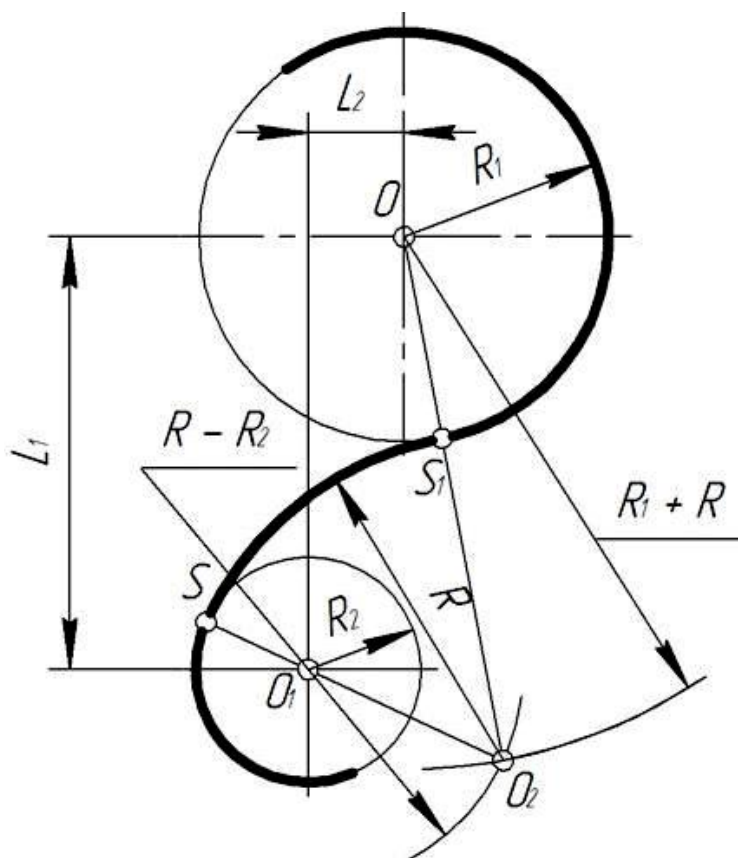


Рис. 2.12

Соединив точки O и O_2 прямой, получим точку сопряжения S_1 , соединив точки O_1 и O_2 , находим точку сопряжения S . Из центра O_2 проводим дугу сопряжения от S до S_1 .

Построение касательной к двум окружностям. Из центра O_1 проводим вспомогательную окружность радиусом R' , равным разности радиусов $R_1 - R_2$ (рис. 2.13), – находим точку M' . Точку O_1 соединяем с точкой M' , на продолжении прямой линии O_1M' строим точку M . Проводим параллельную линии O_1M прямую из точки O_2 до пересечения с окружностью – находим точку N . Точки M и N – точки сопряжения.

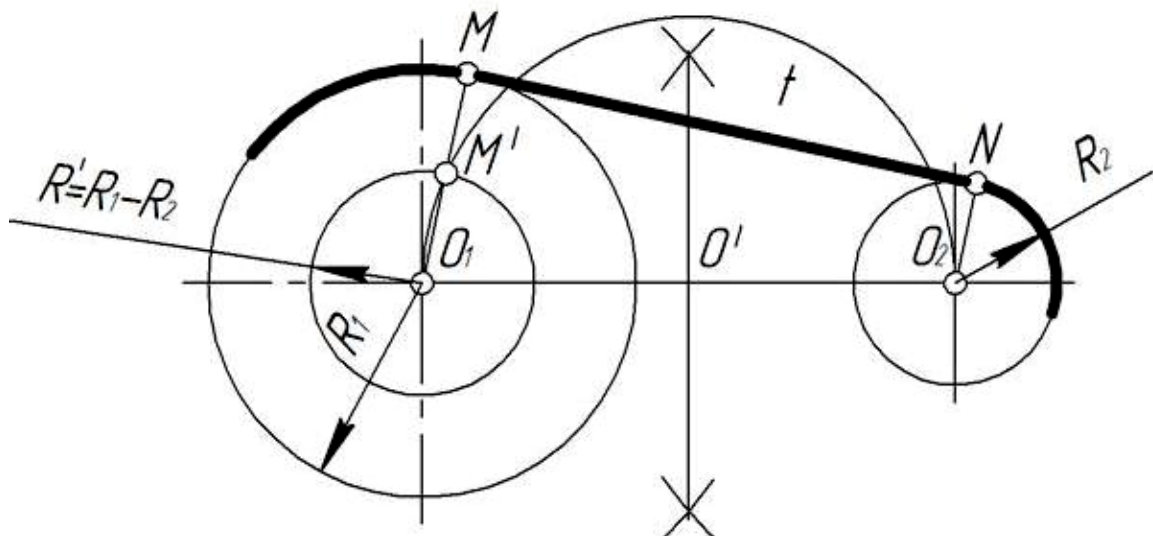


Рис. 2.13

Из центра O_1 проводим вспомогательную окружность радиусом R' , равным сумме радиусов $R_1 + R_2$ (рис. 2.14), – находим точку M' . Точку O_1 соединяем с точкой M' , на окружности радиуса R_1 находим точку M .

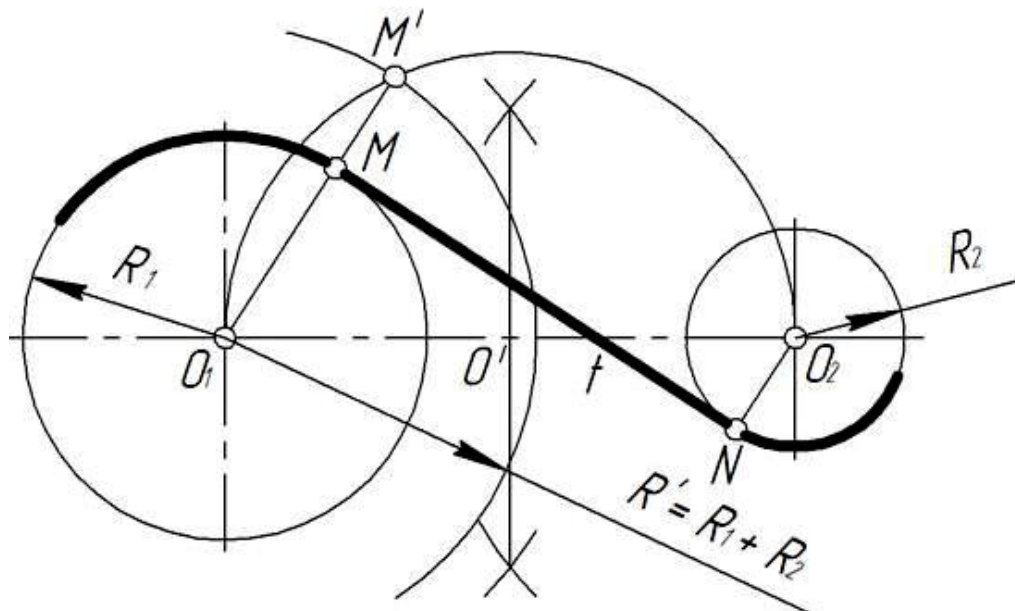


Рис. 2.14

Проводим параллельную линии O_1M прямую из точки O_2 до пересечения с окружностью радиусом R_2 и находим точку N . Точки M и N – точки сопряжения.

2.3. Коробовые кривые

Коробовыми называются кривые, состоящие из взаимно сопрягающихся дуг окружностей различных диаметров. К таким кривым относятся *овал* и *овоид* (рис. 2.15, 2.16).

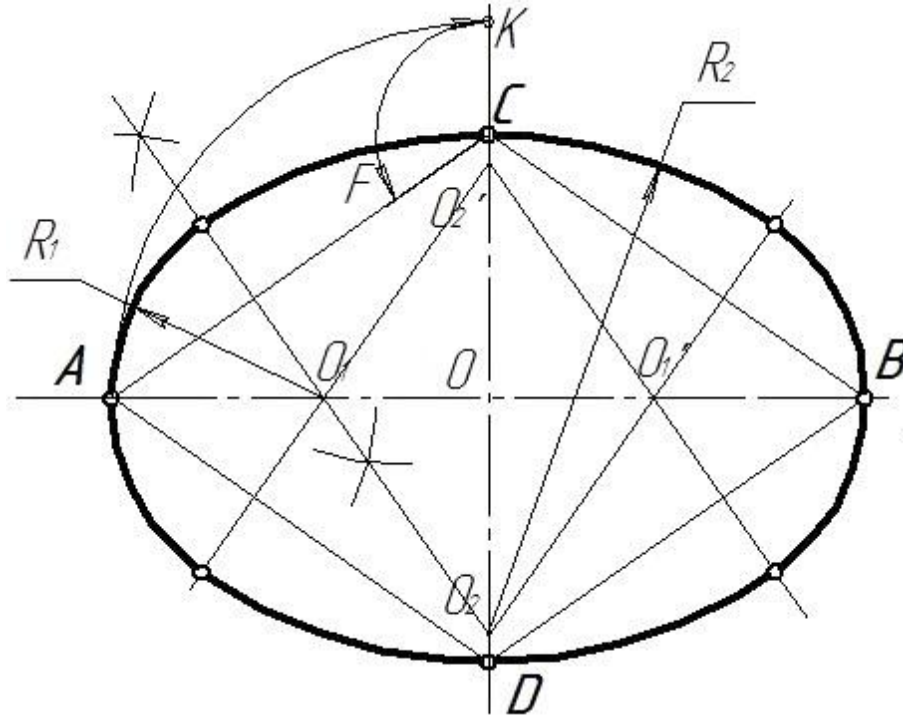


Рис. 2.15

Овал (см. рис. 2.15) представляет собой сопряжение двух дуг окружности радиуса R_1 с двумя дугами окружности радиуса R_2 .

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

По двум перпендикулярным осям откладывают заданные длины осей овала: большой AB (по горизонтали) и малой CD (по вертикали). Точки A и C – концы большой и малой осей соединяют прямой AC . Из точки O радиусом, равным длине большой полуоси, на продолжении малой оси получаем точку K ($OA = OK$), а из точки C радиусом, равным CK , получаем на прямой AC точку F ($CK = CF$). К отрезку AF проводим серединный перпендикуляр (построение приведено на рис. 2.1), который пересекает большую полуось AO в точке O_1 и малую полуось в точке O_2 . Точка O_1 является центром сопрягаемой дуги радиуса $R_1 = AO_1$, а точка O_2 – центром сопрягающей дуги радиуса $R_2 = O_2C$. Правая половина овала вычерчивается аналогично.

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

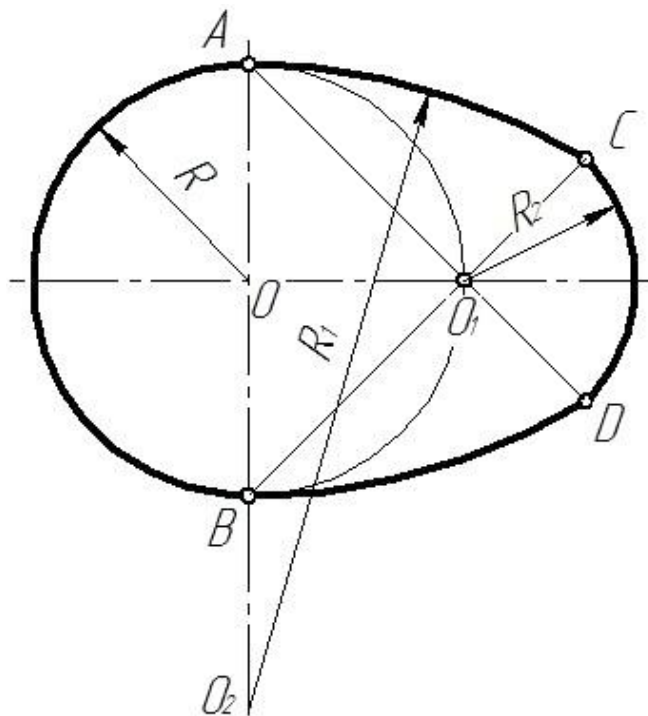


Рис. 2.16

Построение овоида (см. рис. 2.16) по заданным величинам – радиусу R , большей сопрягаемой дуги R_1 – заключается в следующем. Проводим осевые линии, строим окружность данного радиуса R . Определяем точку O_1 , являющуюся точкой пересечения окружности радиуса R с осью симметрии овоида. Точки A и B соединяем с точкой O_1 . Определяем центры O_2 заданного радиуса R_1 и описываем дугу окружности до пересечения в точке D на продолжении прямой AO_1 . Из точки O_1 проводим третью малую сопрягаемую дугу радиуса R_2 овоида.

2.4. Лекальные кривые

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

Лекальные кривые – эллипс, парабола, гипербола, синусоида, спираль Архимеда, эвольвента, циклоидальные кривые и многие дру-

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

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

Существует множество способов построения эллипса, основанных на его свойствах. Рассмотрим наиболее простой – построение эллипса по большой AB и малой CD осям (рис. 2.17).

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

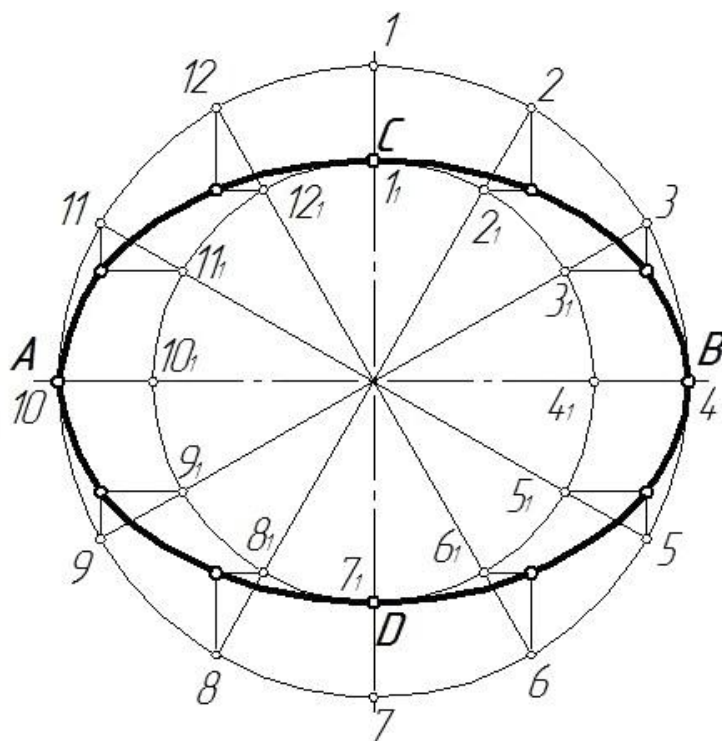


Рис. 2.17

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

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

Известно несколько способов построения параболы, рассмотрим способ построения по заданной вершине O , оси OC и точке B (рис. 2.18).

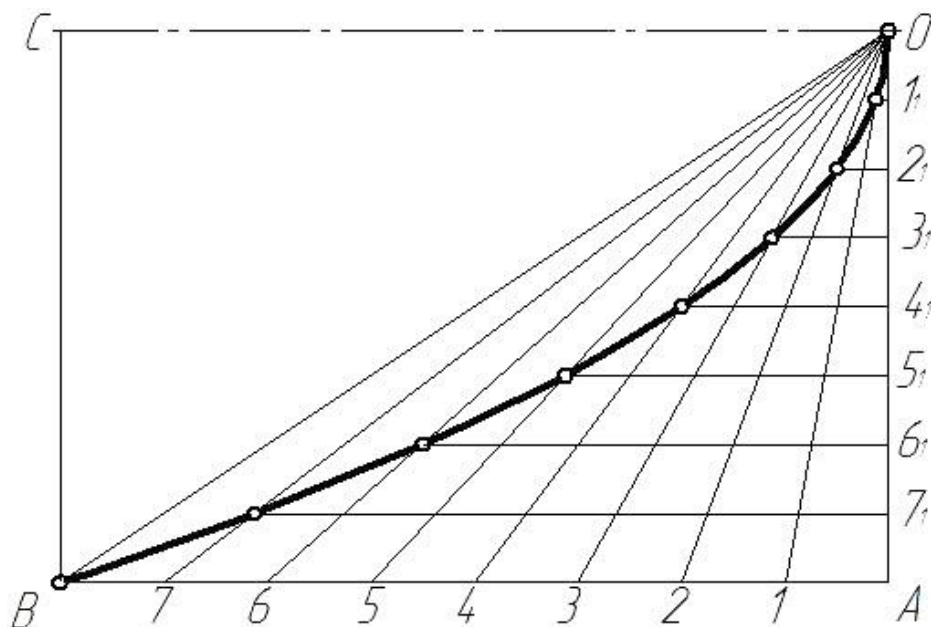


Рис. 2.18

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

Гипербола – плоская кривая, состоящая из двух разомкнутых, симметрично расположенных ветвей (рис. 2.19), разность расстояний от каждой точки гиперболы до фокусов F и F_1 есть величина постоянная и равная расстоянию между вершинами A и B .

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

Проводим осевые линии, затем от центра O , разделив расстояние между вершинами AB и фокусное расстояние FF_1 пополам, откладываем влево и вправо по горизонтальной оси отрезки OA и OB и отрезки OF и OF_1 . Слева от фокуса F произвольно берем ряд точек $1, 2, 3, 4, \dots$, постепенно увеличивая расстояние между ними. Из фокуса F описываем дугу вспомогательным радиусом R , равным, например, расстоянию от вершины B до точки 3 . Из фокуса F_1 проводим вторую вспомогательную дугу радиусом R_1 , равным расстоянию от вершины A до точки 3 . На пересечении этих дуг находим точки C и C_1 , принадлежащие гиперболе. Аналогично строим остальные точки правой ветви гиперболы.

Левую ветвь гиперболы строим аналогично.

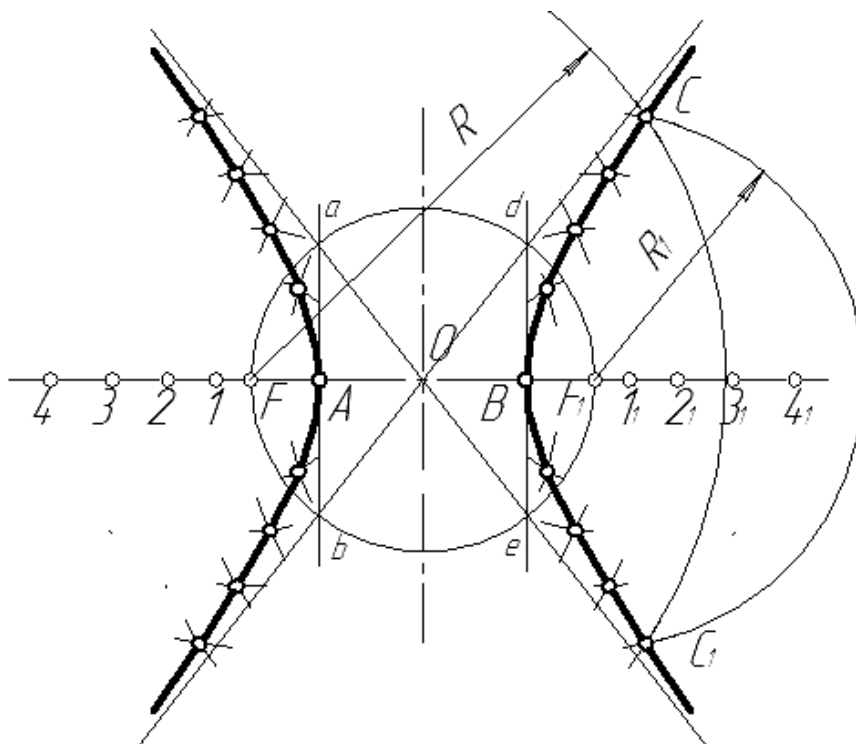


Рис. 2.19

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

Для построения синусоиды по заданной амплитуде (рис. 2.20) проводим горизонтальную ось, откладываем на ней отрезок AB , равный вычисленной длине волны, как $2\pi R$, и делим его на 12 равных

отрезков. Слева на этой оси вычерчиваем окружность радиусом R и также делим ее на 12 равных отрезков. Точки деления нумеруем и через них проводим горизонтальные прямые. Из точек деления отрезка AB восстанавливаем перпендикуляры к оси синусоиды и на их пересечении с горизонтальными прямыми находим точки синусоиды, которые соединяем по лекалу.

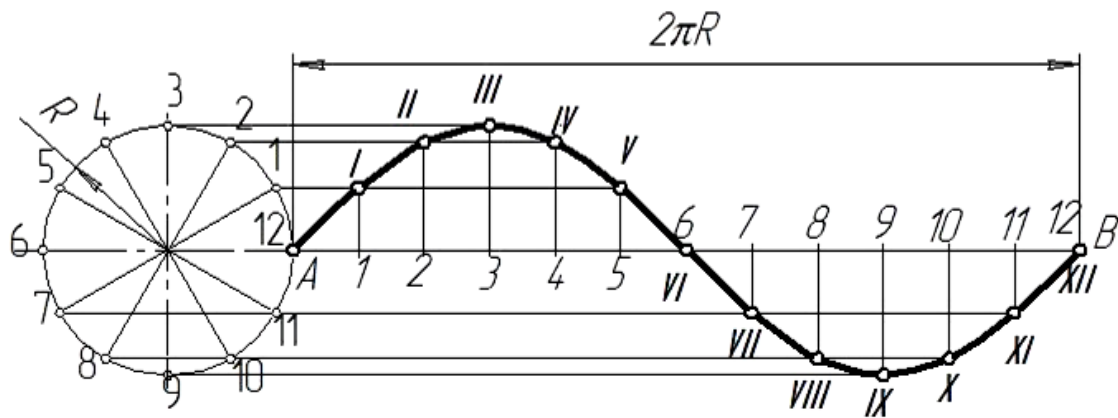


Рис. 2.20

Эвольвента окружности – плоская кривая линия, являющаяся траекторией точки прямой линии, когда эта прямая перекатывается без скольжения по окружности (рис. 2.21).

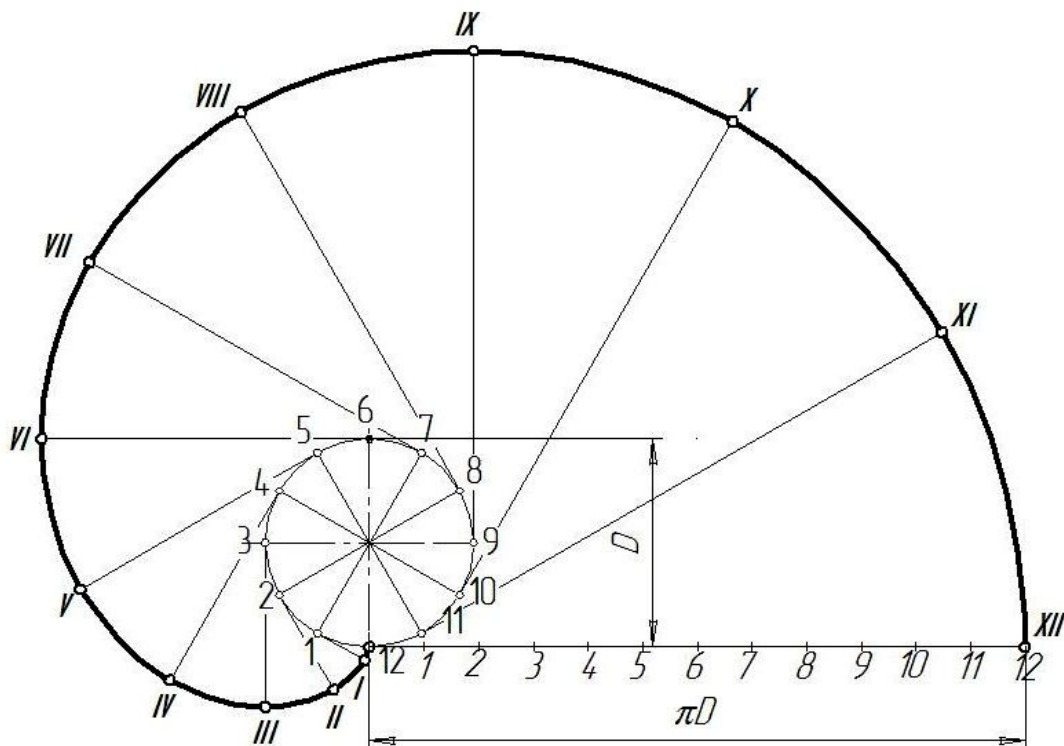


Рис. 2.21

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

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

Для построения спирали Архимеда задается шаг спирали S (рис. 2.22).

Из центра O проводим окружность, равную шагу S , и делим окружность и шаг на несколько равных частей. Точки обозначаем. Из центра O , радиусом $OI, O2$ и т. д., проводим дуги до пересечения с соответствующими радиусами. Полученные точки I, II, III и т. д., принадлежащие спирали, соединяем по лекалу плавной кривой линией.

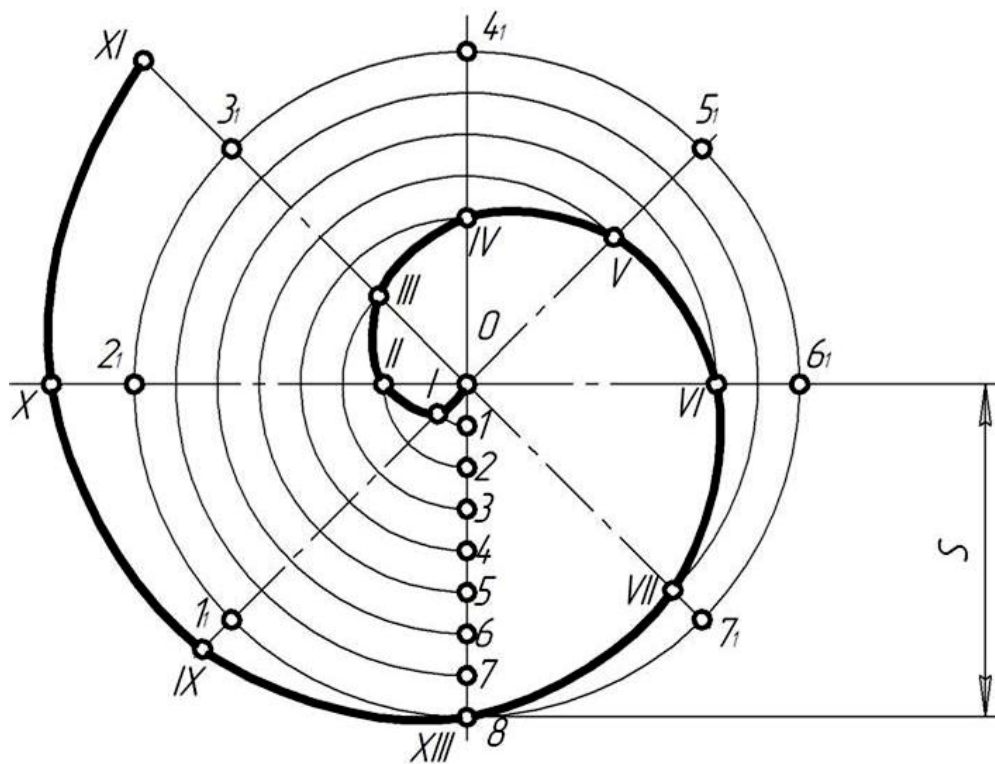


Рис. 2.22

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

Построение циклоиды. На направляющей горизонтальной прямой (рис. 2.23) откладываем длину производящей окружности радиусом R , равную $2\pi R$. Окружность и отрезок делим на несколько равных частей, удобно – на 12. Из точек делений отрезка 1, 2, 3, 4, ..., 12 восстанавливаем перпендикуляры до пересечения с продолжением горизонтальной оси окружности, получаем точки $O_1, O_2, \dots, O_{12}$. Из точек делений окружности проводим горизонтальные прямые, на которых из точек $O_1, O_2, \dots, O_{12}$ делаем засечки дугами окружности радиуса R и получаем точки, принадлежащие циклоиде, которые соединяем по лекалу плавной кривой линией.

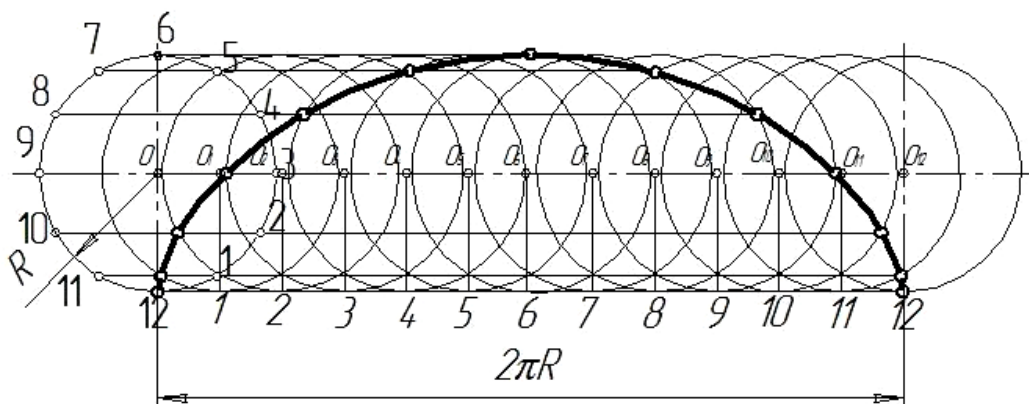


Рис. 2.23

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

Построение эпициклоиды. Производящую окружность диаметра D и направляющую окружность радиуса R проводим так, чтобы они касались в точке 12 (рис. 2.24). Производящую окружность делим на 12 равных частей. Из центра O_0 радиусом, равным $R + 0,5D$, проводим вспомогательную дугу.

Центральный угол α определяют по формуле

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

Разделив дугу направляющей окружности, ограниченную углом α , на 12 равных частей, получаем точки 1', 2', 3', ..., 12'. Из центра O_0

через точки $1', 2', 3', \dots, 12'$ проводим прямые, которые продолжаем до пересечения с вспомогательной дугой в точках $O_1, O_2, O_3, \dots, O_{12}$. Из центра O_0 проводим вспомогательные дуги через точки делений $1 \dots 12$ производящей окружности.

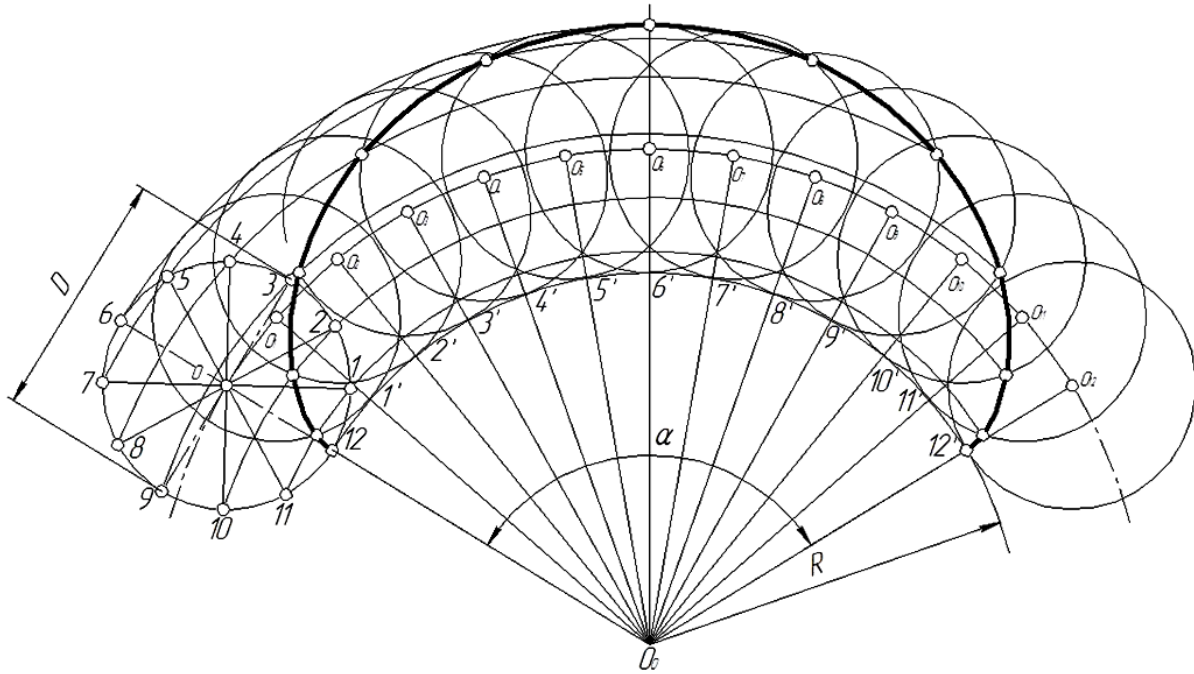


Рис. 2.24

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

3. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

3.1. Изображение предметов на чертеже

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

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

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

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

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

При выполнении технических чертежей изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предполагается расположение предмета между наблюдателем и соответствующей плоскостью (рис. 3.1).

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба, которые разворачивают и совмещают с плоскостью, как показано на рисунке 3.2, причем грань 6 допускается размещать рядом с гранью 4.

Изображения на фронтальной плоскости проекций называется *главным*. Относительно этой плоскости проекций предмет следует располагать так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

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

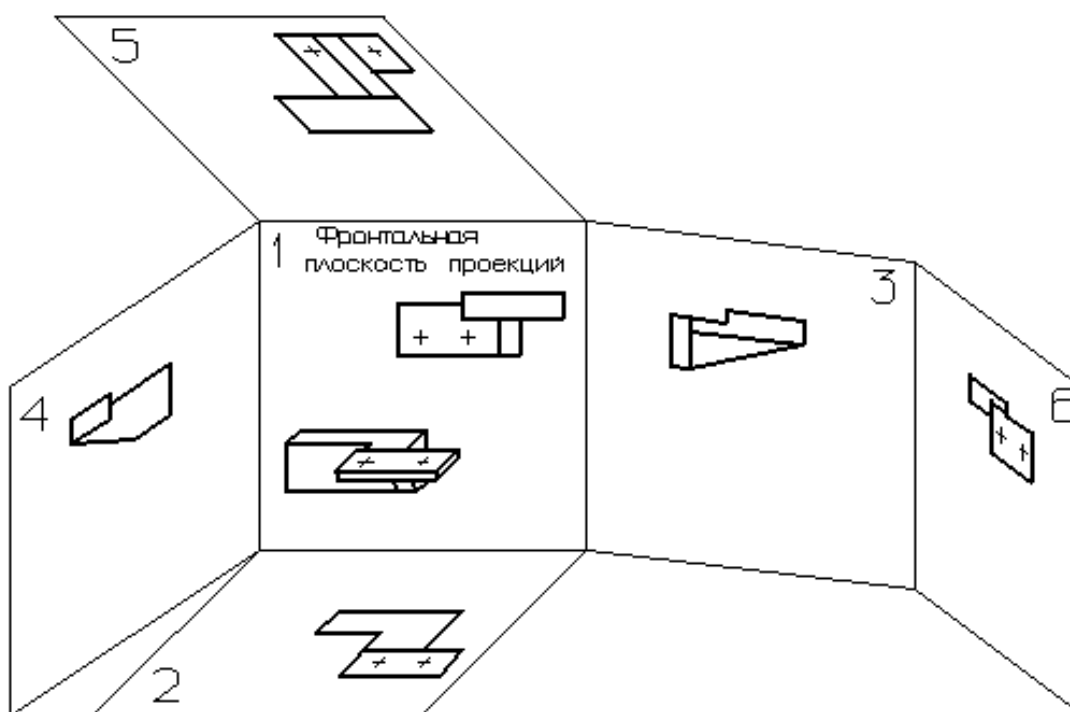


Рис. 3.1

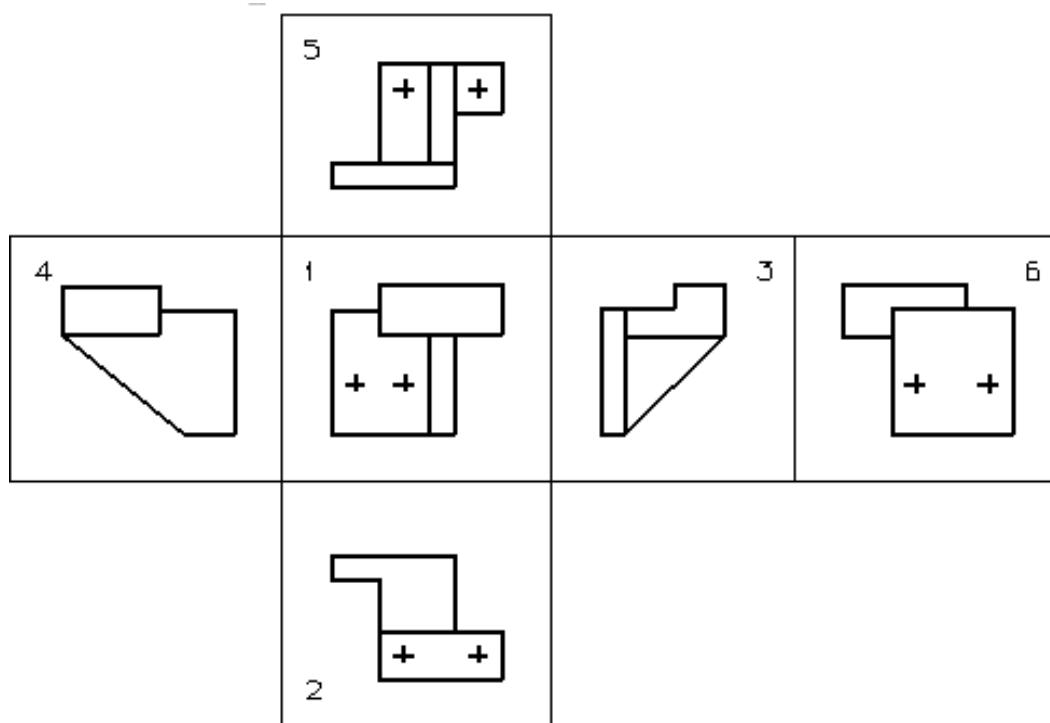


Рис. 3.2

Видом называется ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью проецирования. Расположение видов на чертеже показано на рисунке 3.2.

Разрезы и сечения выявляют внутренние очертания изображаемого предмета.

Разрезом называется ортогональная проекция предмета, мысленно рассеченного полностью или частично одной или несколькими плоскостями для выявления его невидимых поверхностей. При этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается на секущей плоскости и что расположено за ней по направлению взгляда. Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета. На чертеже предмет в разрезе показывается заштрихованным.

Сечением называется ортогональная проекция предмета, получающаяся в одной или нескольких секущих плоскостях или поверхностях при мысленном рассечении проецируемого предмета. На сечении показывается только то, что находится непосредственно в секущей плоскости.

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

3.2. Виды

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

Наименования основных видов следующие:

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

Основные виды располагаются в определенном порядке, как показано на рисунке 3.2.

На чертеже виды располагают по отношению к главному виду (см. рис. 3.2) в следующей последовательности: вид сверху – под главным видом, вид слева – справа от главного вида, вид снизу – над главным видом, а вид справа – слева от главного вида. Вид сзади разрешается помещать справа от вида слева или с левой стороны от вида справа.

Названия видов на чертежах надписывать не следует, за исключением случая, когда виды сверху, справа, слева, снизу, сзади не находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекций). Тогда направление проецирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву русского алфавита (рис. 3.3). Буквенные обозначения присваиваются в алфавитном порядке без повторений и без пропусков. Буквы Й, Ё, Ѕ, О, Х, Ч, Ъ, Ы, Ь не наносятся.

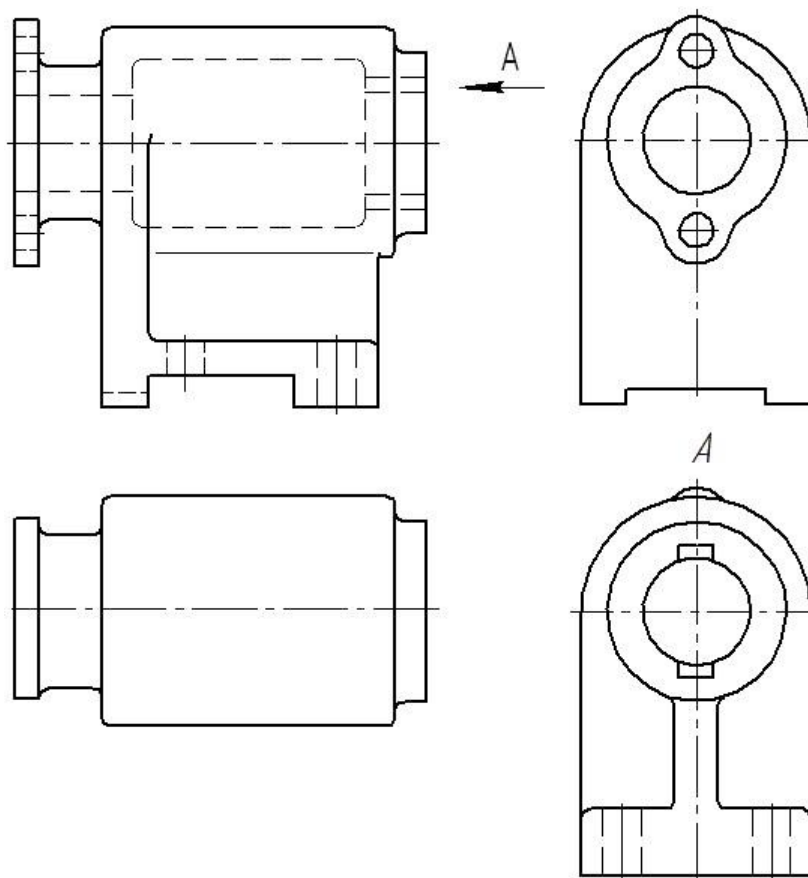


Рис. 3.3

В случаях, когда какая-либо часть предмета не может быть показана на одном из основных видов без искажения ее формы и разме-

ров или можно ограничиться не целым видом, а изображением узко ограниченного места на поверхности предмета, применяют *дополнительные* и *местные* виды.

Дополнительными называются виды, получаемые на плоскостях, не параллельных ни одной из основных плоскостей проекций (рис. 3.4). Дополнительный вид на чертеже должен быть отмечен прописной буквой (см. рис. 3.4, б, в, г), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда с соответствующим буквенным обозначением.

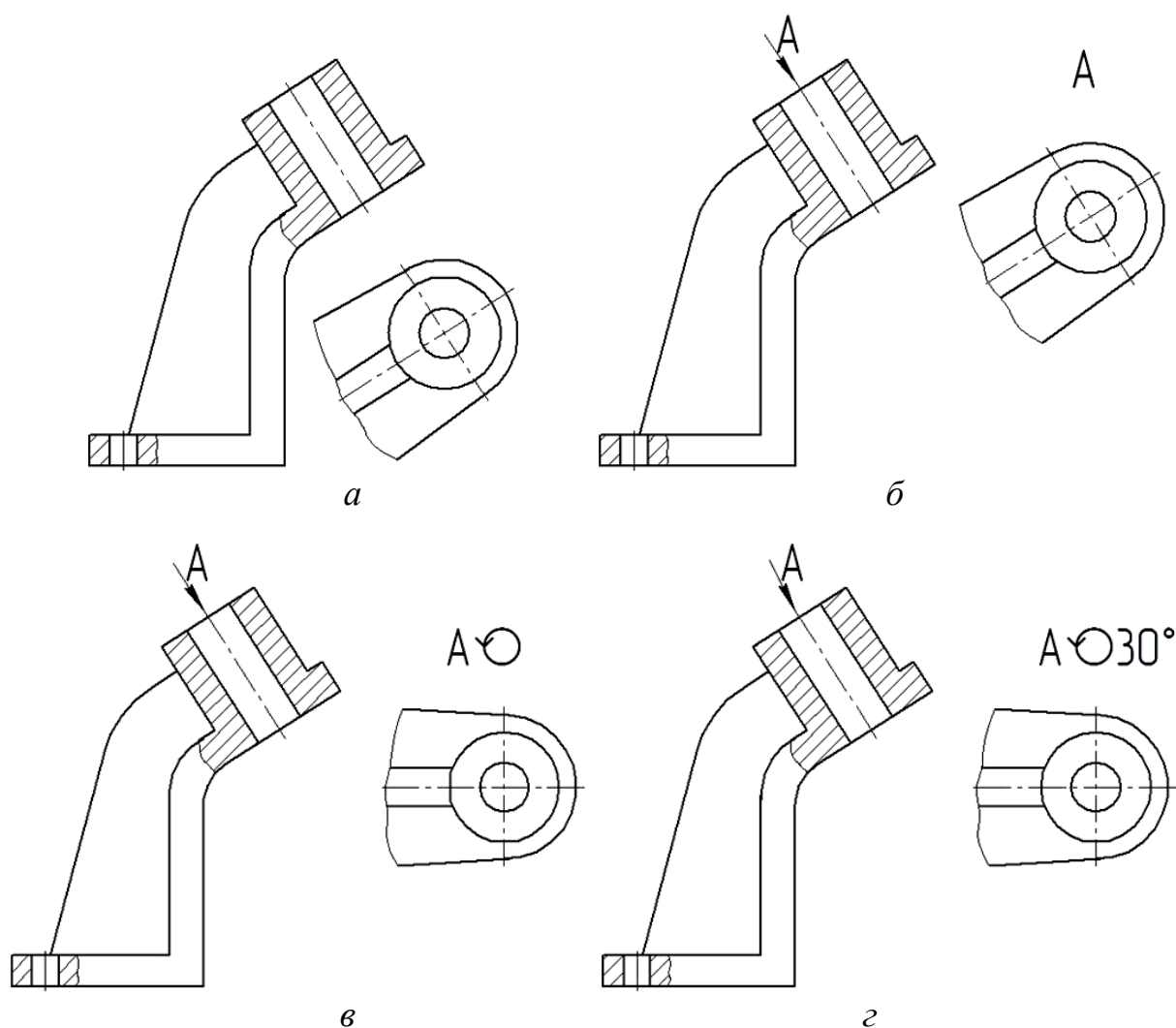


Рис. 3.4

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (см. рис. 3.4, а).

Дополнительный вид допускается поворачивать (см. рис. 3.4, в, г), при этом буквенное обозначение вида должно быть дополнено знаком «○» – повернуто (см. рис. 3.4, в). При необходимости указывают угол поворота (см. рис. 3.4, г).

Местным видом называется изображение отдельного узко ограниченного места поверхности предмета.

Местный вид обозначается на чертеже подобно дополнительному виду и применяется в тех случаях, когда из всего вида только часть его необходима для уточнения формы предмета, остальная же часть вида не дает дополнительных сведений о предмете (рис. 3.5). Если изображение имеет ось симметрии, то допускается показывать его половину, как показано на рисунке 3.5 – вид «А». Если местный вид выполняется в проекционной связи по направлению взгляда, то стрелку и надпись над местным видом не наносят. Местный вид может быть ограничен линией обрыва, а может и не ограничиваться линией обрыва, как на виде «Б» рисунка 3.5.

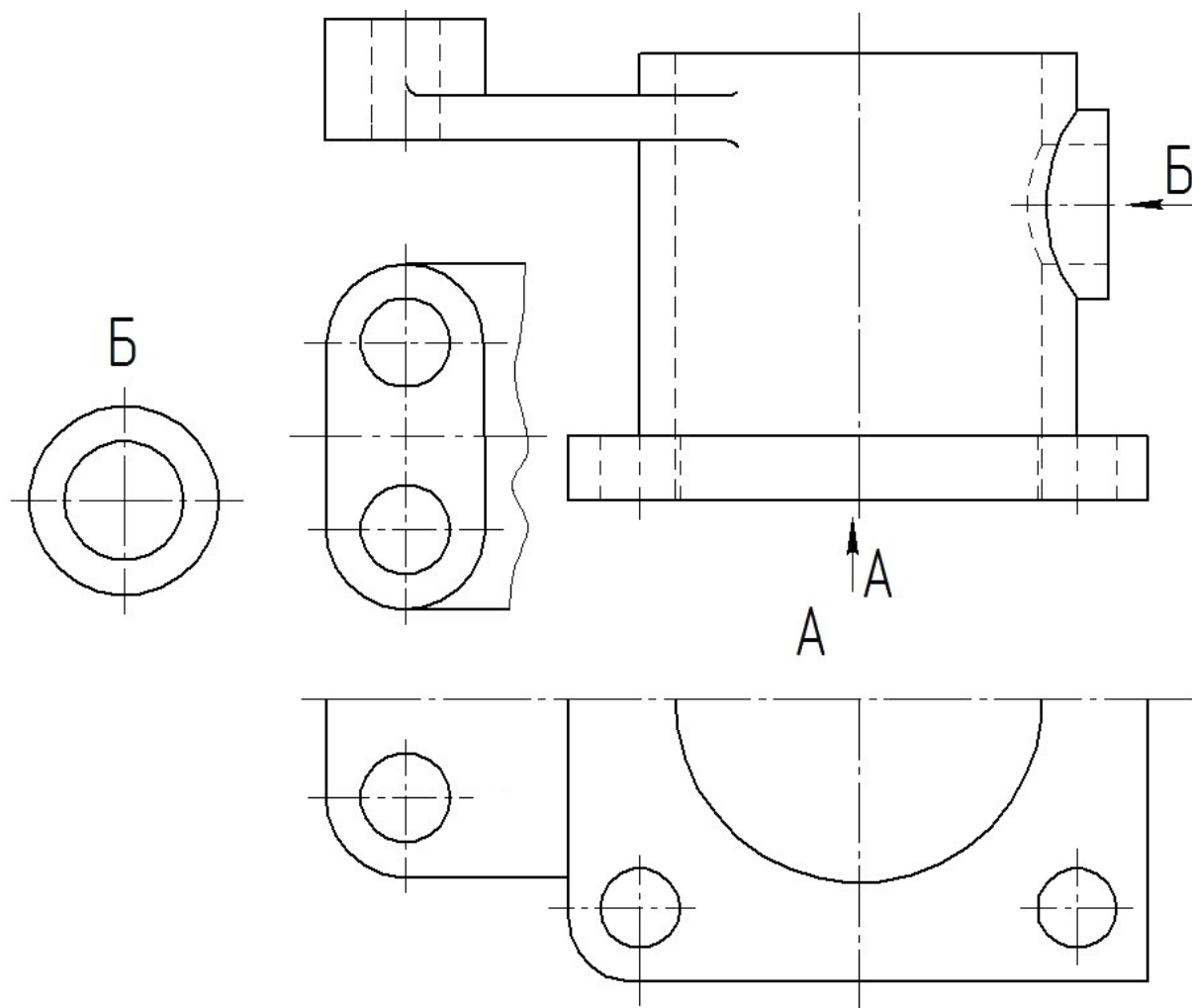


Рис. 3.5

3.3. Разрезы

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

- *горизонтальные* – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- *вертикальные* – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;
- *наклонные* – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

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

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы бывают:

- *простые* – при одной секущей плоскости;
- *сложные* – при двух и более секущих плоскостях.

Сложные разрезы в свою очередь подразделяются на *ступенчатые*, если секущие плоскости параллельны, и *ломаные*, если секущие плоскости пересекаются.

Форму предмета в отдельном узко ограниченном его месте определяет *местный* разрез.

Положение (след) секущей плоскости показывают на чертеже разомкнутой линией (рис. 3.6, *а*), называемой *линией сечения*. При простом разрезе показывают только начальный и конечный штрихи линий сечения (рис. 3.7), а при сложном показывают ее штрихи и в местах перегибов (рис. 3.11, 3.12). На начальном и конечном штрихах линии сечения ставятся стрелки (см. рис. 3.6, *а*), указывающие направление взгляда (проецирования). Начальный и конечный штрихи этой линии не должны пересекать контур изображения.

У начала и конца линии сечения ставится одна и та же прописная буква русского алфавита (см. рис. 3.6, *б*), разрез отмечается надписью по типу «А–А» (всегда только двумя буквами через тире).

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

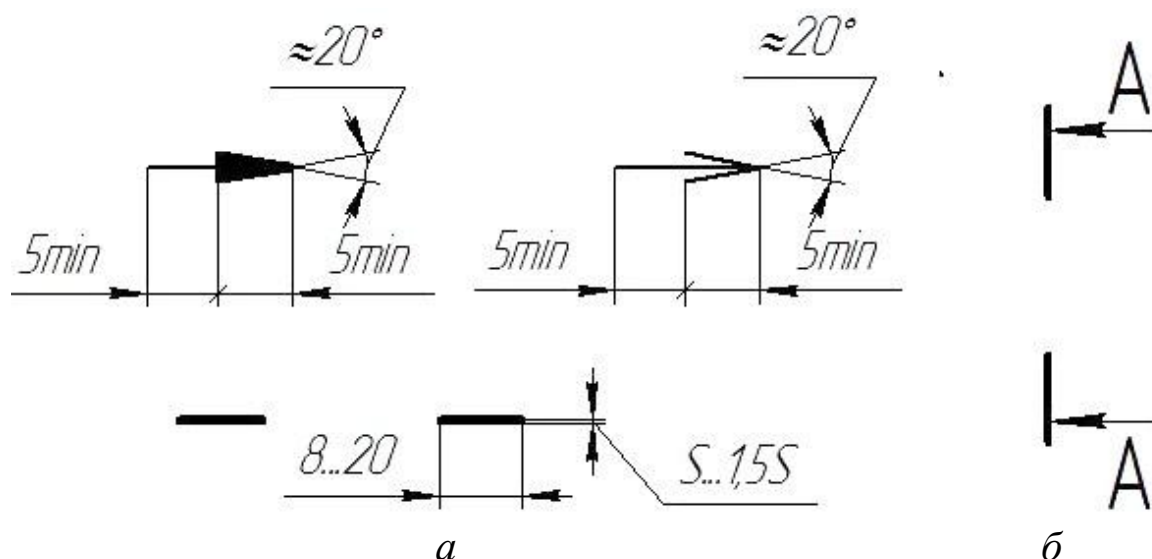


Рис. 3.6

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

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

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

Простые разрезы

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

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

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

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

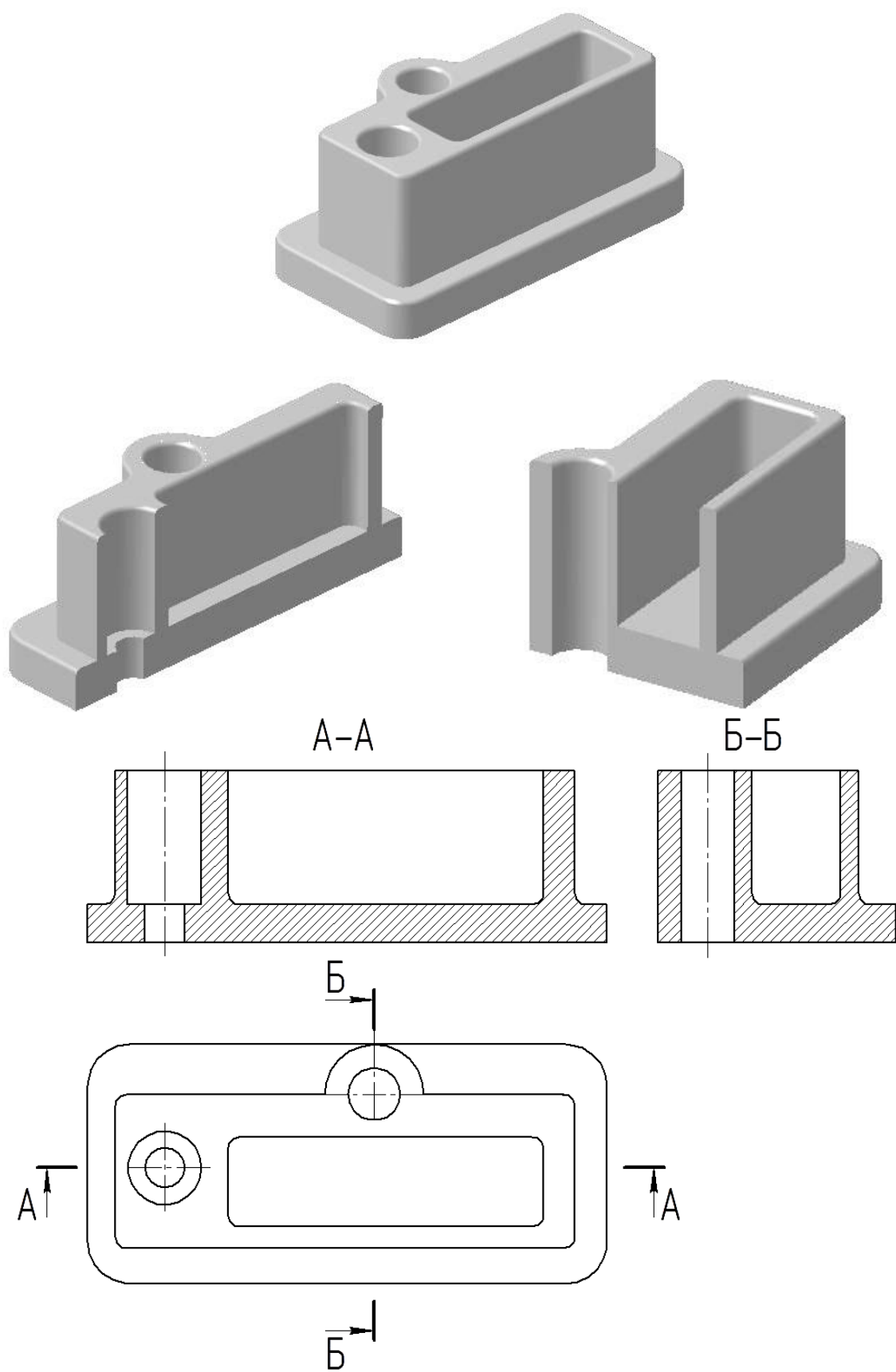


Рис. 3.7

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

На рисунке 3.6 выполнены два вертикальных разреза: фронтальный (А–А) и профильный (Б–Б). В этом примере деталь не имеет осей симметрии, поэтому на чертеже указано положение секущих плоскостей и соответствующие им разрезы сопровождаются надписями.

На одном изображении допускается соединять часть вида и часть разреза.

При соединении симметричных частей вида и разреза, если с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии, например ребра (рис. 3.8), то вид от разреза отделяется тонкой сплошной волнистой линией, проводимой левее (рис. 3.8, *а*) или правее (рис. 3.8, *б*) оси симметрии.

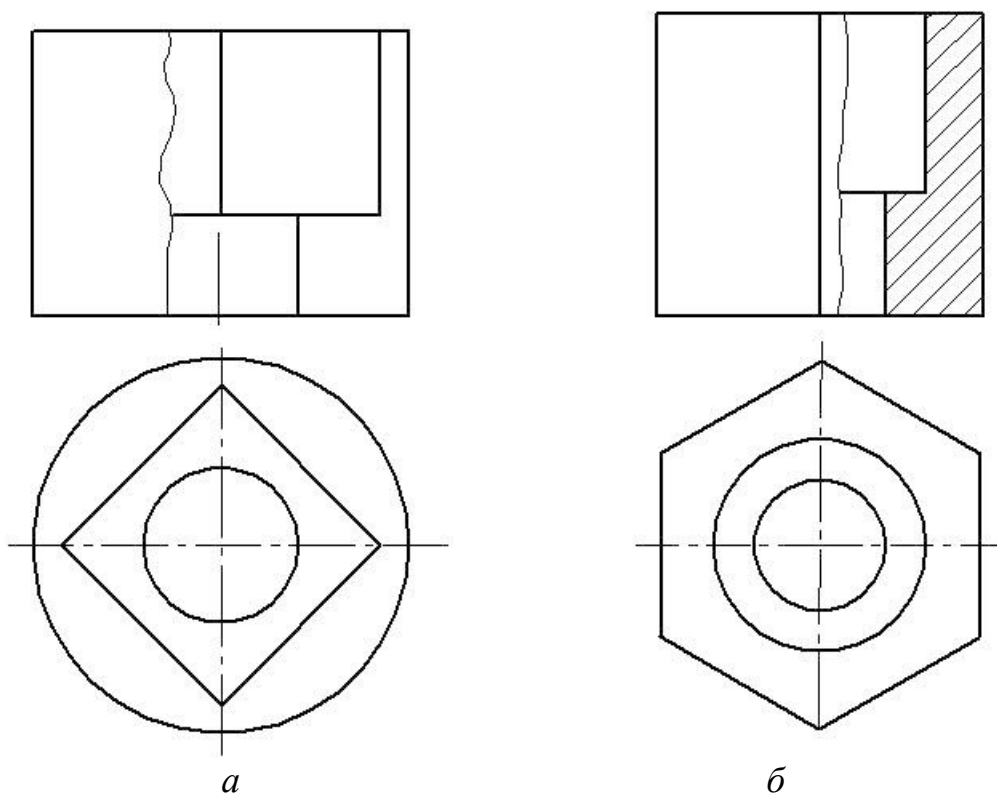


Рис. 3.8

Если деталь симметрична (рис. 3.9), то можно соединить половину вида и половину разреза (рис. 3.10), разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии. Часть разреза может располагаться правее (разрез А–А, рис. 3.10, *а*) или ниже (разрез А–А, рис. 3.10, *б*) оси симметрии, разделяющей часть вида с частью разреза, причем разрез А–А на рисунке 3.10, *а*, является предпочтительным.

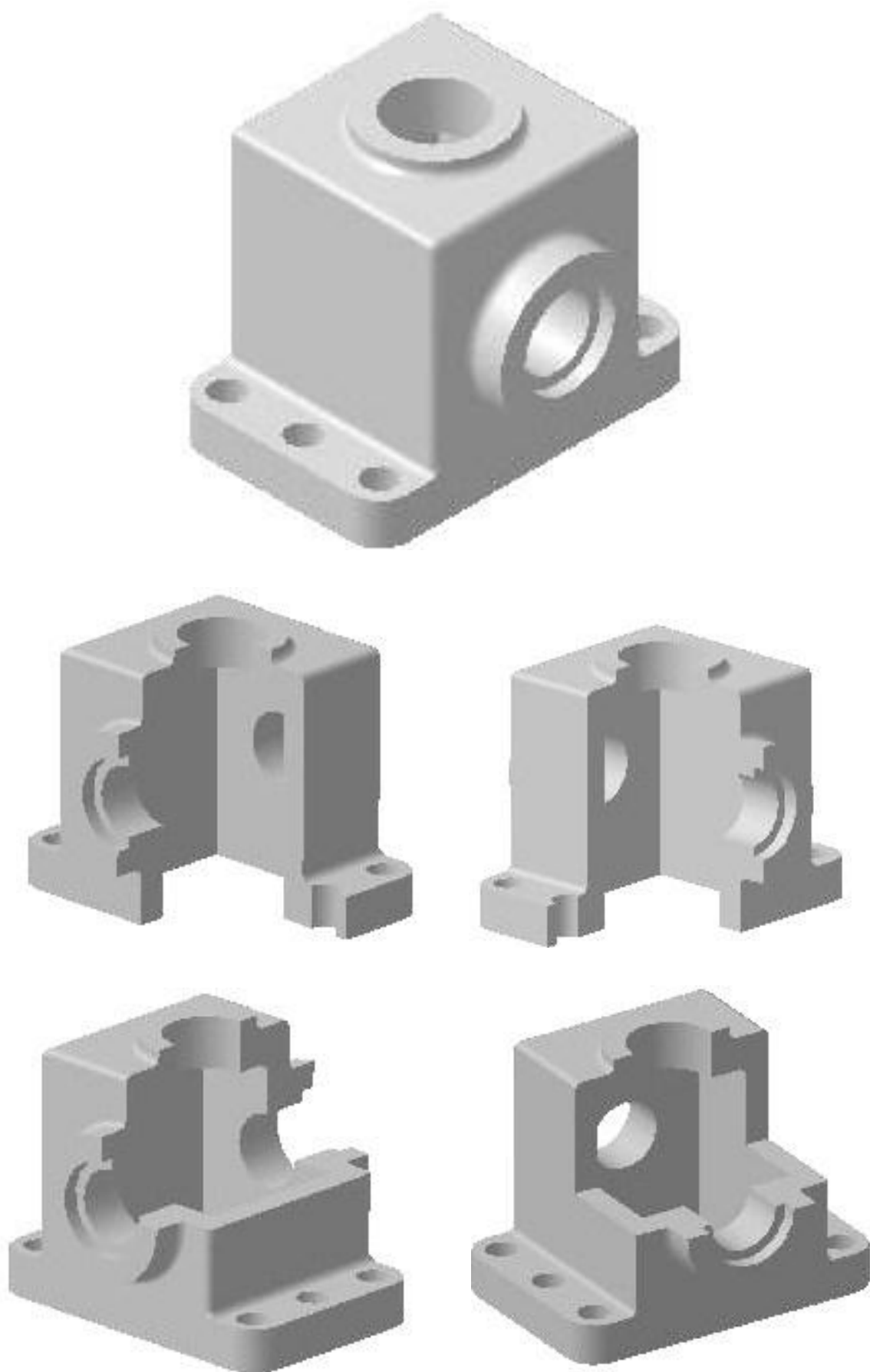


Рис. 3.9

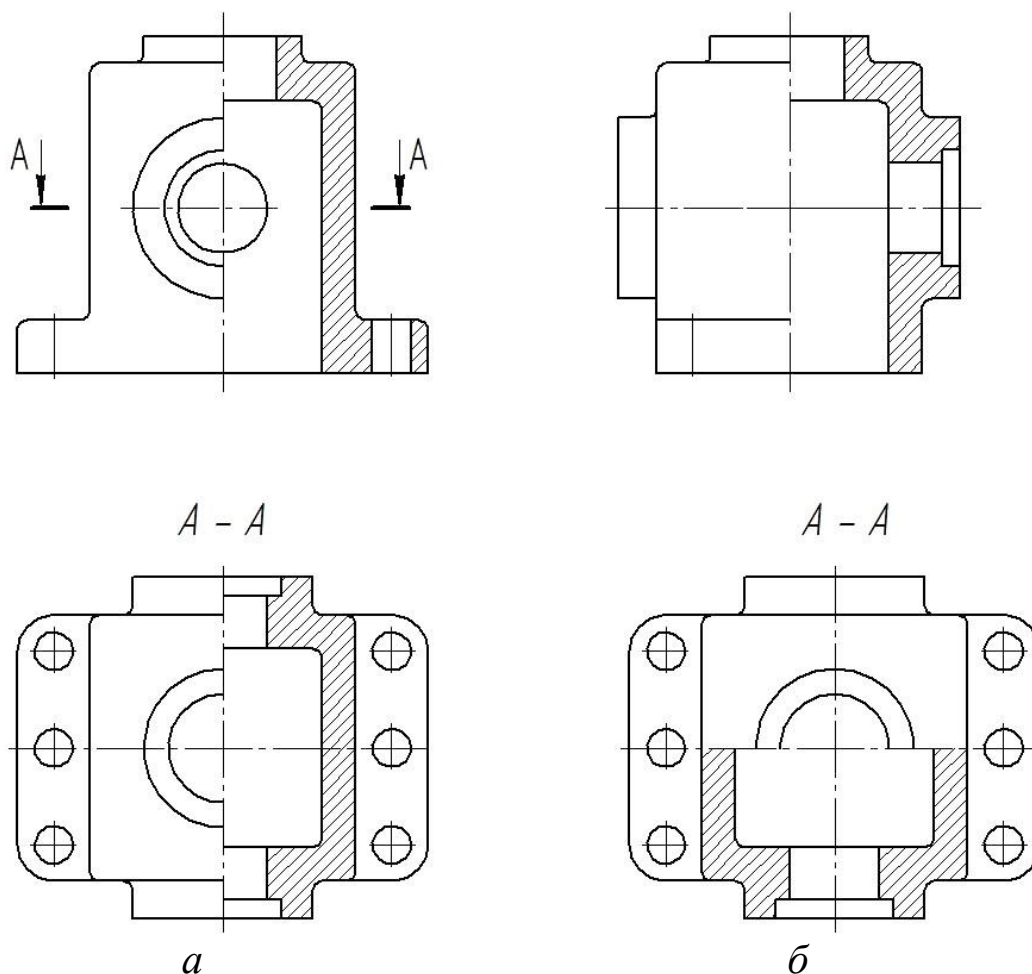


Рис. 3.10

Сложные разрезы

Сложными называются разрезы, получаемые с помощью двух и более секущих плоскостей. Они применяются в случаях, когда количество элементов деталей, их форма и расположение не могут быть изображены на простом разрезе 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. Сложные разрезы могут быть и комбинированными, т. е. состоящими из ступенчатого и ломаного.

Ступенчатыми разрезами называются разрезы, выполненные несколькими параллельными секущими плоскостями.

Разрез (рис. 3.11) осуществлен тремя секущими фронтальными плоскостями. Положение секущих плоскостей указывается штрихами линии сечения со стрелками, отмеченными одной и той же буквой.

Эти штрихи принимаются за начальный и конечный штрихи линии сечения. Линия сечения имеет также перегибы, показывающие места перехода от одной секущей плоскости к другой. Перегибы линии сечения выполняются также штрихами разомкнутой линии. Наличие перегибов в линии сечения не отражается на графическом оформлении ступенчатого разреза, линии перехода между секущими плоскостями не показываются.

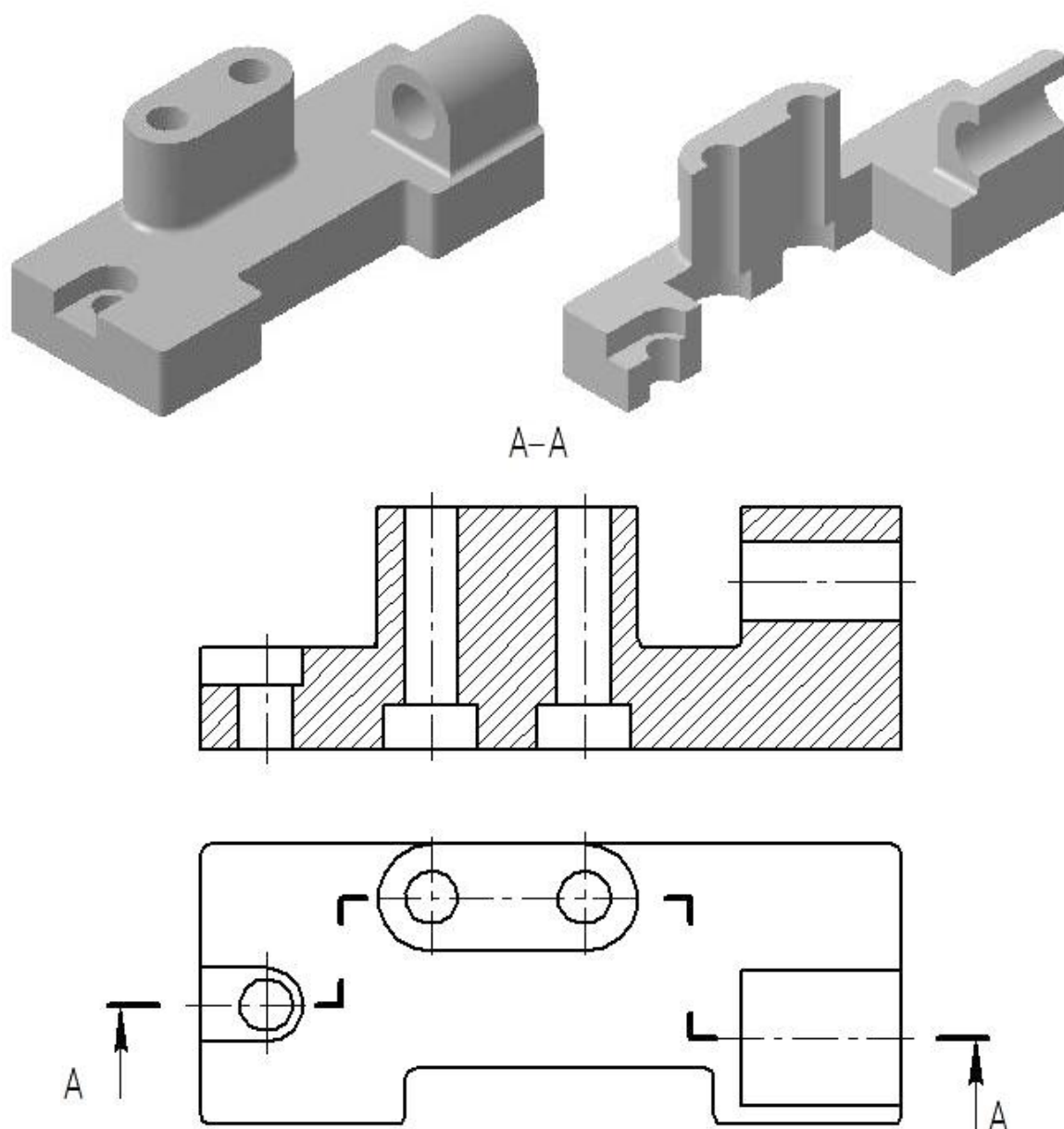


Рис. 3.11

Ломаными называются разрезы, полученные от рассечения предмета пересекающимися плоскостями. Секущие плоскости условно поворачивают около линии взаимного пересечения до совмещения с плоскостью (рис. 3.12), параллельной какой-либо из основных

плоскостей проекций, при этом линия поворота может не совпадать с направлением взгляда.

Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (см. рис. 3.12).

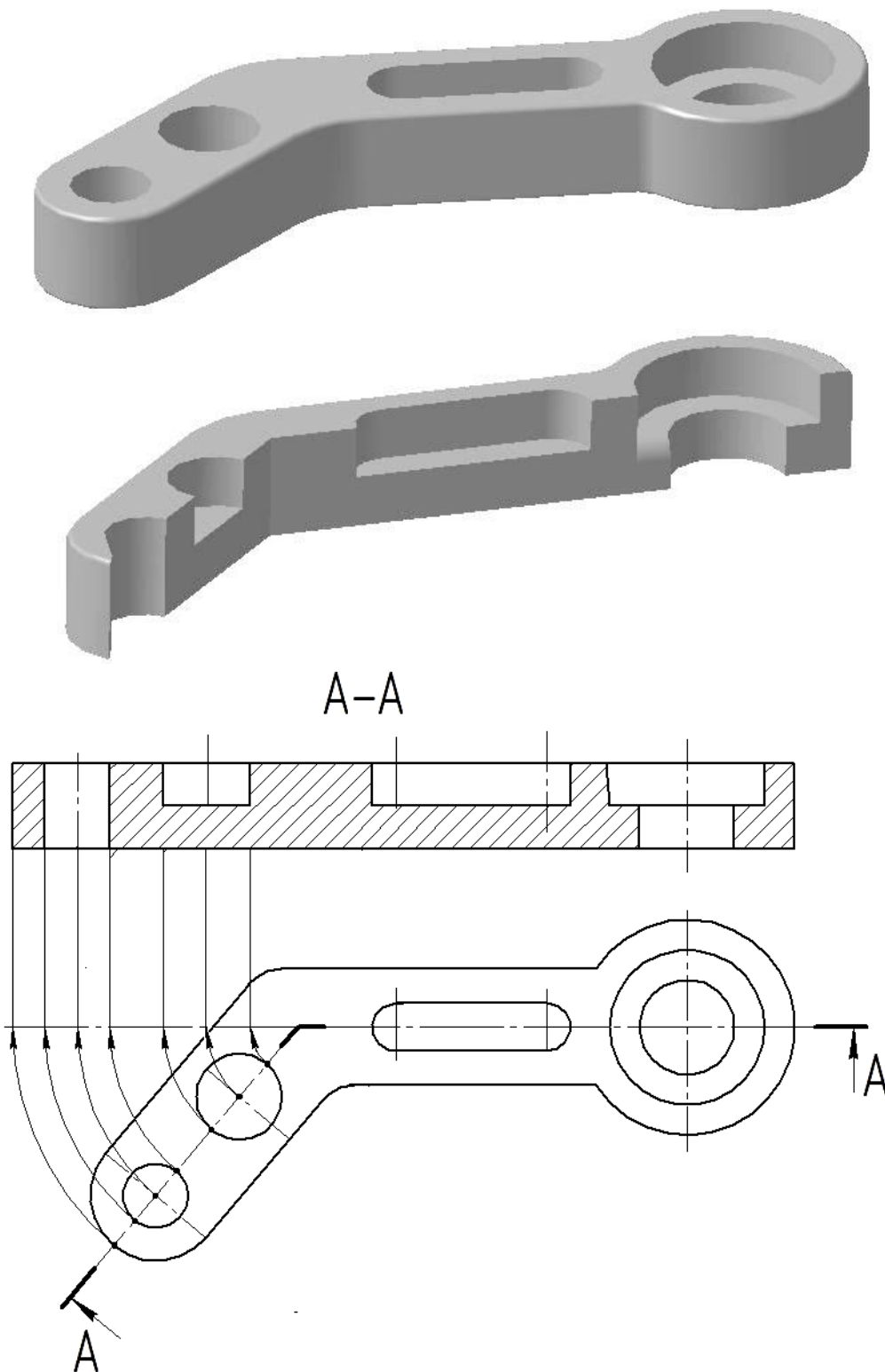


Рис. 3.12

Вместе с секущей плоскостью поворачивается расположенная в ней фигура сечения детали. На рисунке 3.12 для наглядности нанесены линии связи, эти построения на чертеже показываться не должны.

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

Местные разрезы

Разрез, служащий для выявления формы предмета лишь в отдельном ограниченном месте, называется *местным* и ограничивается на изображении сплошной волнистой линией.

Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией (рис. 3.13) или сплошной тонкой линией с изломами. Эти линии не должны совпадать с какими-либо линиями изображения.

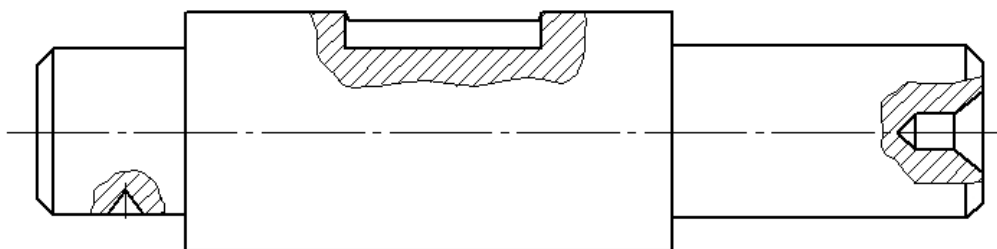


Рис. 3.13

Если местный разрез выполняется на части предмета, представляющей собой симметричную фигуру (рис. 3.14), и разделяющей линией служит ось симметрии, то местный разрез с видом могут разделяться этой осевой линией или линией обрыва.

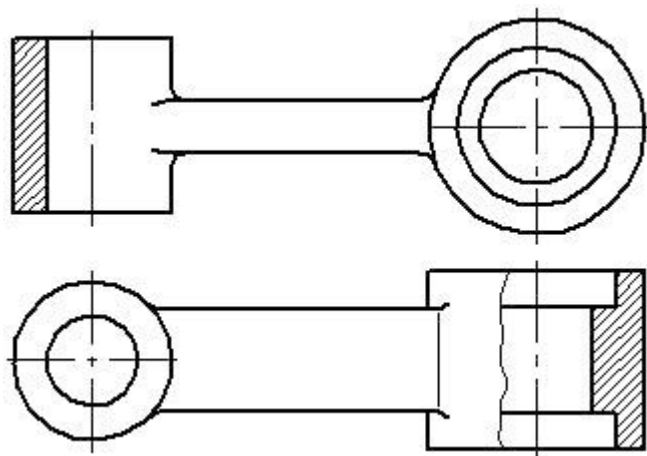


Рис. 3.14

3.4. Сечения

Сечением называется изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. Секущие плоскости должны выбираться так, чтобы получились нормальные поперечные сечения. В отличие от разреза *на сечении показывается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости*, а все, что расположено за ней, не изображается (рис. 3.15).

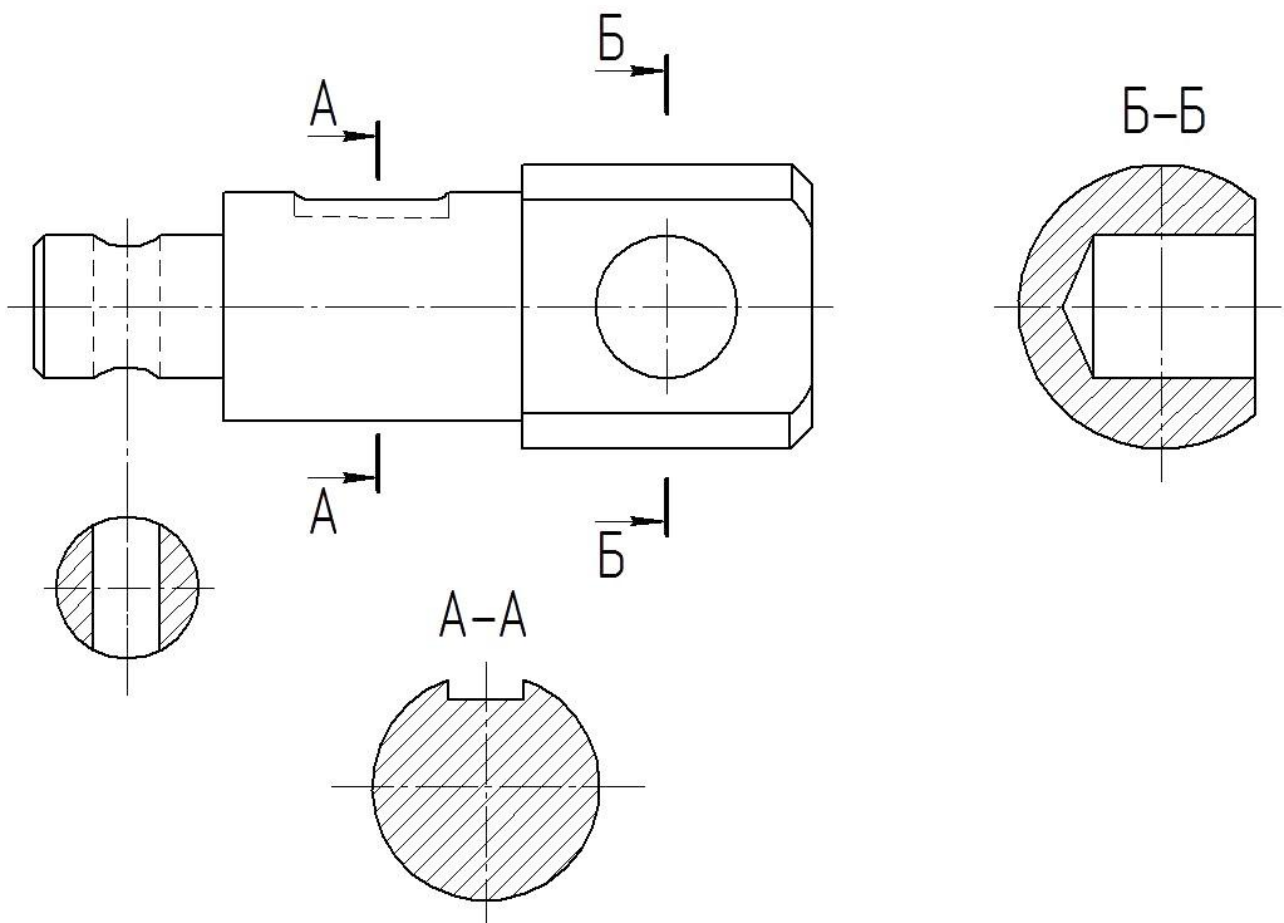


Рис. 3.15

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

Вынесенные сечения располагаются на свободном поле чертежа и являются предпочтительными. Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями (см. рис. 3.15). Не обозначают вынесенные сечения, когда их располагают на линии сечения, если они имеют ось симметрии. При этом положение секущей плоскости показывают

штрихпунктирной линией. В случае расположения сечения на свободном месте поля чертежа, их обозначают аналогично разрезам (сечение А – А, см. рис. 3.15). необходимо обозначать сечения даже если они находятся в проекционной связи (сечение Б – Б, см. рис. 3.15).

Наложенные сечения изображаются непосредственно на изображении предмета (рис. 3.16, б; рис. 3.17, б). Вынесенные сечения могут располагаться не только на свободном поле чертежа (см. рис. 3.15), но и в разрыве изображения предмета (рис. 3.16, а; рис. 3.17, а). Вынесенное симметричное сечение может располагаться в непосредственной близости от изображения, причем его ось симметрии должна совпадать с положением секущей плоскости и пересекать контур изображения предмета.

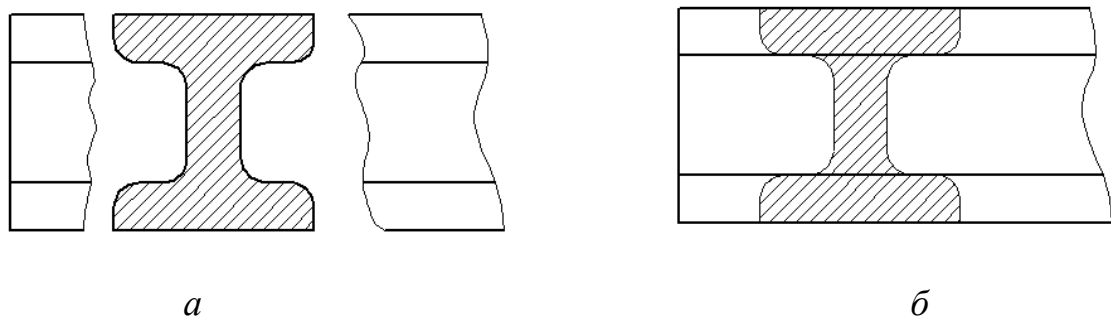


Рис. 3.16

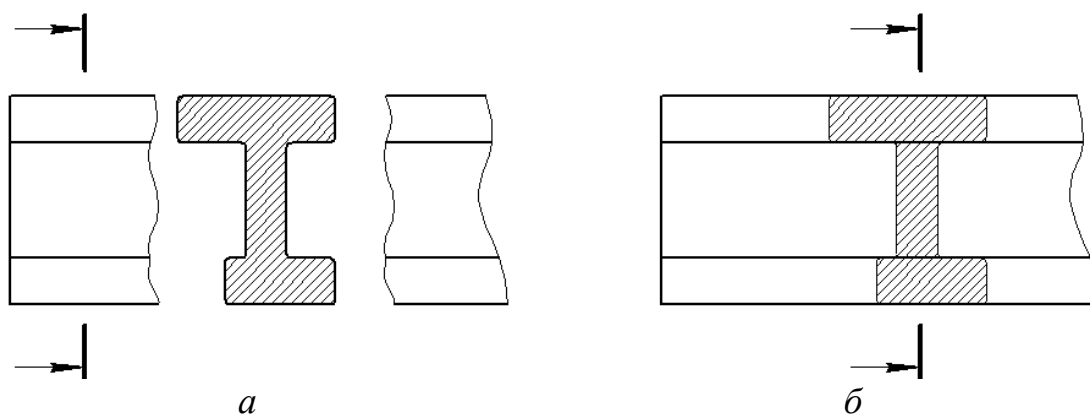


Рис. 3.17

Несимметричные сечения, расположенные в разрыве (рис. 3.17, а), или наложенные (рис. 3.17, б) линии сечения обозначают разомкнутой линией со стрелкой, но не обозначают буквами.

Несимметричное сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками (см. рис. 3.17).

4. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

4.1. Основные положения и понятия

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

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

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

Проекции прямых, параллельных в действительности натуральным осям координат, параллельны соответствующим аксонометрическим. Именно в использовании этого свойства параллельных проекций и заключается простота построения параллельной аксонометрии.

Здесь возможны три случая, когда все три оси координат составляют с аксонометрической плоскостью проекций некоторые острые углы (равные или неравные) и когда одна или две оси параллельны этой плоскости.

В первом случае применяется только прямоугольное проецирование (прямоугольная или ортогональная аксонометрия), а во втором и третьем – только косоугольное проецирование (косоугольная аксонометрия).

На практике применяют несколько видов как прямоугольной, так и косоугольной аксонометрии с наиболее простыми соотношениями между показателями искажений.

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

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

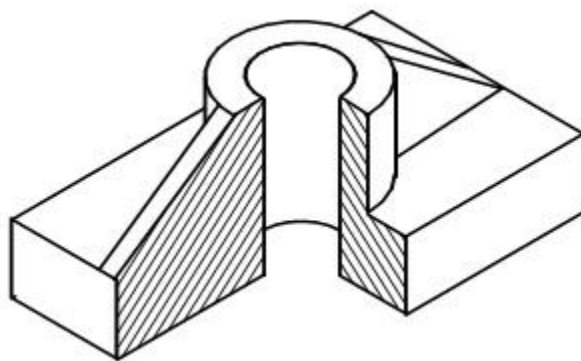


Рис. 4.1

ГОСТ 2.317-2011 рекомендует к применению на чертежах всех отраслей промышленности и строительства пять видов аксонометрий: две ортогональных (изометрическую и диметрическую) и три косоугольных (фронтальную и горизонтальную изометрические, фронтальную диметрическую). В машиностроении в основном применяют ортогональные: изометрическую (она является единственно возможной) и диметрическую проекции.

4.2. Прямоугольная изометрическая проекция

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

При построении аксонометрии дробные показатели искажений усложняют расчет размеров, для его упрощения пользуются *приведенными показателями искажений*: в изометрии все три показателя увеличивают в 1,22 раза ($1:0,82 \approx 1,22$), получая 1 (рис. 4.2, а), так, длина всех ребер куба на изображении одинаковая (рис. 4.2, б), рав-

ная 0,82 действительной длины. Для упрощения построений (как сказано выше) отрезки, параллельные аксонометрическим осям, откладывают действительной длины.

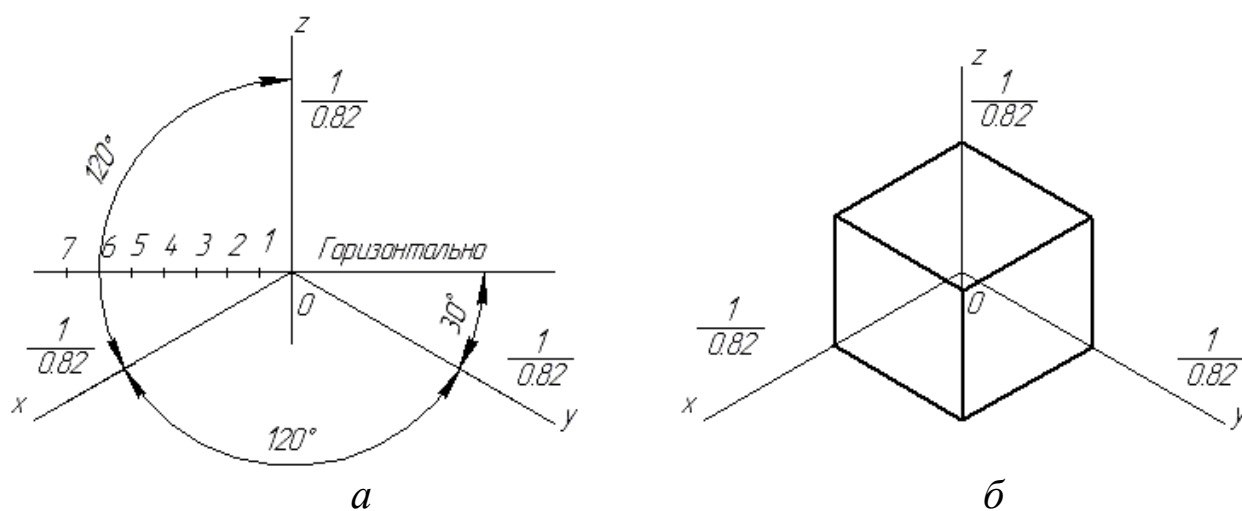


Рис. 4.2

Линии штриховки сечений наносят параллельно одной из диагоналей проекции квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям («спроецированная» штриховка, рис. 4.3).

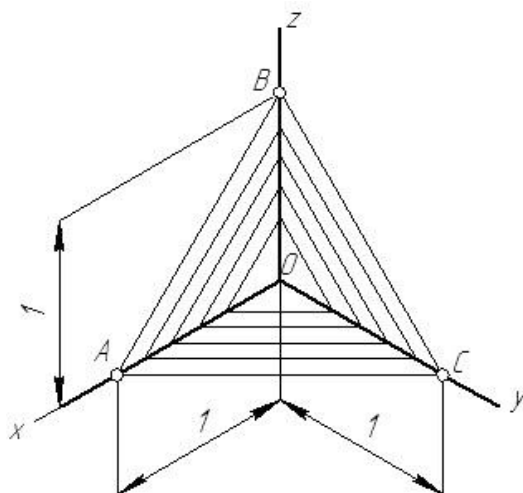


Рис. 4.3

Если основание тела – правильный многоугольник (например шестиугольник), то построение прямоугольной изометрической проекции тела, ограниченного плоскостями, выполняют просто, а именно:

построение вершин основания по координатам упрощается проведением одной из осей координат через центр основания (рис. 4.4).

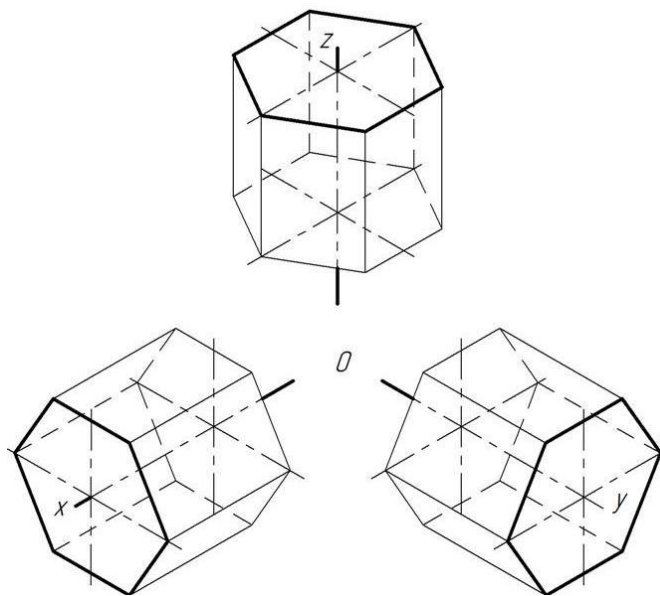


Рис. 4.4

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

Прямоугольная изометрическая проекция окружности

Если построить изометрическую проекцию куба, в грани которого вписаны окружности диаметра D (рис. 4.5, а), то квадратные грани куба будут изображаться в виде ромбов, а окружности – в виде эллипсов (рис. 4.5, б). Малая ось $C'D'$ каждого эллипса всегда должна быть перпендикулярна большой оси $A'B'$.

Если окружность расположена в плоскости, параллельной горизонтальной плоскости, то большая ось $A'B'$ должна быть горизонтальной, а малая ось $C'D'$ – вертикальной (рис. 4.5, б). Если окружность расположена в плоскости, параллельной фронтальной плоскости, то большая ось эллипса должна быть проведена под углом 90° к оси y' .

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

Большие оси всех трех эллипсов направлены по большим диагоналям ромбов.

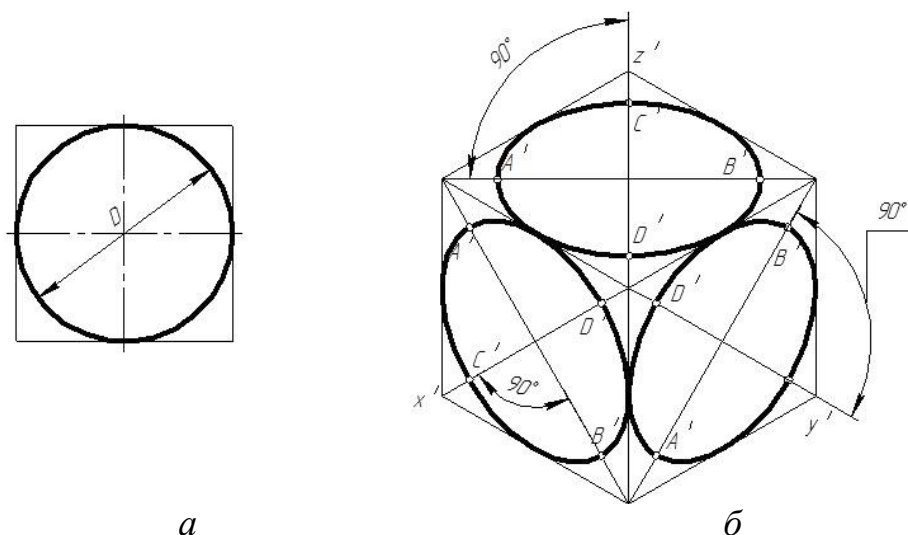


Рис. 4.5

При построении изометрической проекции окружности без сокращения по осям x' , y' и z' длина большой оси эллипса берется равной $1,22$ диаметра D изображаемой окружности, а длина малой оси эллипса – $0,71D$ (рис. 4.6).

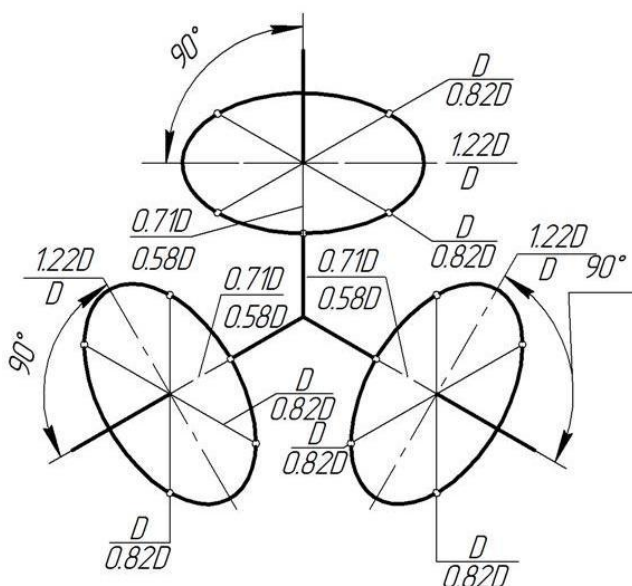
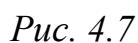


Рис. 4.6

В учебных чертежах для упрощения построения вместо эллипсов рекомендуется применять овалы, очерченные дугами окружностей. Упрощенный способ построения изометрического овала приведен на рисунке 4.7. Для построения овала в плоскости, параллельной горизонтальной плоскости проекций, проводим вертикальную и горизонтальную оси овала.



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

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

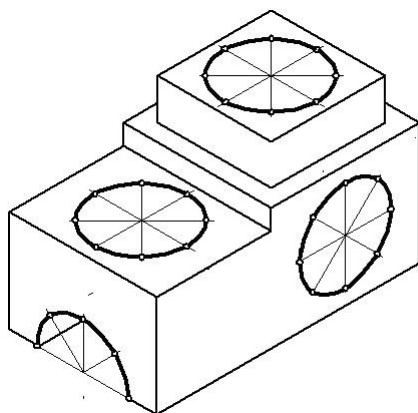


Рис. 4.8

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

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

Как и на комплексном чертеже, полые детали в аксонометрии рекомендуется выполнять с разрезом (рис. 4.9).

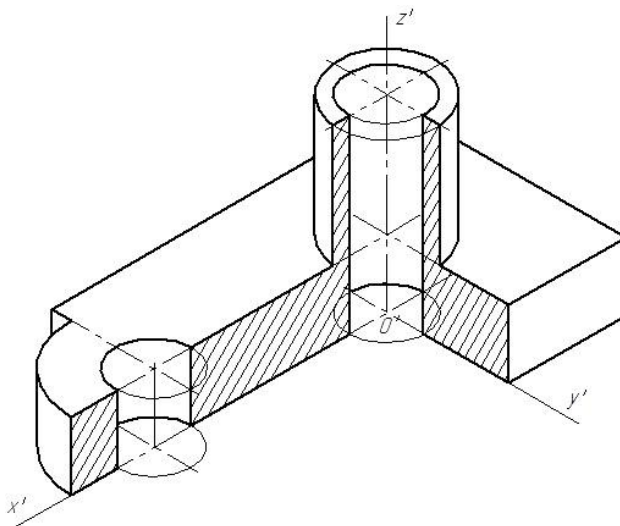


Рис. 4.9

Если окружность неполная, то для ее изображения вычерчивают тонкой линией полный овал или эллипс, а затем обводят нужную часть кривой (см. рис. 4.9).

5. РЕЗЬБЫ

Резьба – это конструктивный элемент детали, образованный винтовым перемещением плоского контура (профиля) по цилиндрической (рис. 5.1) или конической поверхности с постоянным шагом. Резьба является основным элементом резьбового соединения, винтовой передачи и червяка зубчато-винтовой передачи.

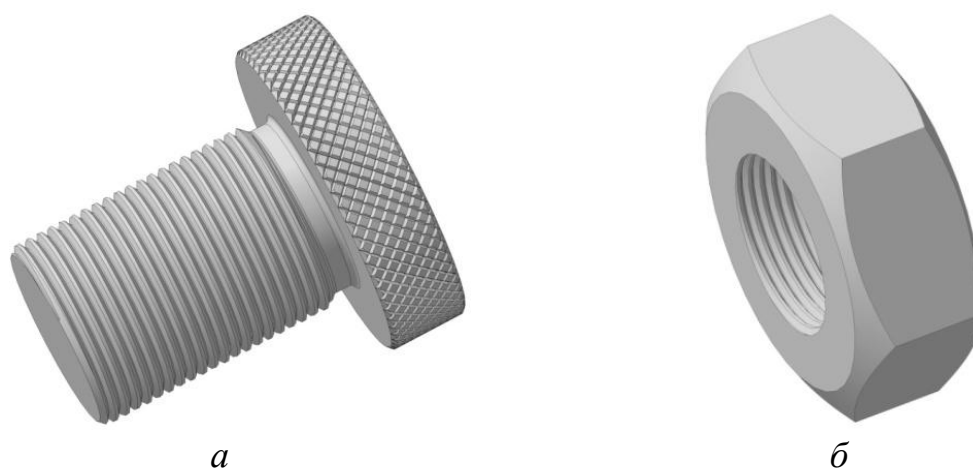


Рис. 5.1

Резьба применяется как средство соединения, уплотнения или обеспечения заданных перемещений деталей машин, механизмов, приборов и т. п.

5.1. Основные параметры резьбы

В соответствии с ГОСТ 11708-82 основные элементы и параметры резьбы имеют следующие определения.

Наружный диаметр резьбы (d – для стержня (рис. 5.2, а), D – для отверстия (рис. 5.2, б)) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы.

Внутренний диаметр резьбы (d_1 – для стержня (рис. 5.2, а), D_1 – для отверстия (рис. 5.2, б)) – диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы.

Левая резьба образована контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении к наблюдателю.

Правая резьба образована контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

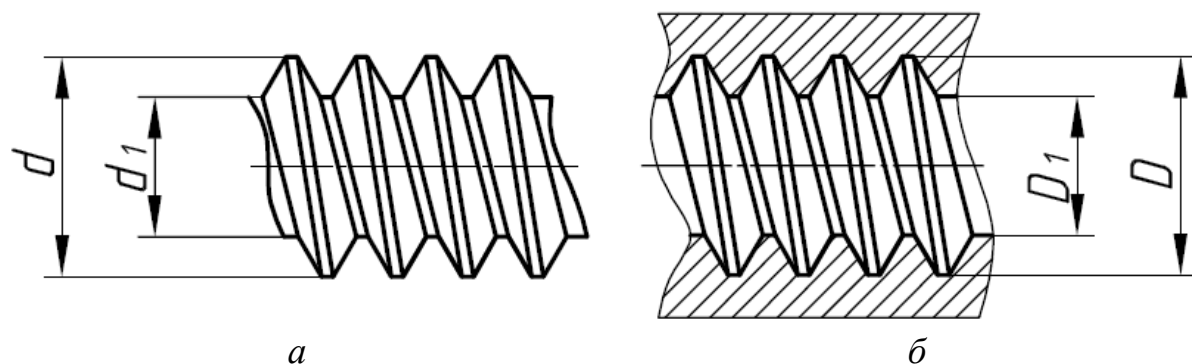


Рис. 5.2

Профиль резьбы – контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось (рис. 5.3).

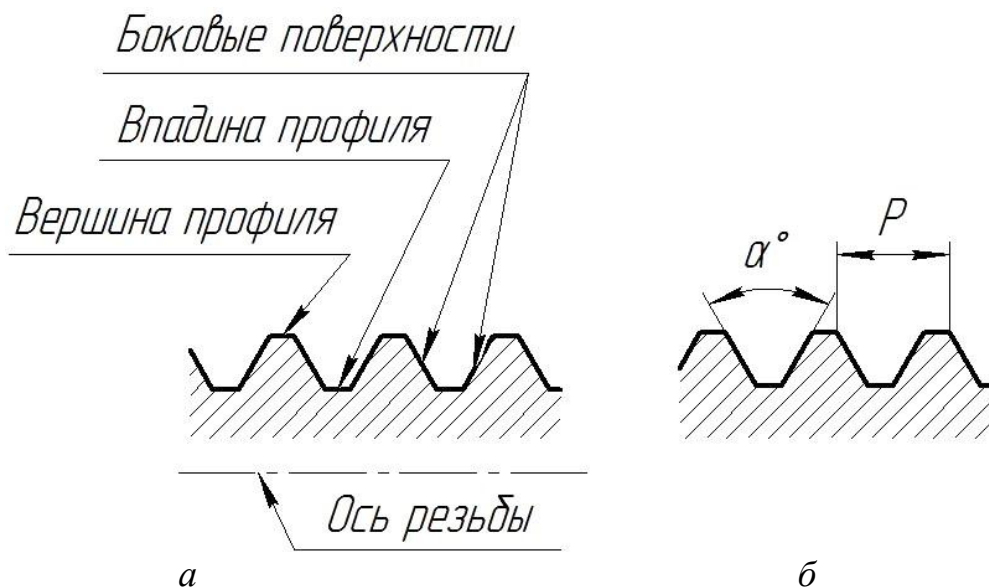


Рис. 5.3

Ось резьбы – это ось, относительно которой образована винтовая поверхность резьбы (см. рис. 5.3, а).

Угол профиля резьбы α – угол между смежными боковыми поверхностями профиля резьбы в плоскости осевого сечения (см. рис. 5.3, б).

Шаг резьбы P – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (см. рис. 5.3, б).

Ход резьбы t – расстояние между ближайшими одноименными боковыми поверхностями профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы. В однозаходной резьбе ход равен шагу ($t = P$), а в многозаходной резьбе $t = n \times P$, где n – число заходов.

Ход резьбы – величина, характеризующая относительное осевое перемещение винта (гайки) за один оборот.

Длина резьбы l , длина резьбы полного профиля l_1 и сбег резьбы l_2 показаны на рисунке 5.4.

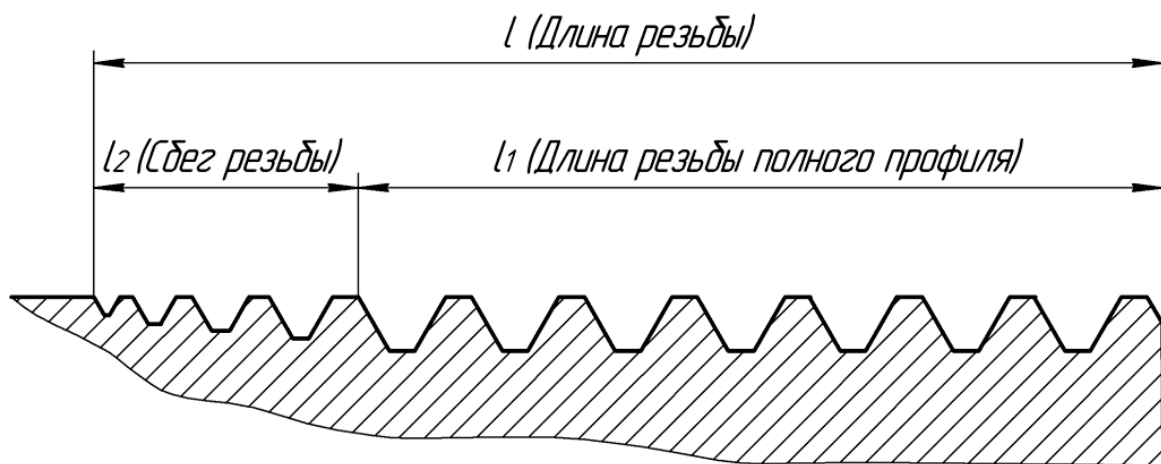


Рис. 5.4

Сбег резьбы l_2 – это участок в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, на котором резьба имеет неполный профиль. На этом участке резец постепенно выходит из материала детали (см. рис. 5.4).

5.2. Изображение резьбы на чертеже

На чертежах резьба изображается условно по правилам, установленным ГОСТ 2.311-68.

Резьбу на стержне (наружную резьбу), независимо от ее профиля, изображают сплошными толстыми основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру резьбы (рис. 5.5).

Сплошную тонкую прямую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю ее длину, включая фаску. На видах, где стержень с резьбой проецируется в виде окружности, контур его очерчивают сплошной основной линией, а внутренний диаметр резьбы изображают дугой окружности, проведенной тонкой линией при-

близительно на $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутой в любом месте (только не на центровых линиях). Сплошную тонкую линию при изображении резьбы проводят на расстоянии не менее 0,8 мм от сплошной основной линии и не более величины шага резьбы (см. рис. 5.5).

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстиях с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы на стержне проводят до линии наружного диаметра и изображают сплошной толстой основной линией (см. рис. 5.5). Когда резьбу на стержне или в отверстии изображают в разрезе, границу нарезанного участка резьбы наносят штриховой линией.

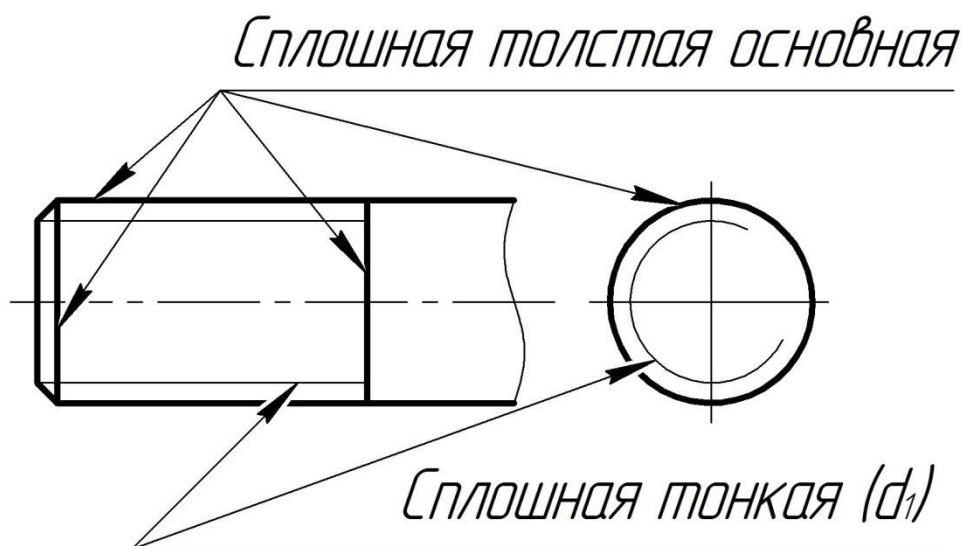


Рис. 5.5

Резьбу в отверстии в продольном разрезе изображают сплошными тонкими линиями по наружному диаметру и сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру. Границу резьбы показывают сплошной толстой основной линией, доводя ее до наружного диаметра резьбы (рис. 5.6).

Резьбу в отверстии, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями.

Если отверстие с резьбой проецируется в виде окружности, то по наружному диаметру резьбы тонкой линией проводят дугу окружности, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте, только не на центровых линиях, а контур отверстия (внутренний диаметр резьбы) очерчивают сплошной толстой основной линией (см. рис. 5.6). Чтобы определить внутренний диаметр резьбы (для вычерчивания), ее наружный диаметр нужно умножить на 0,85, т. е. $d_1 = 0,85d$.

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстиях (см. рис. 5.6), т. е. до толстой сплошной основной линии.

Фаски на стержне с резьбой и в отверстиях с резьбой, которые не имеют специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают. Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

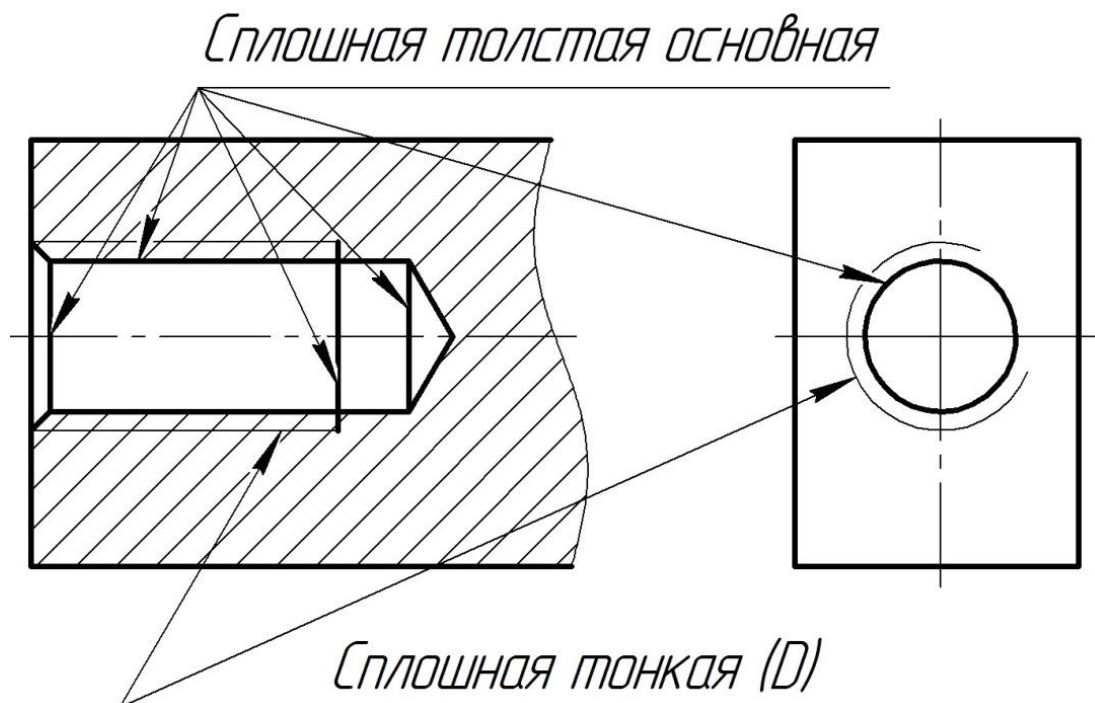


Рис. 5.6

Изображение резьбового соединения складывается из изображений составляющих его деталей, как показано на рисунке 5.7. На разрезах резьбового соединения в изображениях на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывается только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня.

Так как резьбы всех типов в основном стандартные, то резьбы изображаются на чертежах одинаково. Тип резьбы и ее основные размеры указывают на чертежах надписью – обозначением резьбы.

Прежде чем нанести обозначение резьбы, следует провести выносные и размерную линии. Обозначения стандартных резьб, кроме трубных и конических, пишут над размерной линией.

Обозначение наружной резьбы (кроме трубной и конической) показано на рисунке 5.8, где l_1 – длина резьбы полного профиля.

Обозначение внутренней резьбы (кроме трубной и конической) показано на рисунке 5.9, где l_1 – длина резьбы полного профиля.

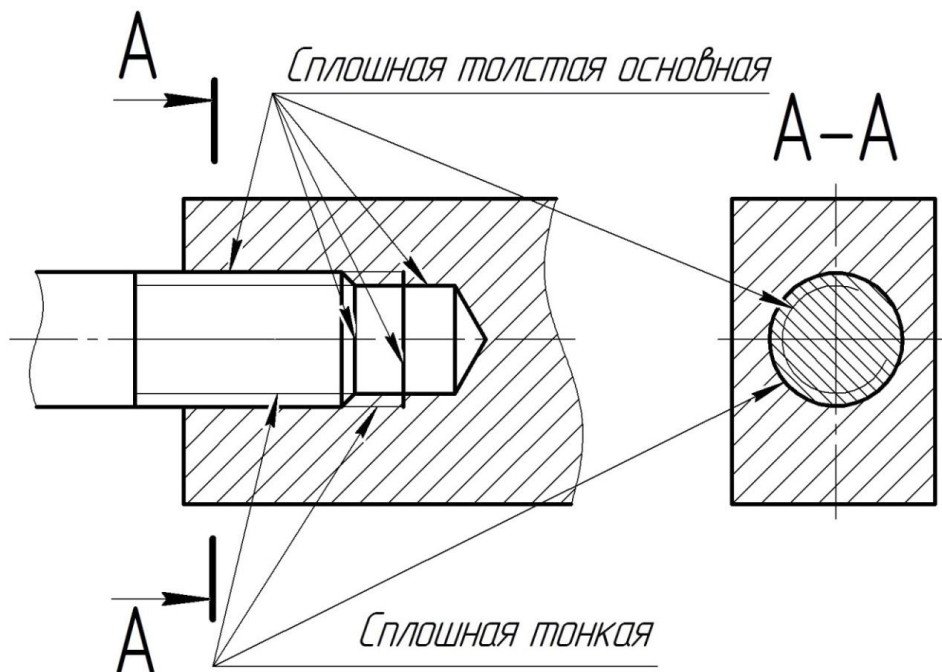


Рис. 5.7

Обозначение трубной конической резьбы наносят, как показано на рисунке 5.10, трубной цилиндрической – как показано на рисунке 5.11.

Согласно ГОСТ 16093-2004 точность резьб обозначают полем допуска, где цифра показывает степень точности, а буква – основное отклонение. Например, для резьбы на стержне – $4h$, $6g$, $8d$, а в отверстии – $4H$, $7G$.

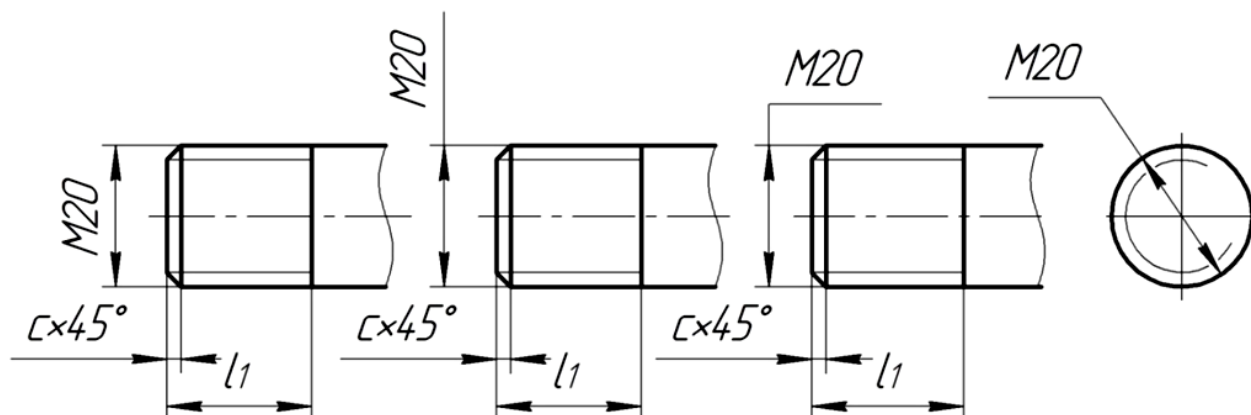


Рис. 5.8

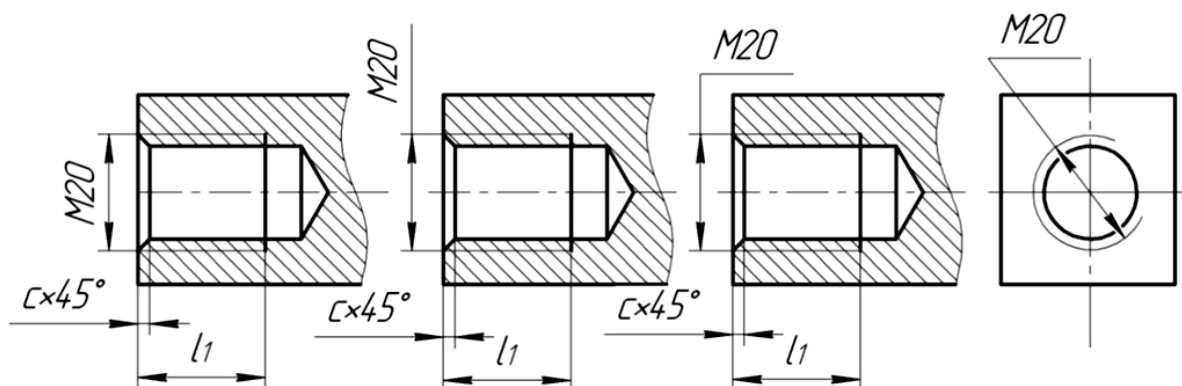


Рис. 5.9

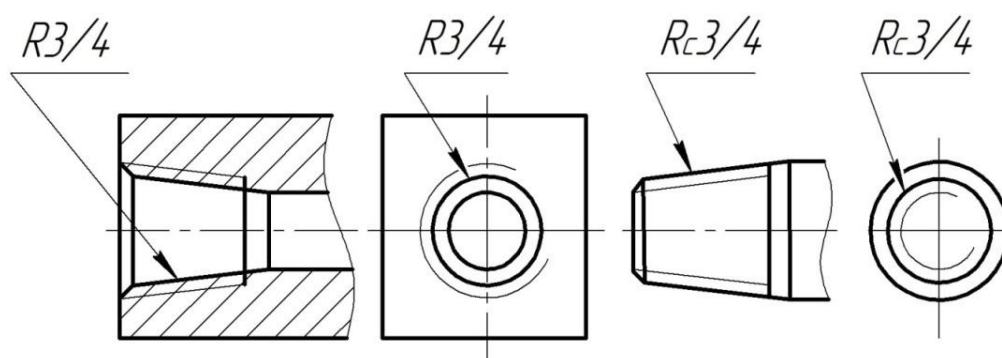


Рис. 5.10

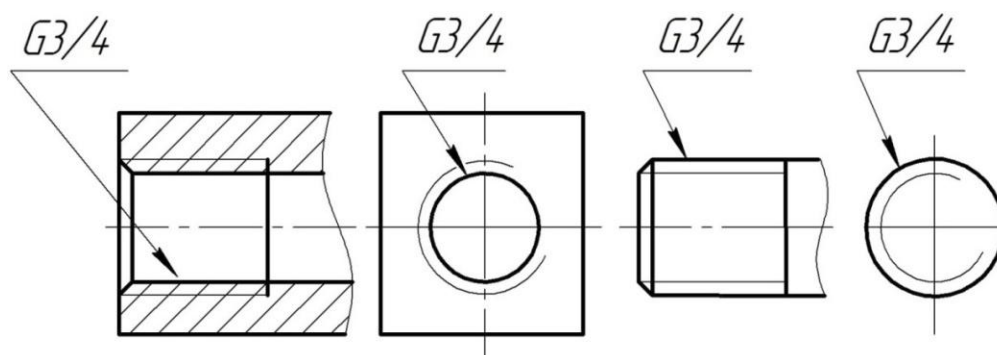


Рис. 5.11

5.3. Резьба метрическая по ГОСТ 9150-2002

Профиль метрической резьбы установлен ГОСТ 9150-2002 и представляет собой треугольник с углом при вершине $\alpha = 60^\circ$ (рис. 5.12). Профиль резьбы на стержне отличается от профиля резьбы в отверстии величиной притупления его вершин и впадин. Основными параметрами метрической резьбы являются номинальный диаметр d (D) и шаг резьбы P , устанавливаемые ГОСТ 8724-2002.

Это основной вид крепежной резьбы, предназначенной для соединения деталей непосредственно друг с другом или соединений с

помощью стандартных изделий, имеющих метрическую резьбу, таких как болты, винты, шпильки, гайки.

Основные элементы и параметры метрической резьбы задаются в миллиметрах по ГОСТ 24705-2004.

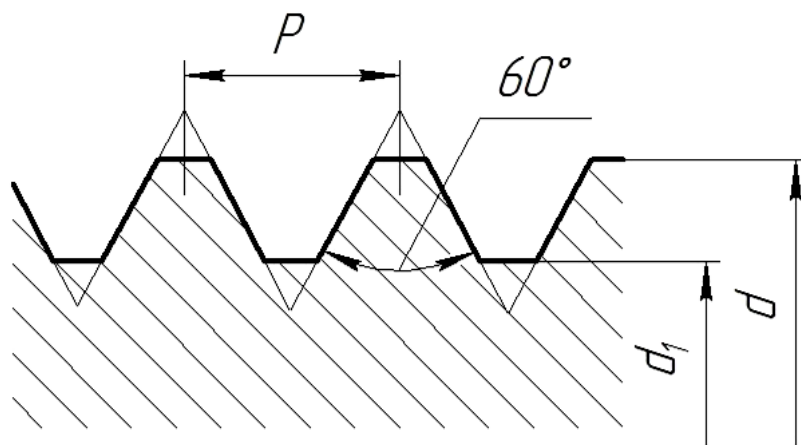


Рис. 5.12

Согласно ГОСТ 8724-2002 метрические резьбы выполняются с крупным и мелким шагом на поверхностях диаметром от 1 до 68 мм; при диаметре свыше 68 мм резьба имеет только мелкий шаг, причем мелкий шаг резьбы может быть разным для одного и того же диаметра, а крупный имеет только одно значение. Крупный шаг в условном обозначении резьбы не указывается, например: для резьбы диаметром 10 мм крупный шаг резьбы равен 1,5 мм, мелкий – 1,25; 1; 0,75; 0,5 мм.

Резьбы с мелким шагом применяются в тонкостенных соединениях для увеличения их герметичности, осуществления регулировки в приборах точной механики и оптики, с целью увеличения сопротивления деталей самоотвинчиванию.

Для выхода инструмента, нарезающего резьбу, выполняется проточка. Размеры проточки для наружной и внутренней метрической резьбы установлены ГОСТ 10549-80 и показаны на рисунках 5.13...5.16, где d – диаметр резьбы; d_f – диаметр проточки; f – ширина проточки. При выполнении чертежа на главном виде проточка изображается условно, как показано на рисунке 5.13 (для выхода наружной метрической резьбы) и рисунке 5.15 (для выхода внутренней метрической резьбы).

Для простановки размеров выполняется выносной элемент в увеличенном масштабе, как показано на рисунке 5.14 для наружной метрической резьбы, на рисунке 5.16 – для внутренней. Проточки бывают двух типов: тип 1 (рис. 5.14, а; 5.16, а) и тип 2 (рис. 5.14, б; 5.16, б).

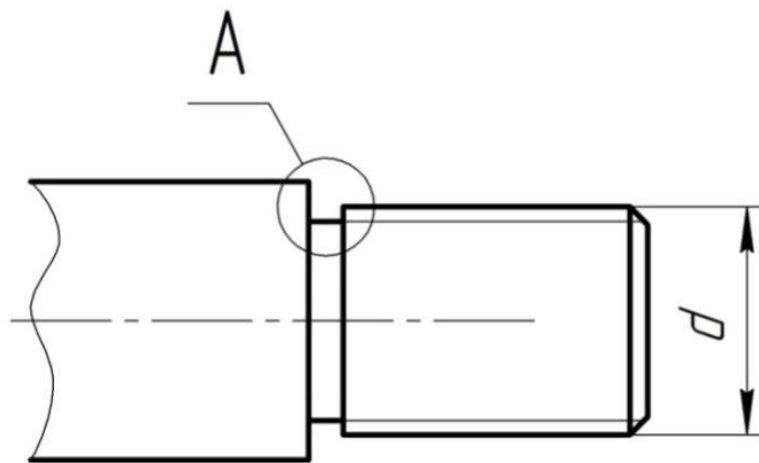


Рис. 5.13

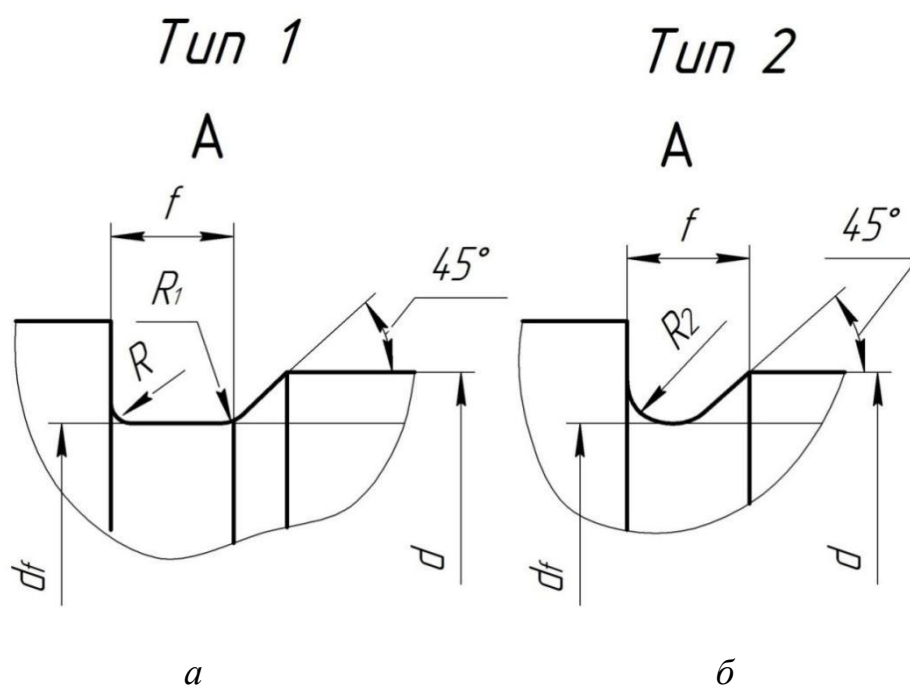


Рис. 5.14

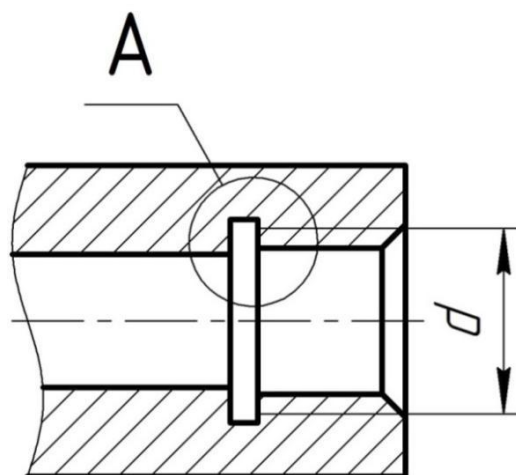


Рис. 5.15

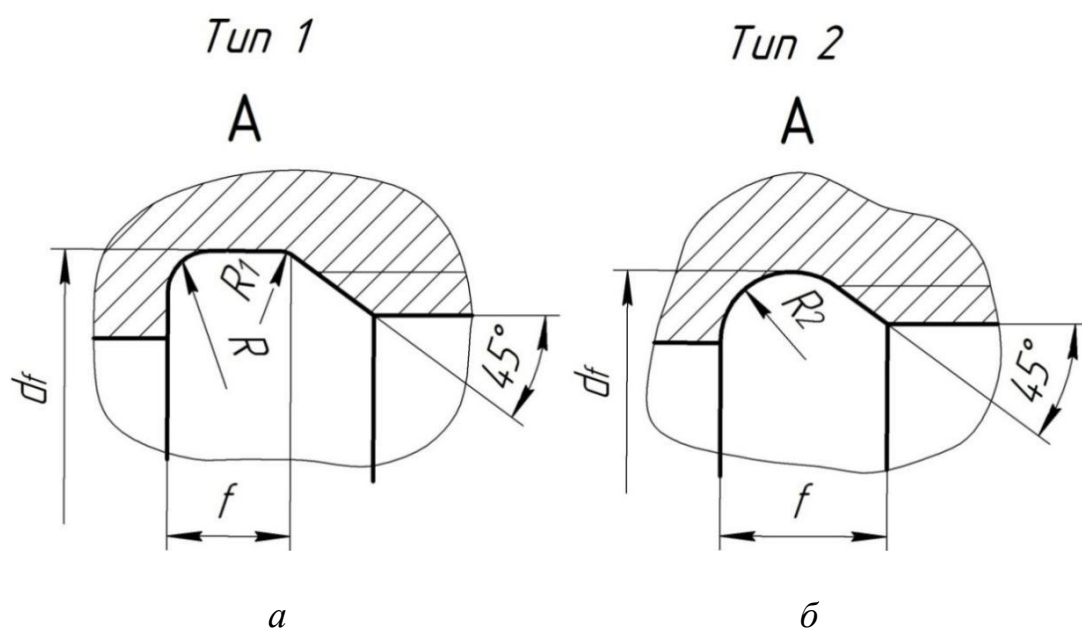


Рис. 5.16

Примеры условного обозначения:

$M18-6g$: резьба метрическая наружная, номинальный диаметр 18 мм, шаг крупный, поле допуска резьбы 6g;

$M18 \times 0,5-6g$: резьба метрическая наружная, номинальный диаметр 18 мм, поле допуска резьбы 6g, шаг мелкий ($P = 0,5$);

$M18-LH-6g$: резьба метрическая наружная, номинальный диаметр 18 мм, шаг крупный, поле допуска резьбы 6g, левая.

5.4. Резьба трубная цилиндрическая по ГОСТ 6357-81

В соответствии с ГОСТ 6357-81 трубная цилиндрическая резьба имеет профиль дюймовой резьбы, т. е. равнобедренный треугольник с углом при вершине, равным 55° (рис. 5.17).

Резьба стандартизована для диаметров от $\frac{1}{16}$ " до 6" при числе шагов z от 28 до 11 на длине 25,4 мм. Номинальный размер резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы (величине условного прохода). Так, резьба с номинальным диаметром 1" имеет диаметр условного прохода 25 мм, а наружный диаметр – 33,249 мм.

Трубную резьбу применяют для соединения труб, а также тонкостенных деталей цилиндрической формы. Такого рода профиль (55°) рекомендуют при повышенных требованиях к плотности (непроницаемости) трубных соединений. Трубную резьбу используют при соединении цилиндрической резьбы муфты с конической резьбой

труб, так как в этом случае отпадает необходимость в различных уплотнениях.

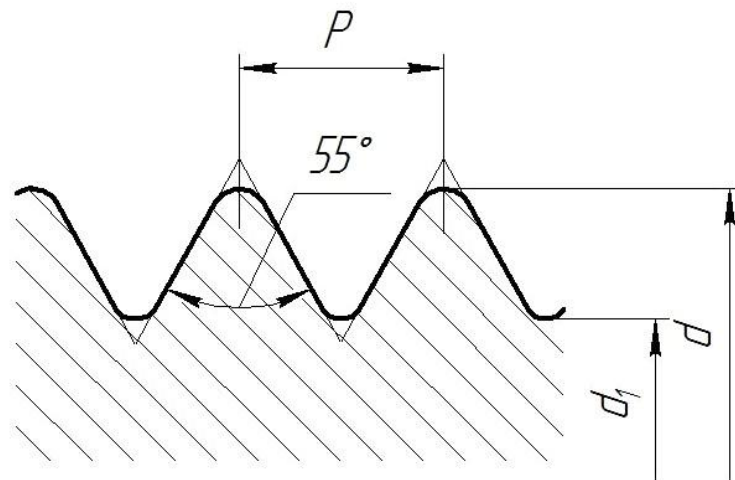


Рис. 5.17

Размеры проточки для наружной и внутренней трубной цилиндрической резьбы установлены ГОСТ 10549-80 и показаны на рисунках 5.18, 5.19. При выполнении чертежа на главном виде проточка изображается условно, как показано на рисунке 5.18, *а* (для выхода наружной трубной цилиндрической резьбы) и рисунке 5.19, *а* (для выхода внутренней резьбы).

Для простановки размеров выполняется выносной элемент в увеличенном масштабе, как показано на рисунках 5.18, *б*; 5.19, *б*.

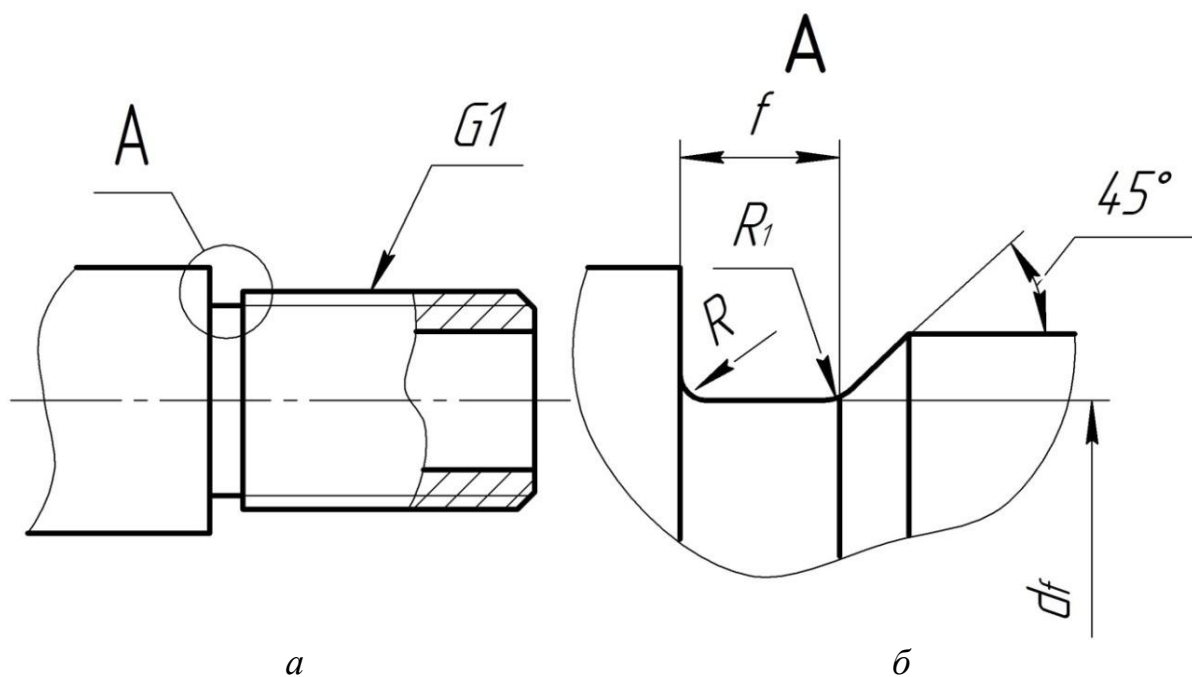


Рис. 5.18

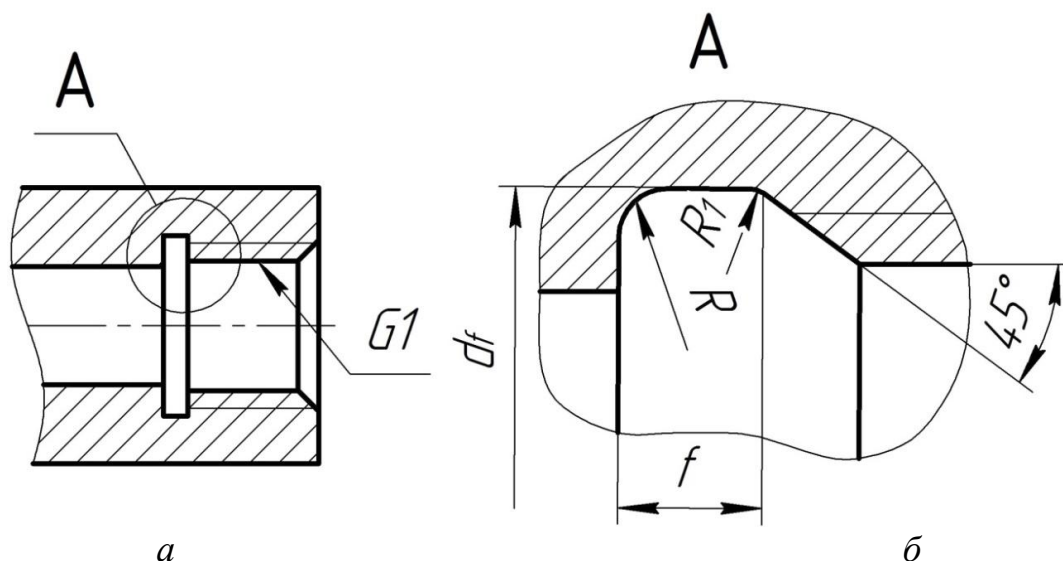


Рис. 5.19

Примеры условного обозначения резьбы:

$G1^{1/2}-A$: резьба трубная цилиндрическая, $1^{1/2}$ – условный проход в дюймах, класс точности А;

$G1^{1/2}LH-B-40$: резьба трубная цилиндрическая, $1^{1/2}$ – условный проход в дюймах, левая, класс точности В, длина свинчивания 40 мм.

5.5. Резьба трубная коническая по ГОСТ 6211-81

Параметры и размеры трубной конической резьбы определены ГОСТ 6211-81, в соответствии с которым трубная коническая резьба имеет профиль дюймовой резьбы с конусностью

$$2\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2} = 1:16, \text{ угол конуса } \varphi = 3^{\circ}34'48'', \frac{\varphi}{2} = 1^{\circ}47'24''.$$

Угол профиля при вершине 55° (рис. 5.20).

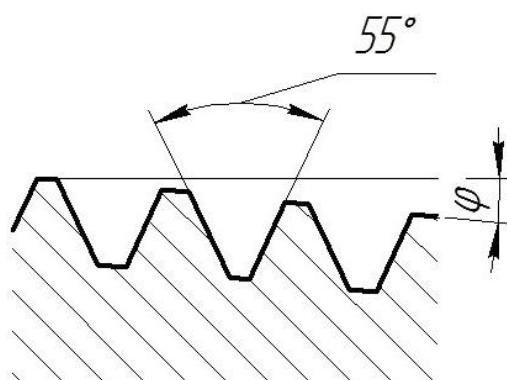


Рис. 5.20

Резьба стандартизована для диаметров от $\frac{1}{16}$ " до 6" (в основной плоскости размеры резьбы соответствуют размерам трубной цилиндрической резьбы). Применяется в конических резьбовых соединениях, а также в соединениях наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической резьбой с профилем по ГОСТ 6357-81 и устанавливает профиль, основные размеры и допуски конической, внутренней трубной цилиндрической резьбы, соединяемой с наружной конической.

Условный размер и диаметры трубной конической резьбы измеряются в основной плоскости (рис. 5.21, 5.22).

Основная плоскость – это плоскость, перпендикулярная оси трубы, совпадающая с торцом детали, имеющей внутреннюю резьбу. Положение основной плоскости относительно торца трубы определяется длиной l , как показано на рисунках 5.21, 5.22.

Условный размер и другие параметры трубной конической резьбы в основной плоскости полностью соответствуют параметрам трубной цилиндрической резьбы с тем же условным размером, шагом и числом витков на длине, равной одному дюйму.

Резьба применяется для резьбовых соединений топливных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков.

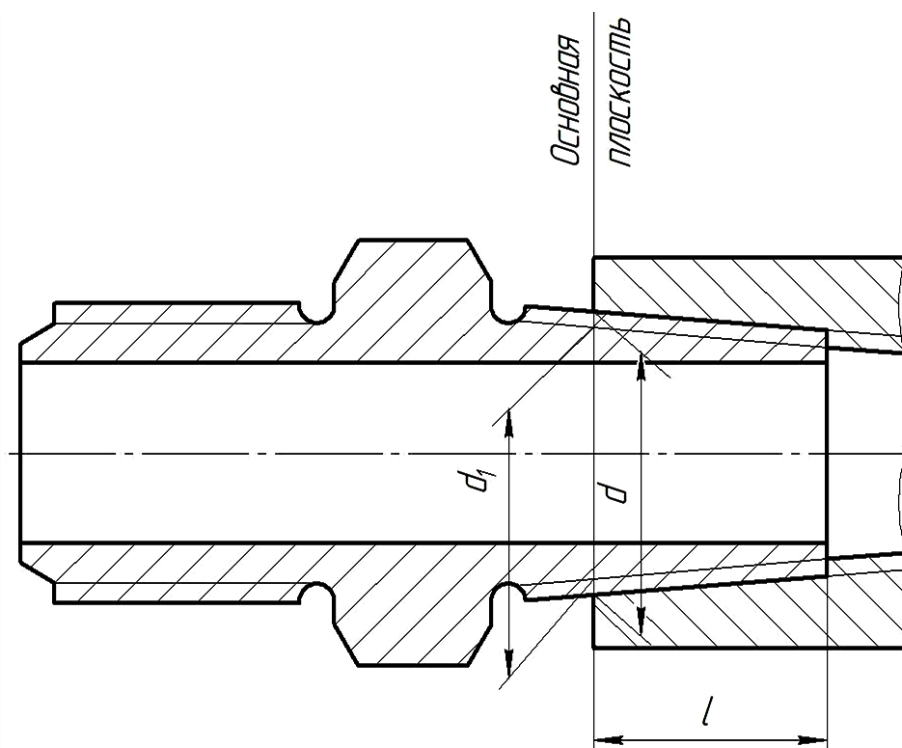


Рис. 5.21

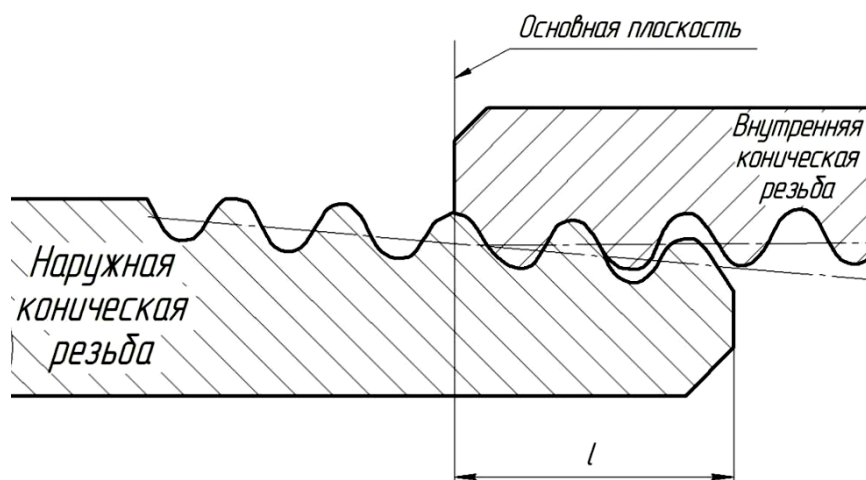


Рис. 5.22

В условное обозначение резьбы должны входить буквы (R – для конической наружной, R_c – для конической внутренней, R_p – для цилиндрической внутренней резьбы) и обозначение размера резьбы. Условное обозначение для левой резьбы дополняется буквами $ЛН$.

Размеры проточки для наружной и внутренней трубной цилиндрической резьбы установлены ГОСТ 10549-80 и показаны на рисунках 5.23, 5.24. При выполнении чертежа на главном виде проточка изображается условно, как показано на рисунке 5.23, *а* (для выхода наружной трубной конической резьбы) и рисунке 5.24, *а* (для выхода внутренней резьбы). Для изображения проточки и простановки размеров выполняется выносной элемент в увеличенном масштабе (рис. 5.23, *б*; 5.24, *б*).

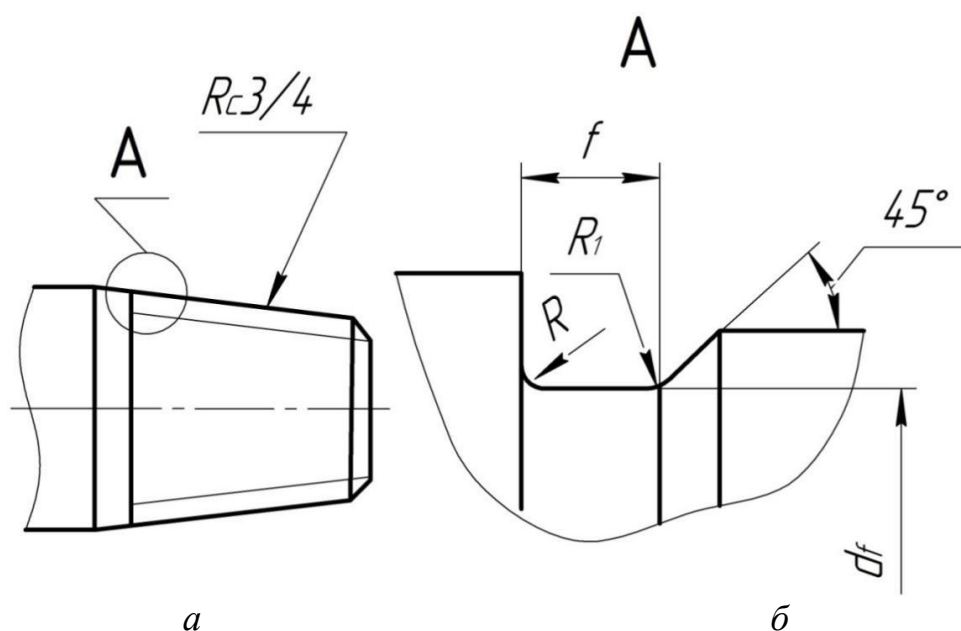


Рис. 5.23

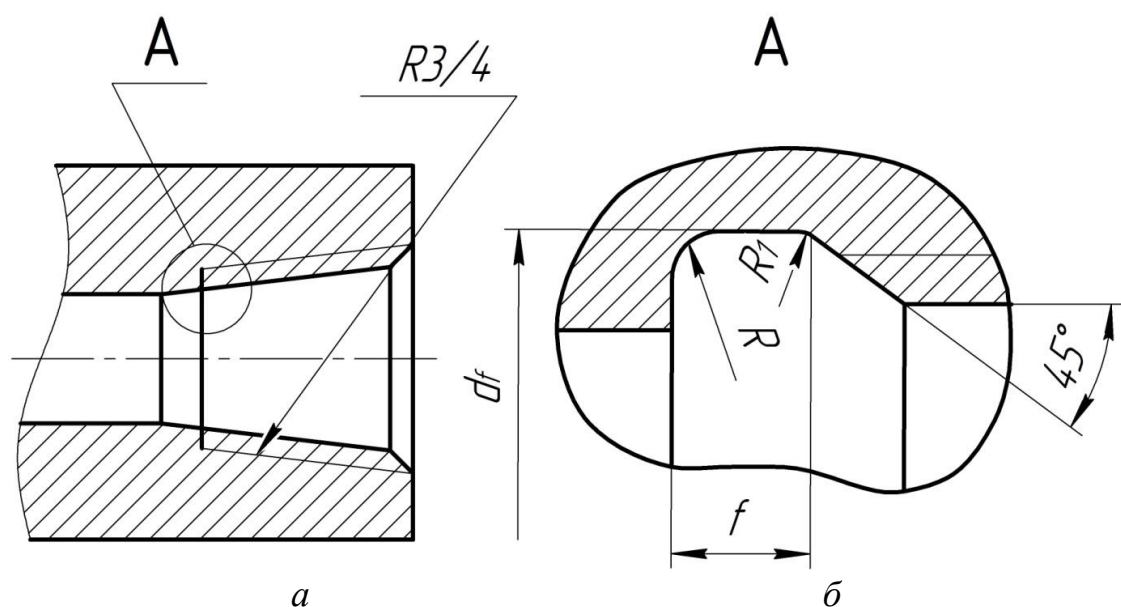


Рис. 5.24

Примеры обозначения резьбы:

$R1\frac{1}{2}$ – наружная трубная коническая правая резьба диаметром $1\frac{1}{2}$ дюйма;

$R_c1\frac{1}{2}$ – внутренняя трубная коническая правая резьба диаметром $1\frac{1}{2}$ дюйма.

5.6. Резьба трапецеидальная по ГОСТ 9484-81

Трапецеидальная резьба имеет форму равнобочной трапеции с углом между боковыми сторонами, равным 30° (рис. 5.25). Основные размеры трапецеидальной однозаходной резьбы для диаметров резьбы от 10 до 640 мм устанавливает ГОСТ 9481-81.

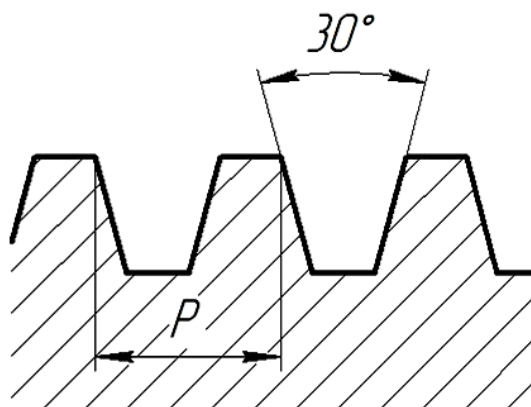


Рис. 5.25

Применяется для передачи возвратно-поступательного движения или вращения в тяжело нагруженных подвижных резьбовых соединениях. Часто используется при изготовлении ходовых винтов, согласно ГОСТ 24738-81 выполняется на поверхностях диаметров от 8 до 640 мм.

Трапецеидальная резьба может быть однозаходной (ГОСТ 24738-81, ГОСТ 24737-81) и многозаходной (ГОСТ 24739-81), а также правой и левой.

Пример условного обозначения трапецеидальной резьбы:

$Tr40 \times 6$ – трапецеидальная однозаходная резьба с наружным диаметром 40 мм, шагом 6 мм.

5.7. Резьба упорная по ГОСТ 10177-82

Резьба с профилем в виде неравнобокой трапеции с углом рабочей стороны 3° и нерабочей – 30° установлена ГОСТ 10177-82 (рис. 5.26). Упорная резьба, как и трапецеидальная, может быть одно- и многозаходной. Выполняется на поверхностях диаметров от 10 до 640 мм с шагом от 2 до 24 мм. Применяется для передачи больших усилий, действующих в одном (осевом) направлении: в домкратах, прессах и т. д.

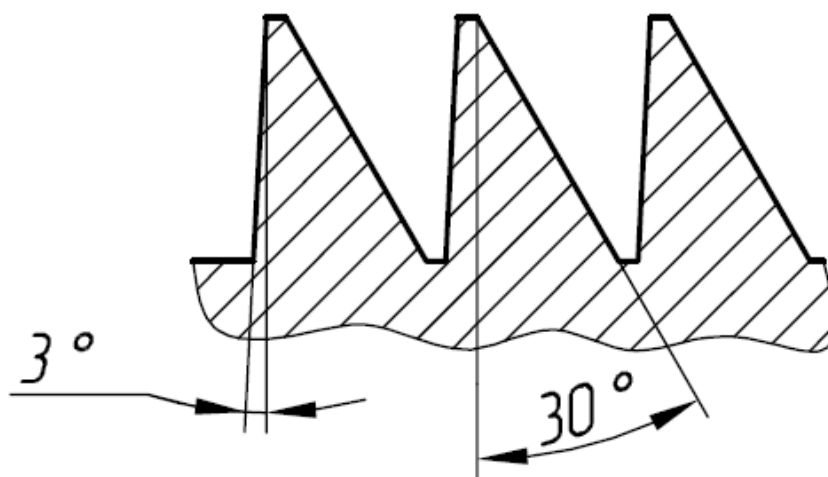


Рис. 5.26

Пример условного обозначения:

$S80 \times 10$ – упорная однозаходная резьба с наружным диаметром 80 мм, шаг 10 мм;

$S80 \times 20(P10)$ – упорная многозаходная резьба с наружным диаметром 80 мм, величина хода 20 мм, шаг 10 мм.

5.8. Резьба с круглым профилем по ГОСТ 9484-81

Резьбу с круглым профилем устанавливает ГОСТ 9484-81 (рис. 5.27). Профиль круглой резьбы образован дугами, связанными между собой участками прямой линии. Угол между сторонами профиля α равен 30° . Обладает большим сроком службы и повышенным сопротивлением при значительных нагрузках.

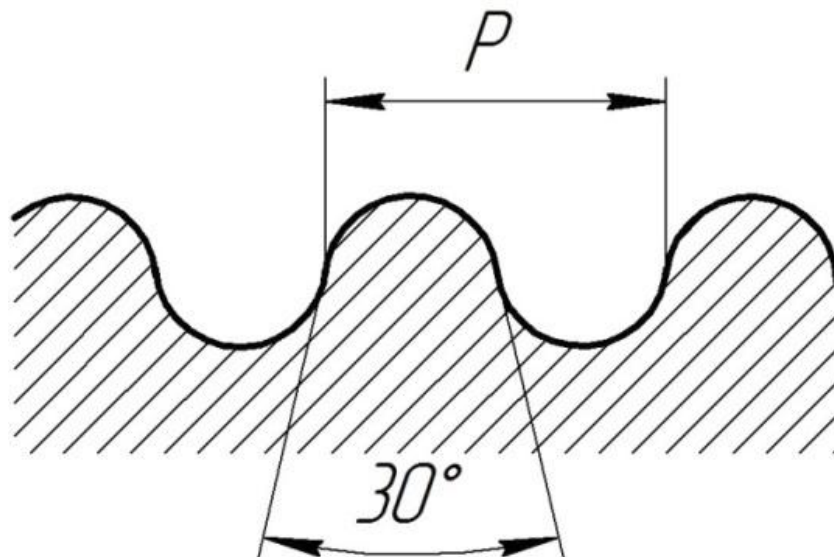


Рис. 5.27

Применяется для часто свинчиваемых соединений (шпиндели, вентили и т. д.), работающих в загрязненной среде, а также для тонкостенных деталей с накатанной или штампованной резьбой, например цоколь электролампы.

Пример условного обозначения:

Rd16 ГОСТ 13536-68 – круглая резьба с наружным диаметром 16 мм.

Если резьба круглая применяется в соединениях санитарно-технической арматуры, то обозначение ее будет следующим:

Kp12×2,54 ГОСТ 13536-68.

5.9. Резьба прямоугольная (нестандартная)

Все размеры резьбы с прямоугольным (или квадратным) нестандартным профилем (рис. 5.28) указывают на чертеже. Применяется ограниченно, так как наряду с преимуществами, заключающимися в более высоком коэффициенте полезного действия, чем у трапецеидальной резьбы, она менее прочна и сложнее в производстве.

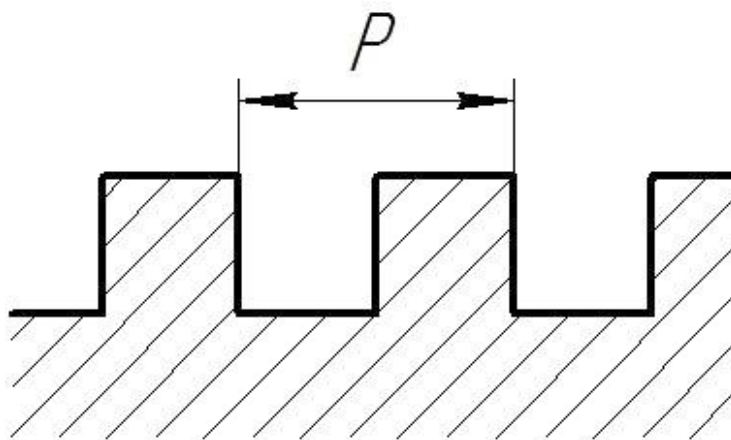


Рис. 5.28

Используется для передачи движения тяжело нагруженных подвижных резьбовых соединений. Обычно выполняется на грузовых и ходовых винтах.

Условного обозначения не имеет.

6. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Соединения деталей машин и приборов в изделиях могут быть разъемными, позволяющими выполнять их многократную сборку и разборку, и неразъемными, разборку которых можно произвести только с частичным разрушением некоторых деталей, входящих в соединение.

Разъемные соединения деталей осуществляют резьбовыми изделиями, клиньями, шпонками, шлицами, штифтами, пружинно-затяжными втулками и др.

Неразъемные соединения осуществляют клепкой, сваркой, пайкой, склеиванием, запрессовкой, заливкой, сшивкой и др.

6.1. Изображение разъемных соединений резьбовыми изделиями

Для осуществления разъемного соединения деталей применяются различные резьбовые крепежные детали: болты, винты, шпильки, гайки, а также детали для их стопорения: шплинты, различные шайбы, проволока.

6.1.1. Стандартные крепежные детали, их условные изображения на чертежах

Форма, размеры и другие характеристики крепежных деталей (такие, как материал, характер покрытия и т. д.) устанавливаются ГОСТ 1759-70. Крепежные детали, как правило, имеют метрическую резьбу с крупным шагом.

Болты. Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, на другом – резьба для навинчивания гайки (рис. 6.1).

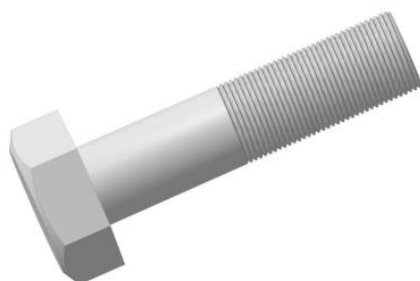


Рис. 6.1

В машиностроении находят применение различные болты, отличающиеся как по форме, размерам, точности изготовления, так и по характеру исполнения. Наибольшее распространение имеют болты с шестигранной головкой.

Размеры болтов с шестигранной головкой нормальной точности определяет ГОСТ 7798-70, который, в частности, предусматривает три исполнения таких болтов (рис. 6.2):

- исполнение 1 – без отверстий в головке и стержне болта;
- исполнение 2 – с отверстием на резьбовой части стержня для стопорения шплинтом;
- исполнение 3 – с двумя отверстиями в головке для стопорения группы болтов с помощью проволоки. Длина резьбовой части болта l_0 зависит от длины болта l (см. ГОСТ 7798-70). Размеры головки болта зависят от величины номинального диаметра резьбы.

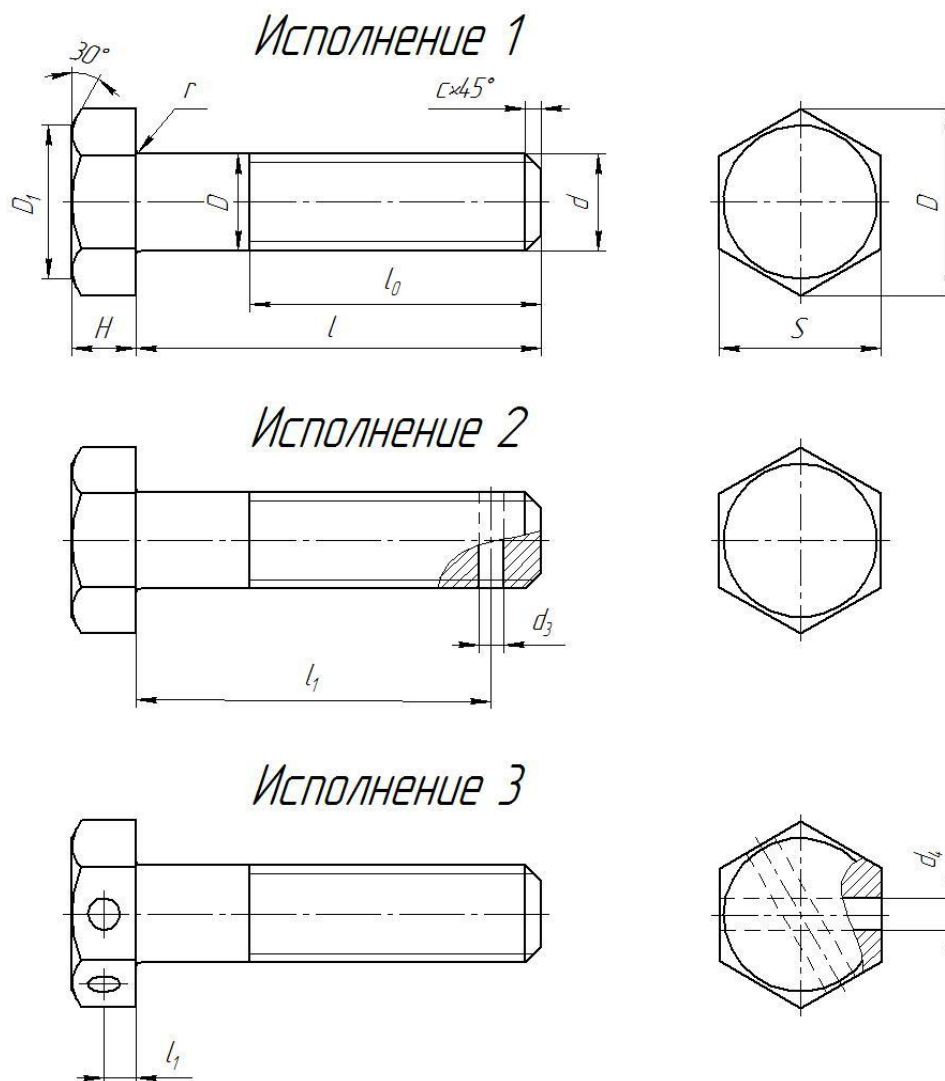


Рис. 6.2

В свете последних изменений стандартов размеры болтов с шестигранной головкой и резьбой более М24 определяет стандарт ГОСТ Р ИСО 4014-2013.

При выполнении чертежа болта главный вид всегда располагают так, чтобы ось болта была параллельна основной надписи чертежа. Головка болта ориентирована максимальным числом видимых граней. Чертеж выполняют по размерам, взятым из соответствующего стандарта.

На рисунке 6.3 представлен чертеж стандартного болта исполнения 1, с резьбой М30, крупного шага и длиной $l = 100$ мм.

Последовательность выполнения чертежа следующая:

1. По заданным значениям М30 и $l = 100$ мм из таблиц стандарта определяют остальные размеры болта (высоту головки $H = 19$ мм, диаметр описанной окружности $D = 50,9$ мм, радиус под головкой $r = 2,7$ мм, длину резьбовой части стержня $l_0 = 66$ мм).

2. Вычерчивают контуры изображений болта (главного вида, вида сверху и вида слева) и ребра головки болта.

3. На виде слева проводят окружность диаметром $D_1 = 0,9s$ (где $s = 46$ мм – размер под ключ). Эта окружность является линией пересечения торца головки болта с фаской.

4. От крайних точек окружности D_1 на главном виде проводят к торцу головки болта прямые под углом 30° – контур конической поверхности фаски. При пересечении с ребрами головки болта эти линии дают точки профиля фаски на боковых гранях головки.

5. Линии этого профиля являются ветвями гиперболы, которые упрощенно выполняют дугами окружностей: для центральной грани головки на главном виде $R_1 = \frac{3}{4} D$, для боковых граней R_2 выполняют построением, на виде сверху $R_3 = \frac{1}{2} D$.

6. Изображают резьбовую часть стержня болта, проводят фаску ($s \times 45^\circ$), величину которой выбирают из таблицы в зависимости от диаметра резьбы и ее шага, вычерчивают галтель $R1$ (плавный переход от стержня болта к его головке).

7. На заключительной стадии оформления чертежа болта наносят его размеры, соответствующие данным стандарта. На рисунке болта исполнения 1 показаны необходимые для простановки размеры.

На сборочных чертежах и чертежах общего вида дают упрощенное (условное) изображение болтов.

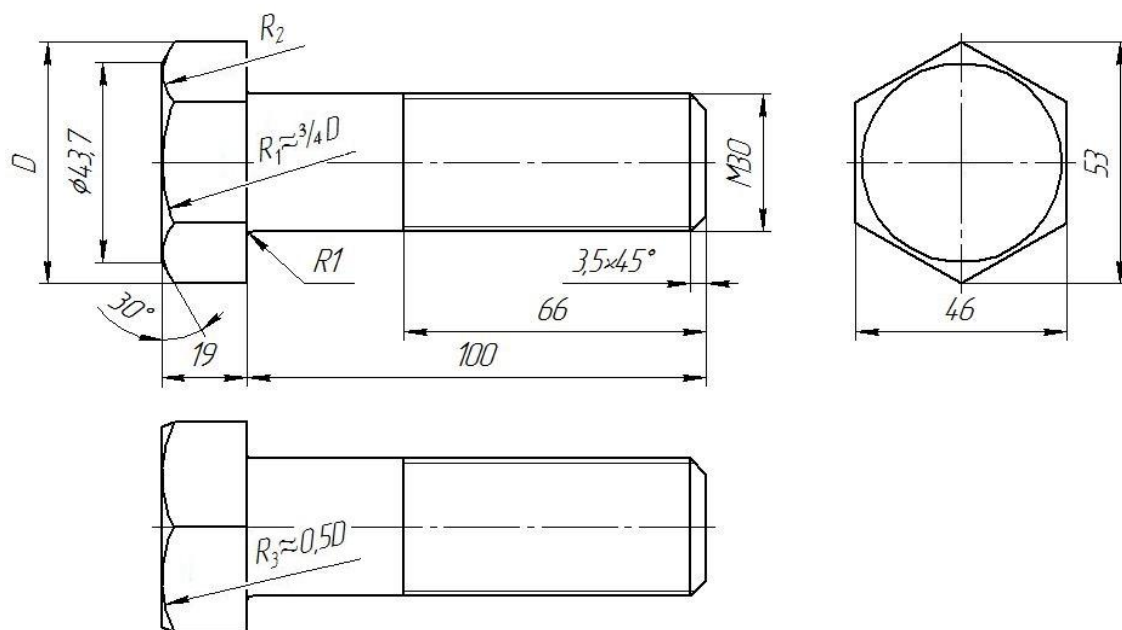


Рис. 6.3

Шпильки. Шпилькой называется крепежная деталь, представляющая собой цилиндрический стержень, имеющий с двух концов резьбу (рис. 6.4).

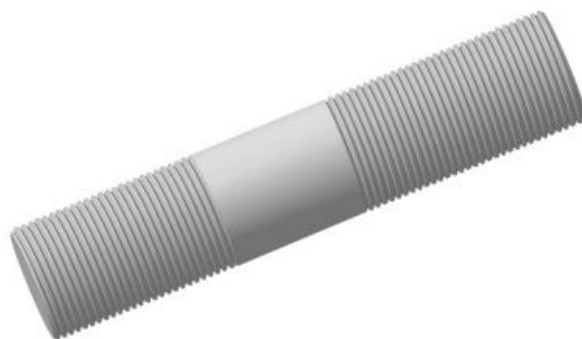


Рис. 6.4

На шпильках нарезается метрическая резьба. Шпильки применяют для соединения деталей, когда отсутствует место для размещения головки болта или гайки, а также когда одна из соединяемых деталей имеет значительную толщину, что делает неэкономичной установку болта большой длины.

Резьбовой конец шпильки l_1 (рис. 6.5), ввинчиваемый в деталь, называется посадочным. Длина его зависит от прочности и пластичности материала, из которого изготовлена деталь. Для прочных и пластичных материалов (сталь, бронза, латунь) $l_1 = d$, где d – номинальный диаметр резьбы шпильки, для чугуна $l_1 = 1,6d$ и для деталей

их легких сплавов $l_1 = 2,5d$. На другой резьбовой конец шпильки l_0 (рабочий, или гаечный) навинчивается гайка. Длиной шпильки l условно считают длину ее стержня без длины посадочного конца l_1 .

Стандартные шпильки имеют форму, показанную на рисунке 6.5. Размеры стандартных шпилек в зависимости от номинального диаметра резьбы и длины посадочного конца регламентированы ГОСТ 22032-76 ... ГОСТ 22043-76.

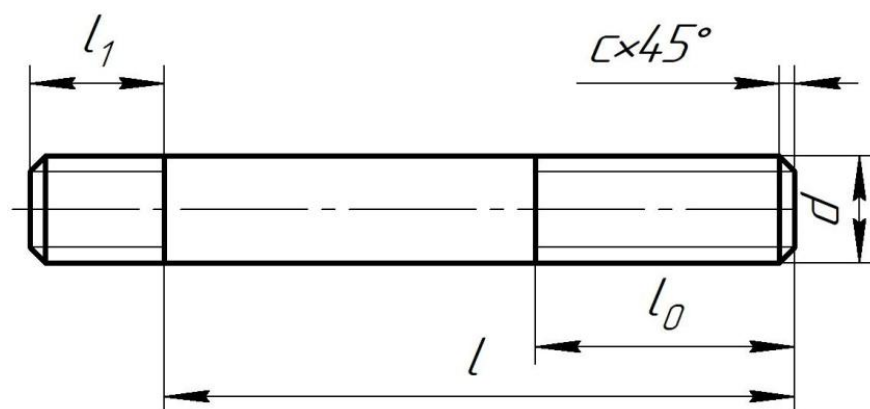


Рис. 6.5

Гайки. Гайкой называется деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку (рис. 6.6).

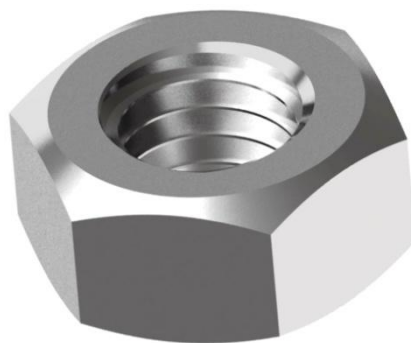


Рис. 6.6

Гайки совместно с болтом или шпилькой служат для скрепления соединяемых деталей. Различают гайки по форме, диаметру и шагу резьбы, характеру исполнения и точности изготовления.

По высоте шестигранные стандартные гайки разделяются на низкие, нормальные, высокие. Низкие гайки (ГОСТ 5916-70, ГОСТ 15522-70) применяются в качестве контргаек и при малых нагрузках для диаметров резьбы более 5 мм.

Гайки нормальной высоты стандартизованы ГОСТ 5915-70 с учетом требований международных стандартов.

Высокие гайки по ГОСТ 15524-70 применяют в тех случаях, когда их приходится часто заворачивать и отворачивать при диаметрах резьбы более 12 мм. ГОСТ 15525-70 предусматривает также особо высокие гайки.

Наибольшее распространение получили стандартные шестигранные гайки нормальной высоты (рис. 6.7) с двумя фасками (исполнение 1), с одной фаской (исполнение 2) или без фасок с выступом с одного торца по ГОСТ 15526-70 (исполнение 3).

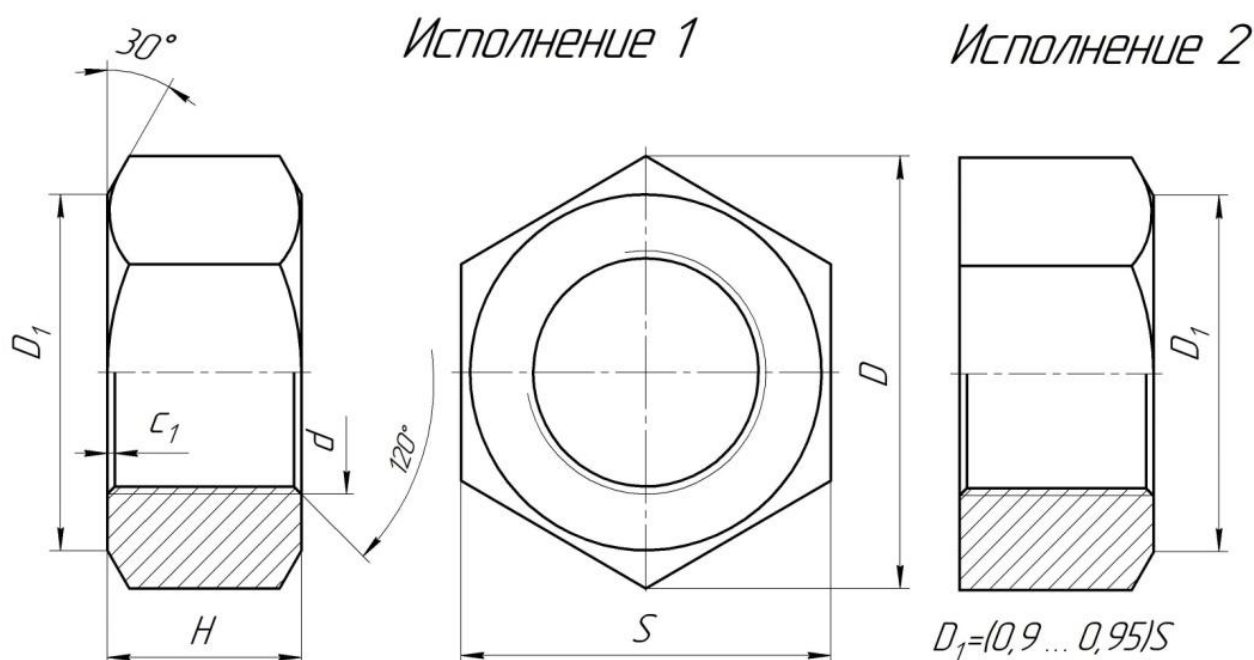


Рис. 6.7

Стандартные гайки изготавливаются трех степеней точности: повышенной, нормальной и грубой.

Для соединения деталей, работающих при вибрациях или испытывающих динамические нагрузки, применяют прорезные (корончатые) гайки (рис. 6.8) по ГОСТ 2528-73, ГОСТ 5935-73, ГОСТ 5918-73 и др. Такие гайки ставят совместно с болтами исполнения 2, что позволяет применять шплинты, которыми стопорят гайки.

В учебных чертежах применяют преимущественно условное изображение гаек.

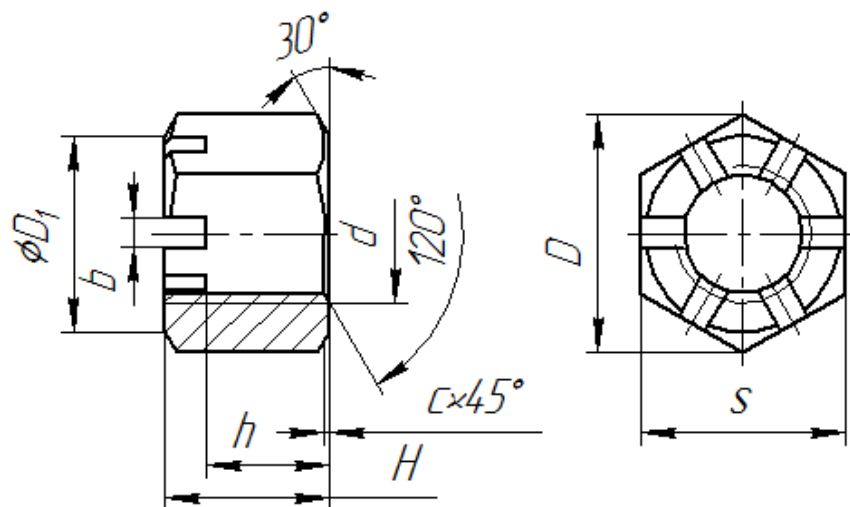


Рис. 6.8

Винты и шурупы. Винтом называется цилиндрический стержень, на одном конце которого нарезана резьба, на другом имеется головка определенной формы.

Винты бывают двух видов: крепежные и установочные. Некоторые типы установочных винтов не имеют головки (ГОСТ 1476-75), их цилиндрическая часть обычно полностью заполнена резьбой (рис. 6.9). Винты применяются для разъемных соединений деталей без гаек.

Винты установочные служат для регулировки зазоров и фиксации деталей при сборке.

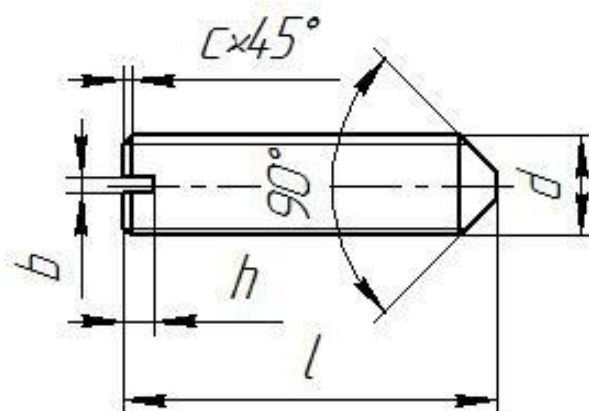


Рис. 6.9

Форма и размеры винтов стандартизованы. В зависимости от формы головки винты разделяют:

- на винты с шестигранной головкой по ГОСТ 1481-75;
- винты с квадратной головкой по ГОСТ 1482-75;

- винты с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-72 (рис. 6.10, а);
- винты с полукруглой сферической головкой ГОСТ 17473-72 (рис. 6.10, б);
- винты с полупотайной головкой по ГОСТ 17474-72 (рис. 6.10, в);
- винты с потайной головкой по ГОСТ 17475-72 (рис. 6.10, г).

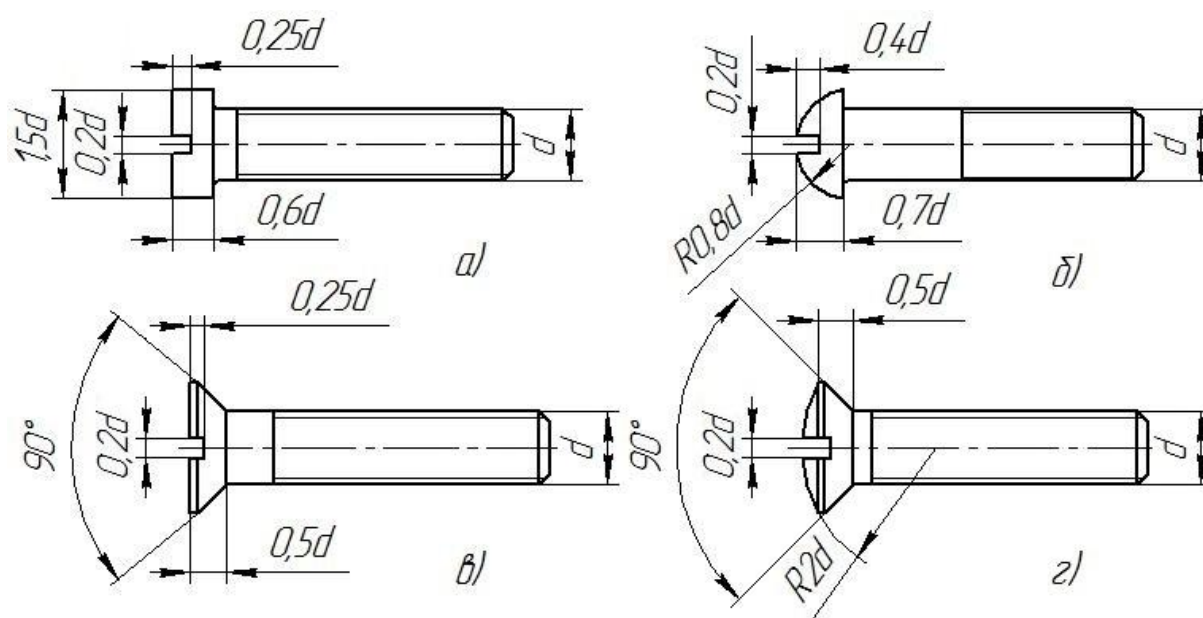


Рис. 6.10

Для соединения деталей, выполненных из дерева или мягких полимеров (пластмасс), применяются шурупы. В отличие от винтов шурупы имеют конический острый конец и резьбу с крупным шагом.

Шайбы. Шайбы представляют собой пластины с отверстием, как правило, круглой формы, подкладываемые под гайки или головки болтов.

Шайбы применяются для предохранения материала детали от задиров и смятия при затяжке гайки в тех случаях, когда соединяемые с помощью болтов, винтов или шпилек детали (или одна из них) изготавливаются из материала невысокой твердости (латуни, бронзы, алюминия, дерева, пластмасс) или когда отверстия под болты или шпильки имеют овальную или прямоугольную форму (шайбы нужны для увеличения опорной поверхности гайки или головки болта).

Стандартные стальные шайбы цилиндрической формы для шестигранных гаек и болтов с шестигранными головками по ГОСТ

10450-78 изготавливают двух исполнений: без наружных фасок (исполнение 1) и с одной наружной фаской (исполнение 2) (рис. 6.11).

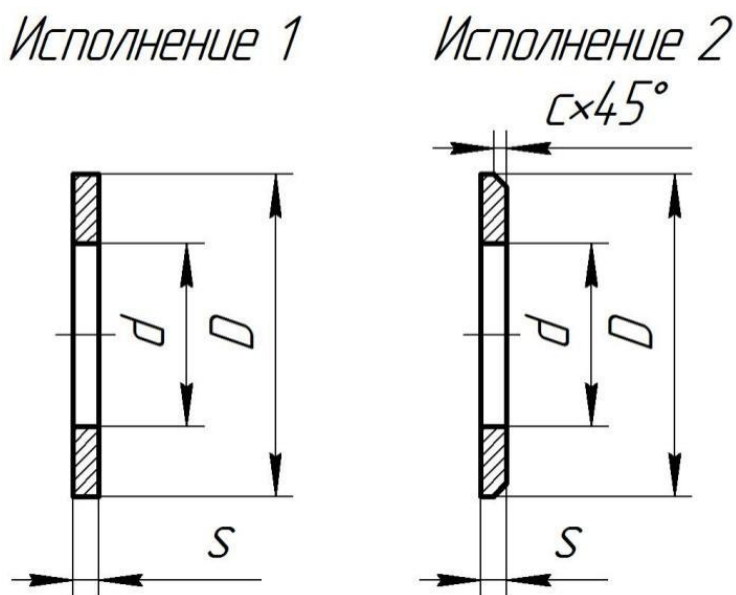


Рис. 6.11

Диаметр отверстия в шайбе делается немного больше диаметра стержня болта, шпильки или винта, но при обозначении на чертеже диаметра шайбы указывается не действительная его величина, а диаметр крепежной детали (болта, шпильки, винта). Шайбы изготавливают двух классов точности – А и С.

В случае свинчивания болтами или шпильками фасонной прокатной стали, имеющей уклон (швеллерной, двутавровой и др.), применяют специальные прямоугольные скошенные (косые) шайбы.

Сферические шайбы применяют для предотвращения изгиба стержня болта или шпильки и перекоса опорных поверхностей гайки.

Для предупреждения самоотвинчивания болтов, винтов и гаек при вибрационной и динамической нагрузках применяют пружинные шайбы по ГОСТ 6402-70 (рис. 6.12).

Пружинные шайбы выполняются из упругой закаленной стали. Эти шайбы представляют собой виток винтового выступа квадратного профиля левого направления. При завинчивании гайки или головки болта острые кромки пружинной шайбы врезаются в торцы гайки и одной из соединяемых деталей. Это препятствует самоотвинчиванию гайки или болта.

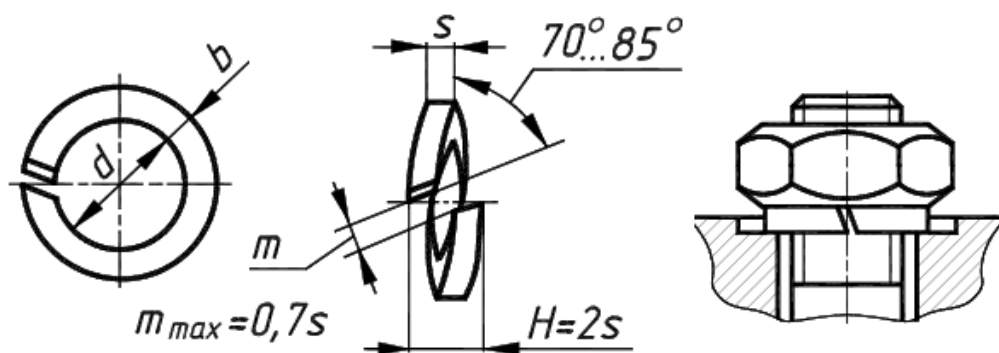


Рис. 6.12

Пружинные шайбы при одном и том же диаметре имеют несколько исполнений, обозначаемых буквами: Л – легкие, Н – нормальные, Т – тяжелые, ОТ – особо тяжелые. На учебных чертежах показывают стандартные пружинные шайбы исполнения Н.

6.1.2. Условные обозначения стандартных резьбовых крепежных деталей на чертежах

На учебных чертежах условные обозначения крепежных деталей приводят в упрощенной форме. Примеры таких обозначений смотрите в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Примеры условных обозначений крепежных деталей на чертежах

Условное обозначение	Наименование детали и ее характеристики
Болт М12×60 ГОСТ 7798-70	Болт с шестигранной головкой, исполнения 1, с номинальным диаметром метрической резьбы $d=12$ мм, с крупным шагом, длиной 60 мм, по ГОСТ 7798-70
Винт 2 М20×80 ГОСТ 1491-72	Винт с цилиндрической головкой, исполнения 2, с номинальным диаметром метрической резьбы $d=20$ мм, с крупным шагом, длиной 80 мм, по ГОСТ 1491-72
Шпилька М20×80 ГОСТ 22032-76	Шпилька с номинальным диаметром метрической резьбы $d=20$ мм, с крупным шагом, длиной $l=80$ мм, по ГОСТ 22032-76
Гайка М20 ГОСТ 5915-70	Гайка шестигранная, исполнения 1, с номинальным диаметром метрической резьбы $d=20$ мм, с крупным шагом, по ГОСТ 5915-70

6.1.3. Изображения стандартных крепежных деталей в соединениях на чертежах

При выполнении сборочных чертежей и чертежей общего вида применяются изображения крепежных деталей – болтов, винтов, гаек и шпилек в различных вариантах: конструктивном, упрощенном и условном.

На конструктивном изображении выполняют все стандартные элементы деталей – фаски, радиусы, зазоры между стержнем и отверстием, длину резьбы на стержне, элементы исполнений.

При упрощенном изображении размеры гайки и головки болта вычисляются в зависимости от номинального размера резьбы по условным соотношениям согласно ГОСТ 2.315-68.

Примеры упрощенных изображений резьбовых соединений приведены на рисунке 6.13. Упрощения состоят в том, что резьбу показывают по всей длине стержня болта (винта, шпильки); фаски на головке болта, гайки, шайбе и на резьбах не показывают; допускается также не вычерчивать галтели и зазоры между стержнем болта (винта, шпильки) и отверстием скрепляемых деталей. На видах по направлению оси болта (шпильки) резьбу на стержне изображают только одной окружностью, соответствующей наружному диаметру. На этих же видах шайбы не изображают.

Шлицы на головках винтов и шурупов изображают условно: на изображениях, параллельных оси винта (шурупа), не двумя, а только одной сплошной толстой линией; на видах, перпендикулярных оси, также одной линией, проведенной не в проекционной связи, а под углом 45° к основной надписи чертежа.

В тех случаях, когда номинальный диаметр резьбы равен или меньше 2 мм, ГОСТ 2.315-68 допускает условное изображение разъемных резьбовых соединений и входящих в них деталей так, как показано на рисунке 6.13.

На учебных чертежах резьбовые разъемные соединения и их детали условно показывают, как это выполнено на рисунках 6.14 (соединение болтом), 6.15 (соединение шпилькой), 6.16 (соединение винтом).

В отличие от упрощенного изображения на этих чертежах показывают фаски (кроме фасок шайб), галтели, зазоры между стержнем с резьбой и отверстием скрепляемых деталей.

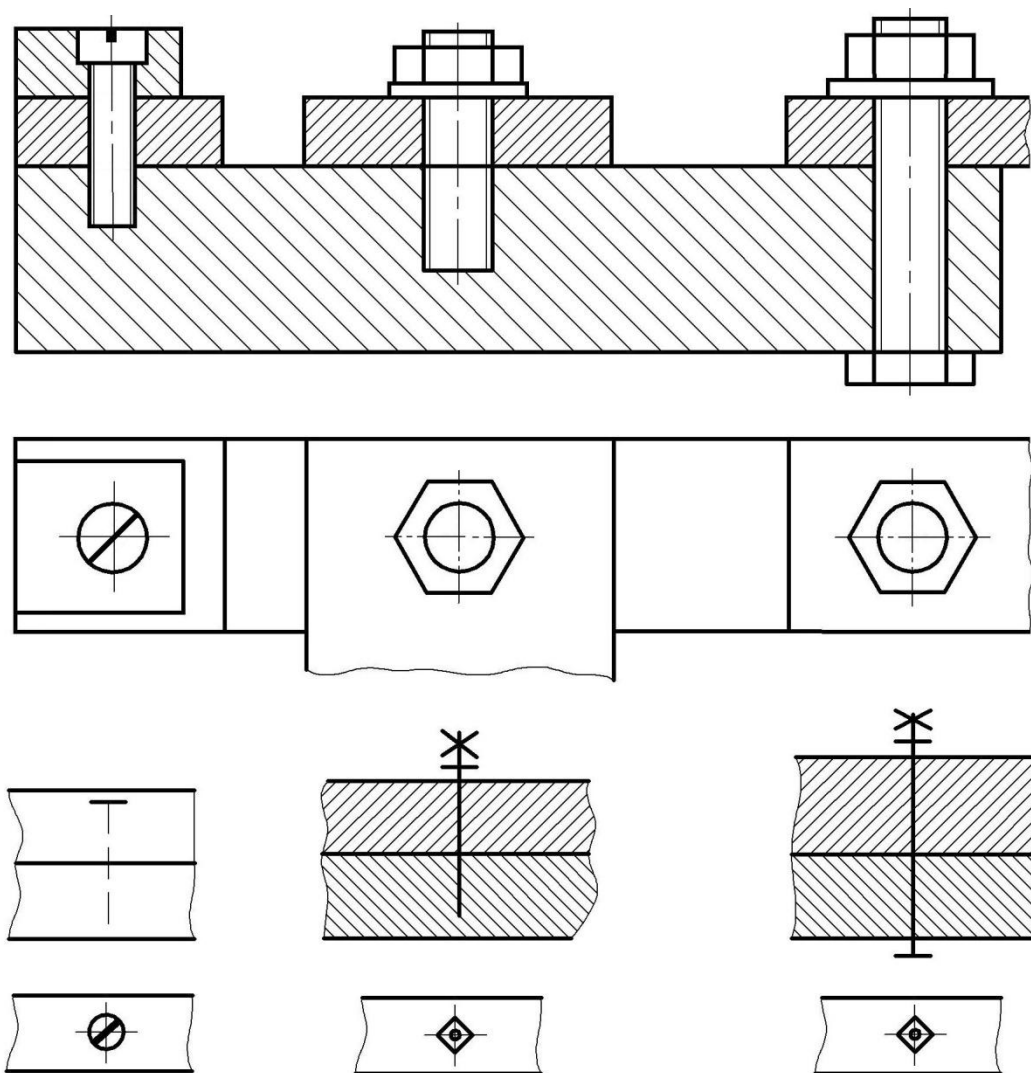


Рис. 6.13

На чертеже обозначают также длину резьбовой части стержня. При этом пользуются следующими соотношениями:

1. Длина резьбовой части стержня для болтов длиной до 150 мм $l_0 = 2d + 6$ мм и $l_0 = 2d + 12$ мм для болтов длиной более 150 мм; для шпилек в зависимости от материала детали $l_1 = (1,0...2,5)d$.
2. Диаметр отверстия в деталях равен $D_1 = 1,1d$.
3. Глубина отверстия под шпильку $l_2 = l_1 + 0,5d$.
4. Глубина резьбы в несквозном (глухом) отверстии детали $l_3 = l_1 + 2P$.
5. Длина стержня болта $l = n + m + s + H + k$, где n и m – толщины соединяемых деталей.
6. Величина выступающей над гайкой части стержня болта или шпильки $k = 0,3d$.
7. Величина фаски $s = 0,1d$.

12. Толщина шайбы $s = 0,15d$.

The drawing consists of three views of a bolted joint:

- Side View (Top):** Shows a bolt passing through a plate of thickness l . The bolt has a head diameter D and a shank diameter D_1 . The head height is H , and the shank length is h . The plate has a thickness l . The bolt is secured with a nut and washer. The washer has an outer diameter D_w and a thickness t . The bolt head has a fillet radius r_1 and a chamfer angle of 30° . The plate has a chamfer angle of 45° . The total length of the bolt is l_0 . The distance from the bolt head to the plate is k . The distance from the plate to the nut is m . The distance from the nut to the washer is n . The distance from the washer to the bolt head is s .
- Top View (Bottom):** Shows the bolt head and the plate. The bolt head has a diameter D and a fillet radius r_1 . The plate has a diameter D_w .
- Detail View (Right):** Shows a close-up of the bolt head and the plate. The bolt head has a diameter d and a fillet radius r_2 . The plate has a thickness t .

116

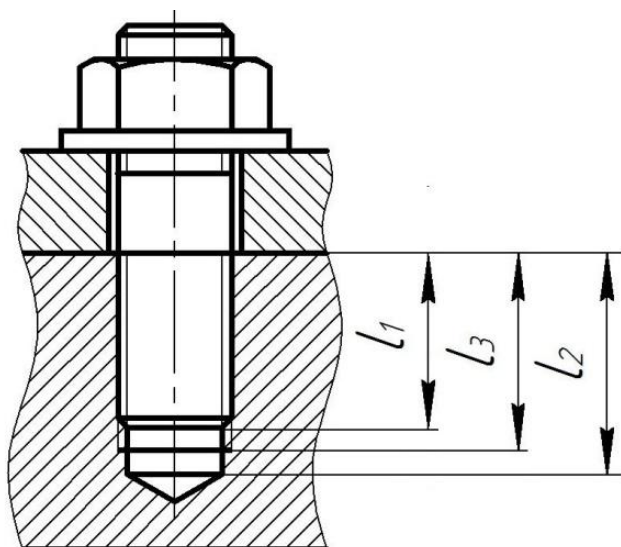


Рис. 6.15

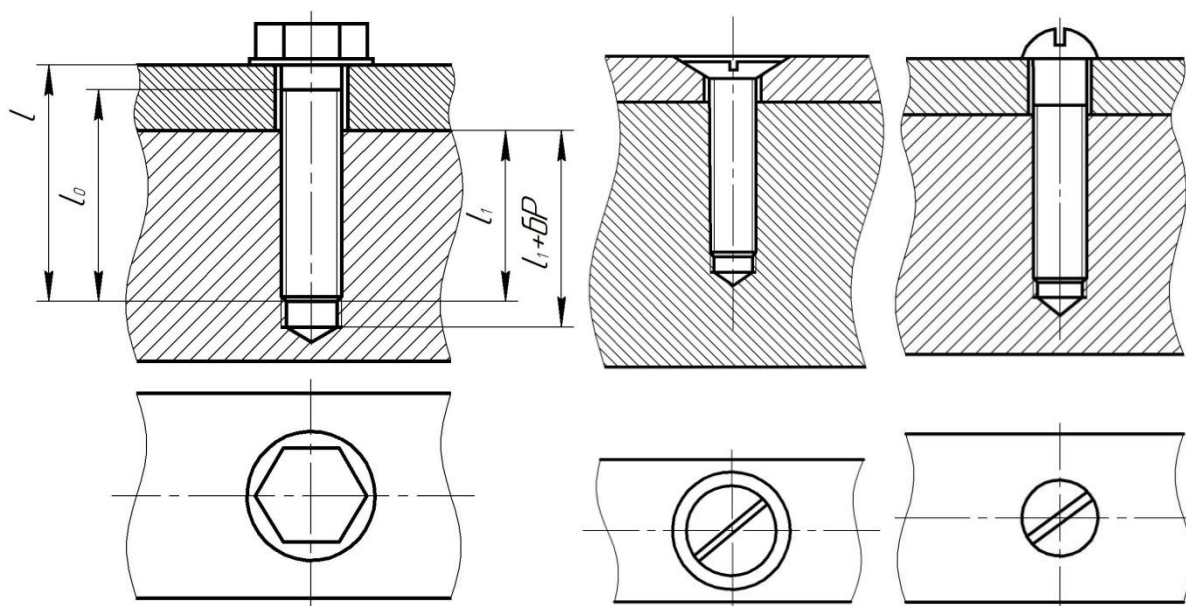


Рис. 6.16

6.2. Изображение неразъемных соединений

6.2.1. Соединения сварные

Условные изображения швов сварных соединений

ГОСТ 2.312-72 устанавливает условные изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий всех отраслей промышленности, а также в строительной документации, в которой не использованы изображения и обозначения, применяемые в строительстве.

Шов сварного соединения, независимо от способа сварки, условно изображают:

- *видимым* – сплошной основной линией (рис. 6.17, а, в);
- *невидимым* – штриховой линией (рис. 6.17, г).

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком «+», который выполняют сплошными основными линиями (рис. 6.18). Невидимые одиночные точки не изображают.

От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (см. рис. 6.17). Линию-выноску предпочтительно проводить от видимого шва.

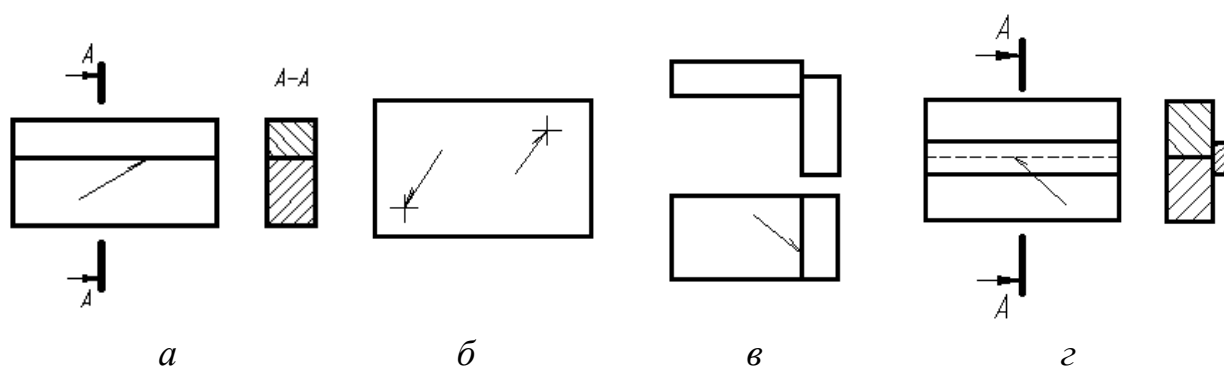


Рис. 6.17

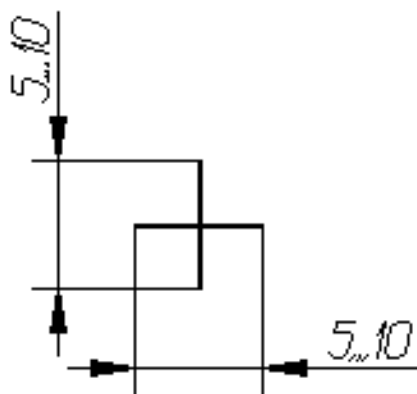


Рис. 6.18

На изображение сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их необходимо обозначить прописными буквами русского алфавита (рис. 6.19).

Шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены (нестандартный шов), изображается с указанием раз-

меров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу (рис. 6.20).

Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

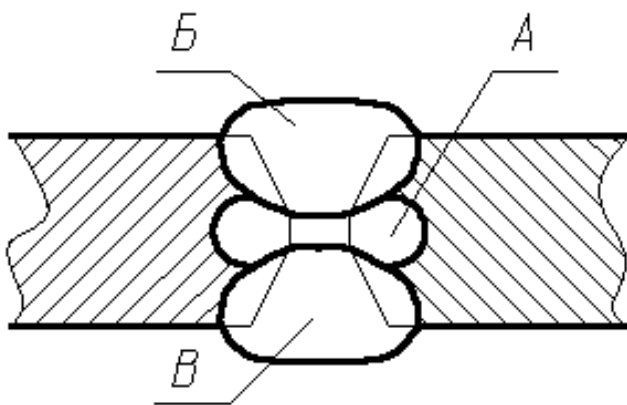


Рис. 6.19

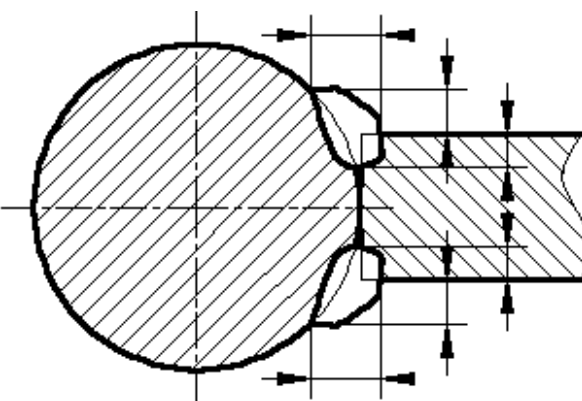


Рис. 6.20

Условное обозначение сварных соединений

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов приведены в таблице 6.2. В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями.

Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

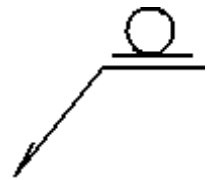
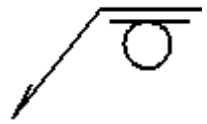
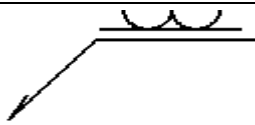
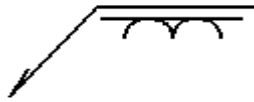
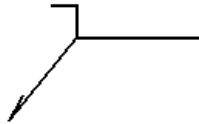
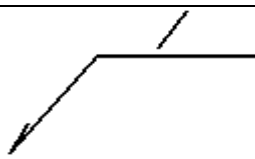
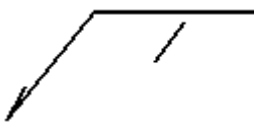
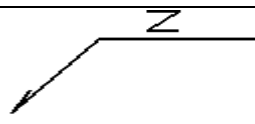
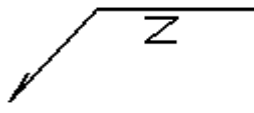
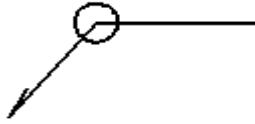
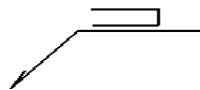
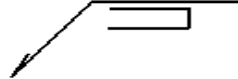
Знак катета $\triangle$ выполняют сплошными тонкими линиями. Высота знака должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

Структура условного обозначения стандартного шва, или одиночной сварной точки, приведена на схеме (рис. 6.21).

Структура условного обозначения нестандартного шва или одиночной сварной точки приведена на схеме (рис. 6.22).

Таблица 6.2

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

Знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		С лицевой стороны	С оборотной стороны
	Усиление шва снять		
	Наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, то есть при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\sim 60^\circ$		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака – 3...5 мм		
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

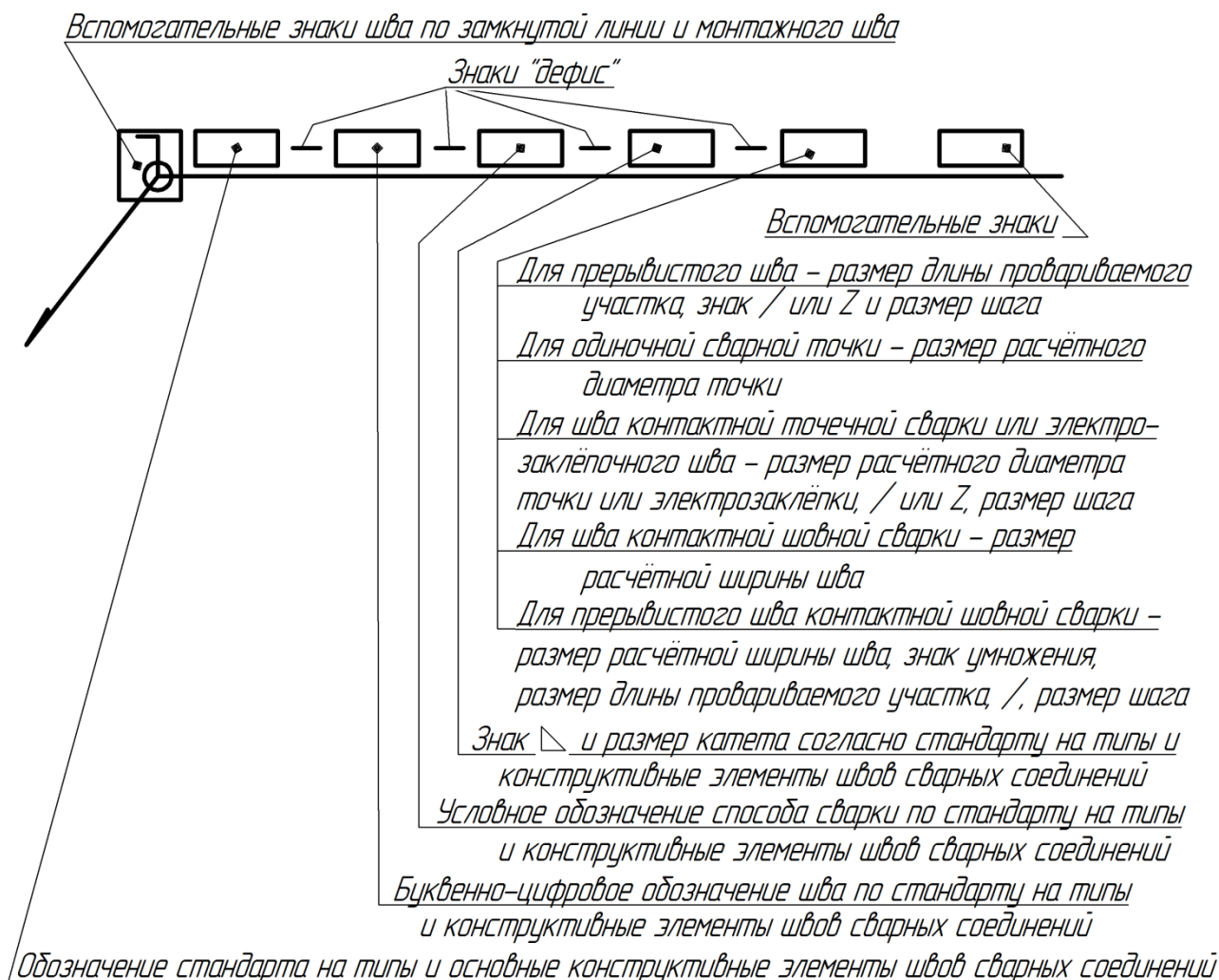


Рис. 6.21

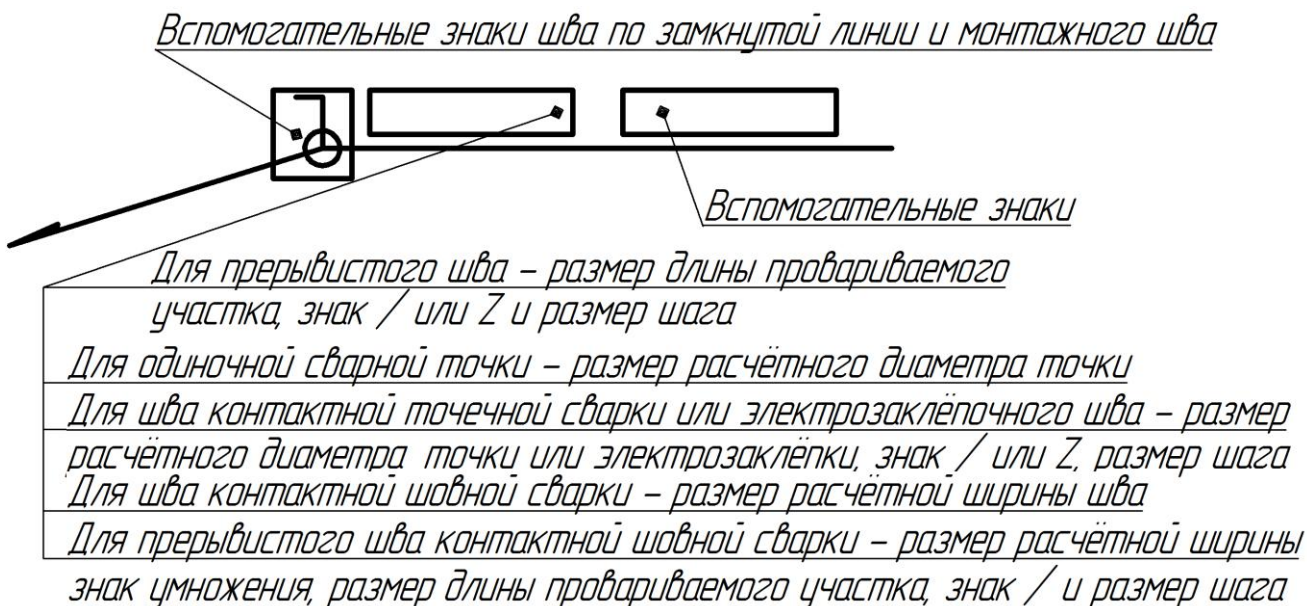


Рис. 6.22

В технических требованиях чертежа или таблицы швов указывают способ сварки, которым должен быть выполнен нестандартный шов.

Условное обозначение шва на чертеже наносят:

а) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рис. 6.23, а);

б) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рис. 6.23, б).

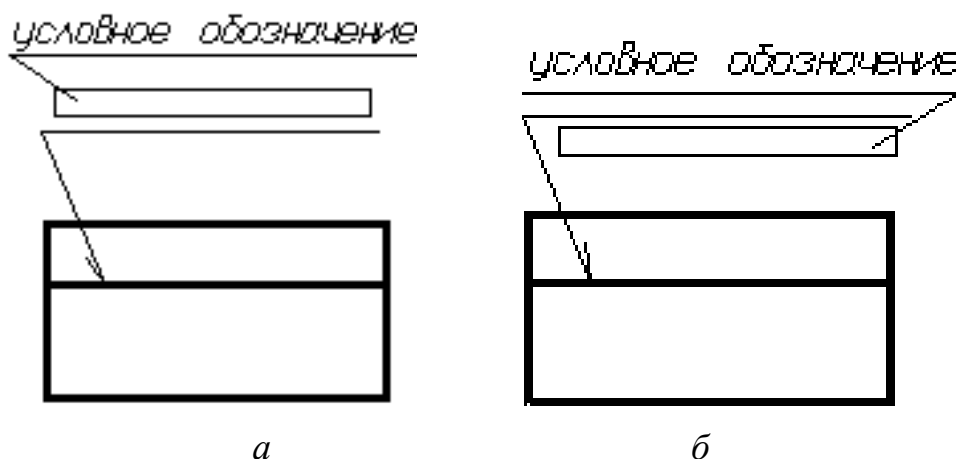


Рис. 6.23

Сварочные материалы указывают на чертеже в технических требованиях или таблице швов.

Допускается сварочные материалы не указывать.

При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносится у одного из изображений, от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Швы считаются одинаковыми, если одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении и если к ним предъявляются одни и те же требования. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый номер, который наносят:

а) на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (рис. 6.24, а);

б) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения (рис. 6.24, б).

Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (см. рис. 6.24, а) перед знаком номера.

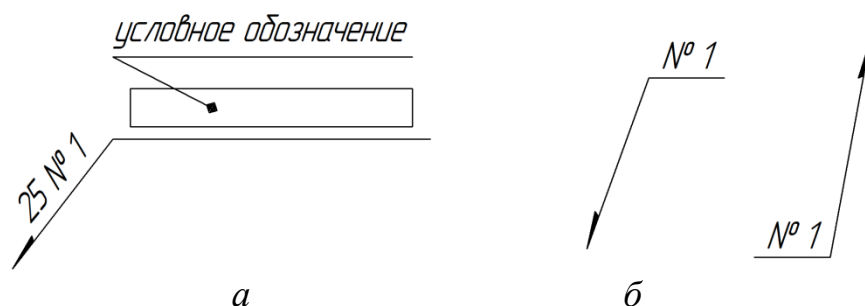


Рис. 6.24

Упрощенное обозначение швов сварных соединений

При наличии на чертеже швов, выполненных по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа (запись по типу: «Сварные швы ... по ГОСТ ...») или в таблице.

Допускается не присваивать порядковый номер одинаковым швам, если все швы на чертеже одинаковы и изображены с одной стороны (лицевой или оборотной). При этом швы, не имеющие обозначения, отмечают линиями-выносками без полок (рис. 6.25).

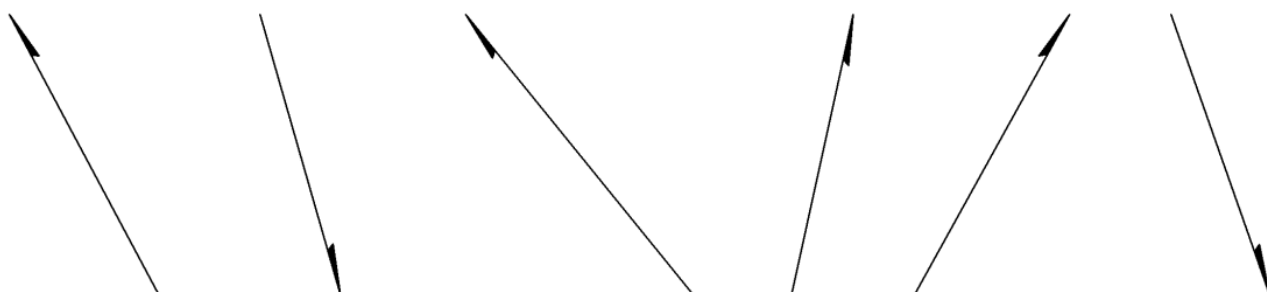


Рис. 6.25

На чертеже симметричного изделия при наличии на изображении оси симметрии допускается отмечать линиями-выносками и изображать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия.

На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, эти швы допускается отмечать линиями-выносками и обозначать только у одного из изображений одинаковых частей (предпочтительно у изображения, от которого проведена линия-выноска с номером позиции).

Допускается не отмечать на чертеже швы линиями-выносками, а приводить указания о сварке записью в технических требованиях чертежа, если эта запись однозначно определяет места сварки, способы сварки, типы швов сварных соединений и размеры их конструктивных элементов в поперечном сечении и расположение швов.

Одинаковые требования ко всем швам или группе швов приводят один раз в технических требованиях или таблице швов.

6.2.2. Условные обозначения и изображения неразъемных соединений

ГОСТ 2.313-82 устанавливает условные обозначения и изображения соединений, получаемых клепкой, пайкой, склеиванием, сшиванием и скреплением металлическими скобками на чертежах всех отраслей промышленности.

Соединения клепаные

Если предмет, изображенный на сборочном чертеже, имеет ряд однотипных соединений с заклепками одного типа и одинаковыми размерами, то заклепки, входящие в соединения, показывают условно в одном-двух местах каждого соединения, а в остальных – центровыми или осевыми линиями (рис. 6.26).

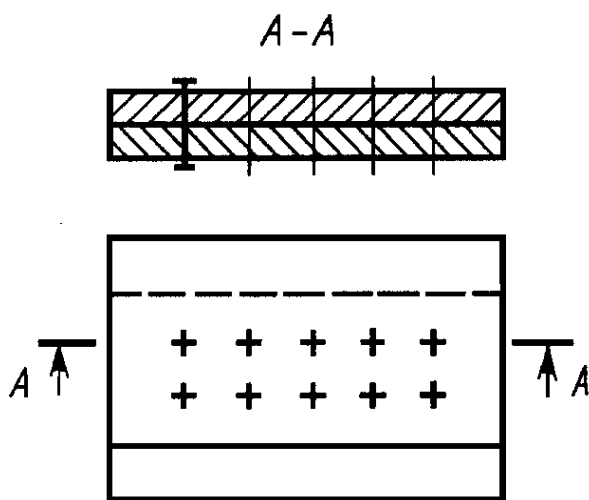


Рис. 6.26

Когда на чертеже необходимо показать несколько групп заклепок различных типов и размеров, то рекомендуется одинаковые заклепки отмечать одним и тем же условным знаком (рис. 6.27, а) или одинаковыми буквами (рис. 6.27, б). Примеры условного изображения соединений, получаемых клепкой, приведены в таблице 6.3.

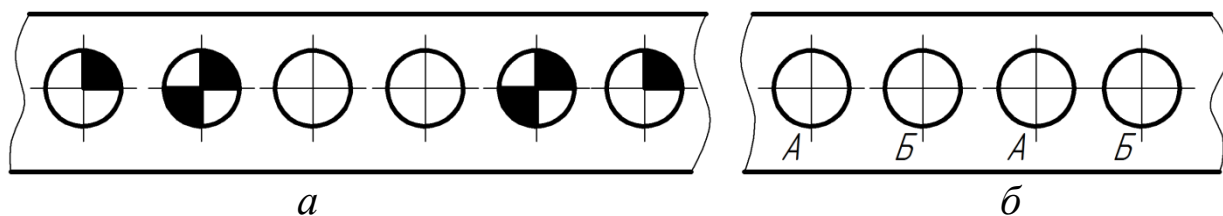


Рис. 6.27

Таблица 6.3

Примеры условного изображения клепаных соединений

Вид соединения	Изображение	Условное изображение	
		В сечении	На виде
Заклепкой с полукруглой, плоской, скругленной головкой и с полукруглой, плоской, скругленной замыкающей головкой			
Заклепкой с потайной и с полукруглой головками			
Заклепкой с потайными головками			
Заклепкой с полупотайной и потайной головками			
Заклепками специальными			

Соединения паяные и клееные

В соединениях, получаемых пайкой и склеиванием, место соединения элементов изображают сплошной линией толщиной $2s$.

Для обозначения паяного и клееного соединения применяют условный знак, который наносят на линии-выноске сплошной основной линией (рис. 6.28, *а* – для пайки, *б* – для склеивания).

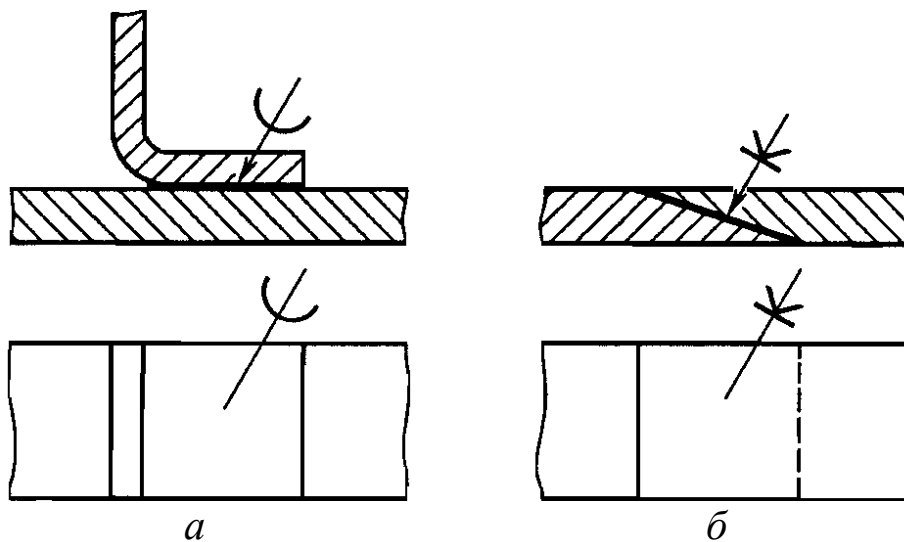


Рис. 6.28

Швы, выполняемые по замкнутой линии, обозначают окружностью диаметром от 3 до 5 мм, изображаемой тонкой линией (рис. 6.29). Швы, ограниченные определенным участком, обозначают, как показано на рисунке 6.30, *а*.

На изображении паяного соединения при необходимости указывают размеры шва и обозначение шероховатости поверхности.

Обозначение припоя или клея (клеящего вещества) по соответствующему стандарту или техническим условиям приводят в технических требованиях чертежа записью по типу: «ПОС 40 ГОСТ ...» или «Клей Момент ТУ ...».

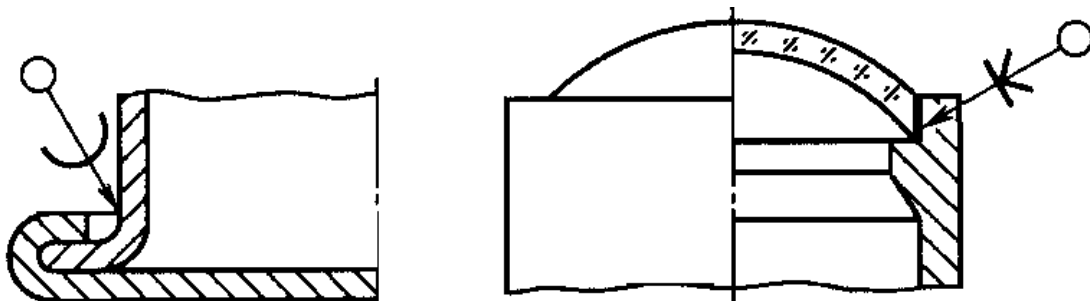


Рис. 6.29

При необходимости в технических требованиях излагают требования к качеству шва. Ссылку на номер пункта помещают на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва (рис. 6.30, б).

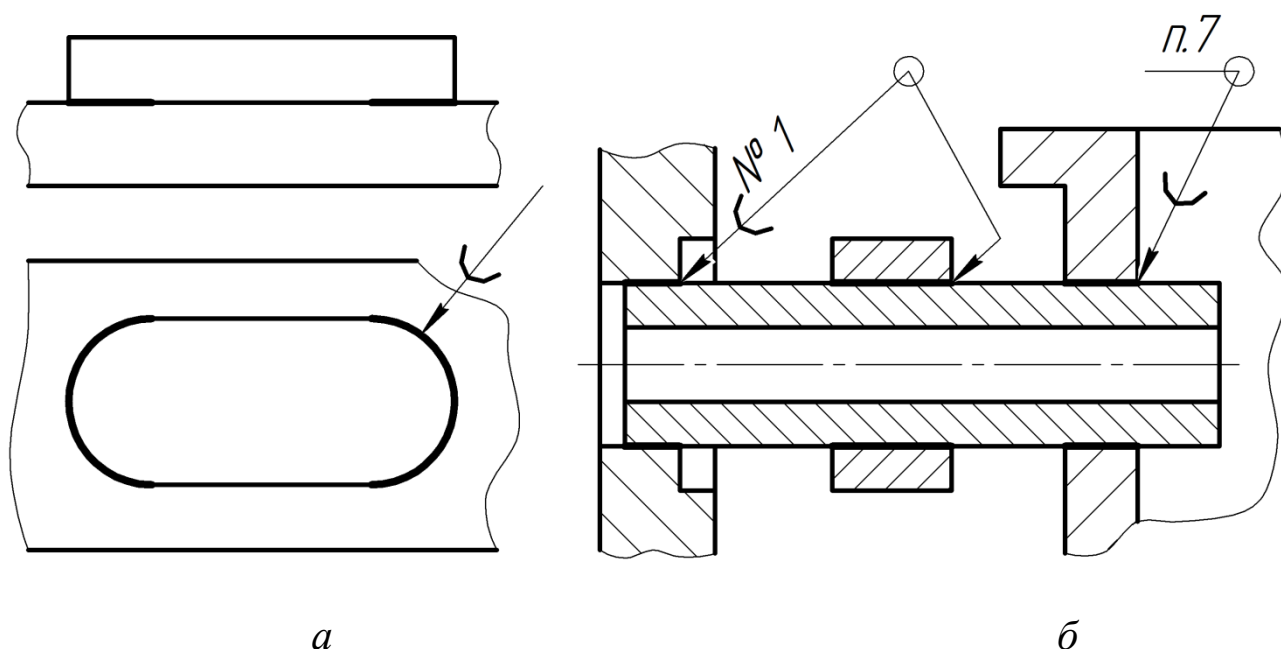


Рис. 6.30

При выполнении швов припоями или клеями различных марок всем швам, выполняемым из одного материала, присваивают один порядковый номер, который наносят на линии-выноске. При этом в технических требованиях материал указывают записью по типу: «ПОС 40 ГОСТ ... (№ 1), ПМЦ 36 ГОСТ ... (№ 2)».

7. ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА И СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

7.1. Изображения сборочных единиц

Согласно ГОСТ 2.101-2016 сборочной единицей называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями, например сваркой, свинчиванием, сочленением и т. п.

Каждую сборочную единицу создают для выполнения определенных служебных функций. В учебных условиях для сборочной единицы выполняют следующие конструкторские документы: чертежи с изображениями сборочной единицы, чертежи или эскизы с изображениями ее деталей и спецификацию.

Конструкцию сборочной единицы образуют составляющие ее детали и их соединения. Конструкцию каждой детали, в свою очередь, образуют ее элементы, формы которых ограничены различными поверхностями. Соответственно, изображения сборочной единицы составляют из изображений образующих ее деталей, изображений элементов и поверхностей.

Выполнение и чтение чертежей сборочной единицы основано на понимании и представлении назначения сборочной единицы, ее служебных функций и ее структуры.

7.2. Сборочный чертеж

Сборочный чертеж – это документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Таковыми данными являются:

- 1) изображения сборочной единицы, дающие представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;
- 2) сведения, обеспечивающие возможность сборки и контроля сборочной единицы;
- 3) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть проконтролированы или выполнены по сборочному чертежу;
- 4) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подбор деталей, их пригонка и т. п.);

5) указания о способе выполнения неразъемных соединений (сварных, паяных и других);

6) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

7) основные характеристики изделия (при необходимости);

8) габаритные размеры, определяющие предельные внешние или внутренние очертания изделия; установочные размеры, по которым изделие устанавливается на месте монтажа; присоединительные размеры, по которым изделие присоединяется к другим изделиям, и другие необходимые для сборки размеры.

ГОСТ 2.109-73 допускает в сборочные чертежи включать данные о функциях изделия и о взаимодействии его частей. В связи с этим на сборочных чертежах часто приводятся данные и построения, которые разъясняют конструкцию и принцип действия изделия, например:

1) стрелки, показывающие направление вращения валов;

2) модуль, число зубьев, угол наклона и направление зубьев зубчатых колес;

3) размеры диаметров начальных окружностей зубчатых колес;

4) межосевые расстояния зубчатых передач;

5) указания о левой резьбе (ЛН); обозначение резьбы, если она не определена в спецификации или в технических требованиях;

6) изображение профиля специальной резьбы (на местном разрезе) и другое.

Число изображений и их содержание на сборочном чертеже зависят от необходимости выявить форму и взаимное расположение деталей сборочной единицы.

Изображения и штриховка сечений и разрезов выполняются по правилам, изложенным в ГОСТ 2.305-2008 и ГОСТ 2.306-68 соответственно. Изображения желательно располагать в проекционной связи, что облегчает чтение чертежа. Отдельные изображения могут быть размещены на свободном месте поля чертежа и вне проекционной связи, если это ведет к уменьшению формата чертежа.

Основная надпись сборочного чертежа должна быть выполнена по ГОСТ 2.104-2006.

Наименование изделия и обозначение сборочного чертежа при этом должно быть одинаково с наименованием и обозначением в спецификации, с добавлением шифра СБ.

7.3. Спецификация

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

Форму, размеры и порядок заполнения спецификации устанавливает ГОСТ Р 2.106-2019 «Текстовые документы» (рис. 7.1).

[illegible]

Рис. 7.1

Каждая сборочная единица независимо от ее состава, назначения, применяемости и структурной связи с другими изделиями может стать предметом самостоятельного производственного планирования любого предприятия, поэтому необходимо иметь спецификацию на каждую сборочную единицу.

Для исключения дублирования данных, содержащихся в документации, и в то же время, учитывая необходимость обеспечения соответствующими данными производства для выполнения сборочных работ, а также органов производственного планирования предприятия, спецификацию сборочной единицы следует выполнять на отдельных листах в виде самостоятельного конструкторского документа в соответствии с требованиями ГОСТ Р 2.106-2019. Она должна содержать составные части, непосредственно входящие в специфицируемое изделие, а также перечень конструкторских документов, относящихся к специфицируемому изделию в целом и к его неспецифицируемым составным частям. Специфицированные составные части, входящие в данное изделие, в его спецификации не раскрываются, так как они имеют свои спецификации.

В основной надписи спецификации в графе 1 записывают наименование специфицируемой сборочной единицы, одинаковое с указанным на соответствующем сборочном чертеже (рис. 7.2). В графе 2 указывают тот же индекс, что имеет сборочный чертеж, только без шифра (спецификация не имеет условного обозначения).

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

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. В спецификации указывают заголовки только тех разделов, составные части которых входят в изделие. Наименование раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают сплошной тонкой линией.

Графы спецификации заполняются следующим образом.

Графа «Формат» необходима для подбора подлинников, которые должны храниться поформатно. В ней указывают форматы документов, обозначения которых записаны в графе «Обозначение». В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» эта графа не заполняется.

Графа «Зона» облегчает использование сборочных чертежей больших форматов, поля которых разбивают на зоны. На учебных чертежах эта графа не заполняется.

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

В графе «Обозначение» указываются обозначения записываемых документов в соответствии с ГОСТ Р 2.201-2023. В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» эта графа не заполняется.

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

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

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

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

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

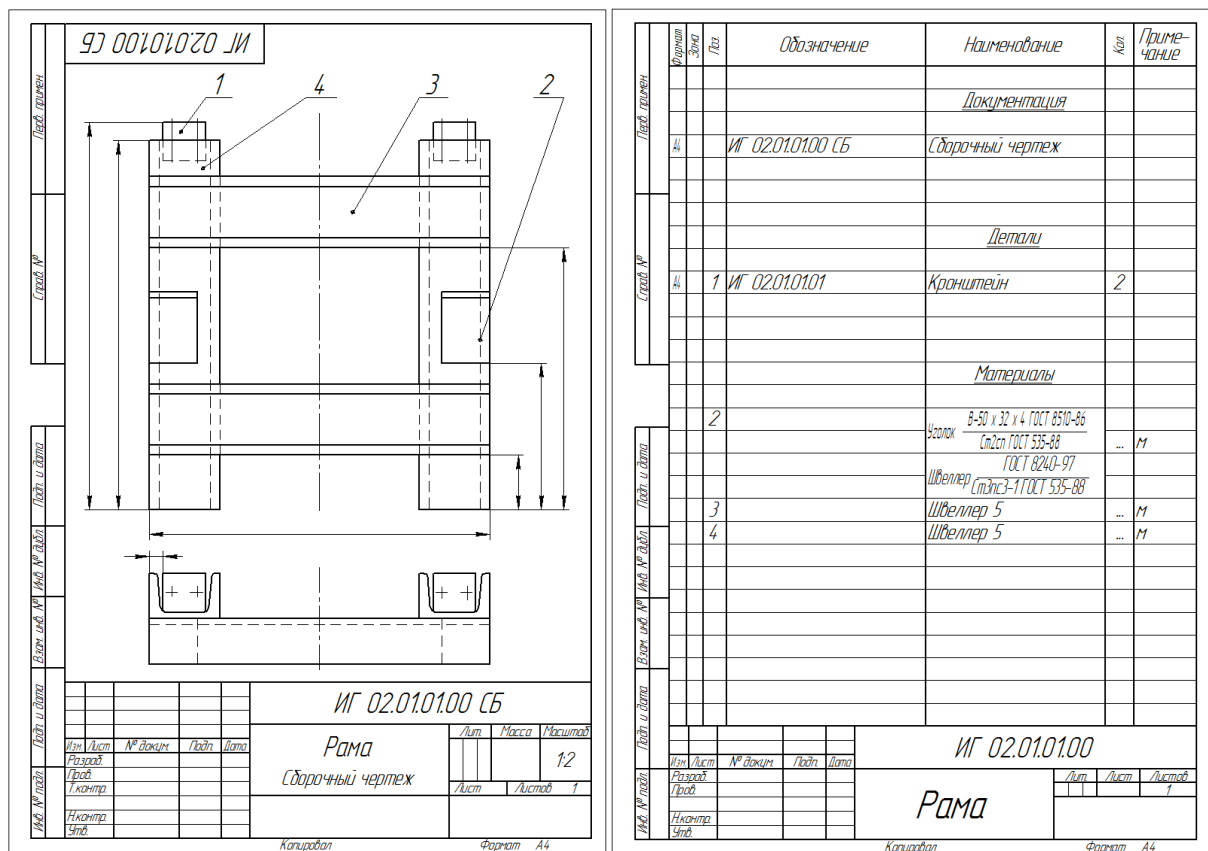


Рис. 7.2

Все составные части изделия на сборочном чертеже нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций наносят на чертеже вне контуров изображений на полках линий-выносок, проведенных от изображения составных частей изделия. Линии-выноски должны пересекать контур изображения и заканчиваться на нем точкой. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые. Линии-выноски не должны пересекаться и не должны по возможности пересекать изображения других составных частей изделия и размерные линии, а также не должны быть параллельны линиям штриховки. После присвоения номеров оригинальным деталям проставляют номера стандартных деталей в алфавитном порядке наименования изделий. Номер позиции наносят, как правило, один раз, но допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

Полки номеров позиций должны быть параллельны основной надписи и сгруппированы в колонку или строку. Расстояние между контуром изображений и полками должно быть одинаковым и не ме-

нее 30 мм. Шрифт номеров позиций должен быть на один-два номера больше шрифта размерных чисел на чертеже.

Для группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления, допускается проводить общую линию-выноску. При этом полки номеров позиций надо располагать в колонку, их концы соединять сплошной тонкой линией.

Допускаемые различными стандартами ЕСКД условности и упрощения изображений на чертежах позволяют сократить объем графической работы и облегчить чтение чертежа. Кроме ранее рассмотренных упрощений, допустимых в то же время и для чертежей общих видов и сборочных чертежей, ГОСТ 2.109-73 содержит дополнительные сведения об условностях и упрощениях, непосредственно относящихся к выполнению сборочных чертежей.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

а) фаски, округления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;

б) зазоры между стержнем и отверстием;

в) крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: *«Крышка поз. 3 не показана»*;

г) видимые составные части изделий или их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;

д) надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные. Допускается на сборочных чертежах составные части изделий и их элементы, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые, например: шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство ламп и т. п.

На сборочных чертежах применяют следующие способы упрощенного изображения составных частей изделий:

а) на разрезах изображают нерассеченными составные части, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи;

б) типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями;

в) болты, шпильки, шайбы, гайки и другие стандартные крепежные изделия при продольном разрезе изображают нерассеченными.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Задание № 1. ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Содержание задания и порядок его оформления

Целью этого задания является:

1. Изучение межгосударственных стандартов ГОСТ: 2.301-68 «Форматы», 2.302-68 «Масштабы», 2.303-68 «Линии», 2.304-81 «Шрифты чертежные».
2. Освоение навыка работы со справочной литературой.
3. Освоение и закрепление приемов работы с чертежными инструментами.
4. Выработка навыков выполнения надписей чертежным шрифтом.

Оформление задания

Задание «Титульный лист» выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (297×420). Лист располагается горизонтально, имеет рамку. Рамка чертежа выполняется сплошной толстой линией с трех сторон от линий обреза на расстоянии 5 мм, а слева – 20 мм для подшивки. Ближе 10 мм от рамки чертежа расположение надписей не рекомендуется. Содержание надписей указано в примере выполнения заданий (рис. 8.1).

Рекомендуемые размеры шрифта: строка «Альбом работ по дисциплине» – шрифт № 14, остальные надписи – шрифт № 10. Надписи должны быть выполнены шрифтом типа Б с наклоном по разметке и обязательным построением вспомогательной сетки по упомянутому выше государственному стандарту.

Задание № 2. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Содержание задания и порядок его оформления

По заданному изображению выполнить чертеж с применением правил построения сопряжений, проставить размеры. Выполнить построение заданной кривой.

Целью этого задания является:

1. Изучение правил построения сопряжений, а также применение этих правил и других геометрических построений при вычерчивании контуров технических форм.

2. Изучение геометрических свойств и способов построения наиболее часто встречающихся в технике плоских кривых: эллипса, параболы, гиперболы, циклоиды и др.

3. Изучение государственных стандартов: ГОСТ 2.301-68 «Форматы», ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», 2.303-68 «Линии», 2.304-81 «Шрифты чертежные», 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений», 2.104-2006 «Основные надписи».

4. Освоение навыка работы со справочной литературой.

5. Освоение и закрепление приемов работы с чертежными инструментами.

6. Выработка навыков выполнения надписей чертежным шрифтом.

Оформление задания

Задание «Геометрическое черчение» выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (297×420). Лист располагается горизонтально, имеет рамку и основную надпись. Рамка чертежа выполняется сплошной толстой линией с трех сторон от линий обреза на расстоянии 5 мм, а слева – 20 мм для подшивки. Основная надпись, установленная ГОСТ 2.104-2006, всегда располагается в правом нижнем углу листа. Работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием по вариантам. Оформление работы и содержание надписей как в примере выполнения заданий (рис. 8.2).

Задание № 3. ПРОЕКЦИИ ОРТОГОНАЛЬНЫЕ. ПРОЕКЦИИ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ

Содержание задания и порядок его оформления

По заданному аксонометрическому изображению выполнить три ортогональные проекции детали, определив главный вид детали. Выполнить необходимые разрезы и проставить размеры и параметры шероховатости. Выполнить прямоугольную изометрическую проекцию детали с вырезом.

Целью этого задания является:

1. Изучение и практическое применение приемов и правил построения видов и простых разрезов и оформления чертежей.

2. Изучение и практическое применение приемов и правил построения аксонометрических проекций.

3. Изучение правил и выработка навыков в простановке размеров и параметров шероховатости поверхностей.

4. Изучение государственных стандартов: ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», 2.303-68 «Линии», 2.304-81 «Шрифты чертежные», 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения», 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах», 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений», 2.309-73 «Обозначения шероховатости поверхностей», 2.317-2011 «Проекции аксонометрические», 2.104-2006 «Основные надписи».

5. Освоение навыка работы со справочной литературой.

6. Освоение и закрепление приемов работы с чертежными инструментами.

7. Выработка навыков выполнения надписей чертежным шрифтом.

Оформление задания

Задание «Проекции ортогональные» выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (297×420). Лист располагается горизонтально, имеет рамку и основную надпись. Рамка чертежа выполняется сплошной толстой линией с трех сторон от линий обреза на расстоянии 5 мм, а слева – 20 мм для подшивки. Основная надпись, установленная ГОСТ 2.104-2006, всегда располагается в правом нижнем углу листа.

Проекции на листе расположить так, чтобы они были равномерно размещены и занимали максимальное поле чертежа – выполнить компоновку, нанеся тонкими линиями габаритные квадраты.

Работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием по вариантам. Оформление работы и содержание надписей как в примере выполнения заданий (рис. 8.3).

Задание № 4. СТУПЕНЧАТЫЙ РАЗРЕЗ

Содержание задания и порядок его оформления

По двум заданным проекциям детали построить третью, выполнив сложный ступенчатый разрез на месте главного вида. Проставить размеры и параметры шероховатости поверхностей.

Целью этого задания является:

1. Изучение и практическое применение приемов и правил построения сложных разрезов и оформления чертежей.

2. Изучение правил и выработка навыков в простановке размеров и параметров шероховатости поверхностей.

3. Изучение государственных стандартов: ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», 2.303-68 «Линии», 2.304-81 «Шрифты чертежные», 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения», 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах», 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений», 2.309-73 «Обозначения шероховатости поверхностей», 2.104-2006 «Основные надписи».

4. Освоение навыка работы со справочной литературой.

5. Освоение и закрепление приемов работы с чертежными инструментами.

6. Выработка навыков выполнения надписей чертежным шрифтом.

Оформление задания

Задание «Ступенчатый разрез. Проекции аксонометрические» выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (297×420). Лист располагается горизонтально, имеет рамку и основную надпись. Рамка чертежа выполняется сплошной толстой линией с трех сторон от линий обреза на расстоянии 5 мм, а слева – 20 мм для подшивки. Основная надпись, установленная ГОСТ 2.104-2006, всегда располагается в правом нижнем углу листа.

Проекции на листе расположить так, чтобы они были равномерно размещены и занимали максимальное поле чертежа – выполнить компоновку, нанеся тонкими линиями габаритные квадраты.

Работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием по вариантам. Оформление работы и содержание надписей как в примере выполнения заданий (рис. 8.4).

Задание № 5. ЛОМАНЫЙ РАЗРЕЗ

Содержание задания и порядок его оформления

По двум заданным ортогональным проекциям детали выполнить сложный ломаный разрез на месте главного вида. Проставить размеры и параметры шероховатости поверхностей.

Целью этого задания является:

1. Изучение и практическое применение приемов и правил построения сложных разрезов и оформления чертежей.

2. Изучение правил и выработка навыков в простановке размеров и параметров шероховатости поверхностей.

3. Изучение государственных стандартов: ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», 2.303-68 «Линии», 2.304-81 «Шрифты чертежные», 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения», 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах», 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений», 2.309-73 «Обозначения шероховатости поверхностей», 2.104-2006 «Основные надписи».

4. Освоение навыка работы со справочной литературой.

5. Освоение и закрепление приемов работы с чертежными инструментами.

6. Выработка навыков выполнения надписей чертежным шрифтом.

Оформление задания

Задание «Ломаный разрез» выполняется на листе чертежной бумаги формата А4 (210×297). Лист располагается вертикально, имеет рамку и основную надпись. Рамка чертежа выполняется сплошной толстой линией с трех сторон от линий обреза на расстоянии 5 мм, а слева – 20 мм для подшивки. Основная надпись, установленная ГОСТ 2.104-2006 для формата А4 занимает нижнюю часть формата между рамкой.

Проекции на листе расположить так, чтобы они были равномерно размещены и занимали максимальное поле чертежа – выполнить компоновку, нанеся тонкими линиями габаритные квадраты.

Работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием по вариантам. Оформление работы и содержание надписей как в примере выполнения заданий (рис. 8.5).

Задание № 6. СЕЧЕНИЯ И МЕСТНЫЕ РАЗРЕЗЫ

Содержание задания и порядок его оформления

На заданной ортогональной проекции детали выполнить необходимые местные разрезы. Построить вынесенные сечения согласно указанным направлениям секущих плоскостей. Проставить размеры и параметры шероховатости поверхностей.

Целью этого задания является:

1. Изучение и практическое применение приемов и правил построения простых разрезов и сечений, оформления чертежей.

2. Изучение правил и выработка навыков в простановке размеров и параметров шероховатости поверхностей.

3. Изучение государственных стандартов: ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», 2.303-68 «Линии», 2.304-81 «Шрифты чертежные», 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения», 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах», 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений», 2.309-73 «Обозначения шероховатости поверхностей», 2.104-2006 «Основные надписи».

4. Освоение навыка работы со справочной литературой.

5. Освоение и закрепление приемов работы с чертежными инструментами.

6. Выработка навыков выполнения надписей чертежным шрифтом.

Оформление задания

Задание «Сечения и местные разрезы» выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (297×420). Лист располагается горизонтально, имеет рамку и основную надпись. Рамка чертежа выполняется сплошной толстой линией с трех сторон от линий обреза на расстоянии 5 мм, а слева – 20 мм для подшивки. Основная надпись, установленная ГОСТ 2.104-2006, всегда располагается в правом нижнем углу листа.

Проекции на листе расположить так, чтобы они были равномерно размещены и занимали максимальное поле чертежа – выполнить компоновку, нанеся тонкими линиями габаритные квадраты.

Работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием по вариантам. Оформление работы и содержание надписей как в примере выполнения заданий (рис. 8.6).

Задание № 7. СОЕДИНЕНИЯ РЕЗЬБОВЫЕ

Содержание задания и порядок его оформления

На заданных ортогональных проекциях деталей выполнить конструктивные изображения соединений стандартными крепежными деталями по предварительным расчетам параметров длины стержней. В расчетах длины стержня винта материал соединяемых деталей принимается по стандарту на шпильку. Построить и обозначить разрез на месте вида слева по шпильке для четных вариантов или по болту для нечетных вариантов. Все крепежные детали выполняются первого исполнения. Указать позиции деталей и нанести необходимые размеры. На отдельном формате выполнить спецификацию.

Целью этого задания является:

1. Изучение и практическое применение приемов и правил построения простых разрезов и сечений, оформления чертежей.
2. Изучение правил и выработка навыков в простановке размеров.
3. Изучение государственных стандартов: ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», 2.303-68 «Линии», 2.304-81 «Шрифты чертежные», 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения», 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах», 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений», 2.315-68 «Изображения упрощенные и условные крепежных деталей», 2.104-2006 «Основные надписи», Р 2.106-2019 «Текстовые документы», Р 2.201-2023 «Обозначение изделий и конструкторских документов».
4. Освоение навыка работы со справочной литературой.
5. Освоение и закрепление приемов работы с чертежными инструментами.
6. Выработка навыков выполнения надписей чертежным шрифтом.

Оформление задания

Задание «Соединения резьбовые» выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (297×420). Рекомендуемый масштаб изображений 1:1. Лист располагается горизонтально, имеет рамку и основную надпись. Спецификация выполняется на формате А4 (210×297). Рамка чертежа выполняется сплошной толстой линией с трех сторон от линий обреза на расстоянии 5 мм, а слева – 20 мм для подшивки. Основная надпись, установленная ГОСТ 2.104-2006, всегда располагается в правом нижнем углу листа.

Проекции на листе расположить так, чтобы они были равномерно размещены и занимали максимальное поле чертежа – выполнить компоновку, нанеся тонкими линиями габаритные квадраты.

Работа выполняется по вариантам в соответствии с индивидуальным заданием, приведенным в приложении. Оформление работы и содержание надписей как в примере выполнения заданий (рис. 8.7, 8.8).

*Красноярский государственный аграрный университет
Кафедра общинженерных дисциплин*

Альбом работ по дисциплине

*Начертательная геометрия. Инженерная графика
за 1 семестр*

*Выполнил студент гр. И-311-240
Иванов П.И.*

*Проверил преподаватель
Корниенко В.В.*

Красноярск 2024

Рис. 8.1

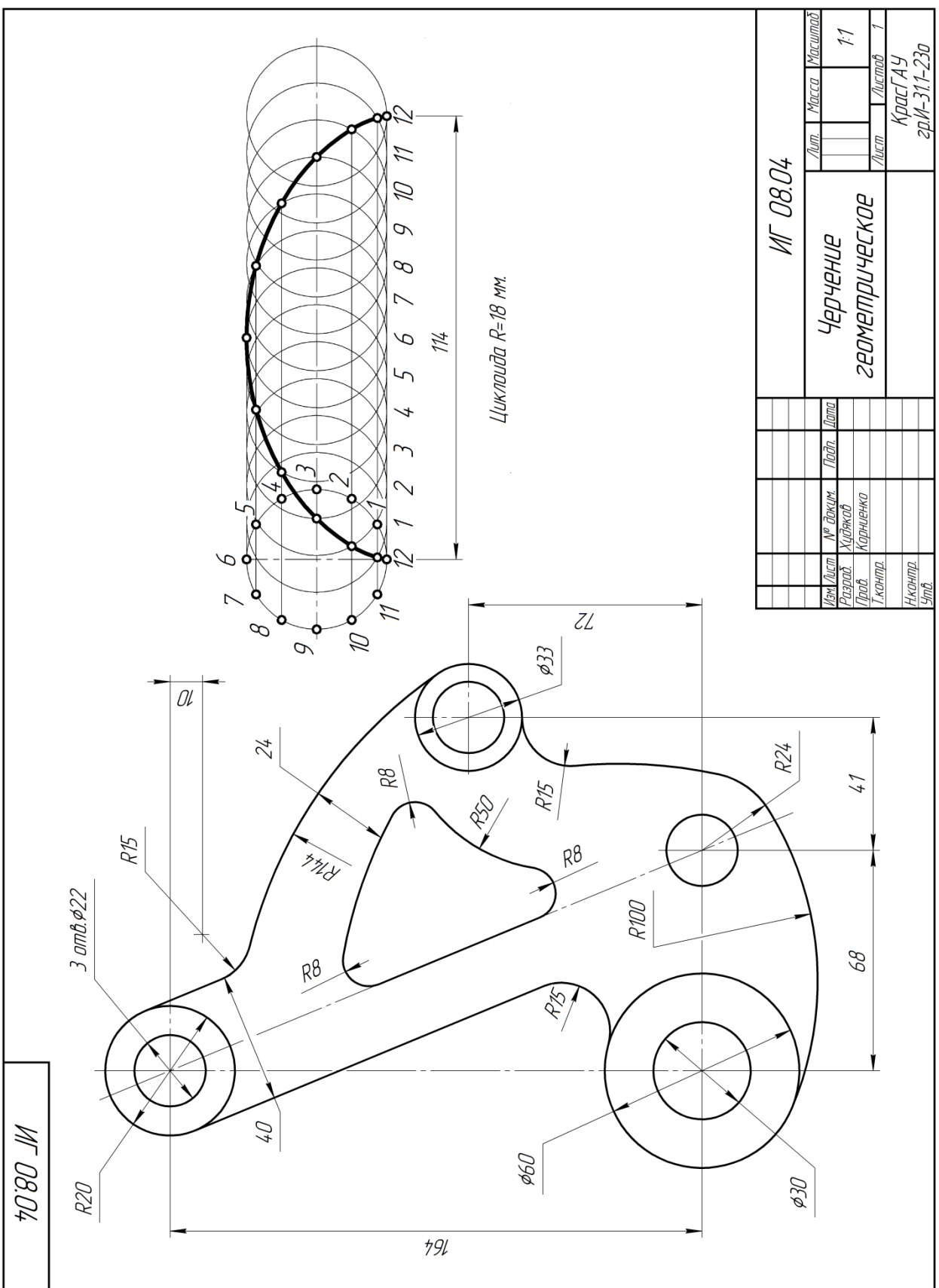


Рис. 8.2

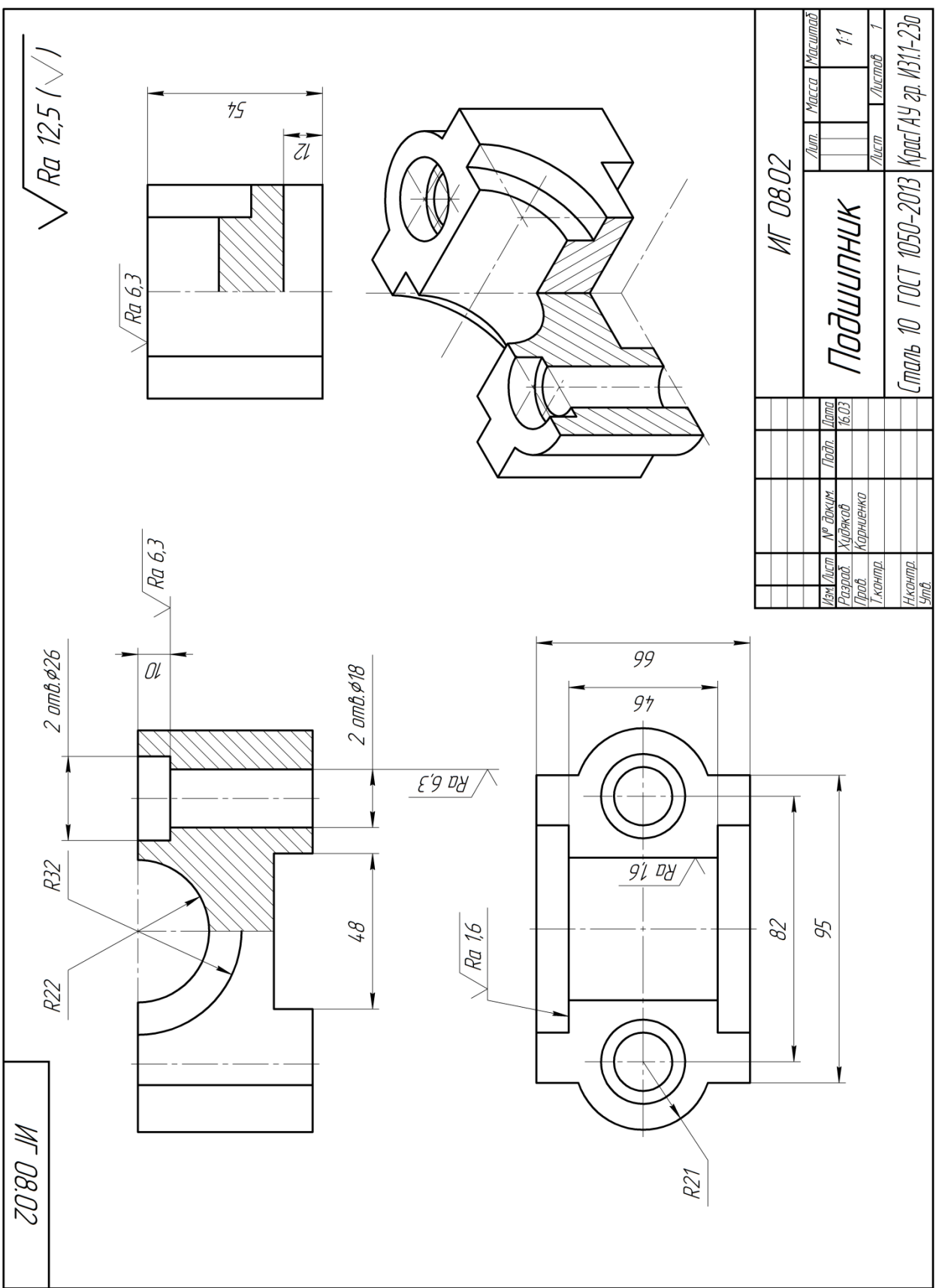


Рис. 8.3

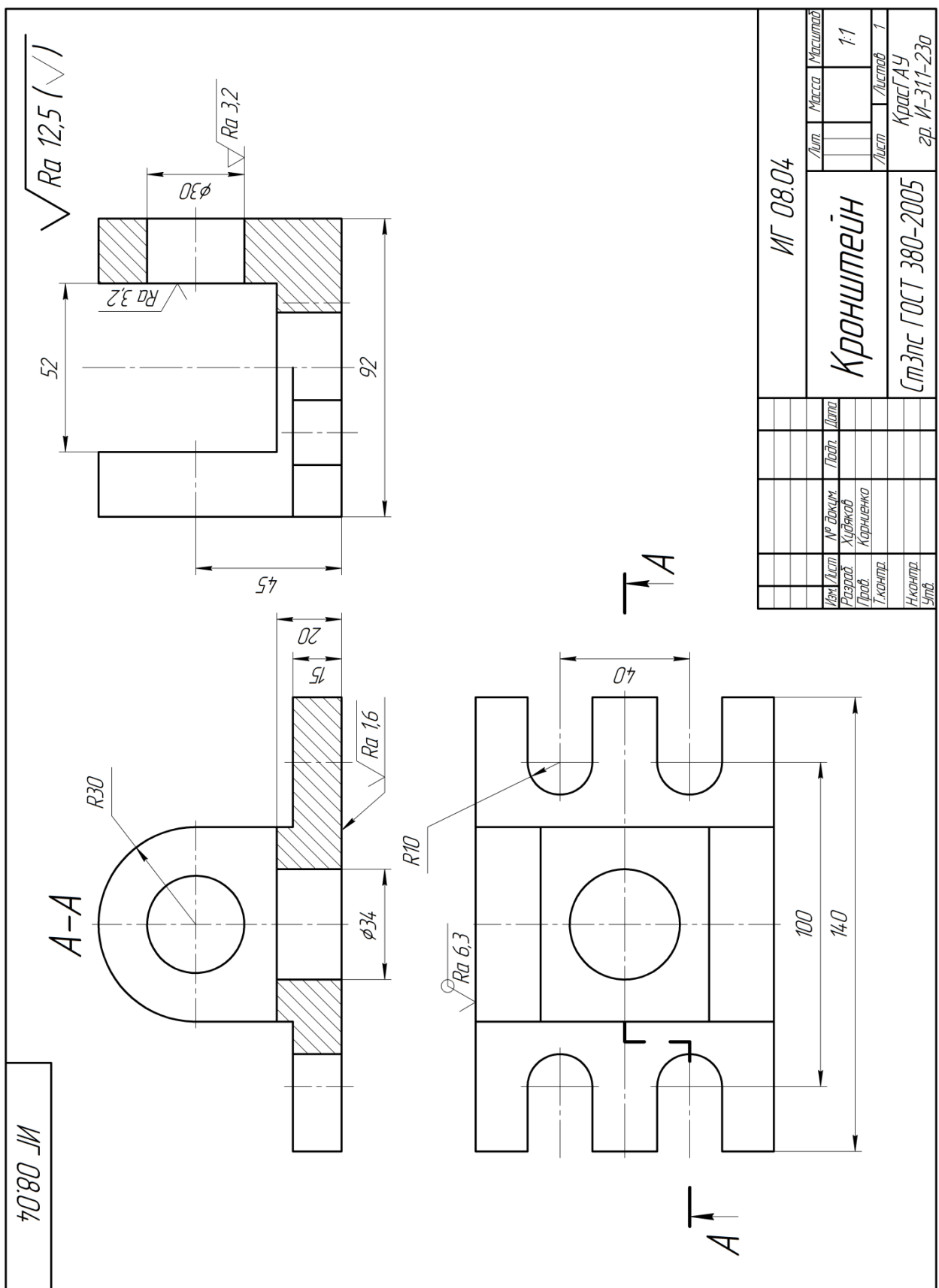


Рис. 8.4

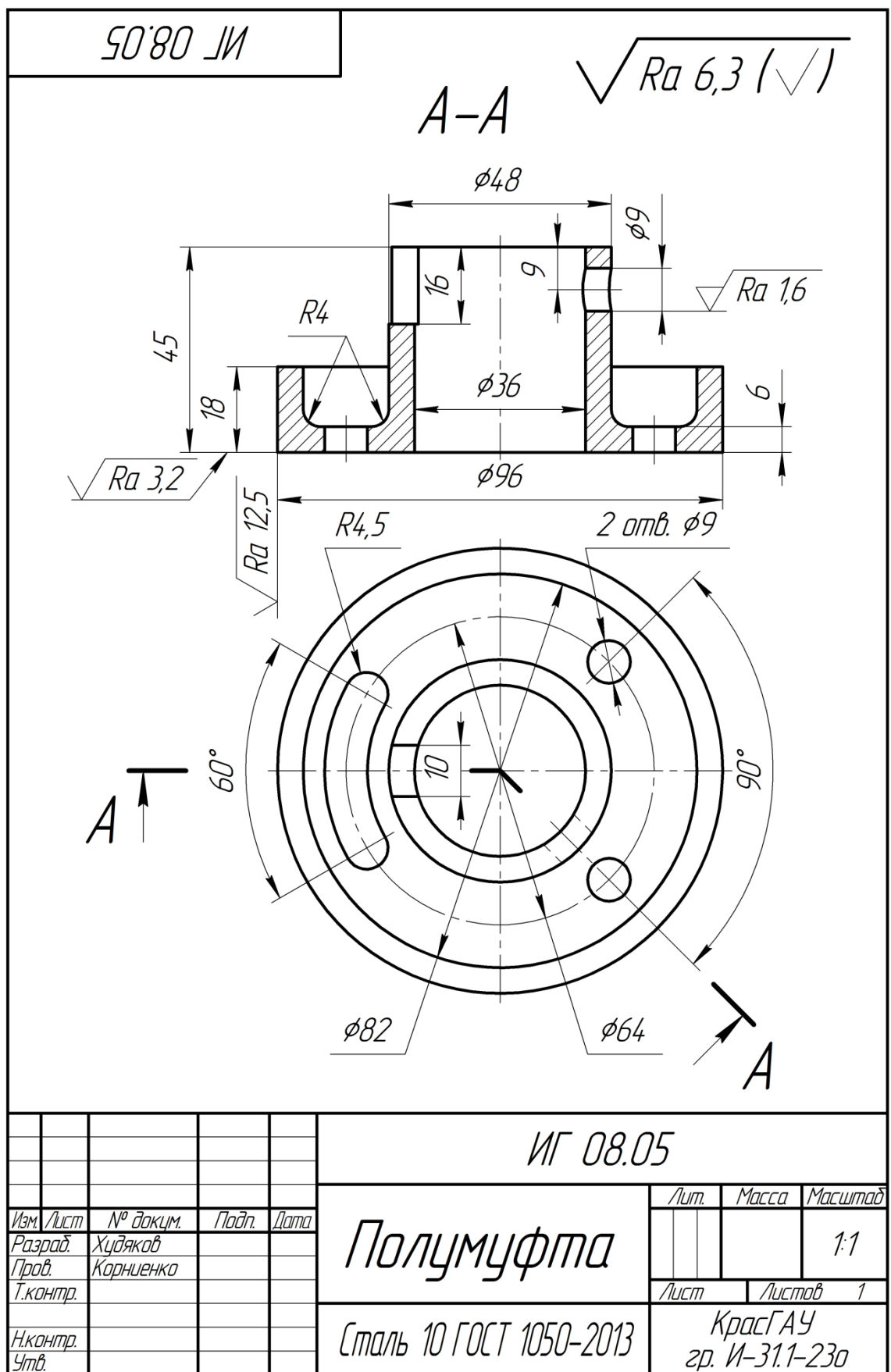
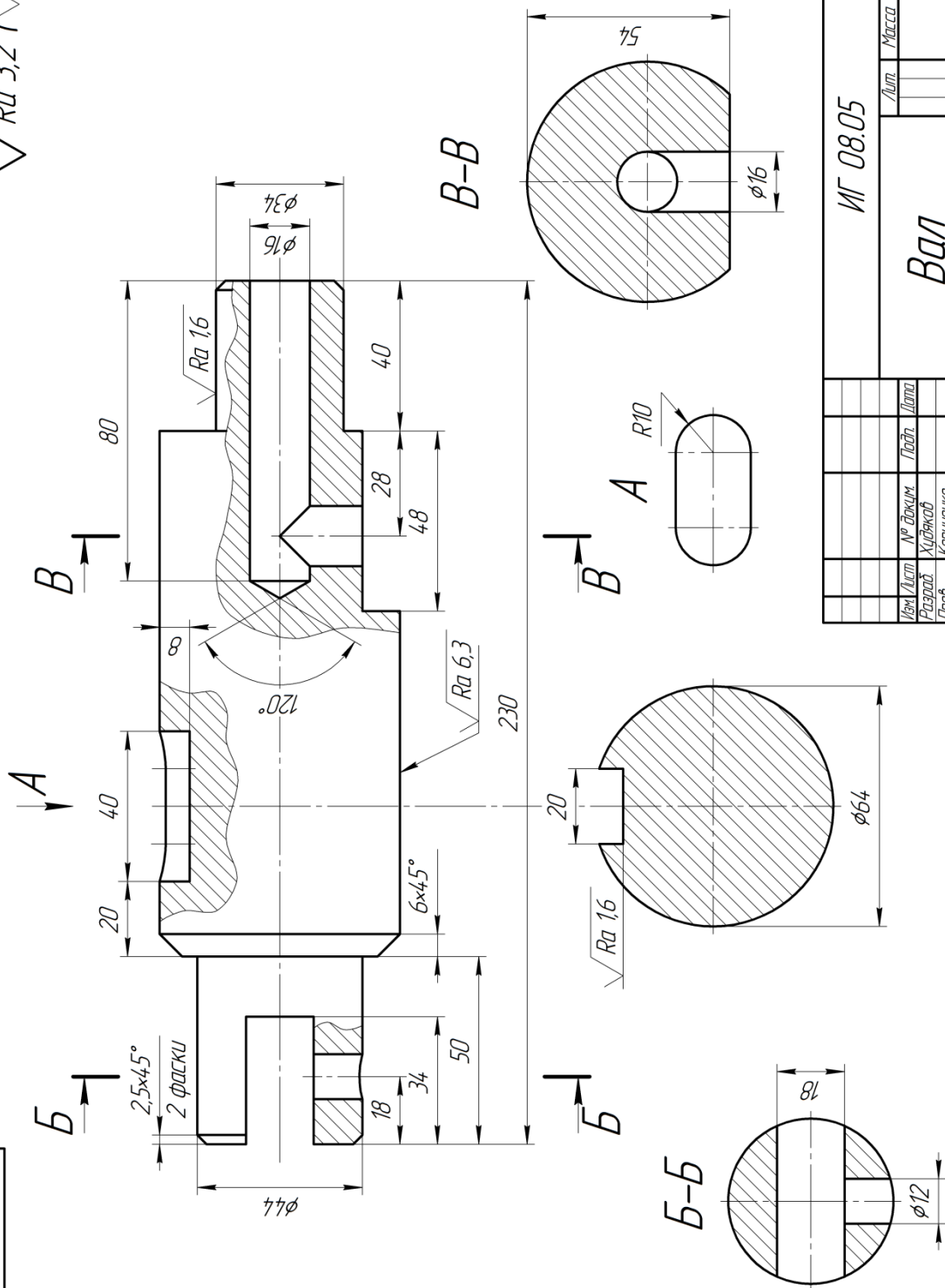


Рис. 8.5

50'80'11

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

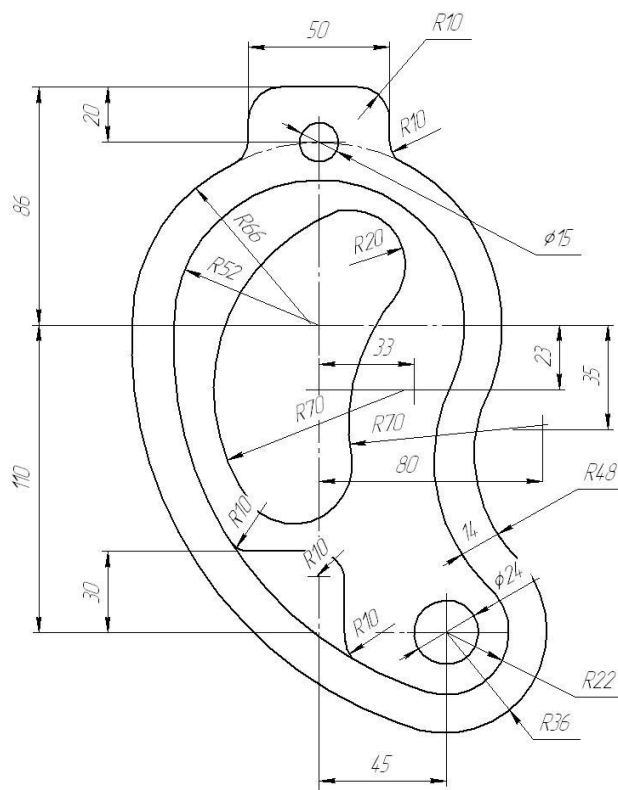


										ИГ 08.05									
										Вал			Лист	Масса	Масштаб				
													Лист	Листов	1				
												Сталь 10 ГОСТ 1050-2013			КрасГЛУ зр. И-311-230				
	</																		

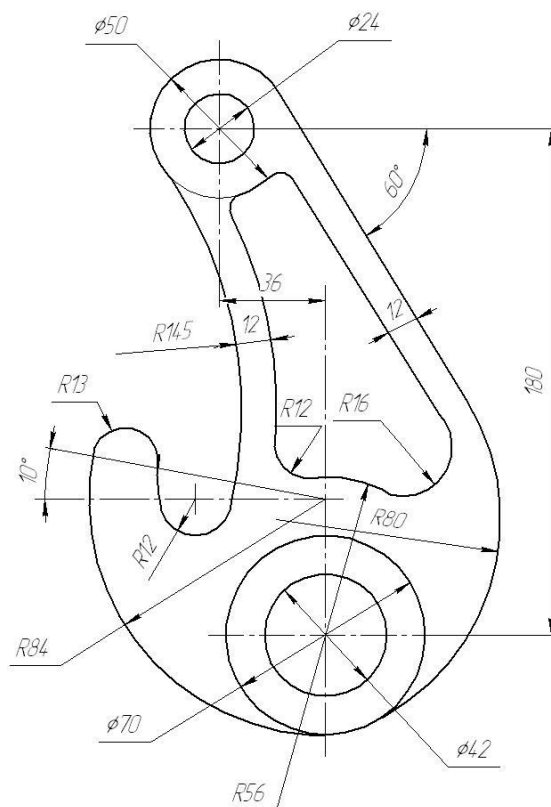
Рис. 8.6

[illegible]

Варианты заданий

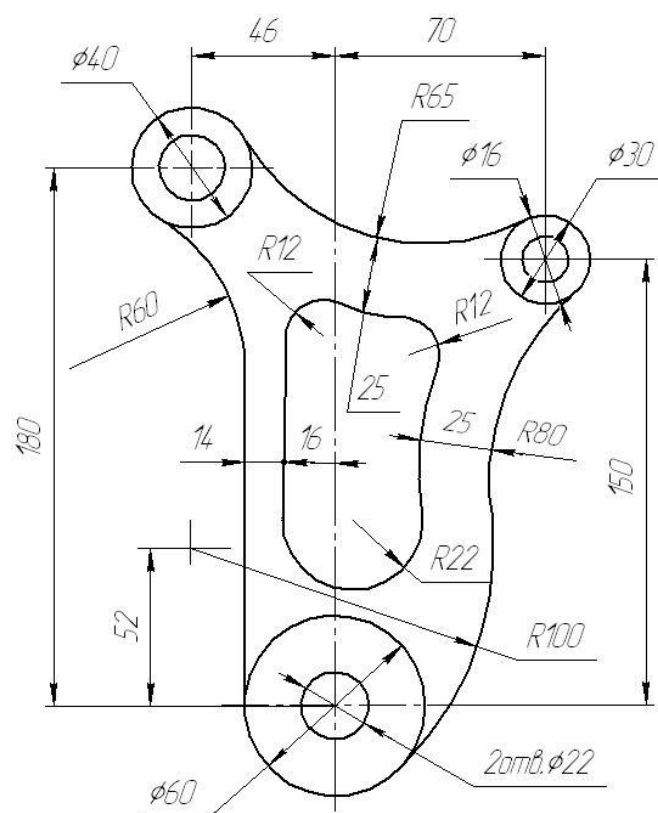


Задание 2а. Вариант 01

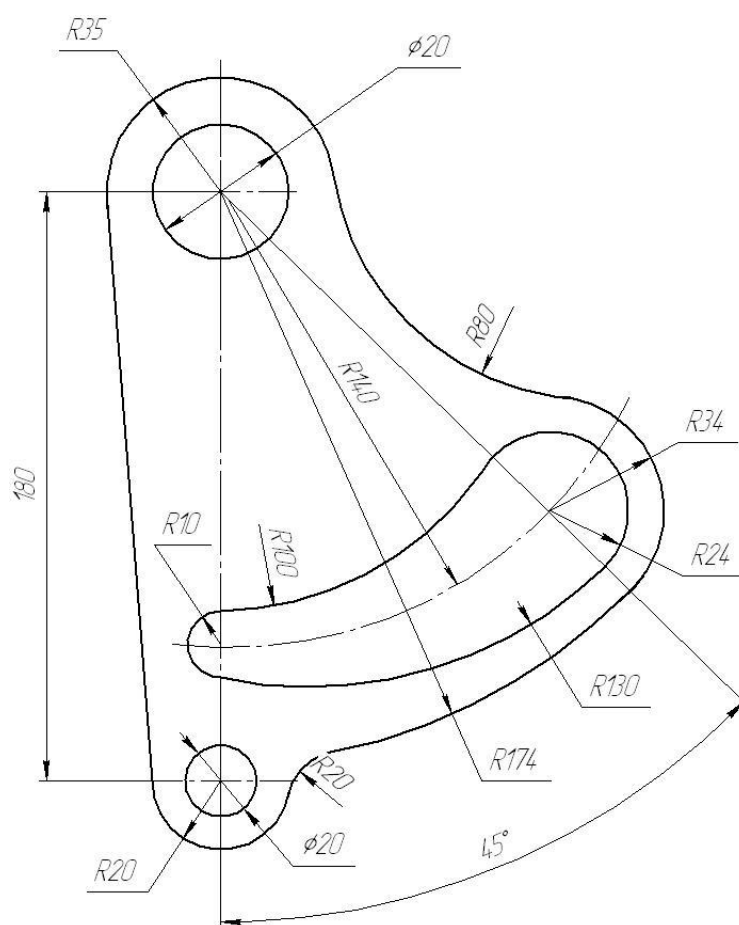


Задание 2а. Вариант 02

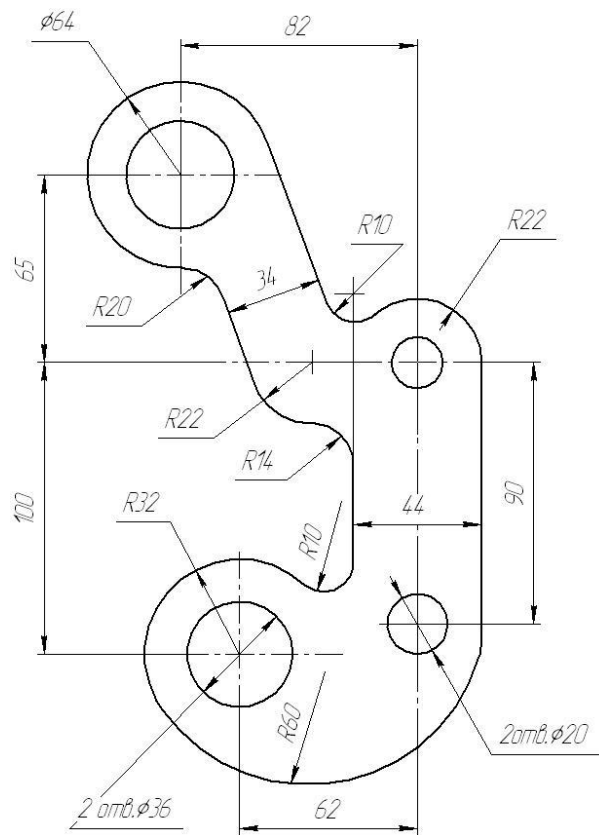




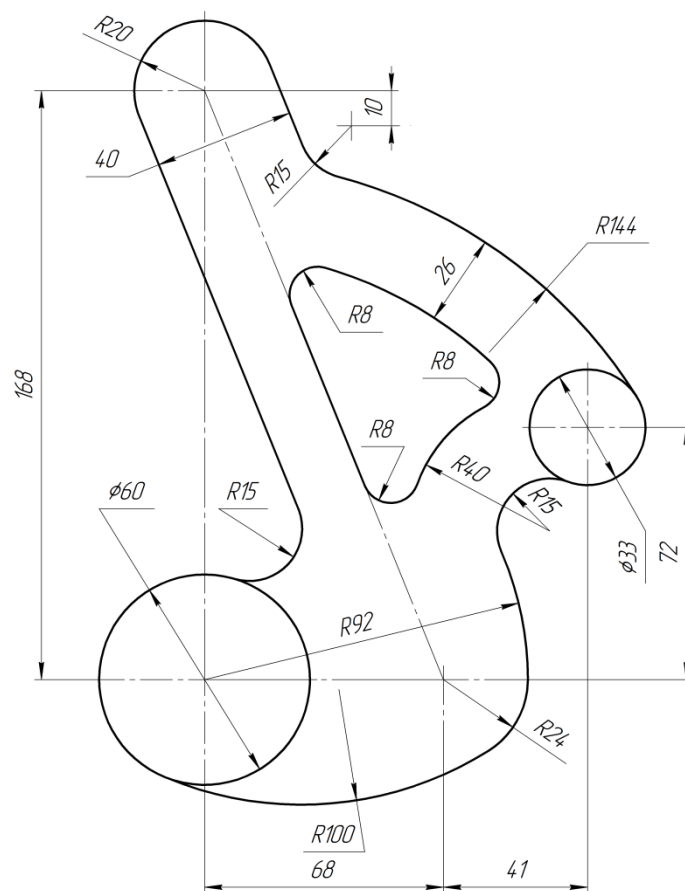
Задание 2а. Вариант 05



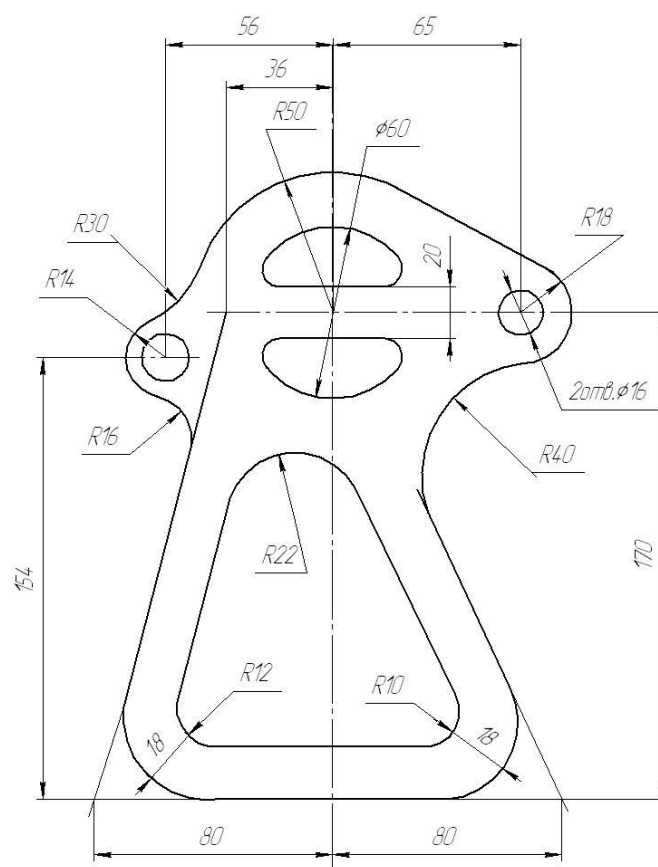
Задание 2а. Вариант 06



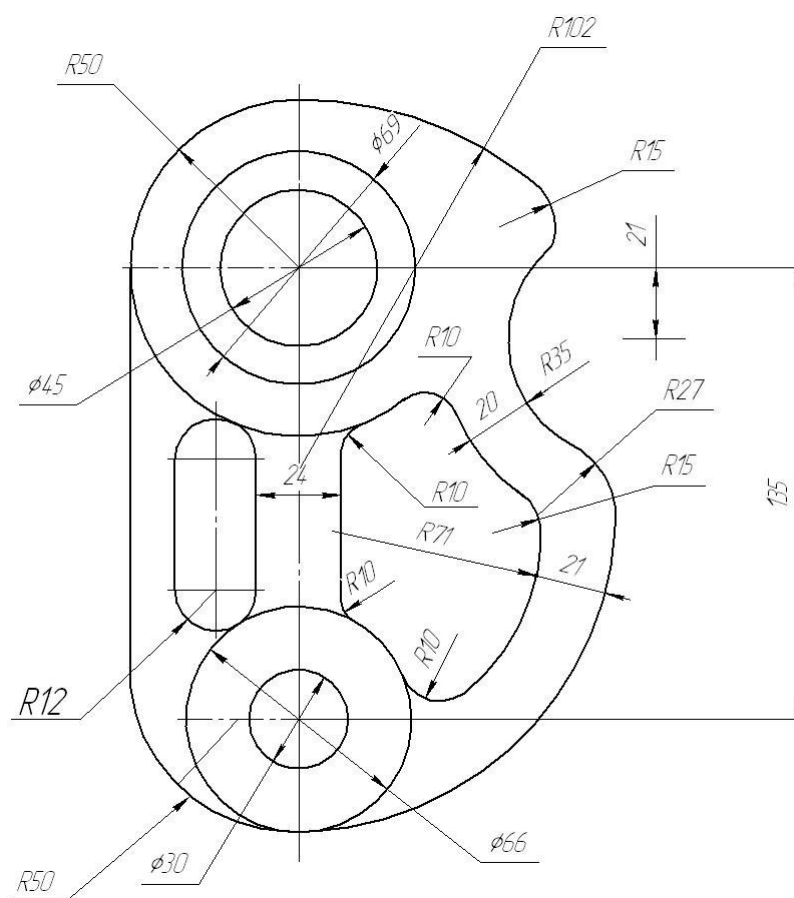
Задание 2а. Вариант 07



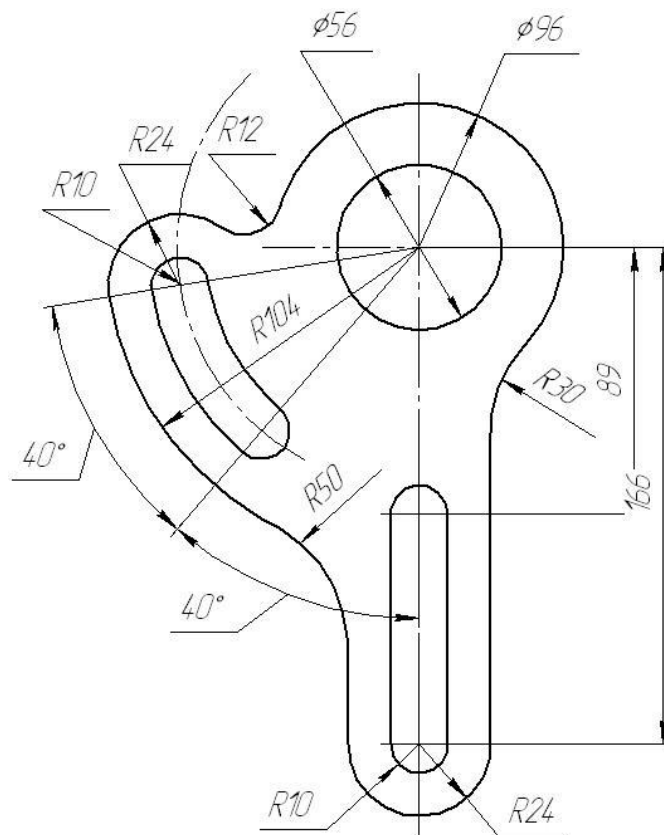
Задание 2а. Вариант 08



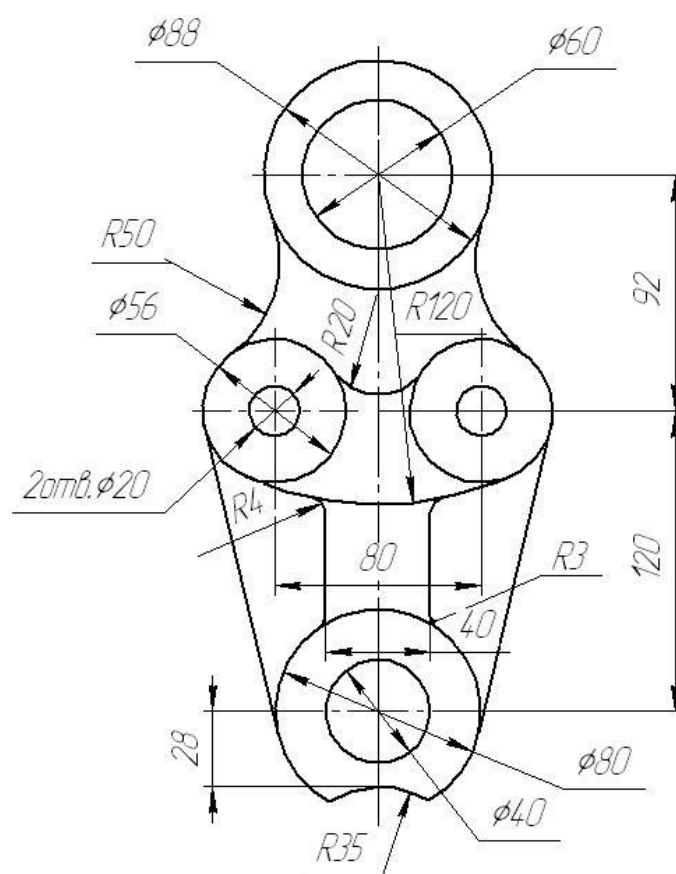
Задание 2а. Вариант 09



Задание 2а. Вариант 10

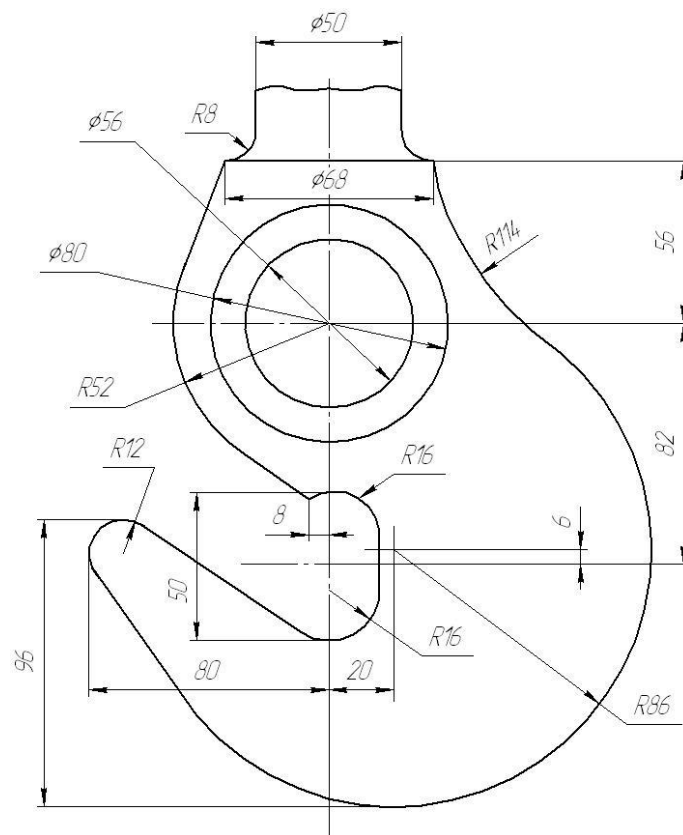


Задание 2а. Вариант 11

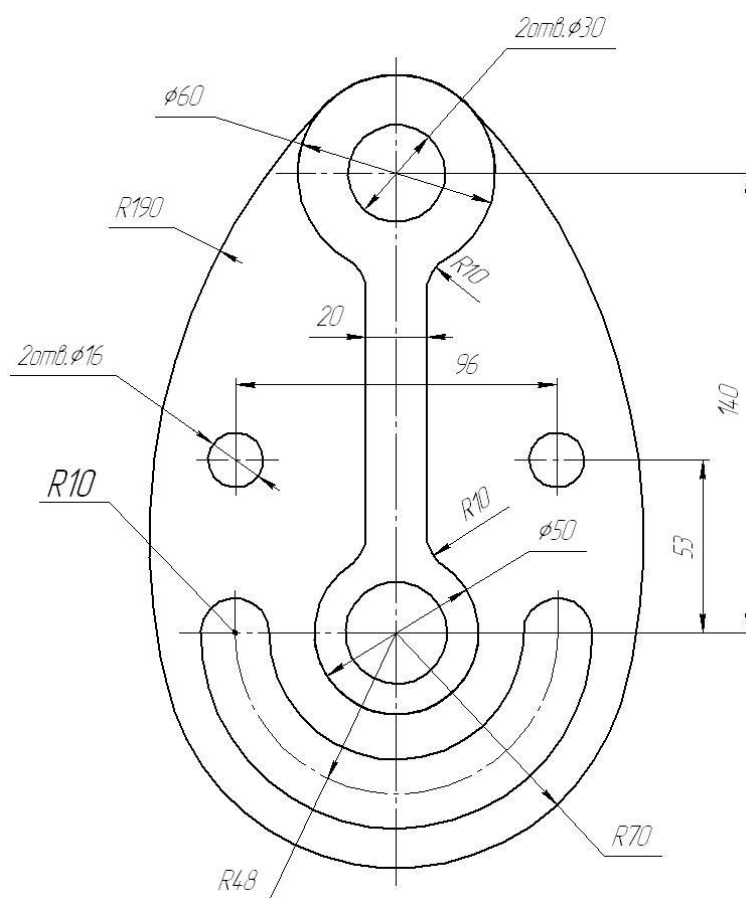


Задание 2а. Вариант 12

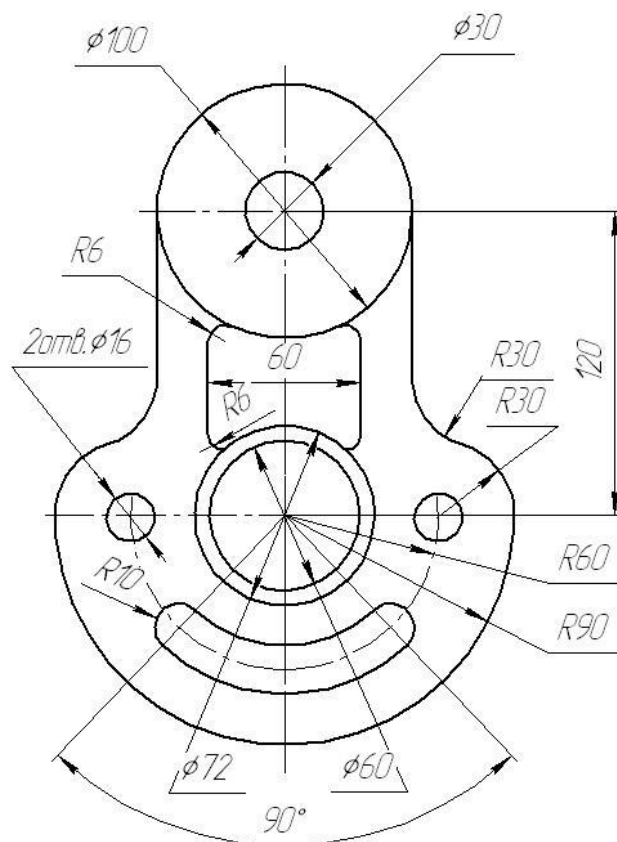




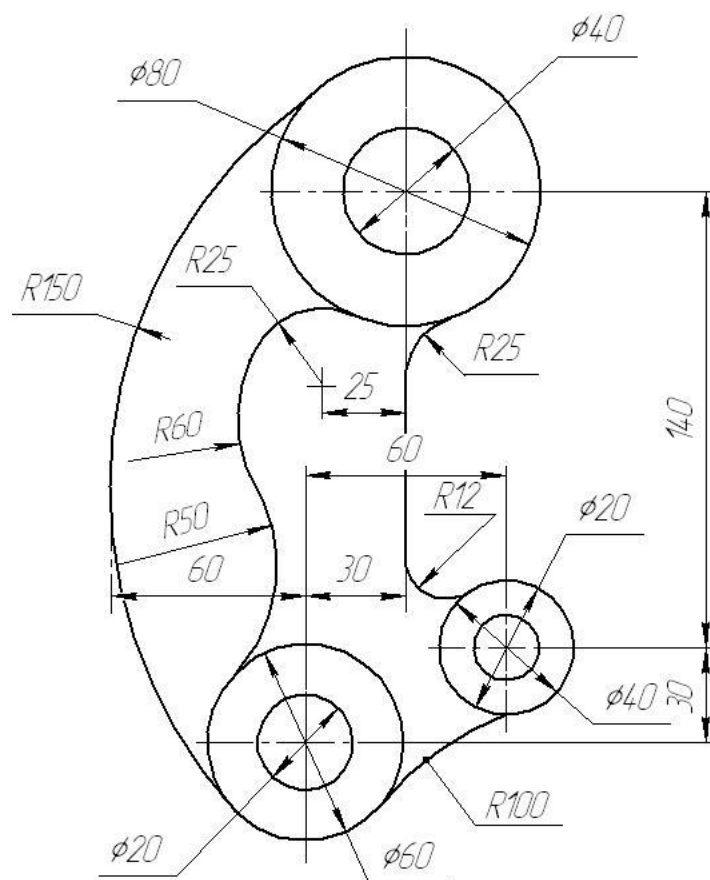
Задание 2а. Вариант 15



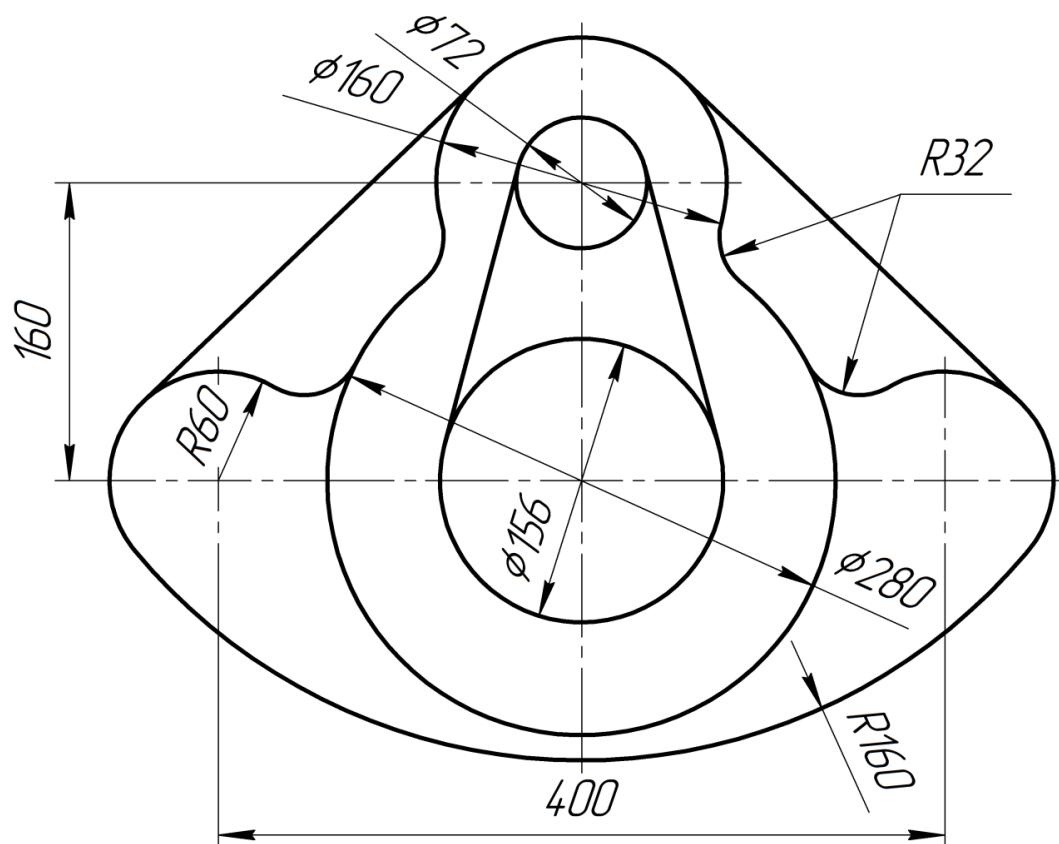
Задание 2а. Вариант 16



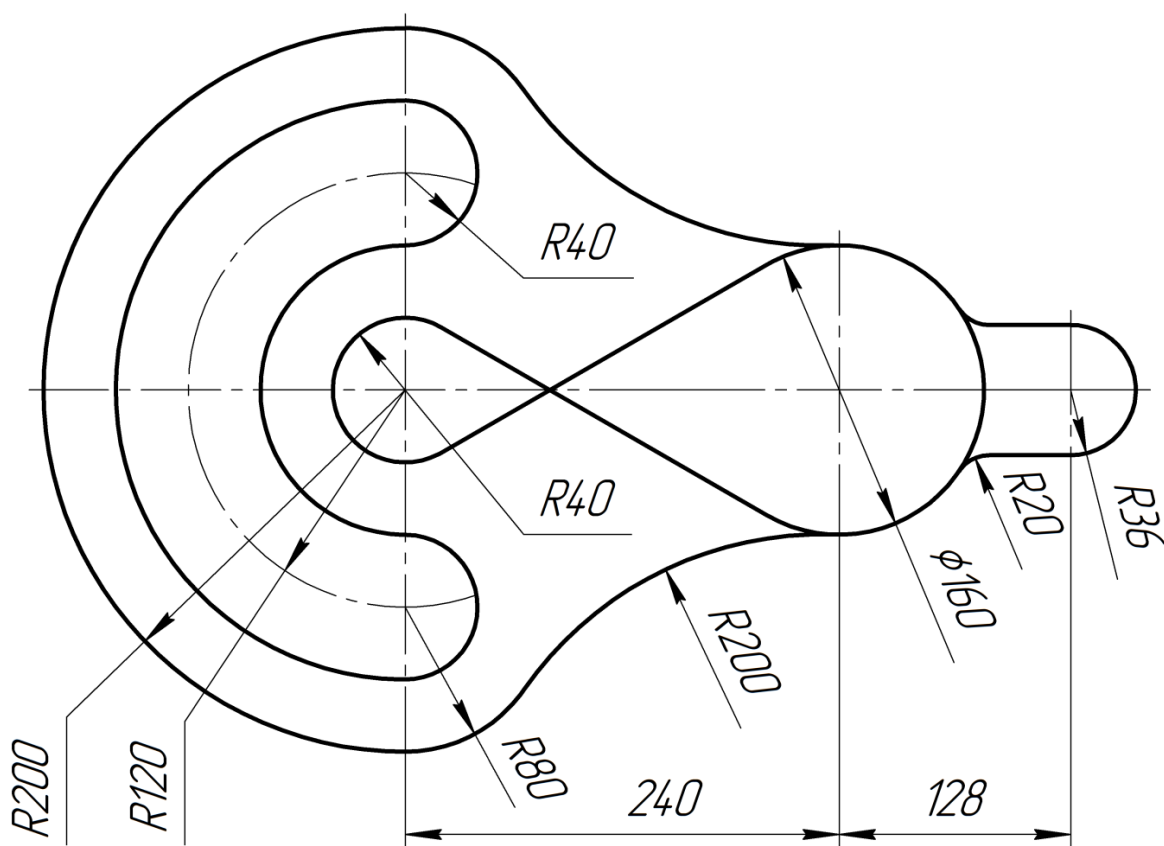
Задание 2а. Вариант 17



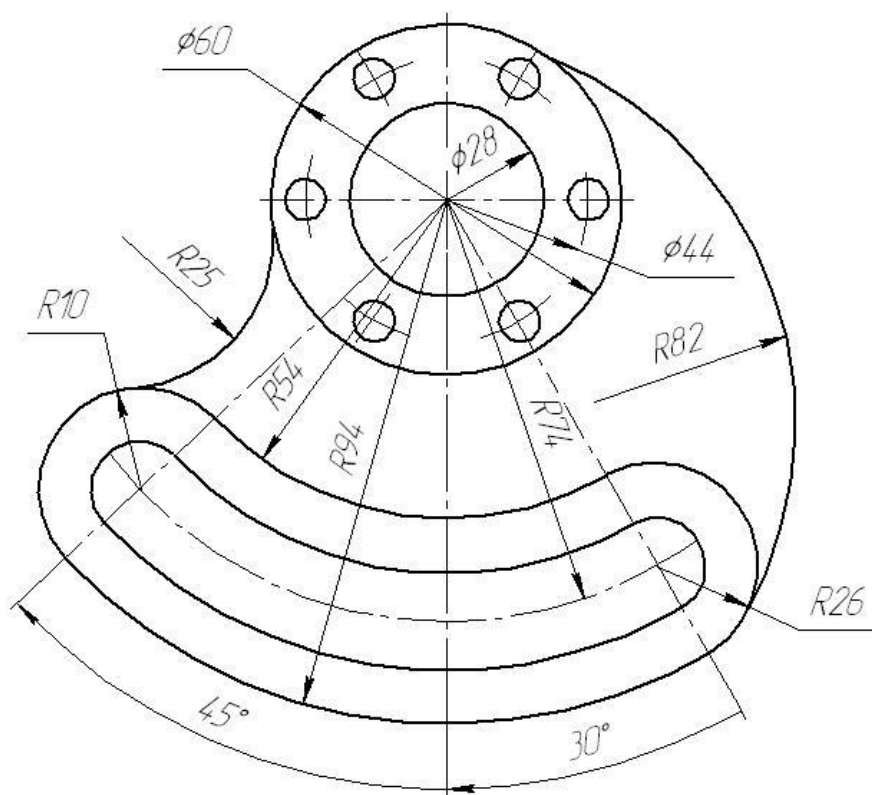
Задание 2а. Вариант 18



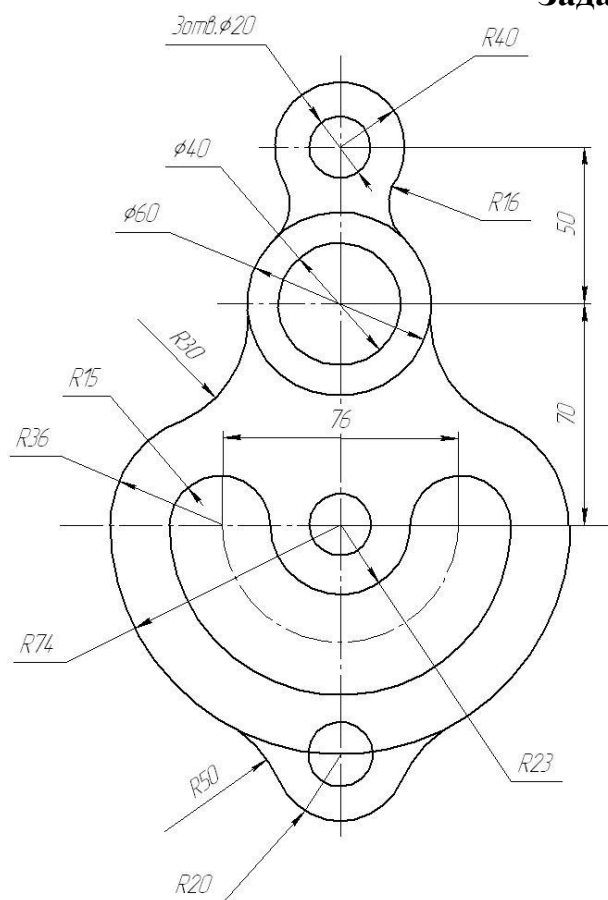
Задание 2а. Вариант 19



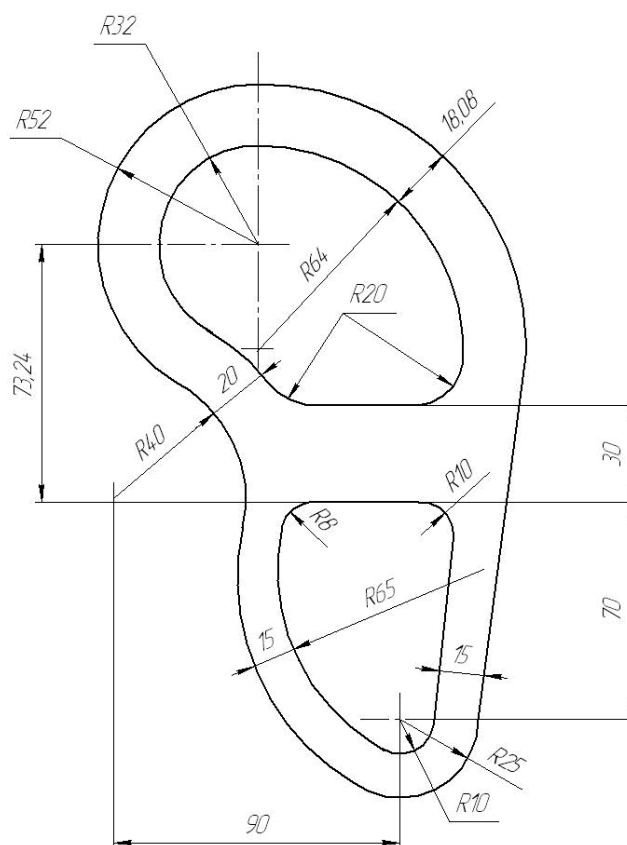
Задание 2а. Вариант 20



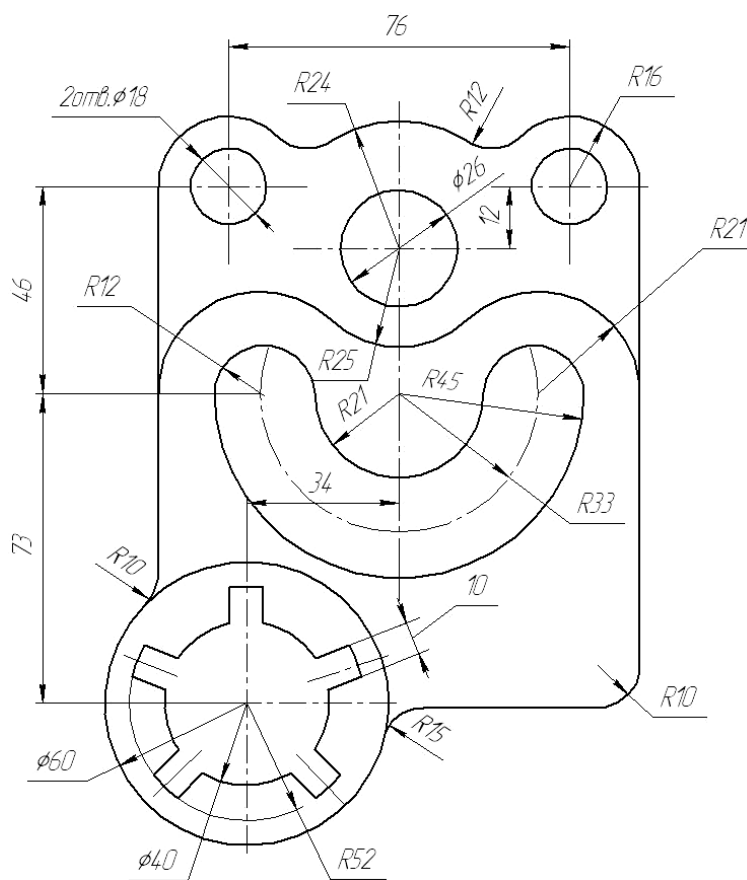
Задание 2а. Вариант 21



Задание 2а. Вариант 22

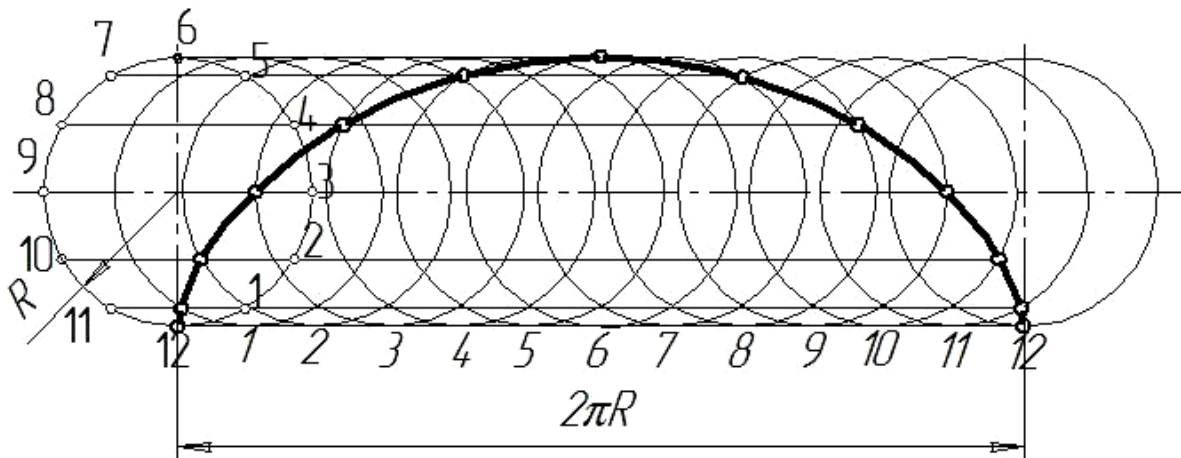


Задание 2а. Вариант 23



Задание 2а. Вариант 24

Построить циклоиду



№ варианта
R (мм)

1
16

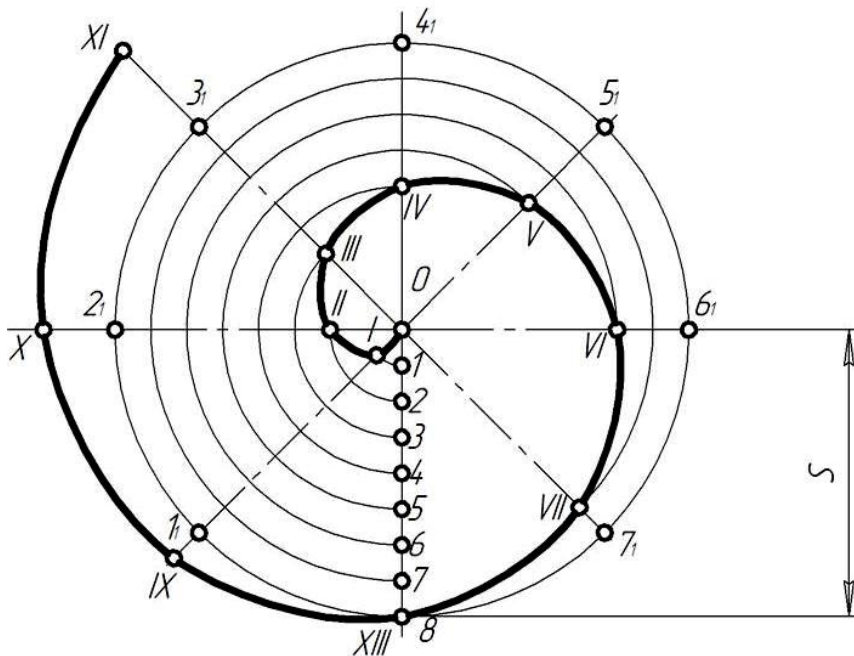
9
18

17
21

25
19

Задание 26. Варианты: 1, 7, 10, 13, 19, 25

Построить спираль Архимеда



№ варианта
S (мм)

2
50

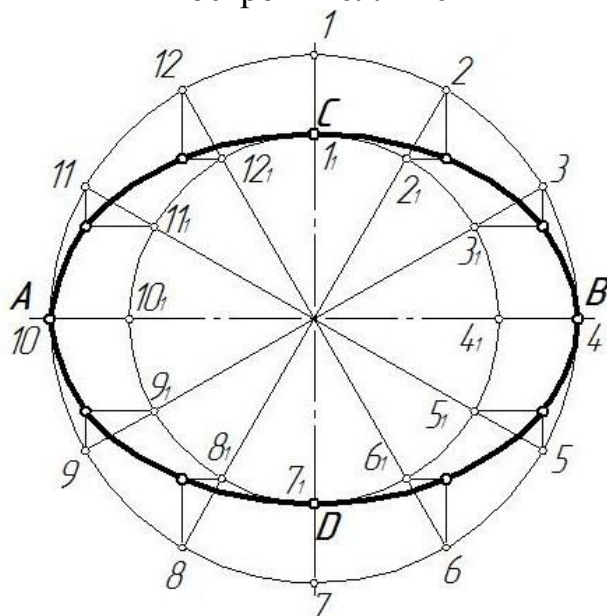
10
54

18
58

20
56

Задание 26. Варианты: 2, 10, 18, 20

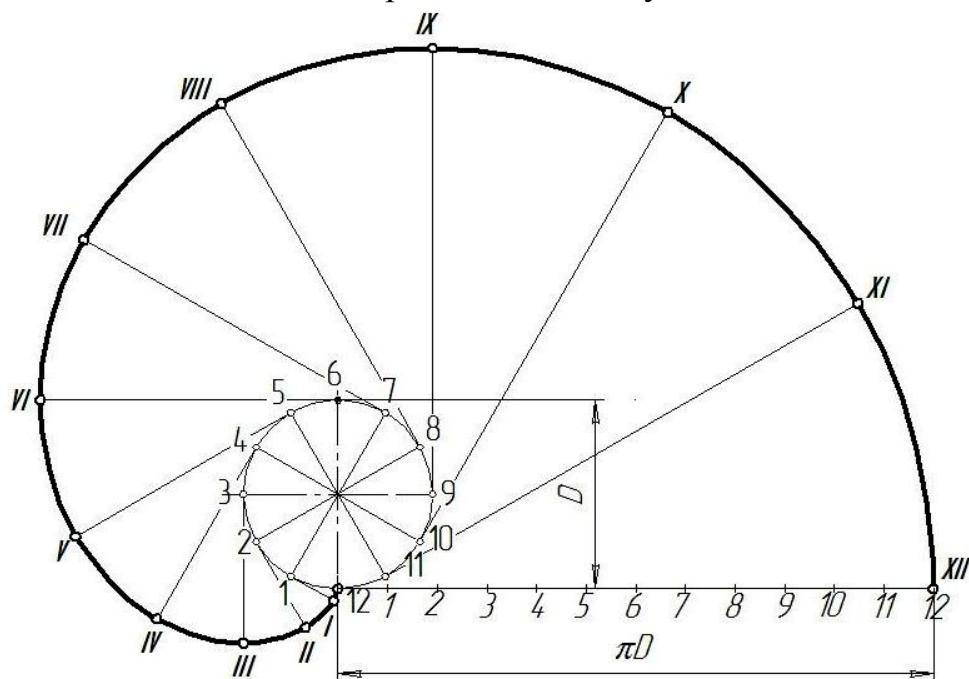
Построить эллипс



№ варианта	3	11	19
AB (мм.)	100	110	120
CD (мм.)	70	80	92

Задание 26. Варианты: 3, 11, 19

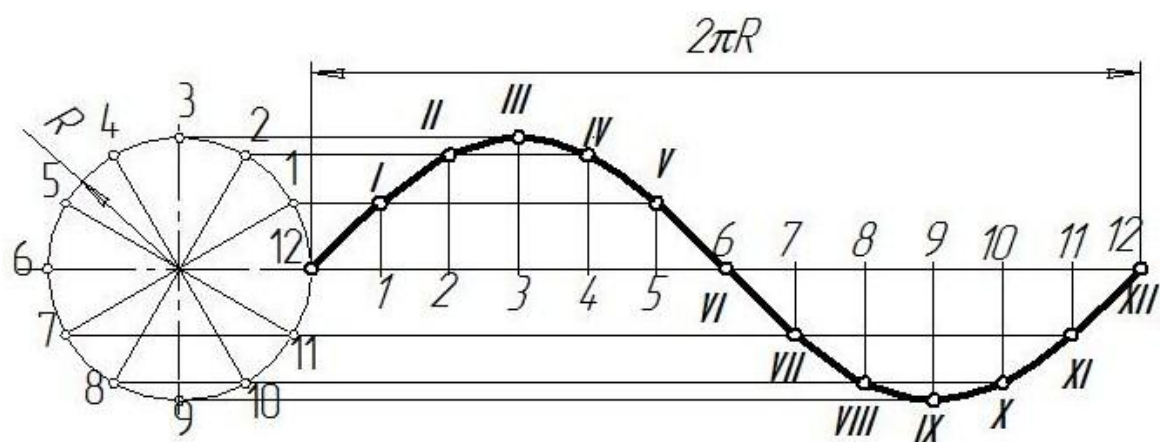
Построить эвольвенту



№ варианта	4	12	20
D (мм.)	34	36	38

Задание 26. Варианты: 4, 12, 20

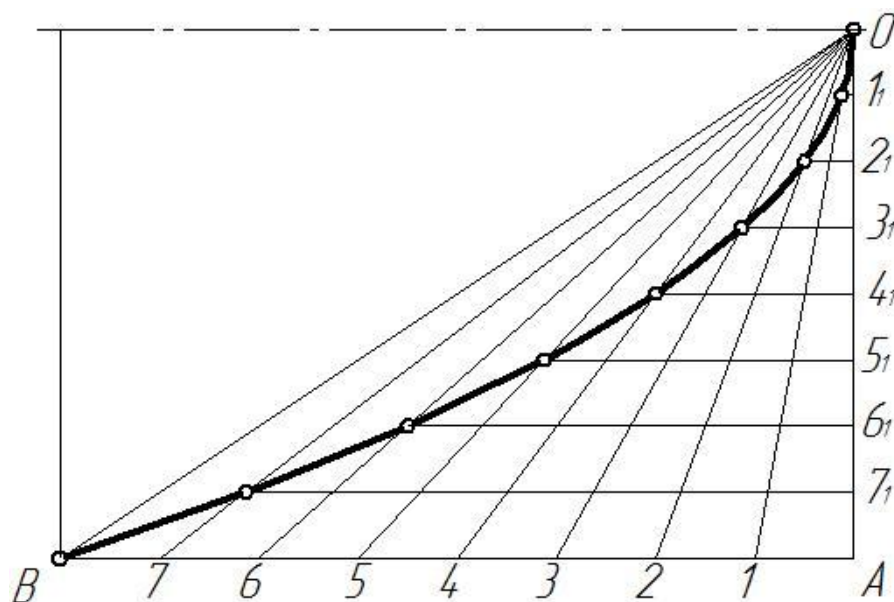
Построить синусоиду



№ варианта	5	13	21
R (мм.)	16	18	21

Задание 26. Варианты: 5, 13, 21

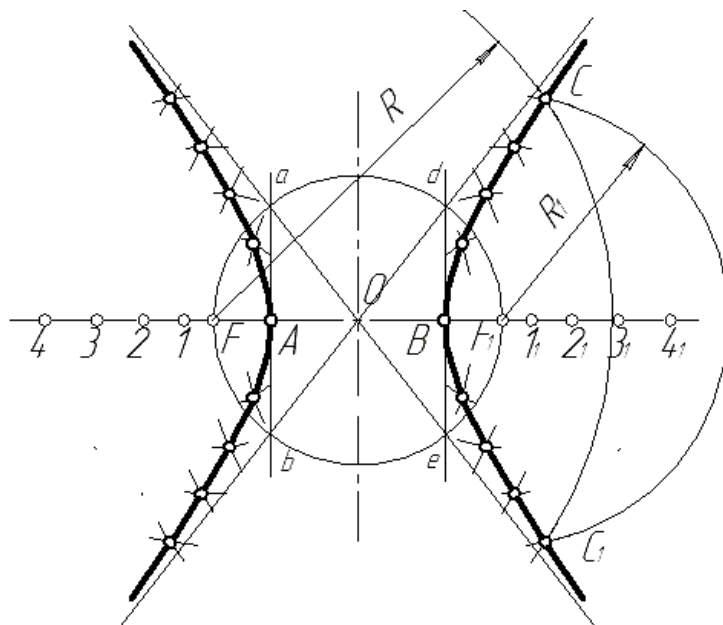
Построить параболу



№ варианта	6	14	22
OA (мм.)	80	98	112
AB (мм.)	120	120	112

Задание 26. Варианты: 6, 14, 22

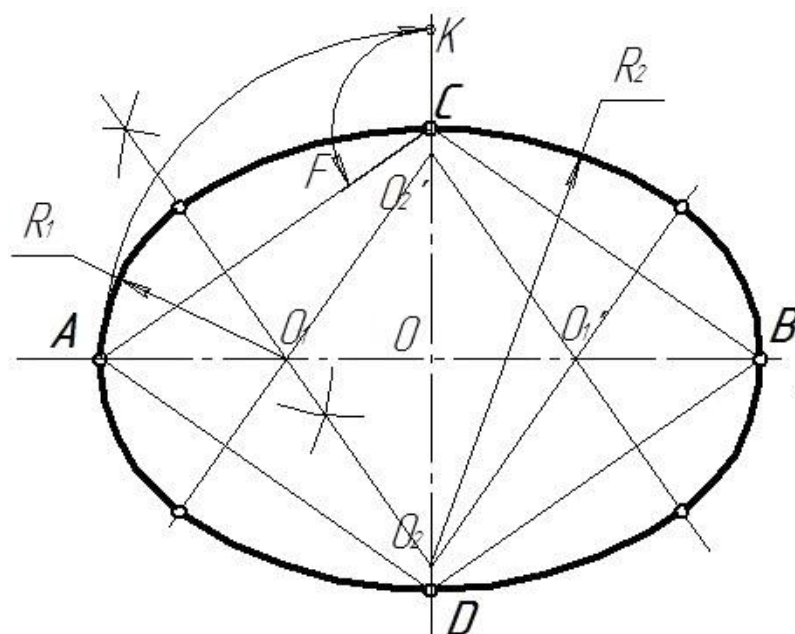
Построить гиперболу



№ варианта	7	15	23
FF_1 (мм.)	40	46	60
AB (мм.)	20	30	42

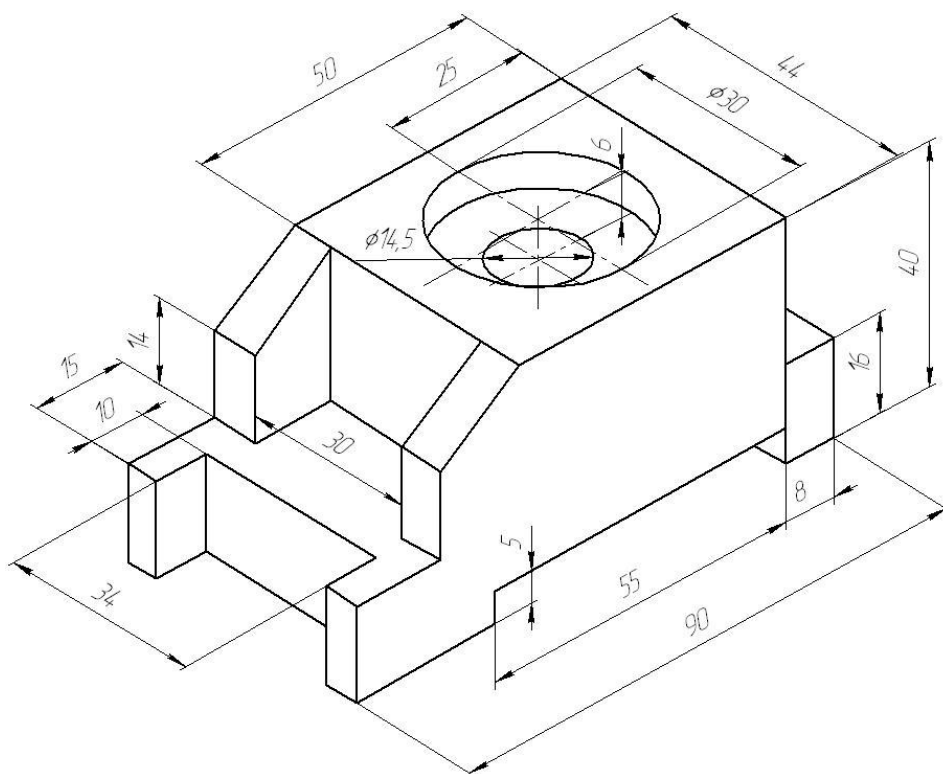
Задание 26. Вариант 7, 15, 23

Построить овал

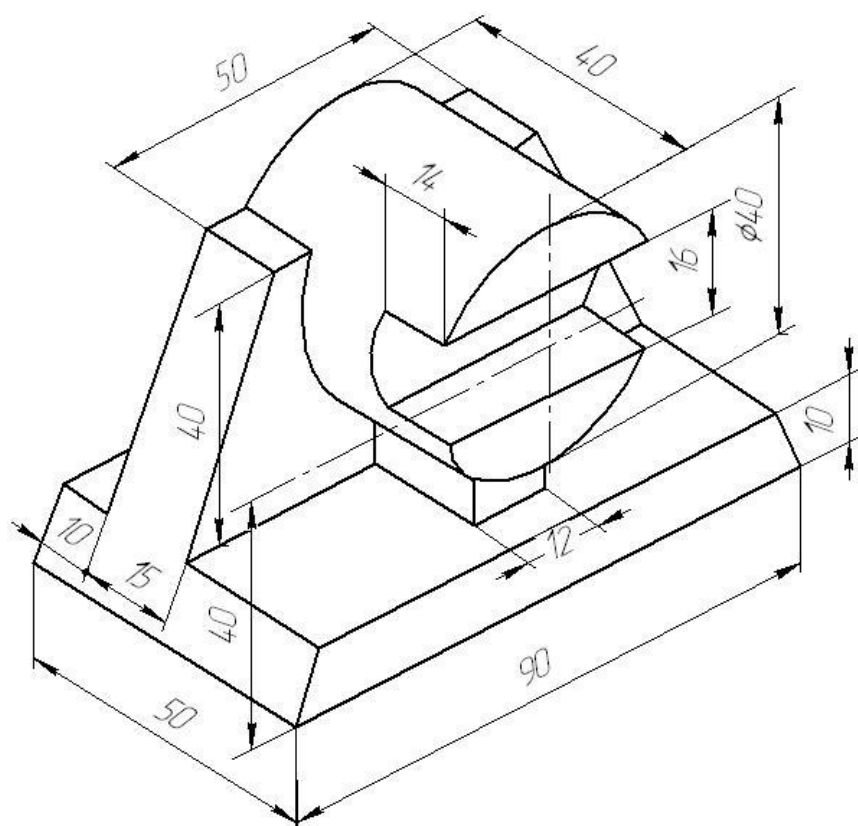


№ варианта	8	16	24
AB (мм.)	110	114	112
CD (мм.)	70	80	76

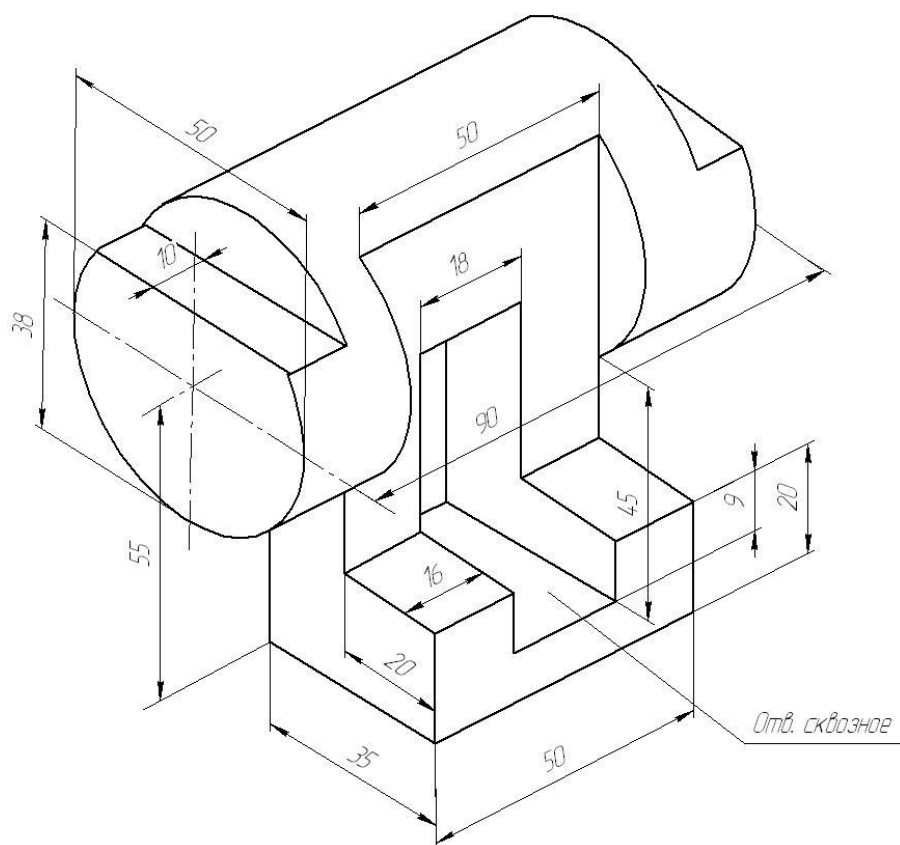
Задание 26. Вариант 8, 16, 24



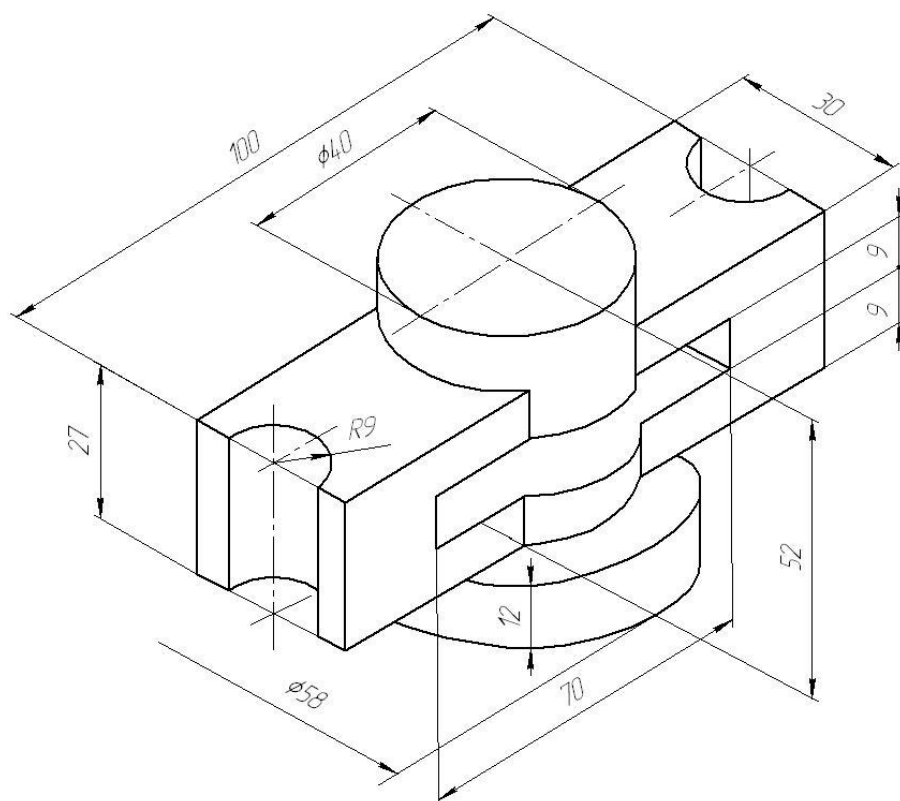
Задание 3. Вариант 03



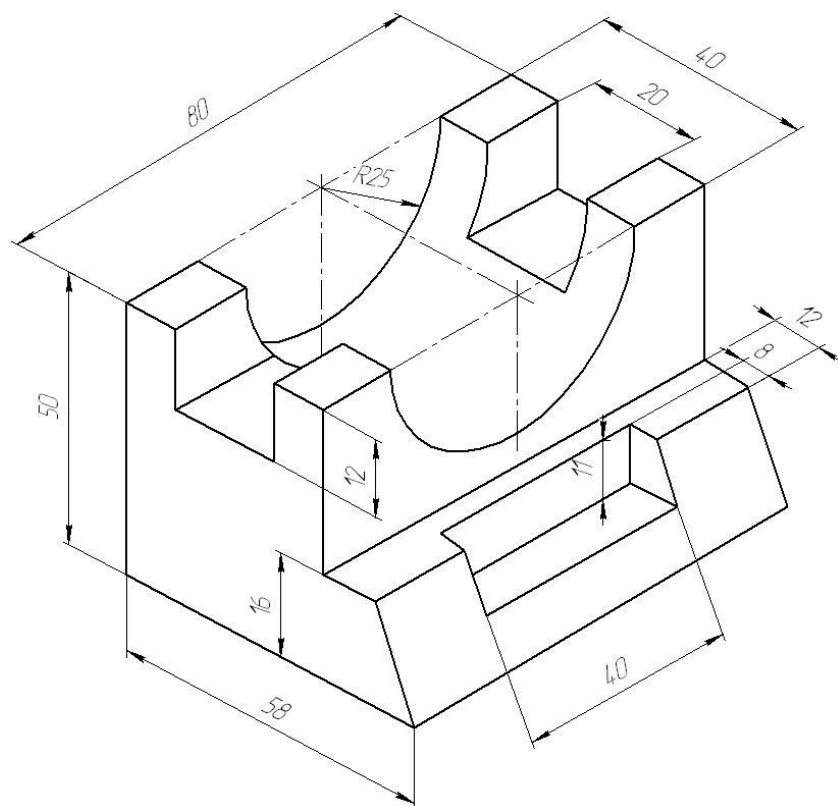
Задание 3. Вариант 04



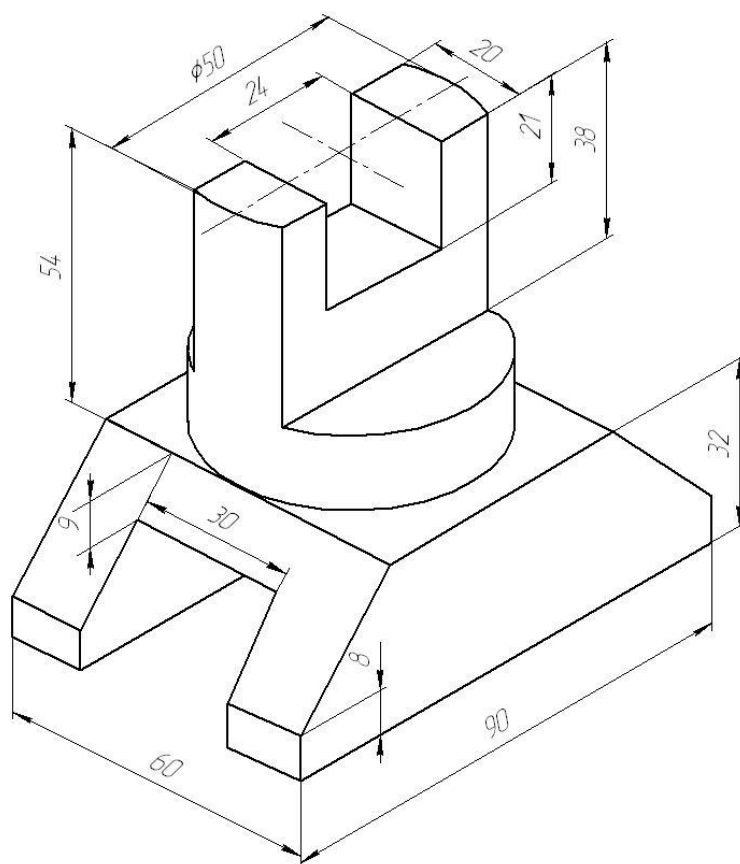
Задание 3. Вариант 05



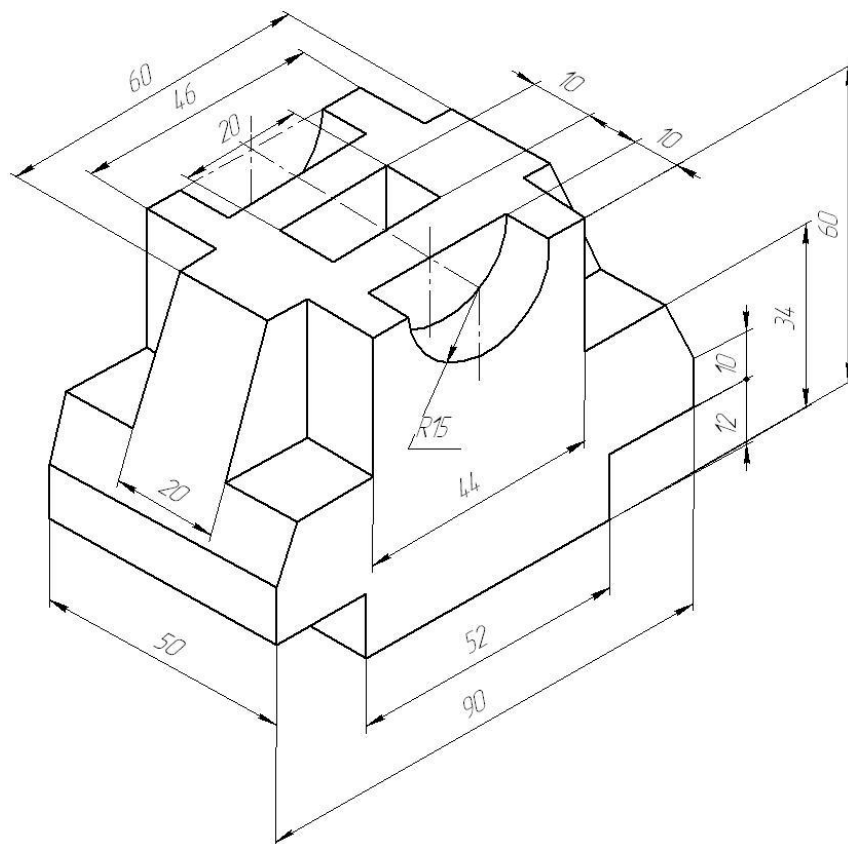
Задание 3. Вариант 06



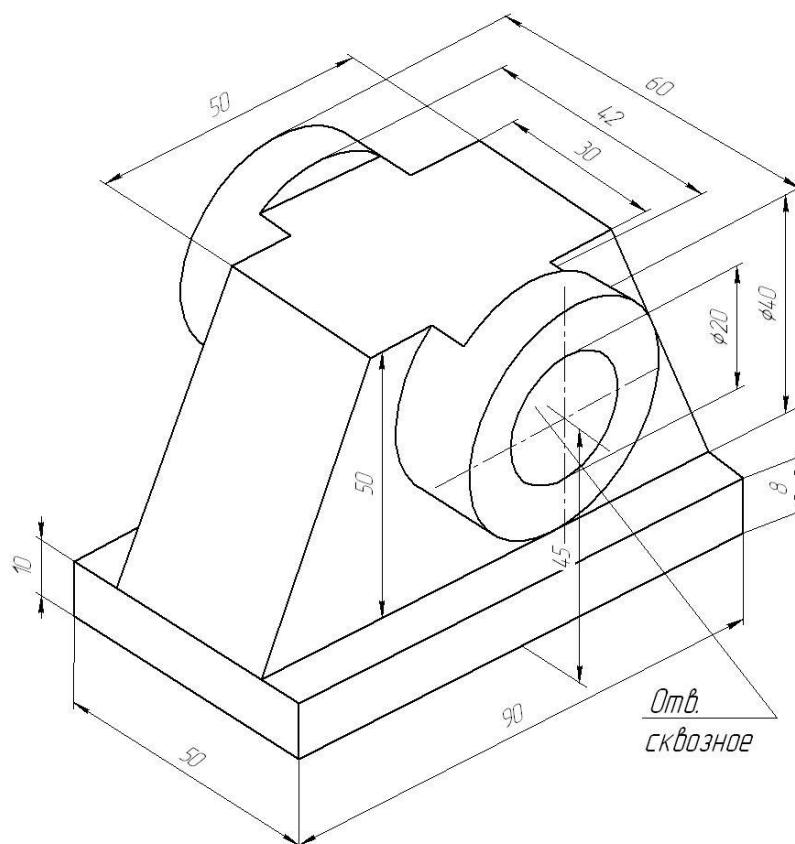
Задание 3. Вариант 07



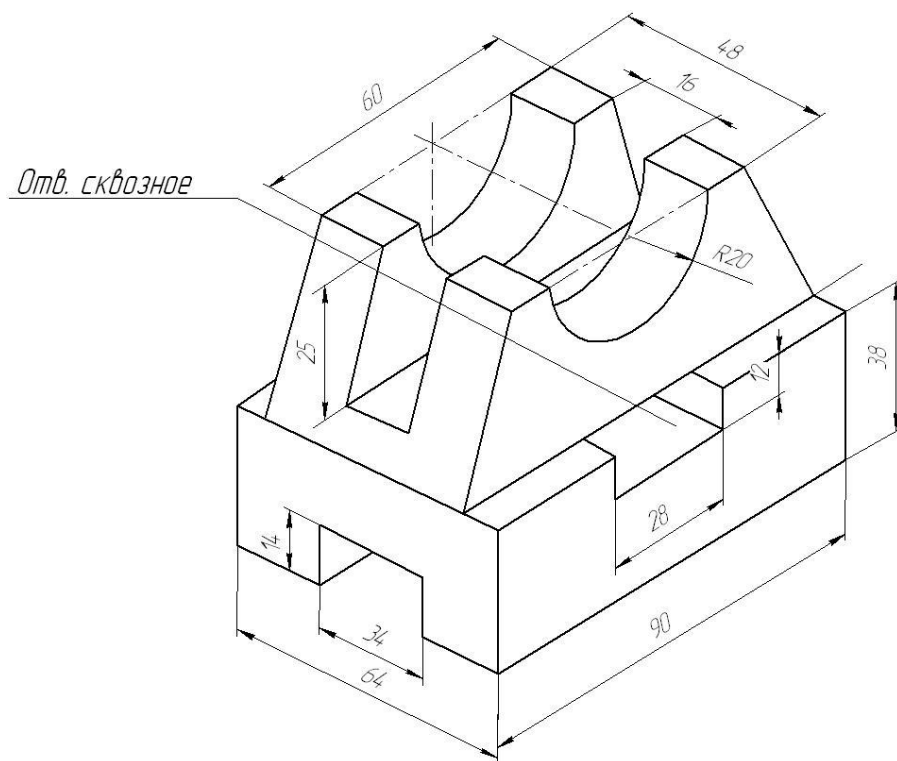
Задание 3. Вариант 08



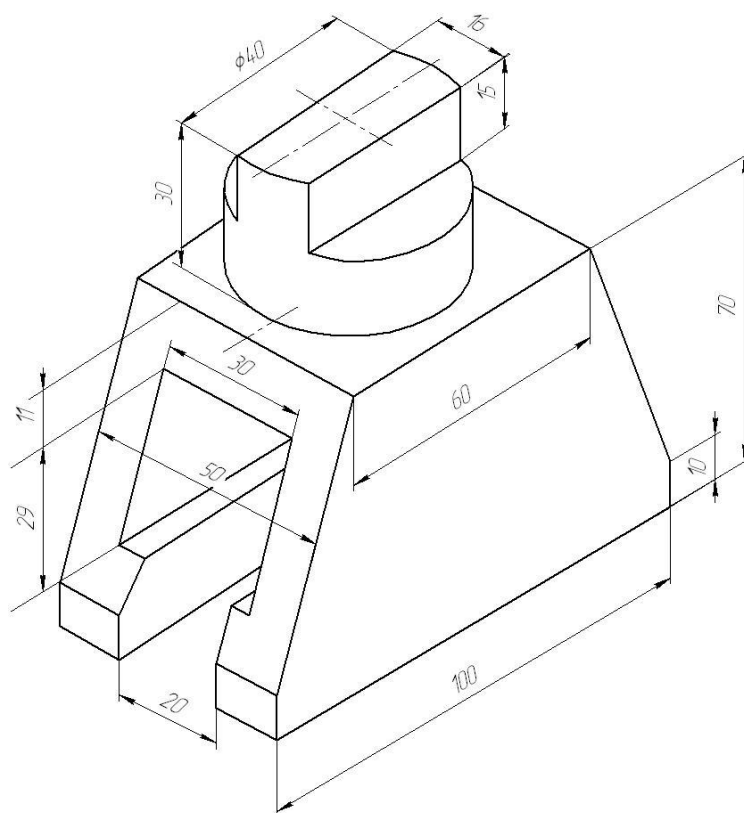
Задание 3. Вариант 09



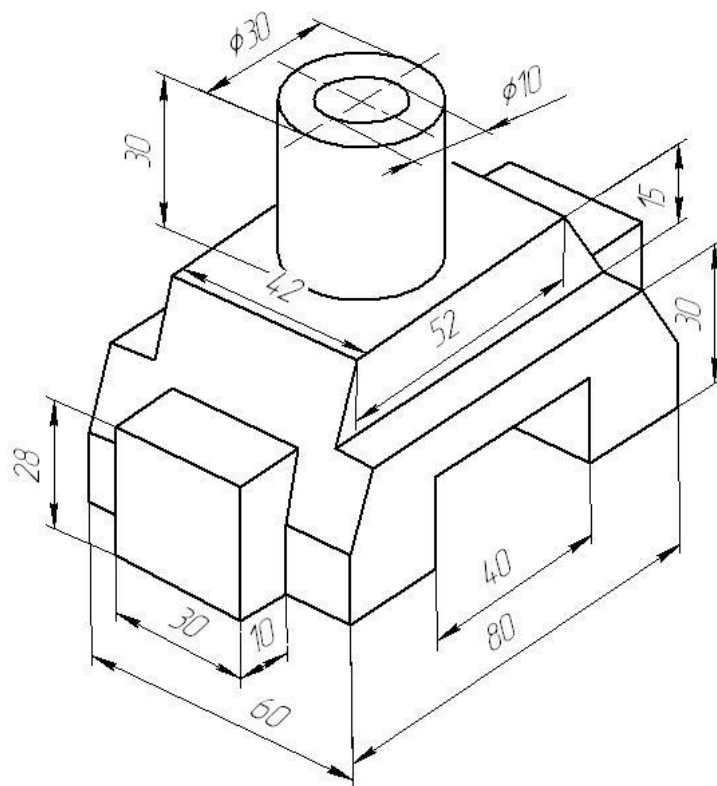
Задание 3. Вариант 10



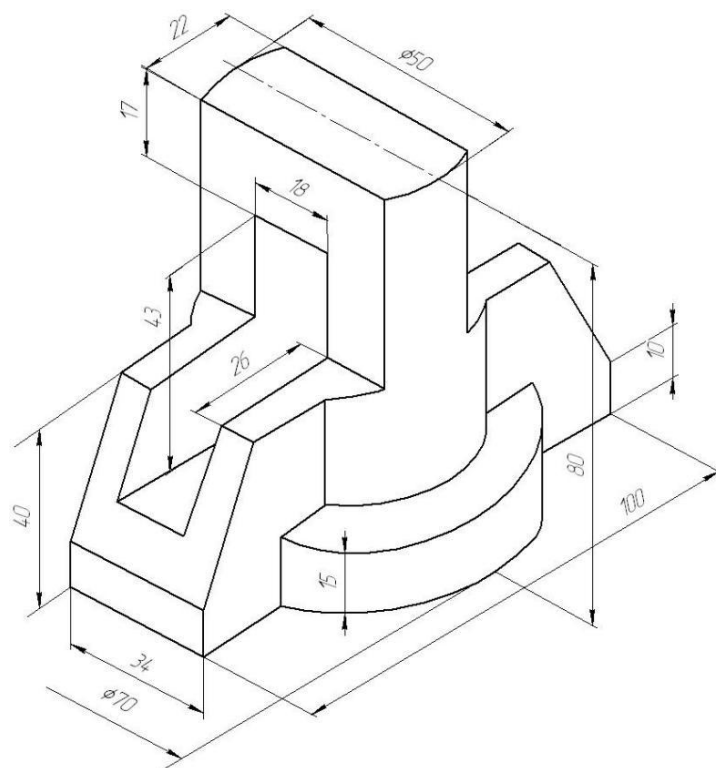
Задание 3. Вариант 11



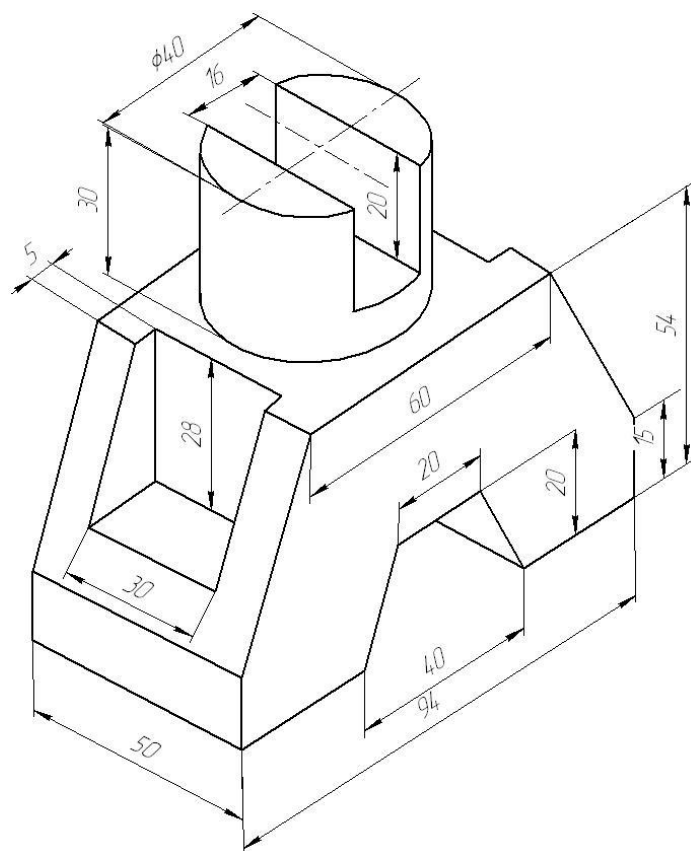
Задание 3. Вариант 12



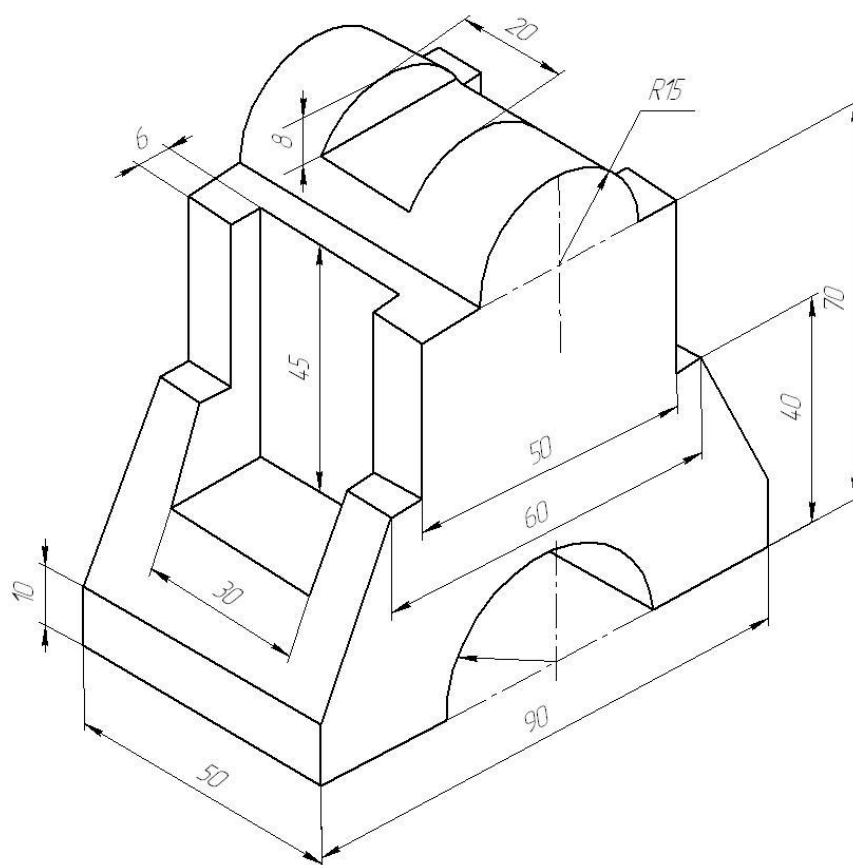
Задание 3. Вариант 13



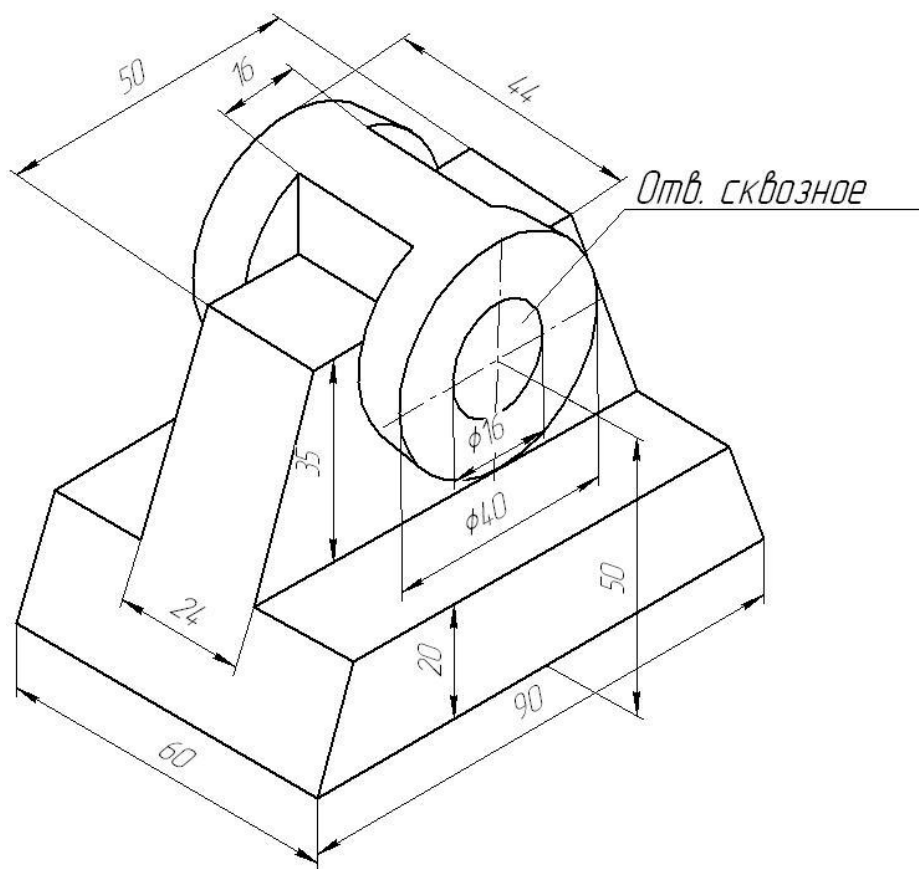
Задание 3. Вариант 14



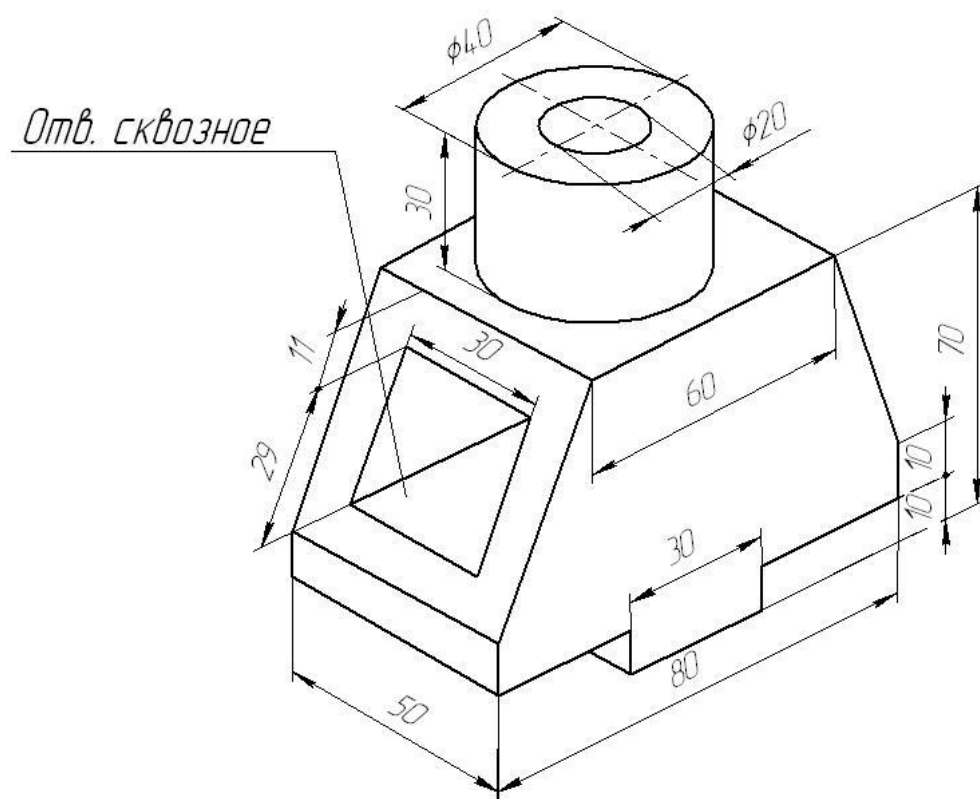
Задание 3. Вариант 15



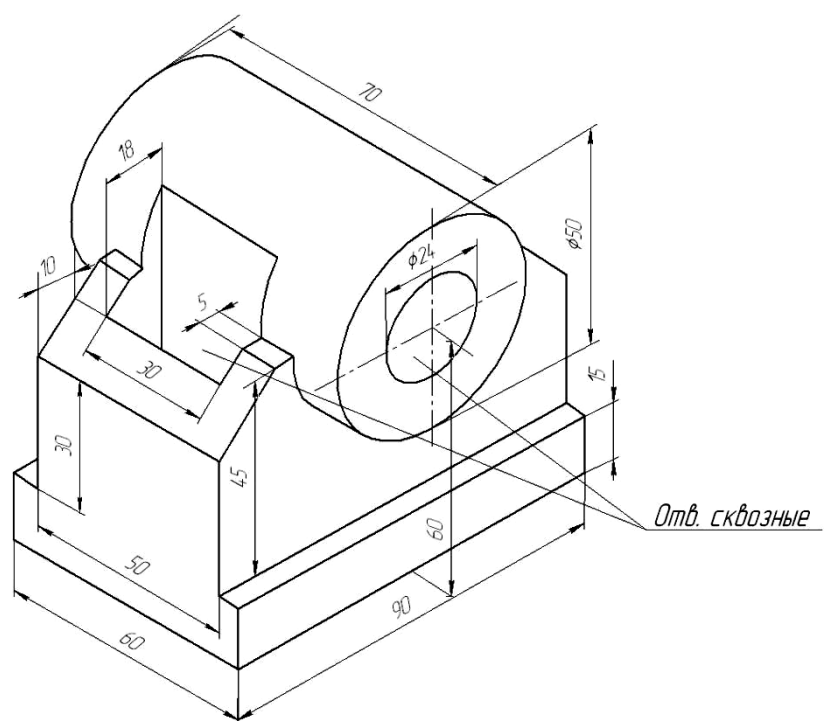
Задание 3. Вариант 16



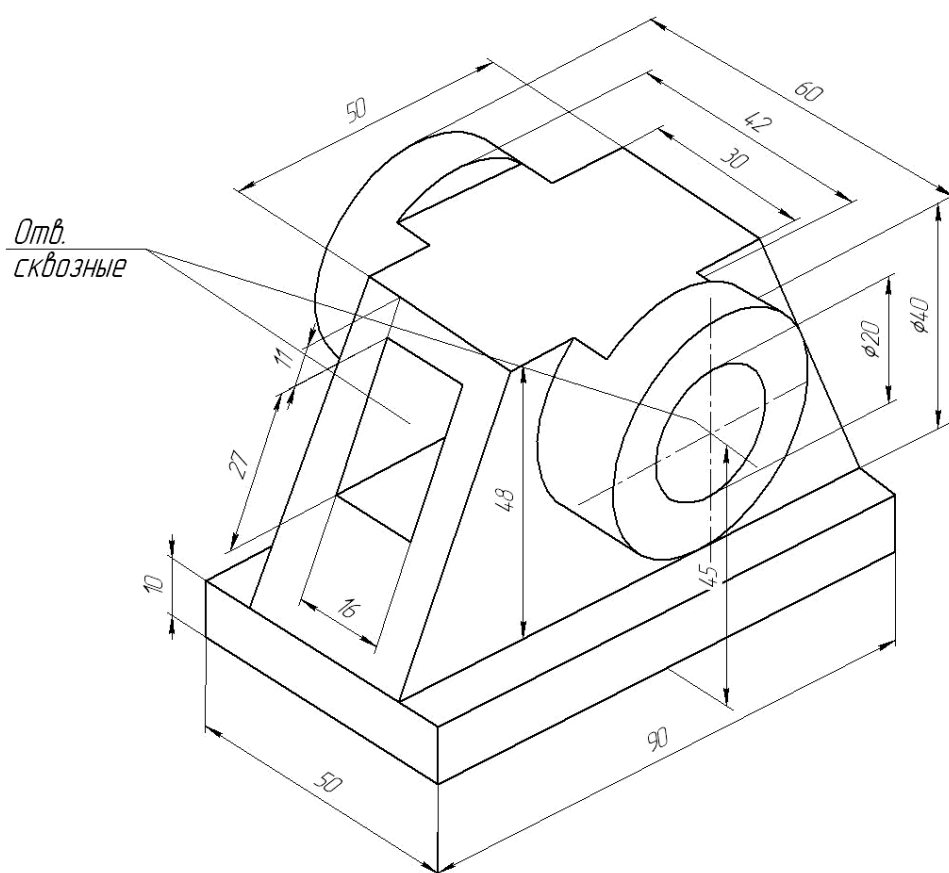
Задание 3. Вариант 17



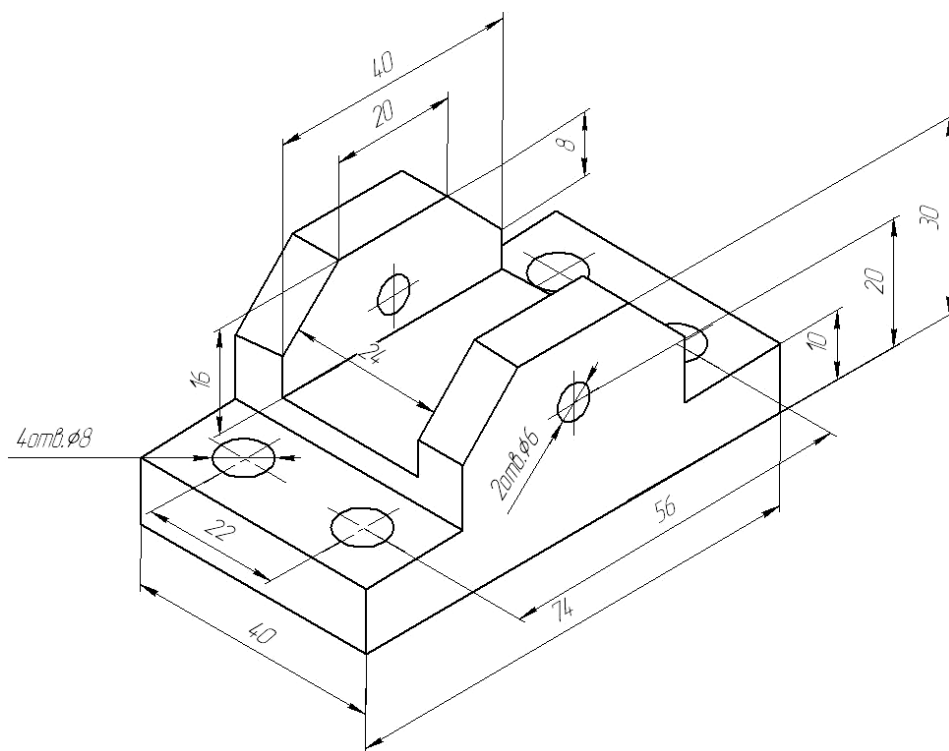
Задание 3. Вариант 18



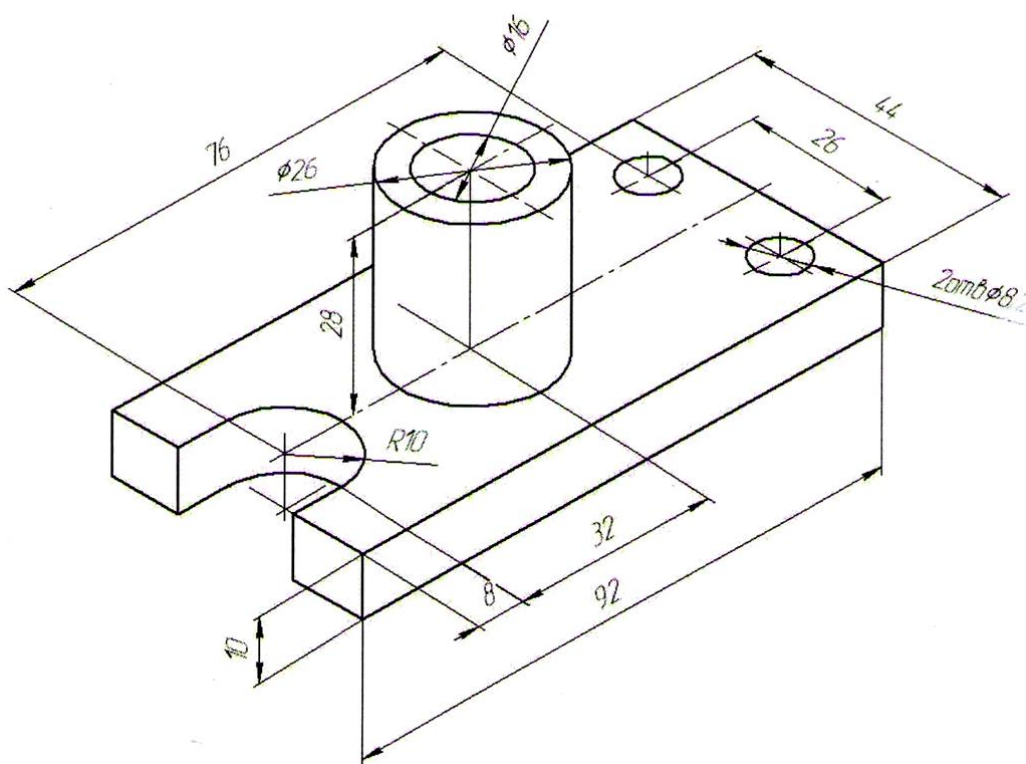
Задание 3. Вариант 19



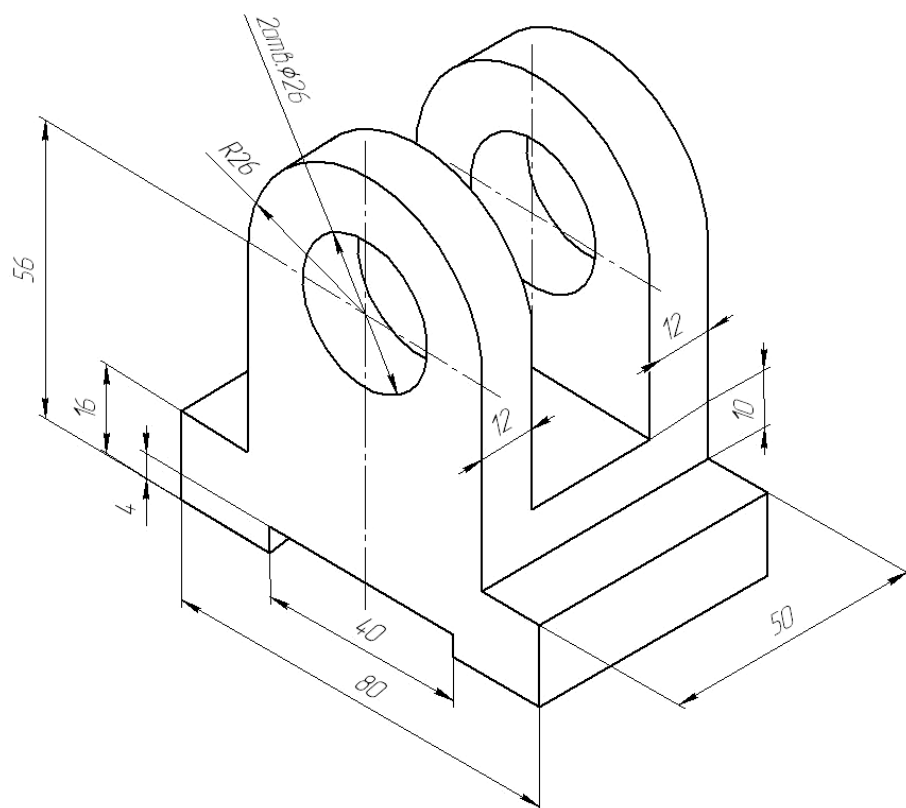
Задание 3. Вариант 20



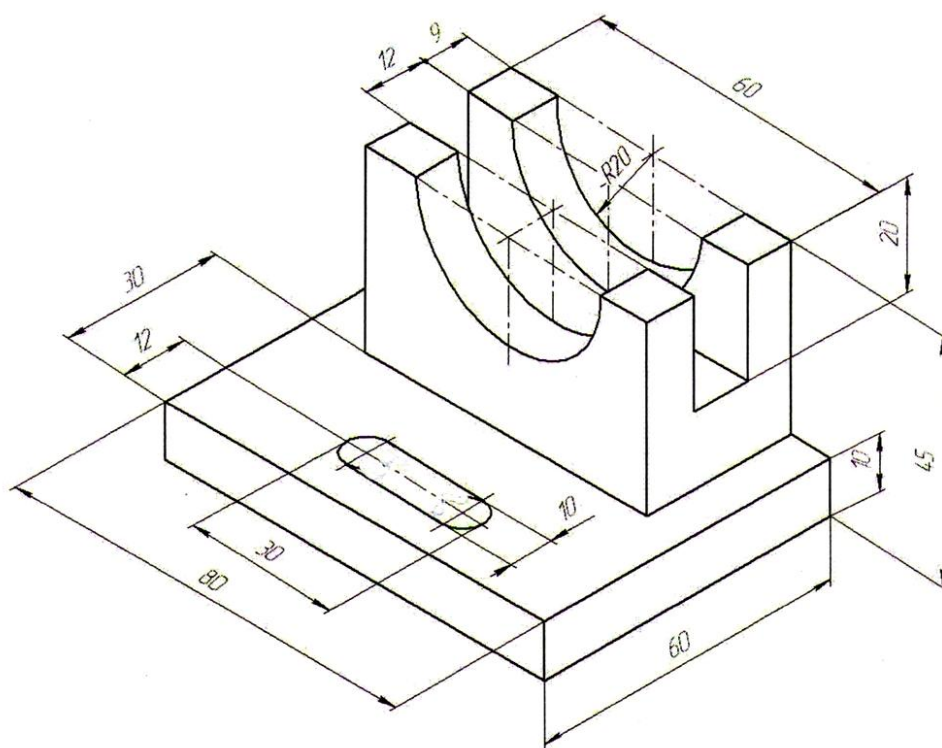
Задание 3. Вариант 23



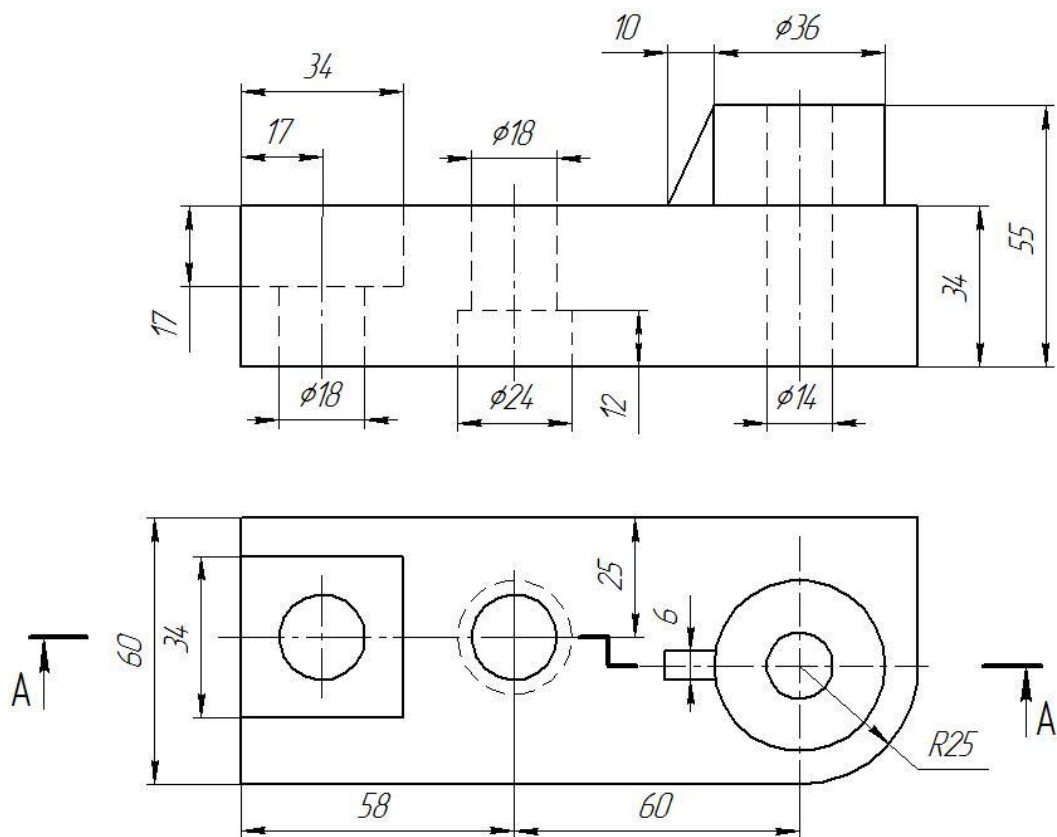
Задание 3. Вариант 24



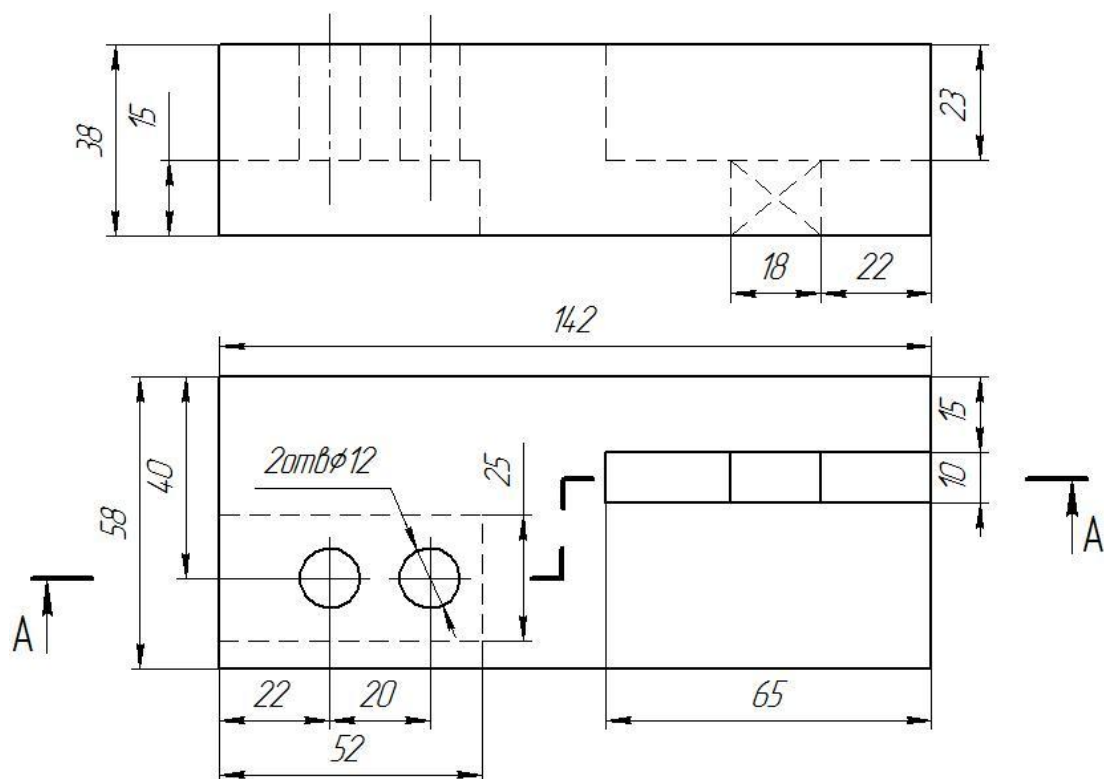
Задание 3. Вариант 25



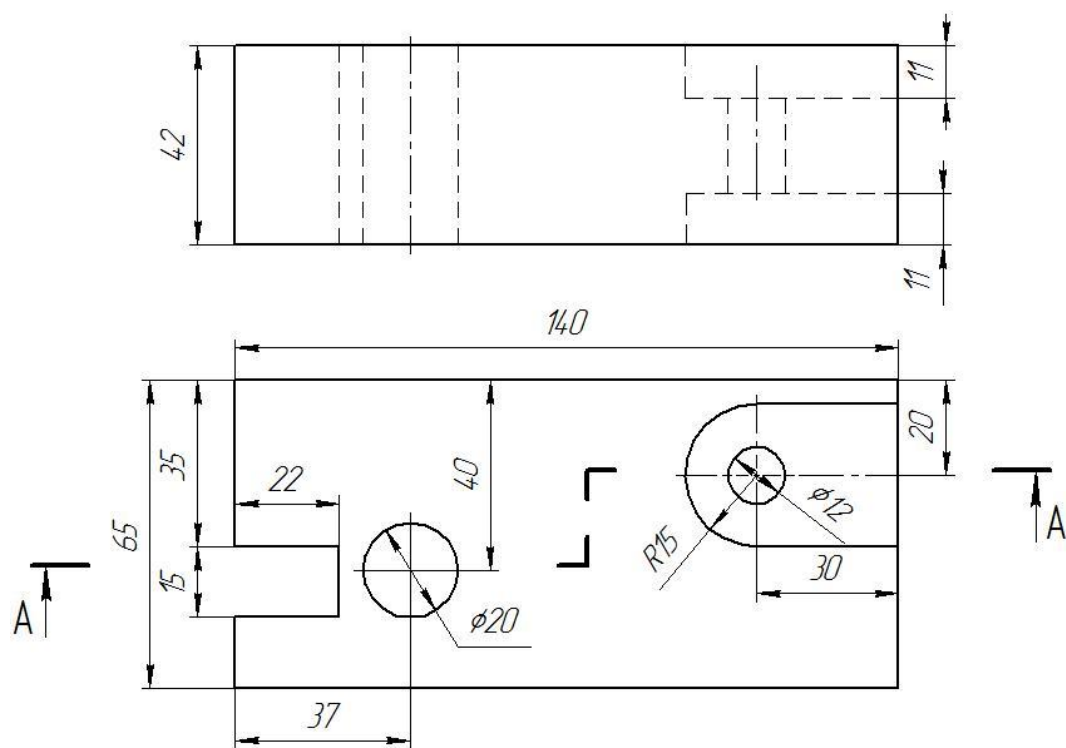
Задание 3. Вариант 26



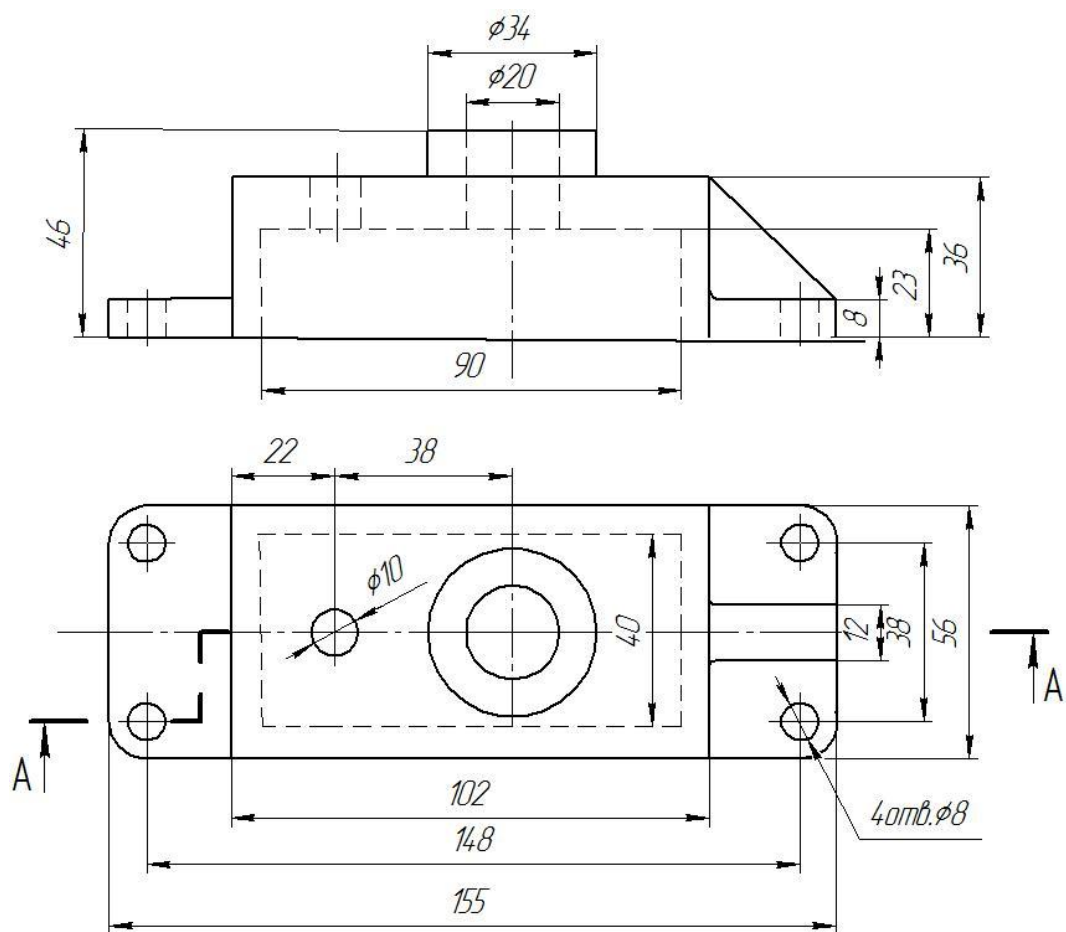
Задание 4. Вариант 01



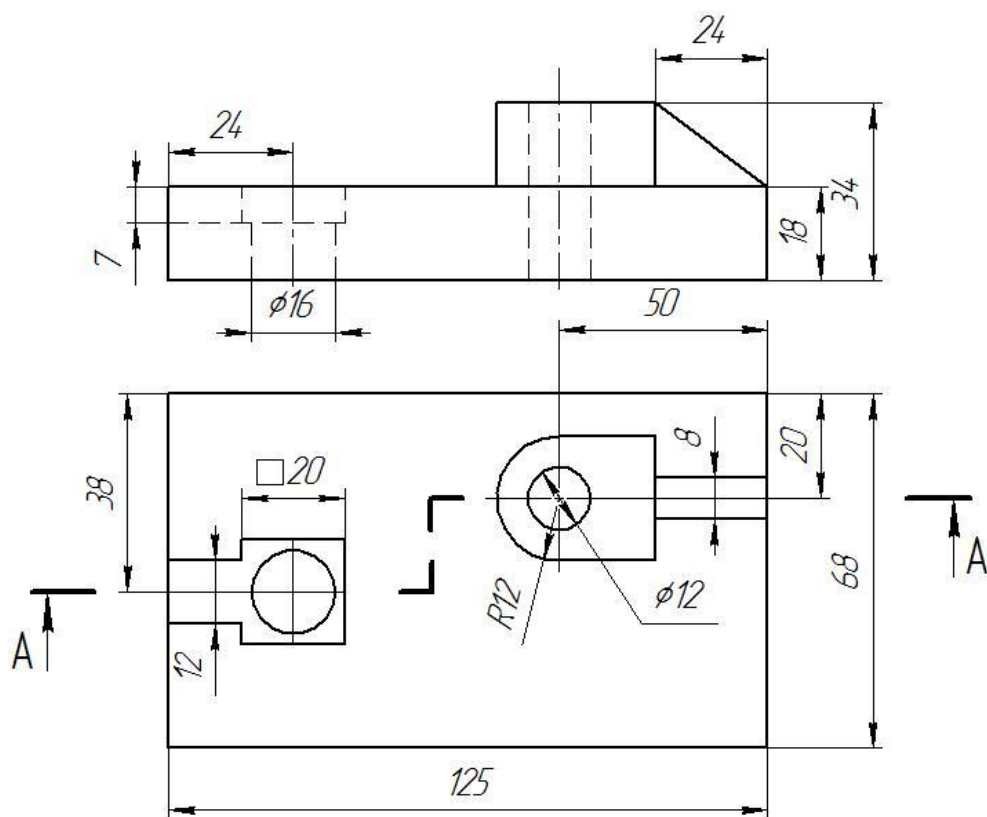
Задание 4. Вариант 02



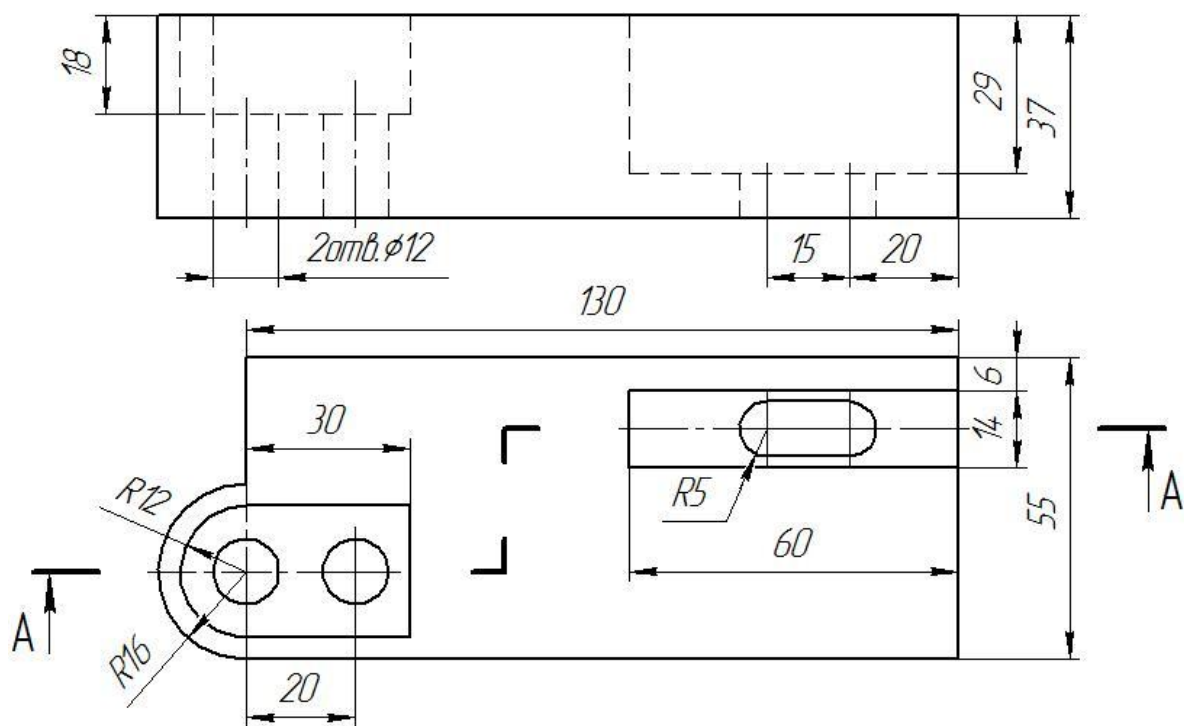
Задание 4. Вариант 03



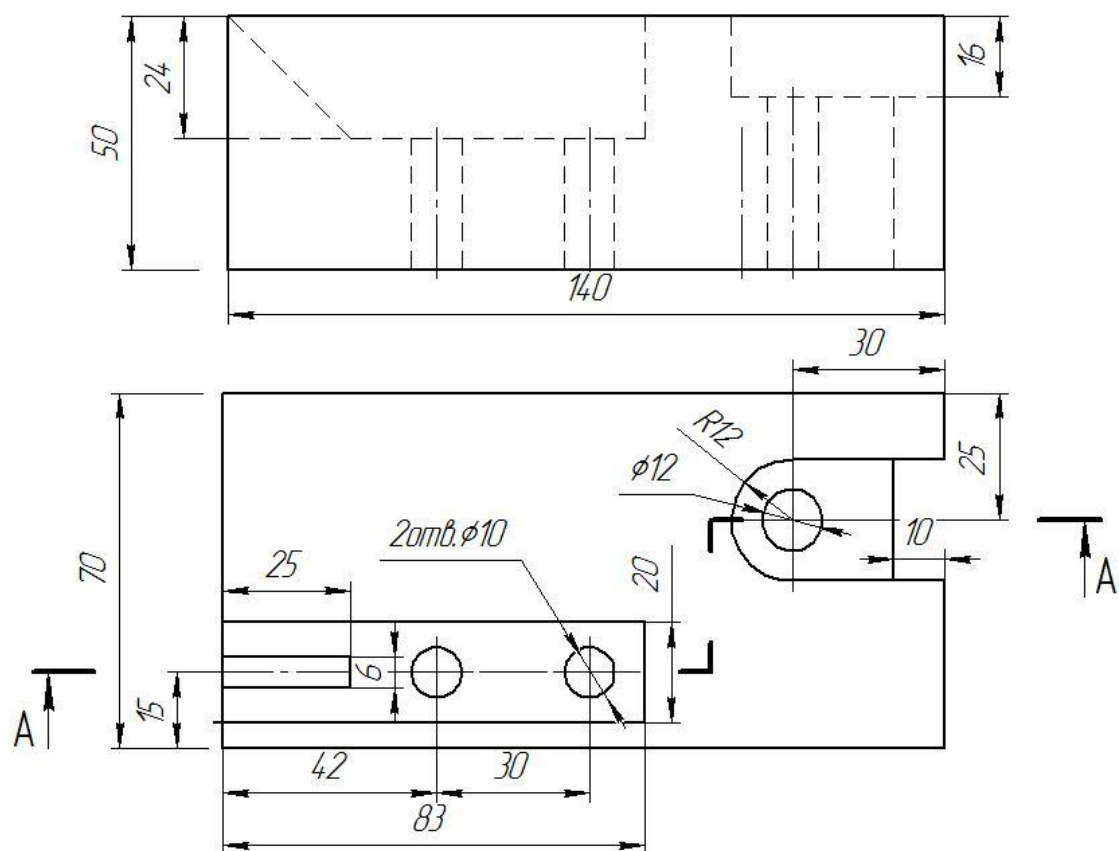
Задание 4. Вариант 04



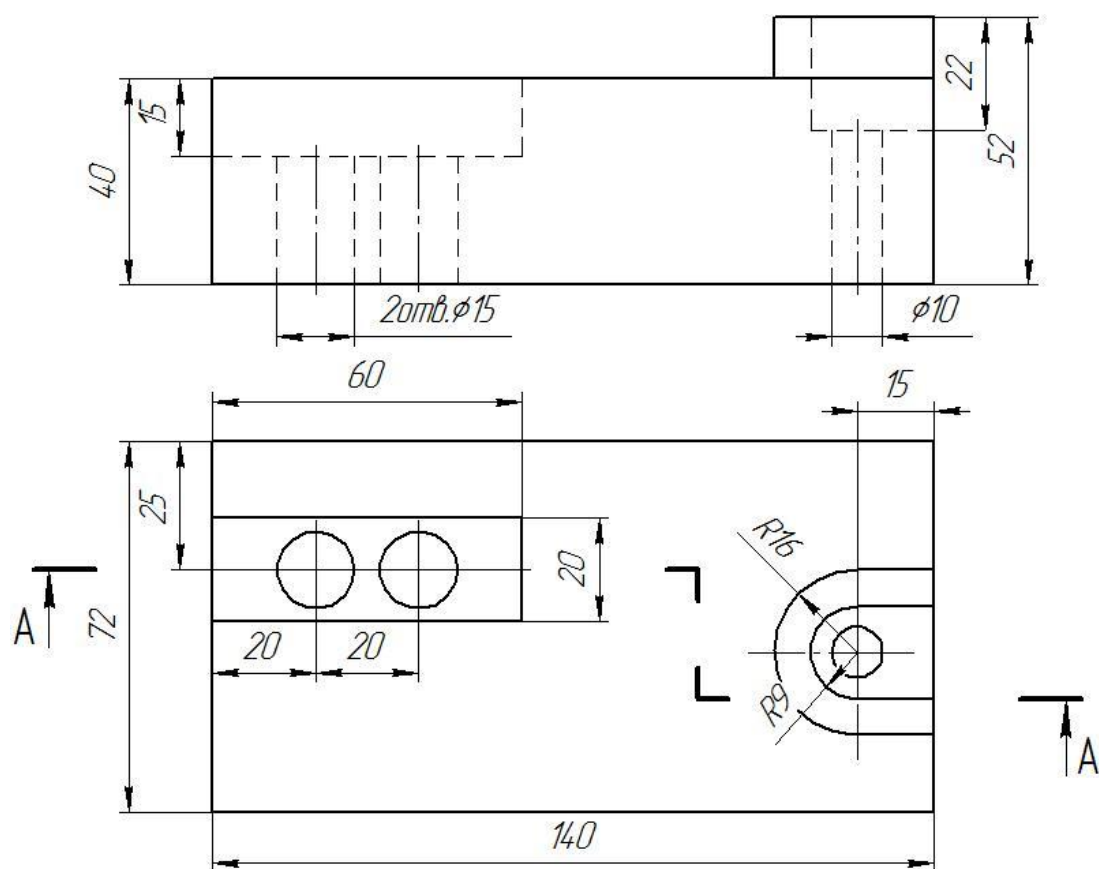
Задание 4. Вариант 05



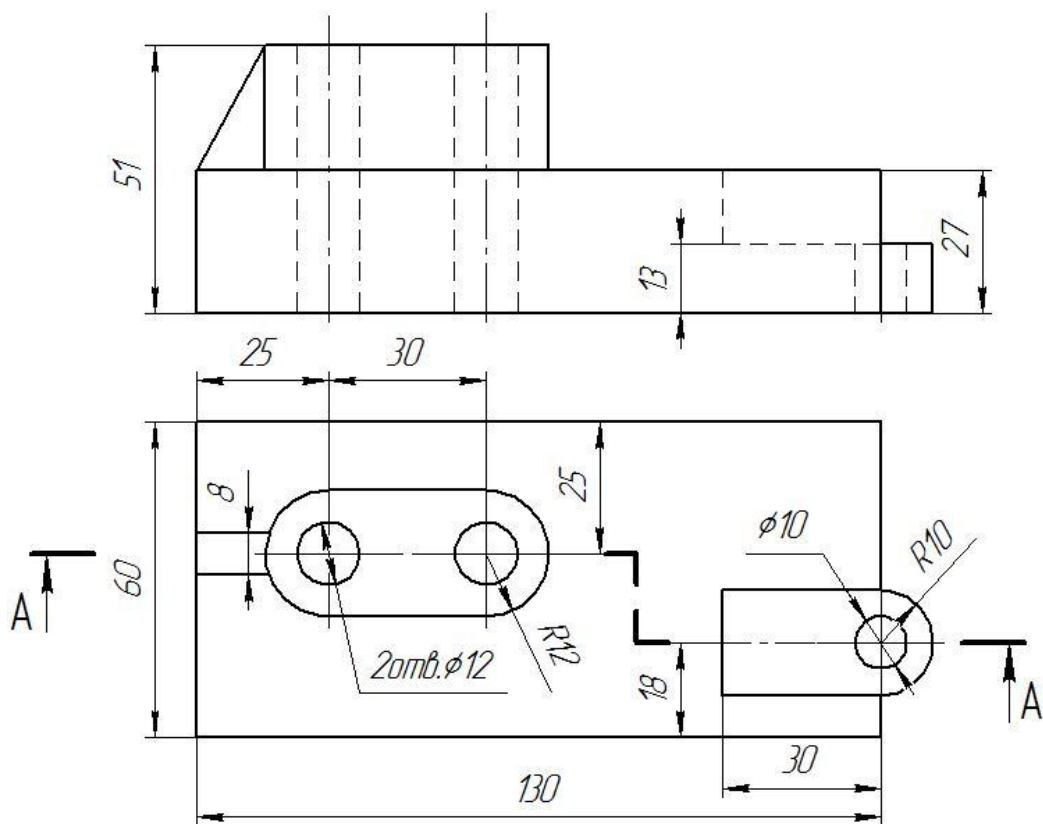
Задание 4. Вариант 06



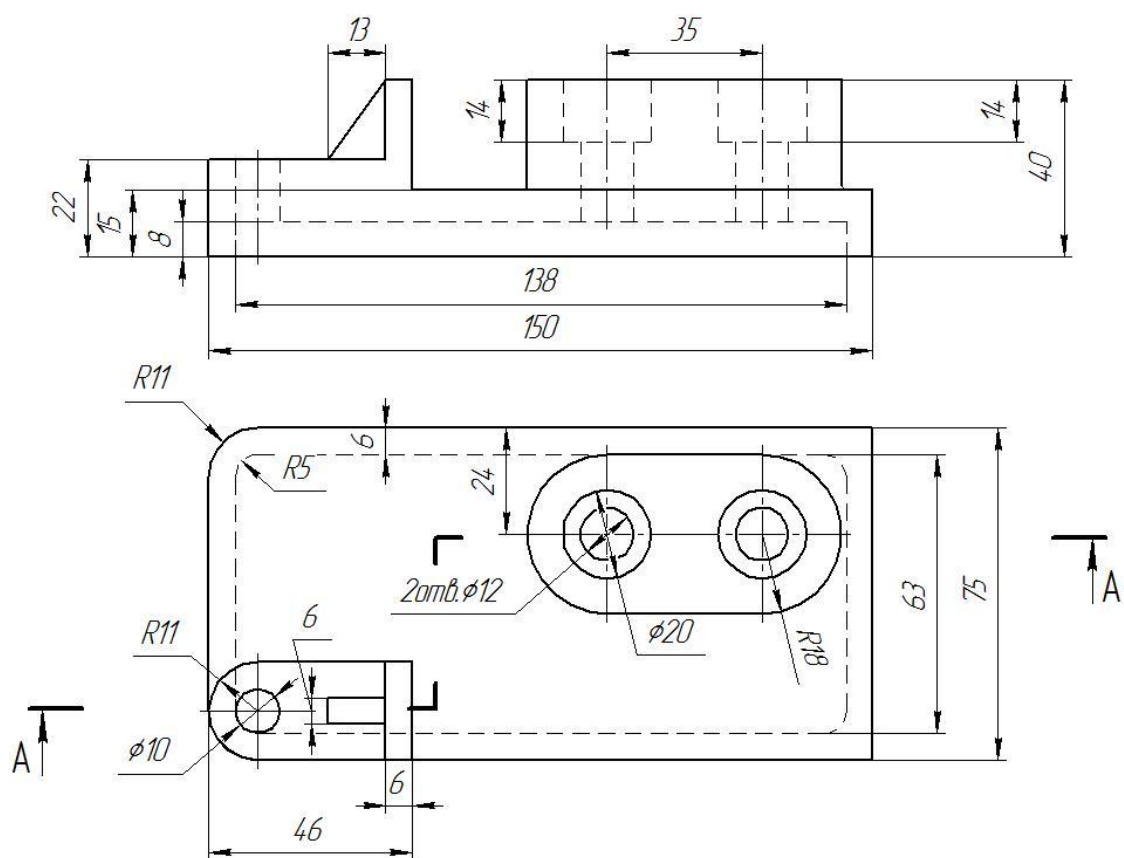
Задание 4. Вариант 07



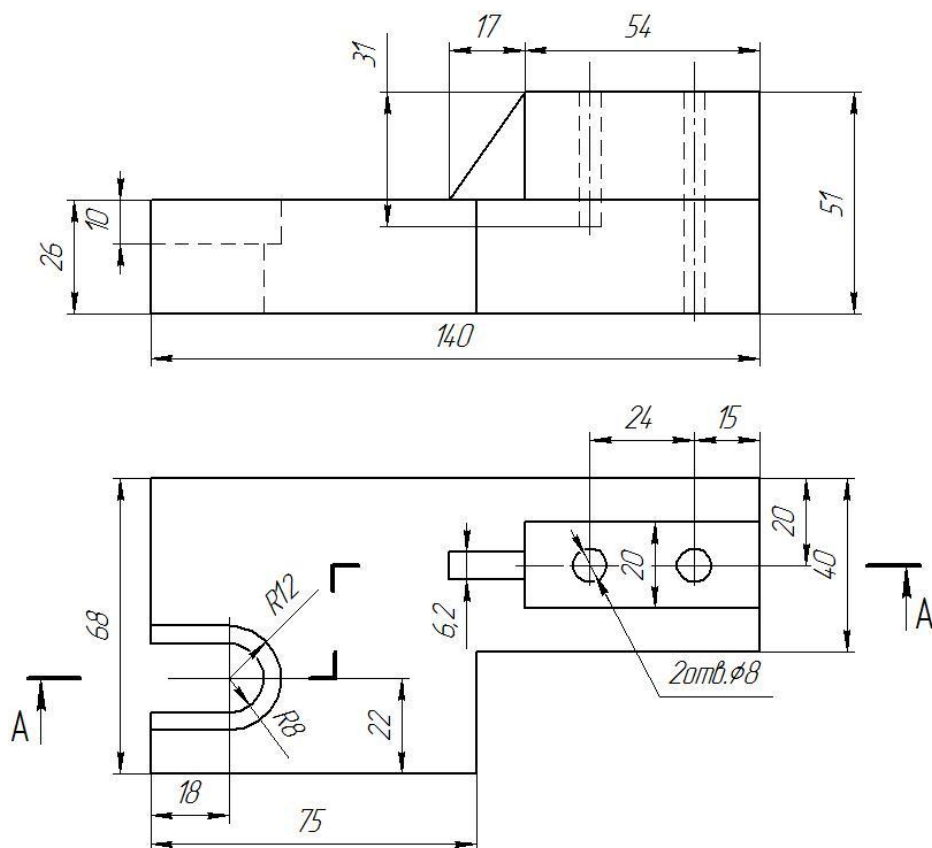
Задание 4. Вариант 08



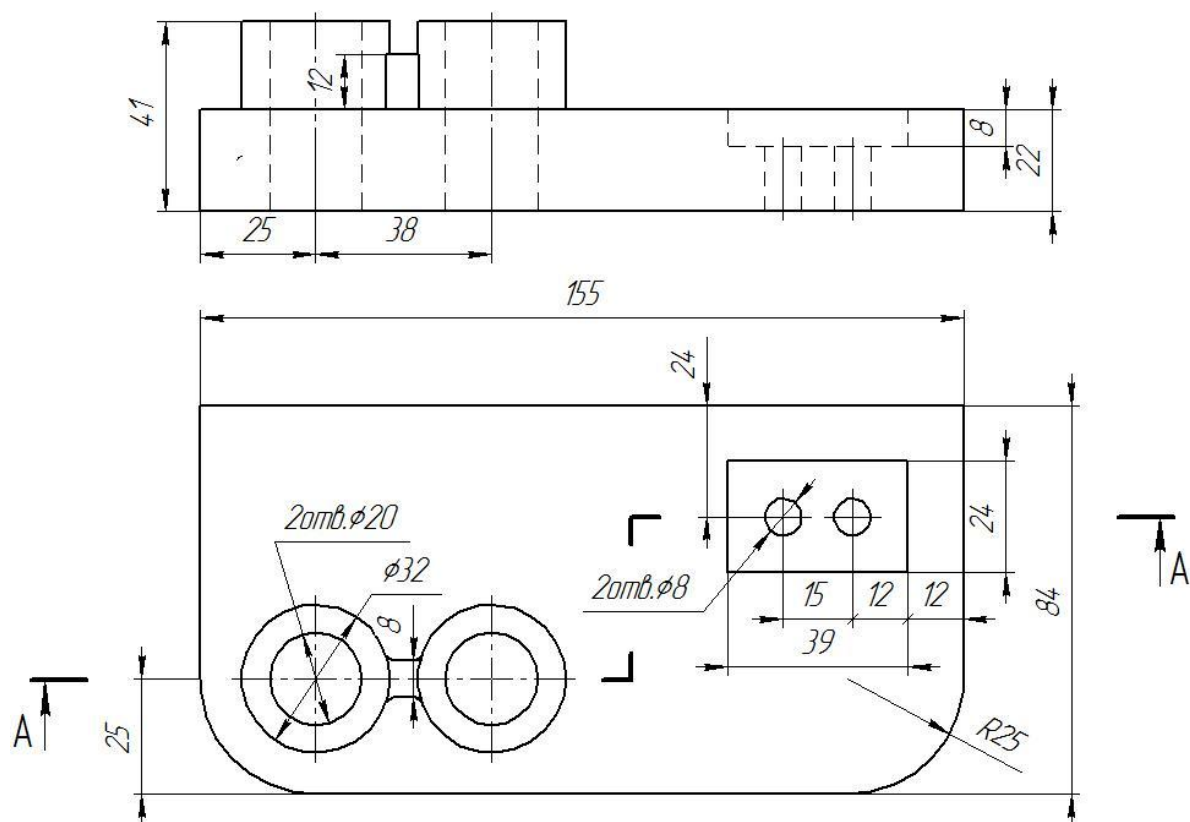
Задание 4. Вариант 09



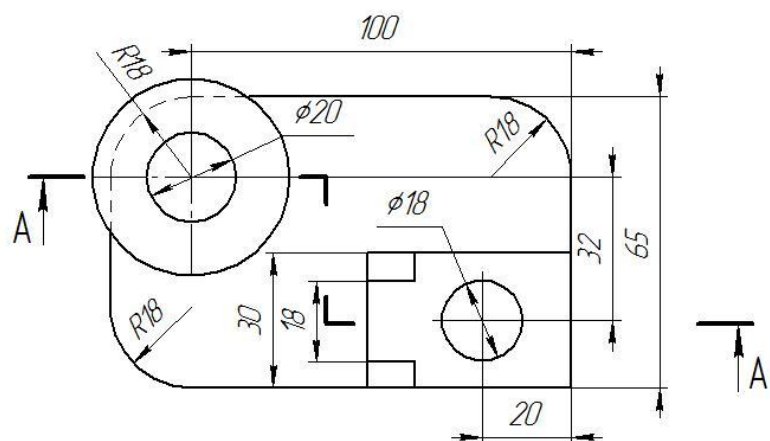
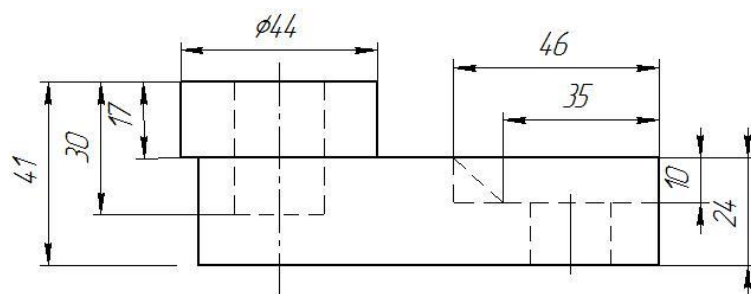
Задание 4. Вариант 10



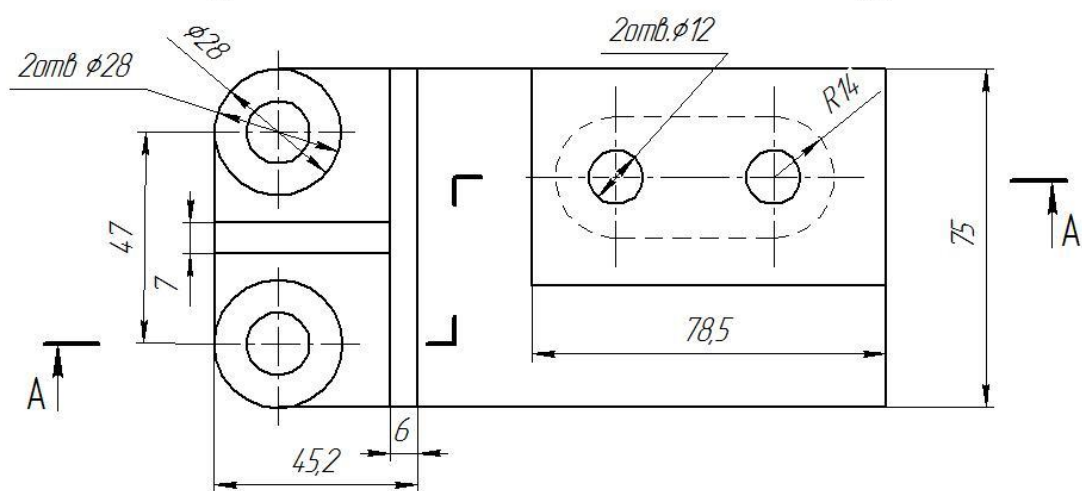
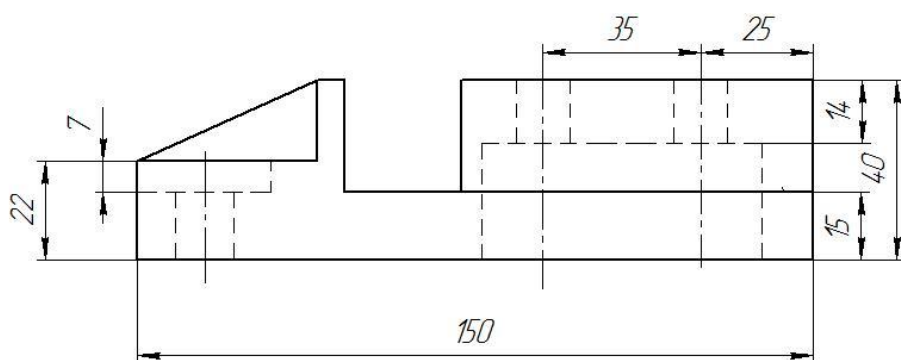
Задание 4. Вариант 11



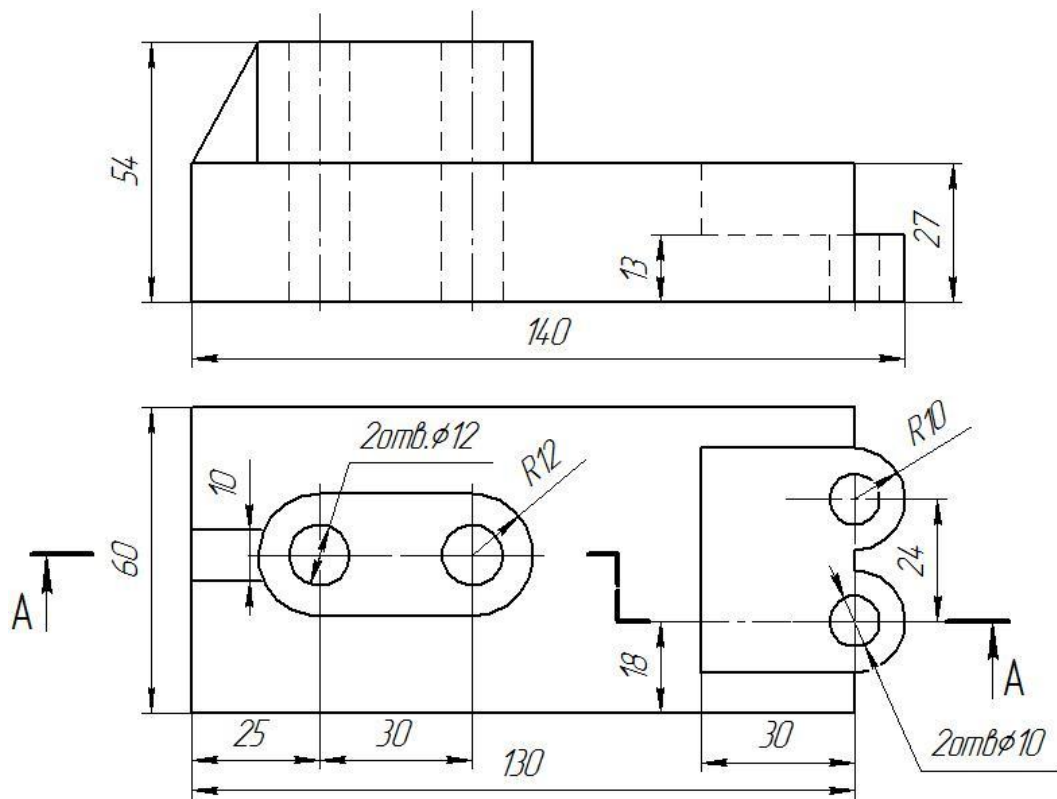
Задание 4. Вариант 12



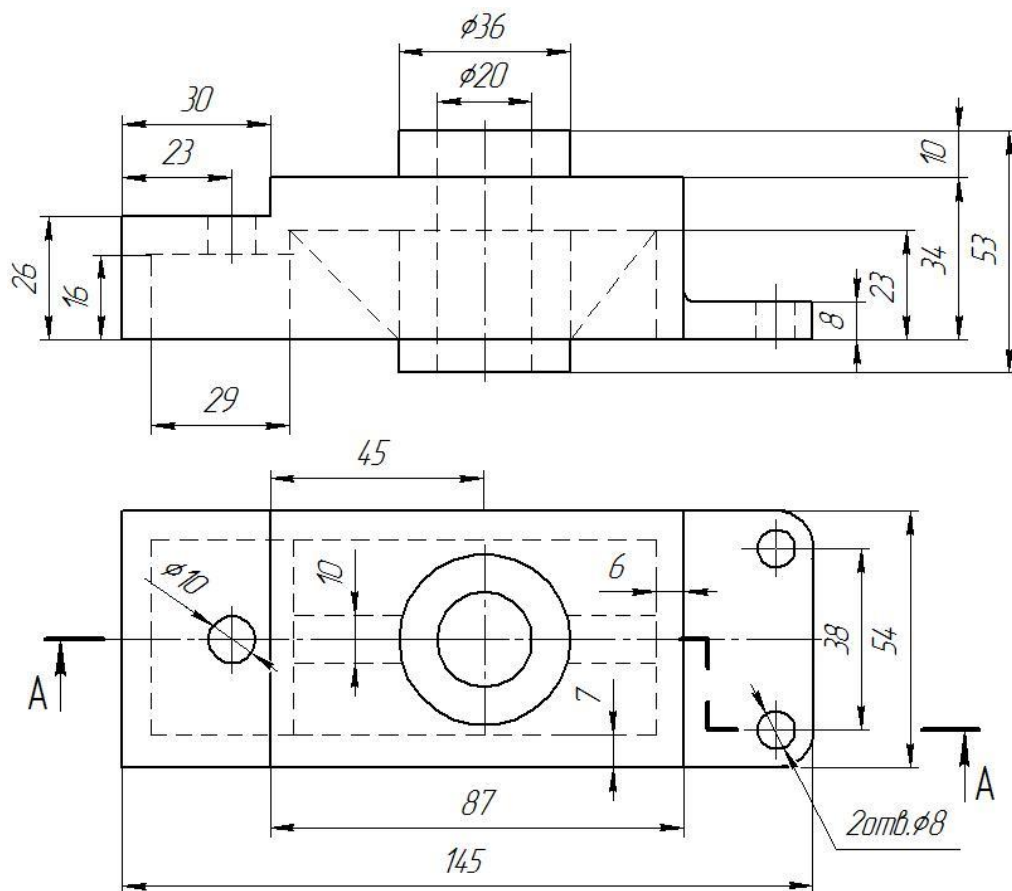
Задание 4. Вариант 13



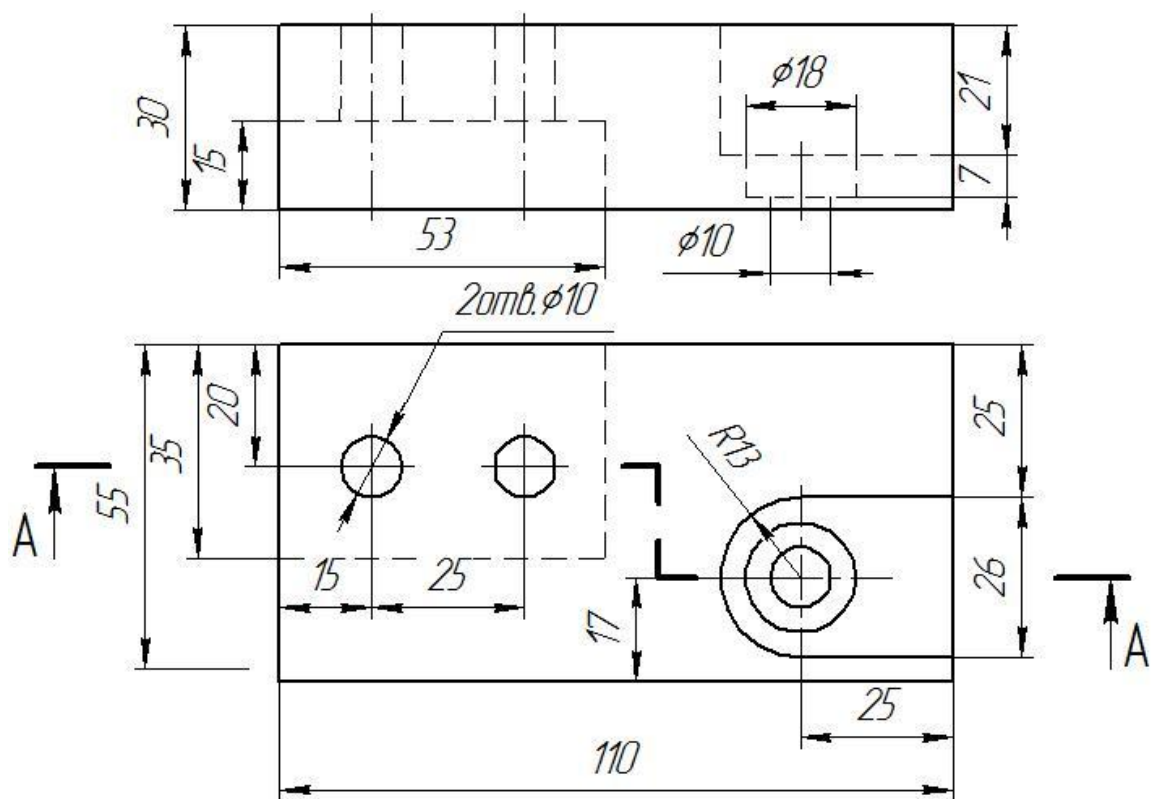
Задание 4. Вариант 14



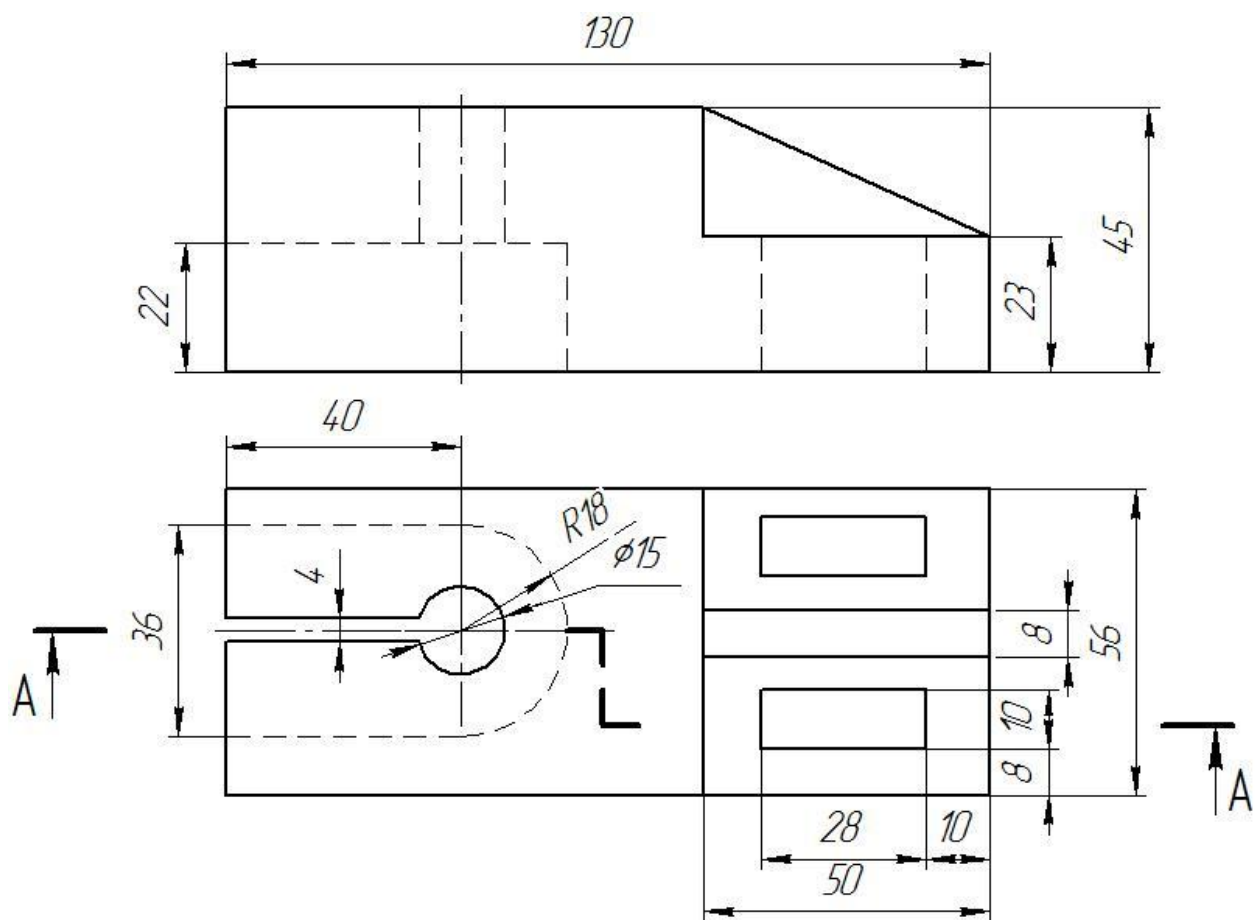
Задание 4. Вариант 17



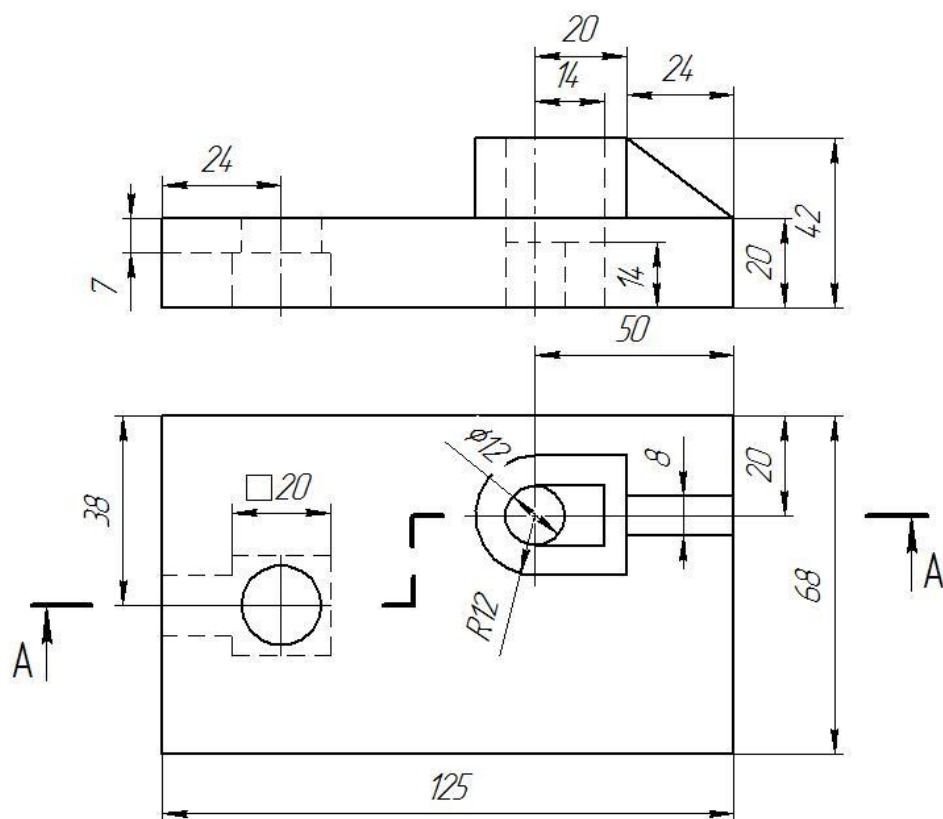
Задание 4. Вариант 18



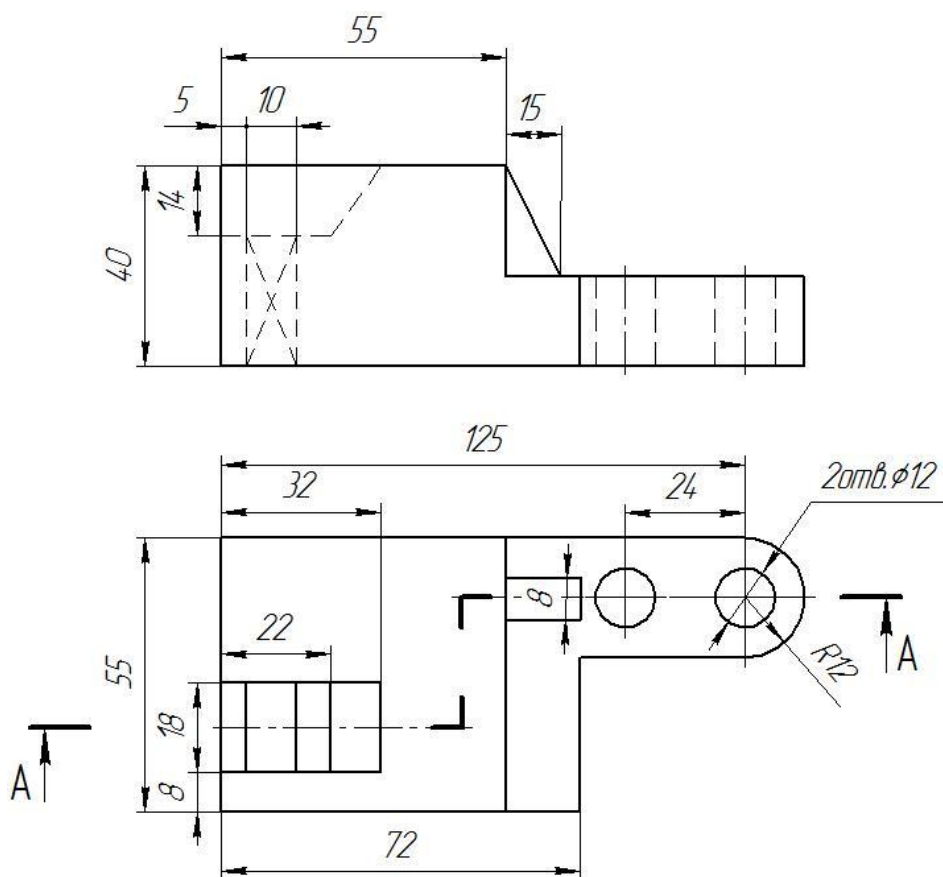
Задание 4. Вариант 19



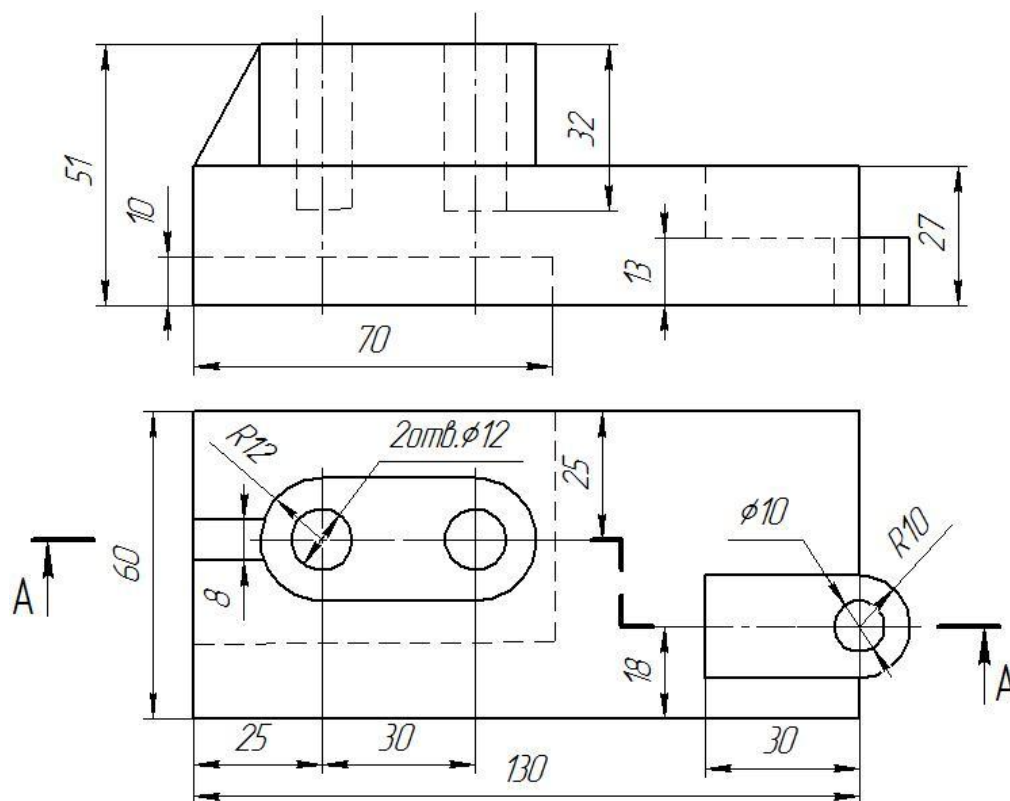
Задание 4. Вариант 20



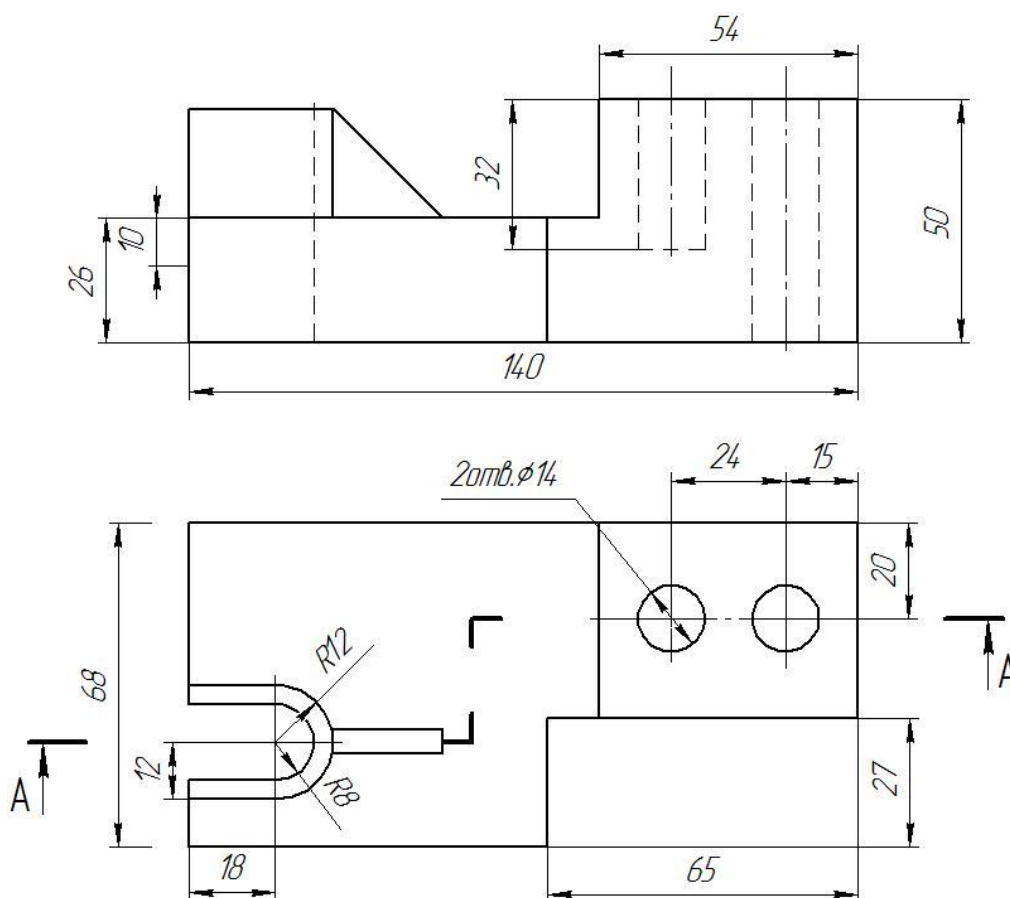
Задание 4. Вариант 21



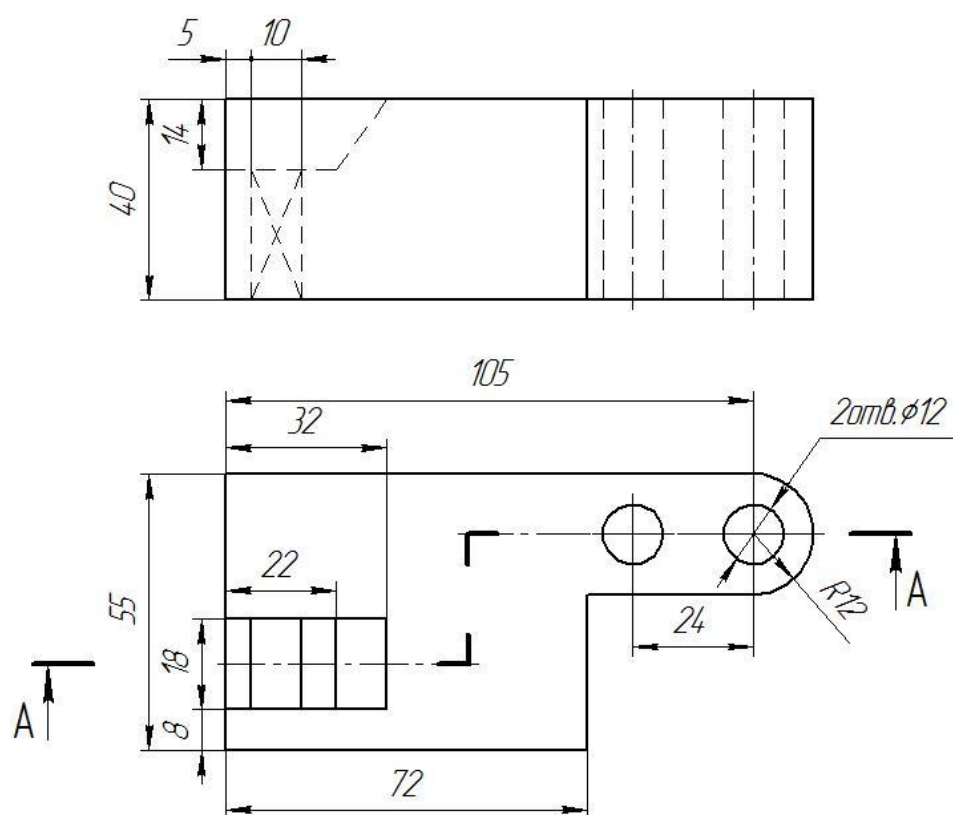
Задание 4. Вариант 22



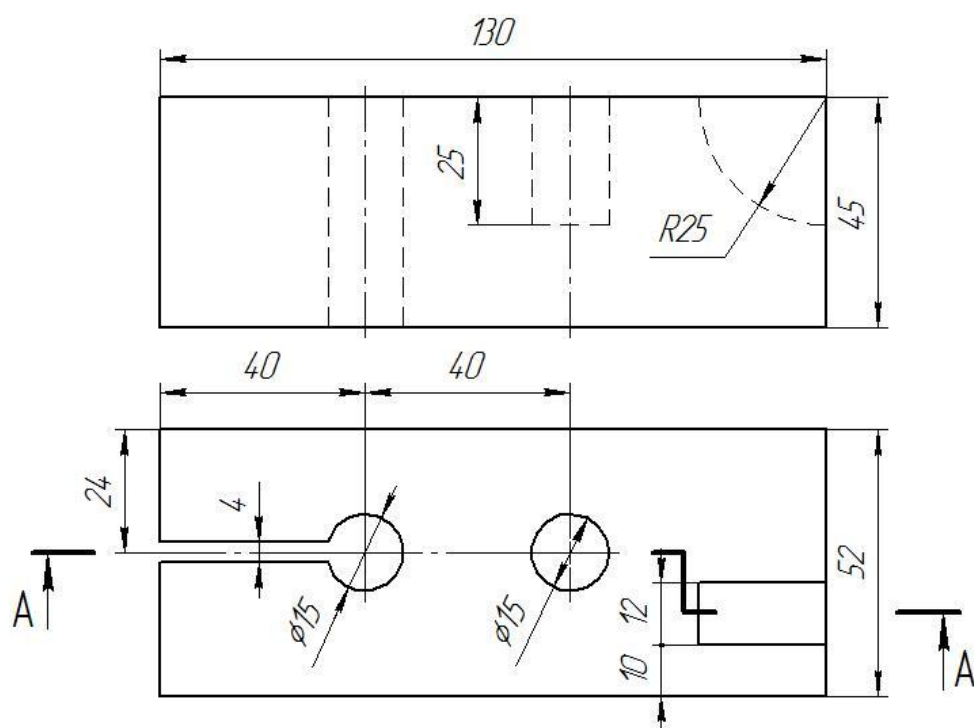
Задание 4. Вариант 23



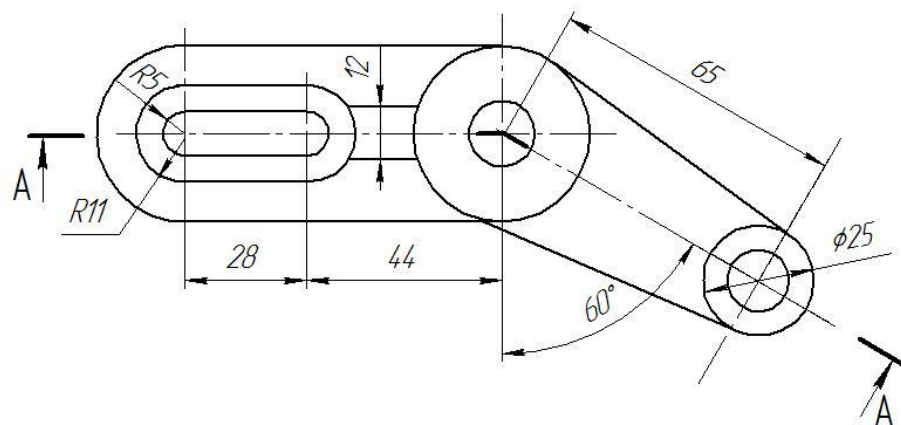
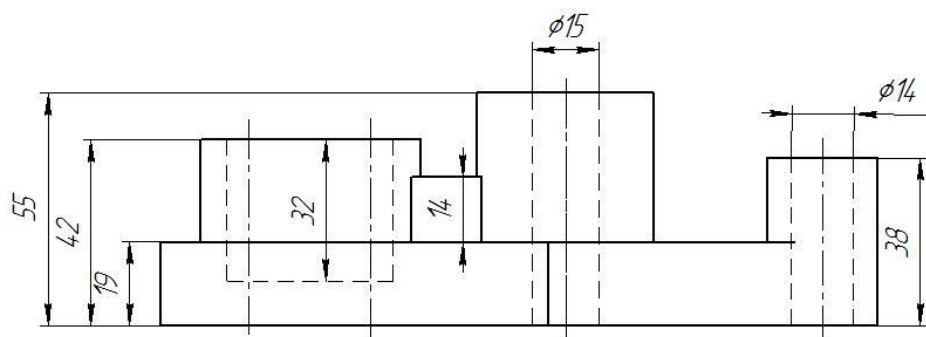
Задание 4. Вариант 24



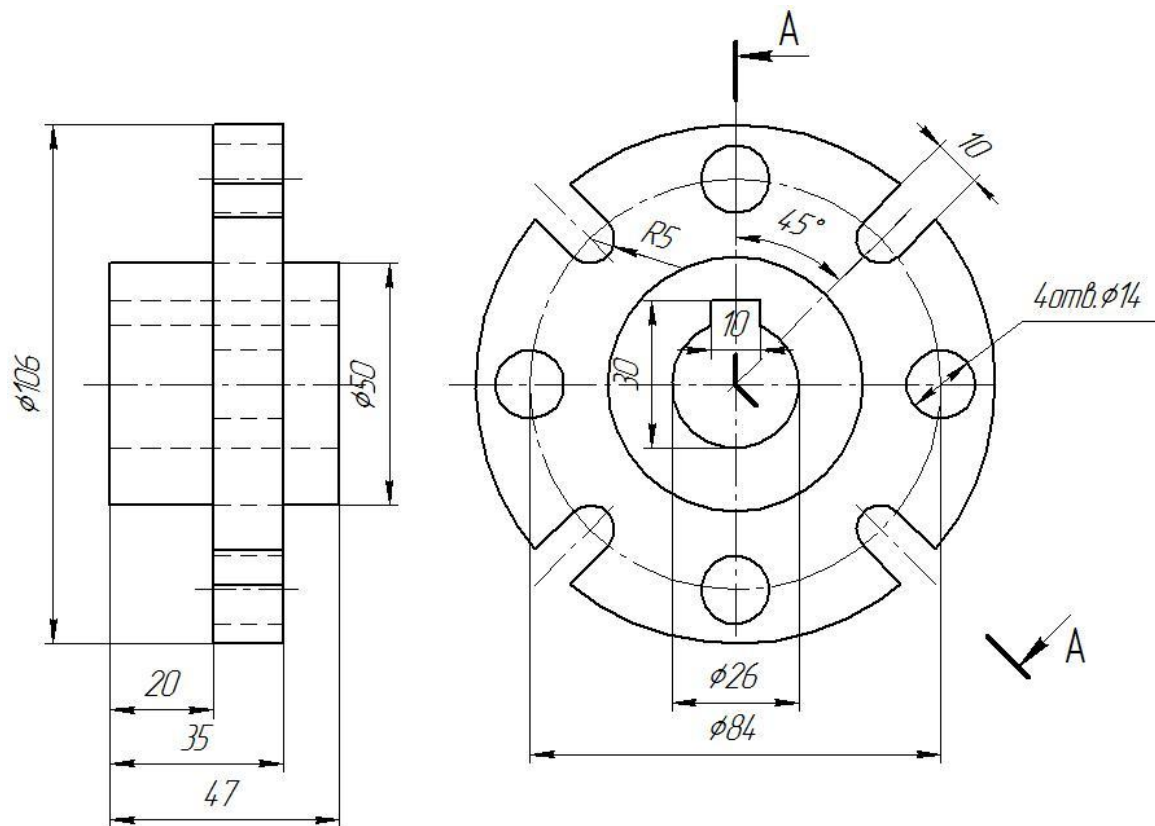
Задание 4. Вариант 25



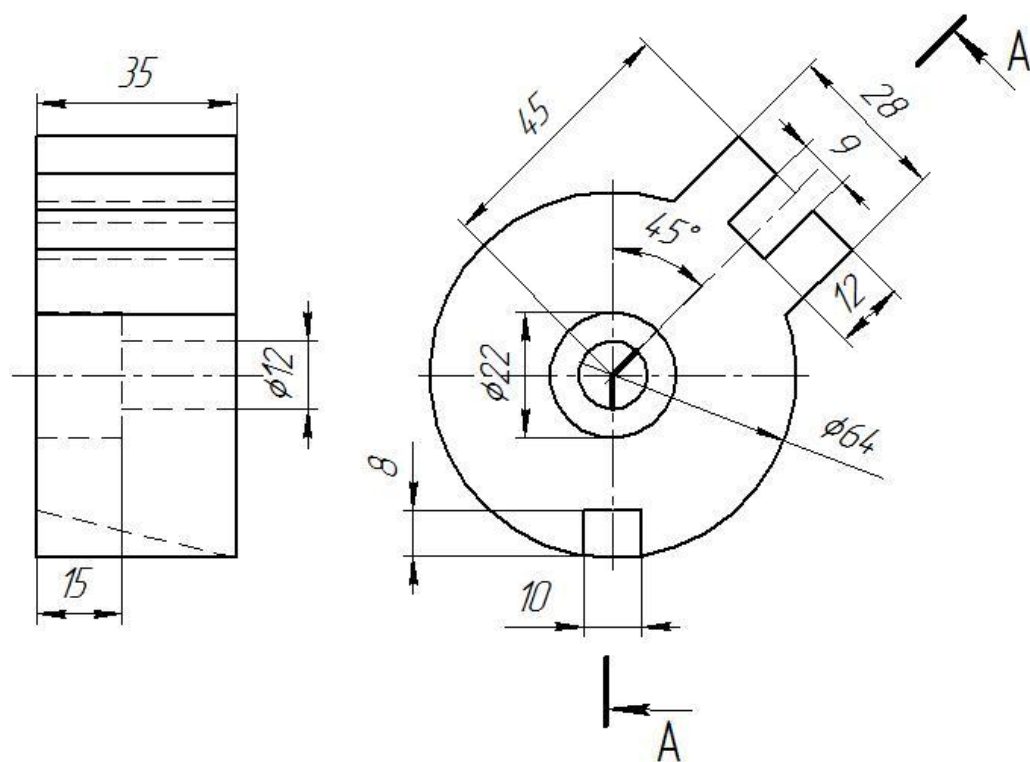
Задание 4. Вариант 26



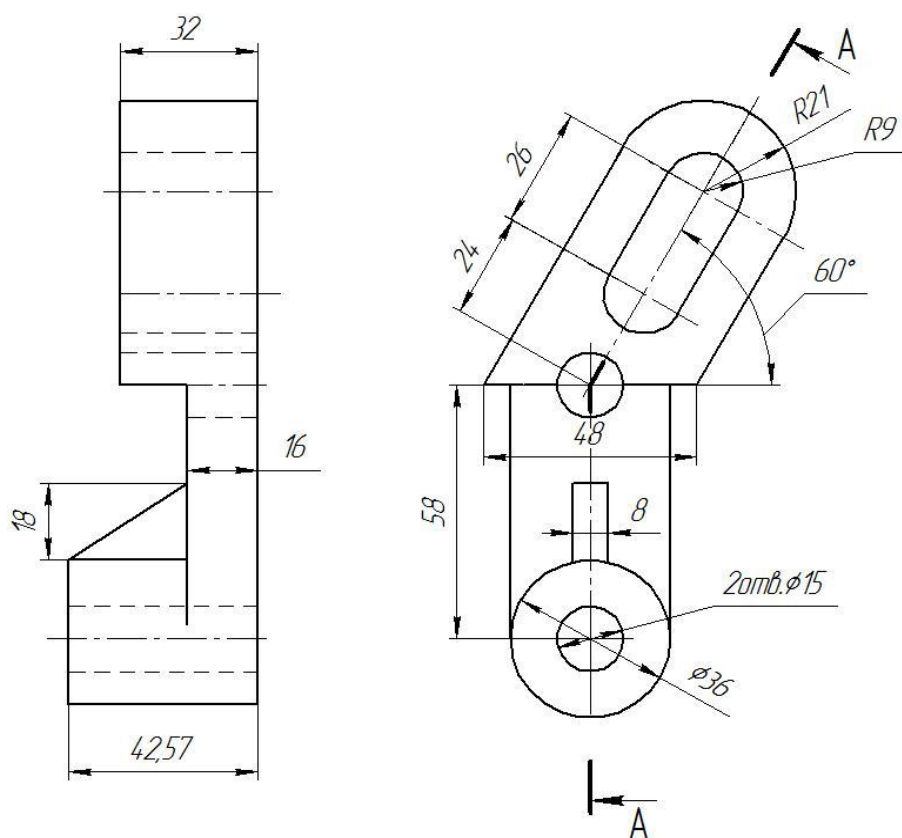
Задание 5. Вариант 01



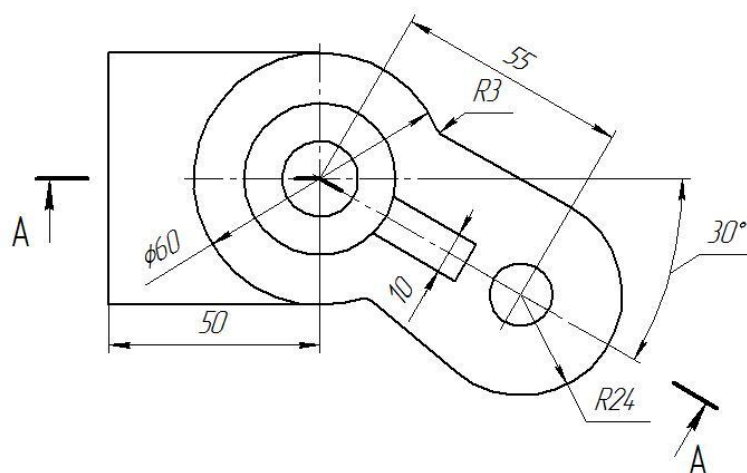
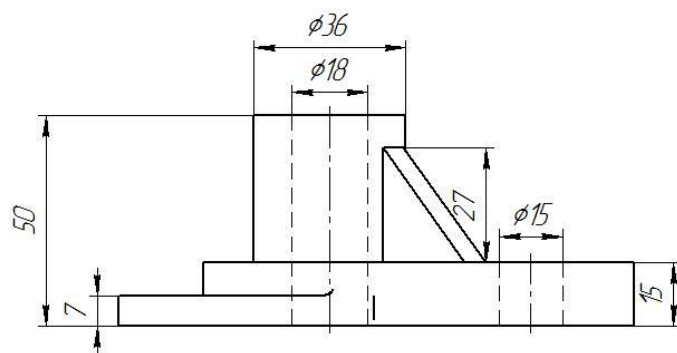
Задание 5. Вариант 02



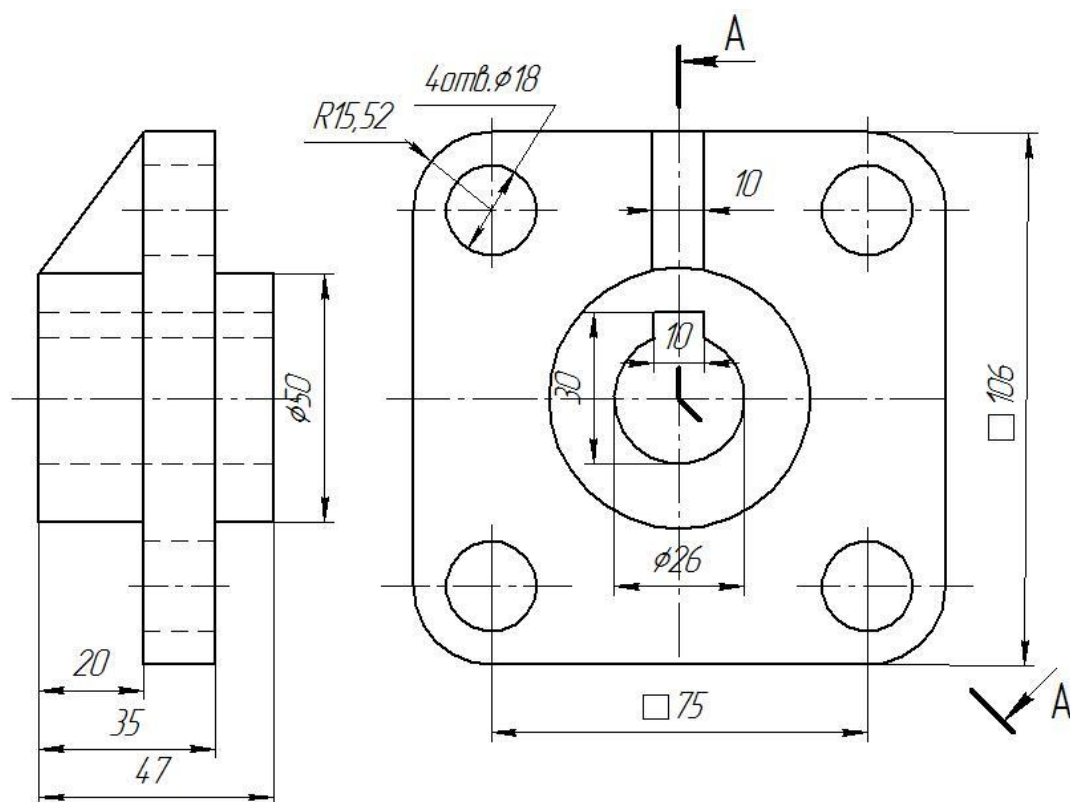
Задание 5. Вариант 03



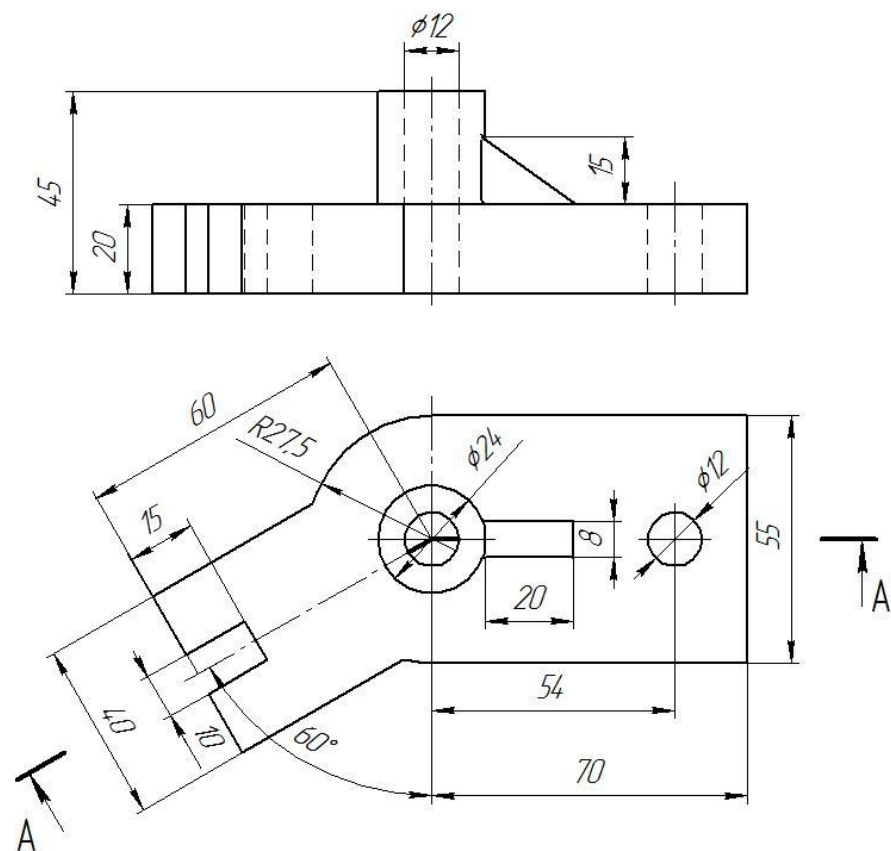
Задание 5. Вариант 04



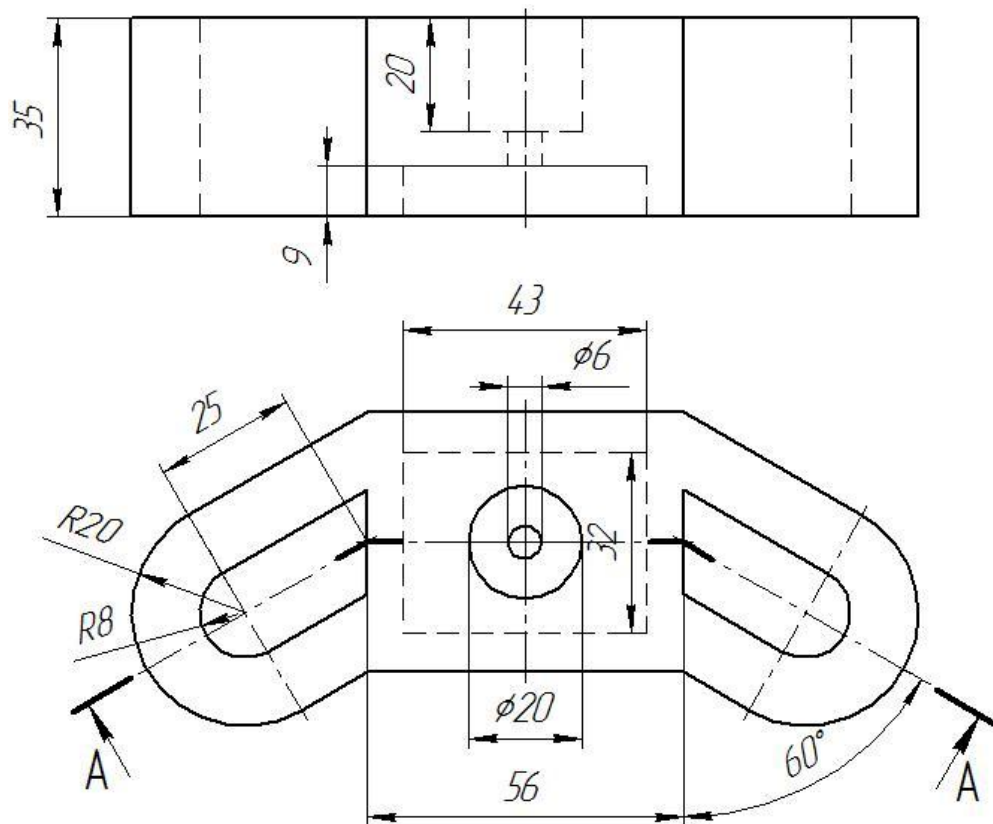
Задание 5. Вариант 05



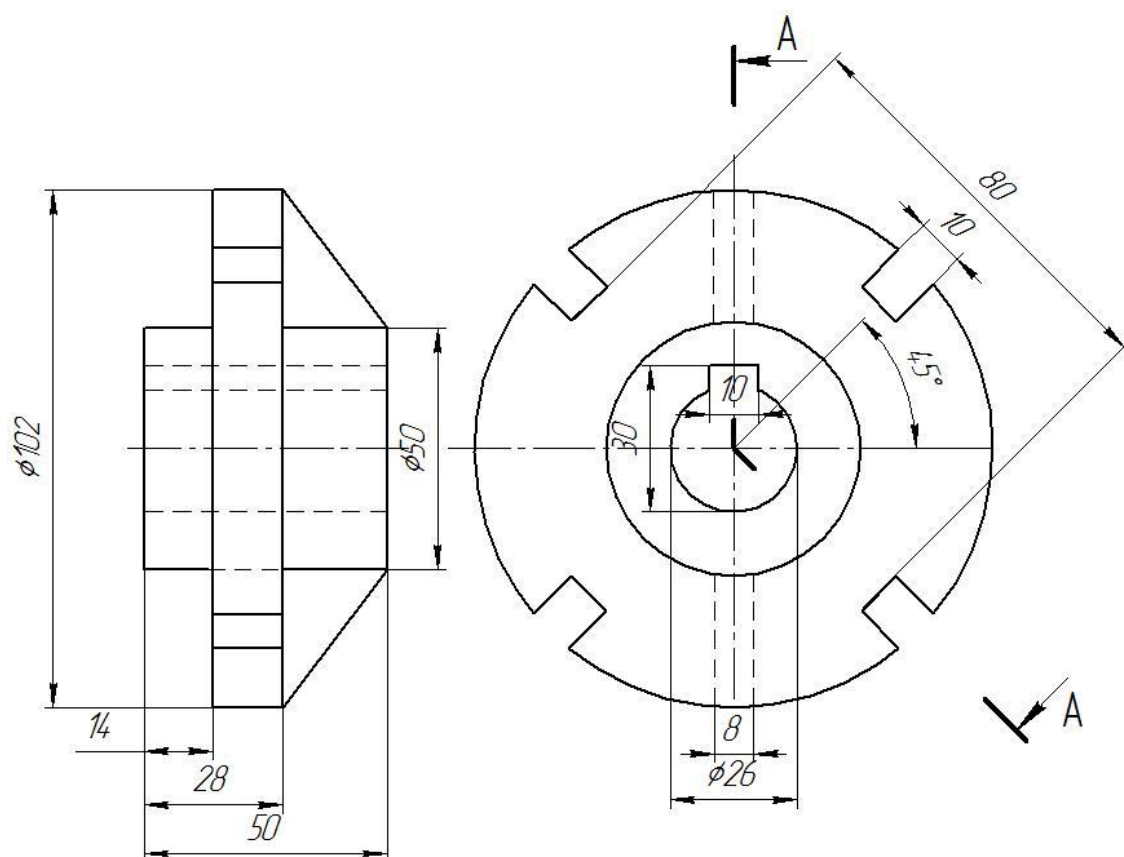
Задание 5. Вариант 06



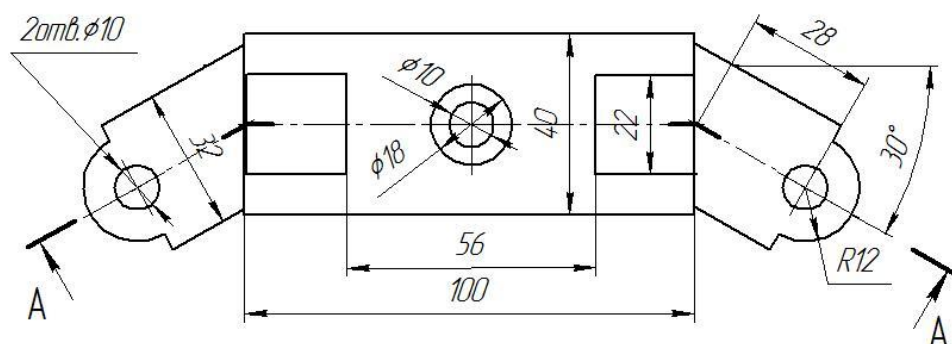
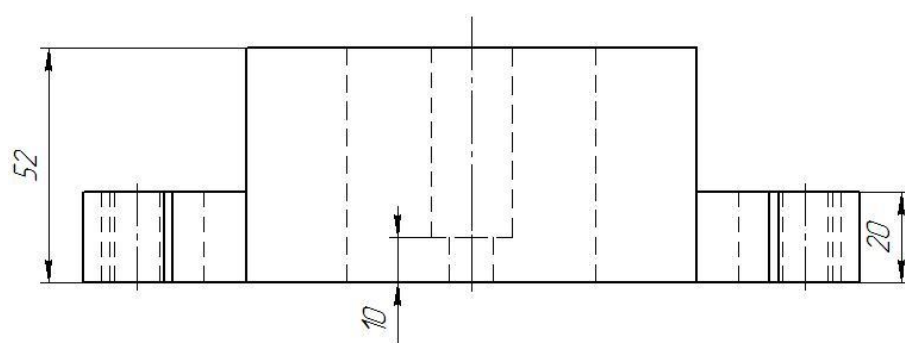
Задание 5. Вариант 07



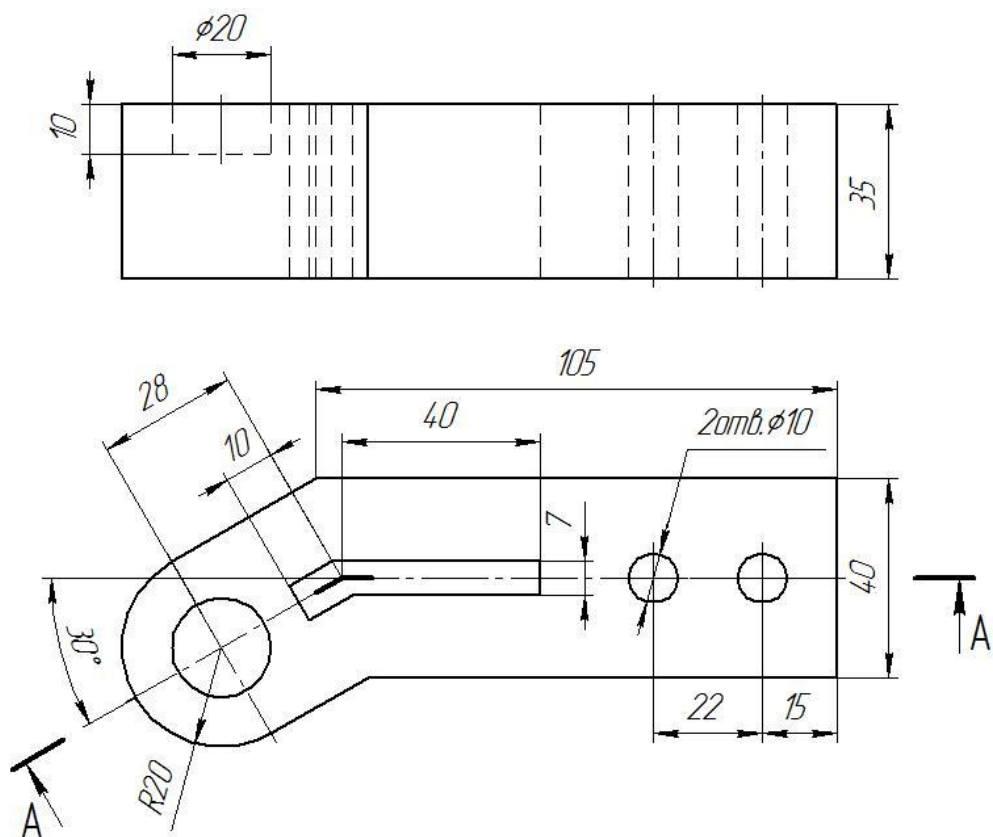
Задание 5. Вариант 08



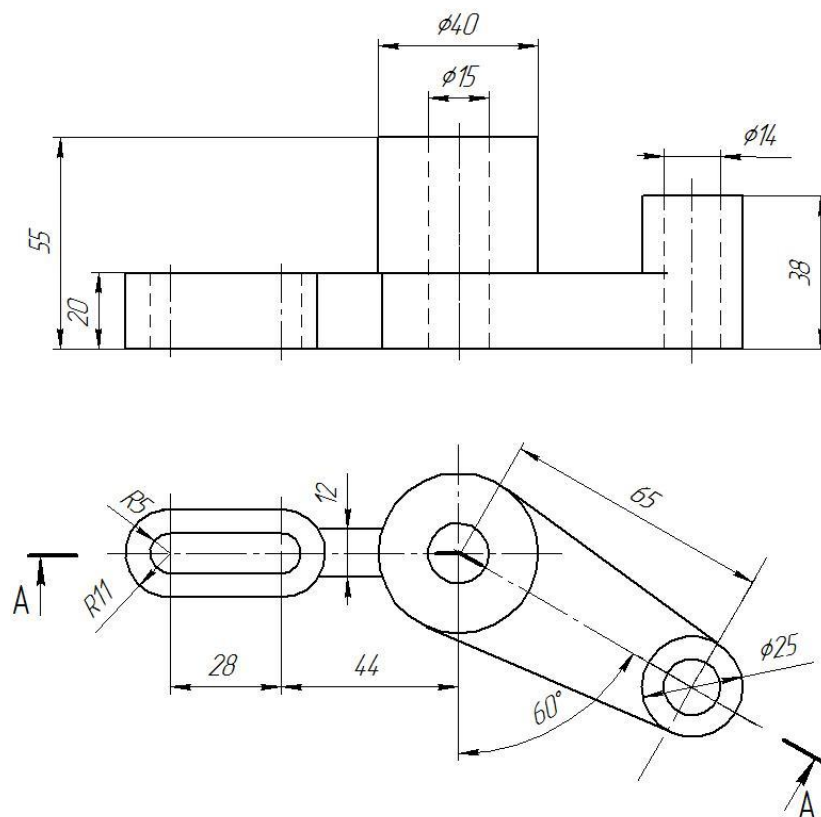
Задание 5. Вариант 09



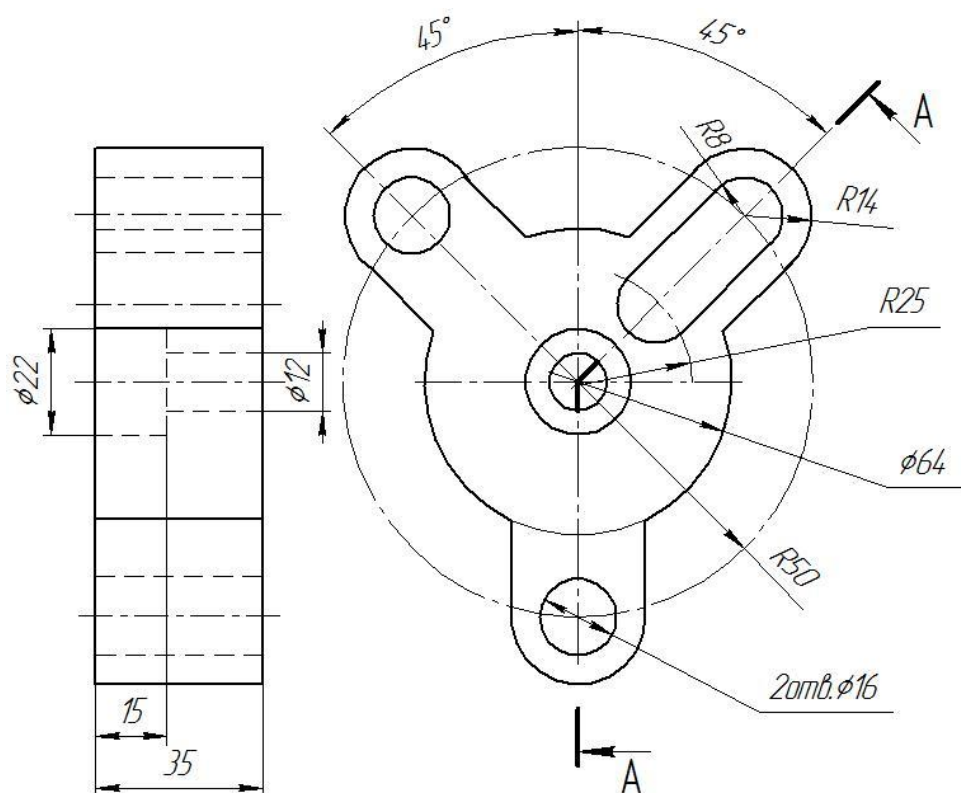
Задание 5. Вариант 10



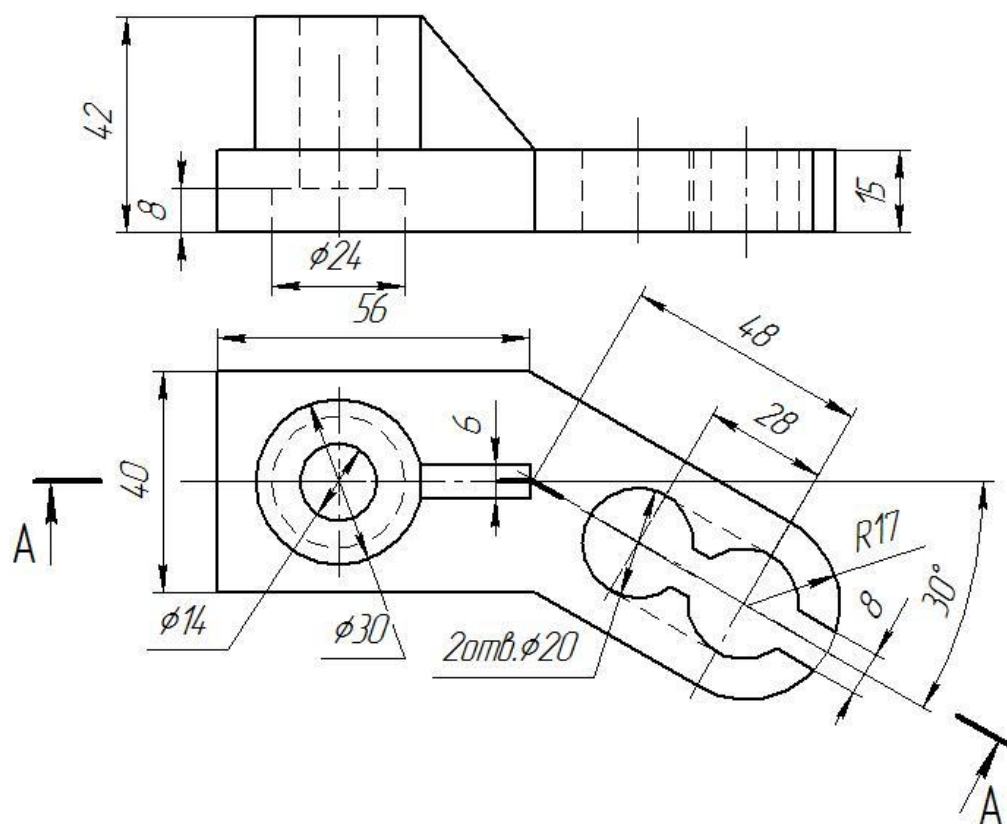
Задание 5. Вариант 11



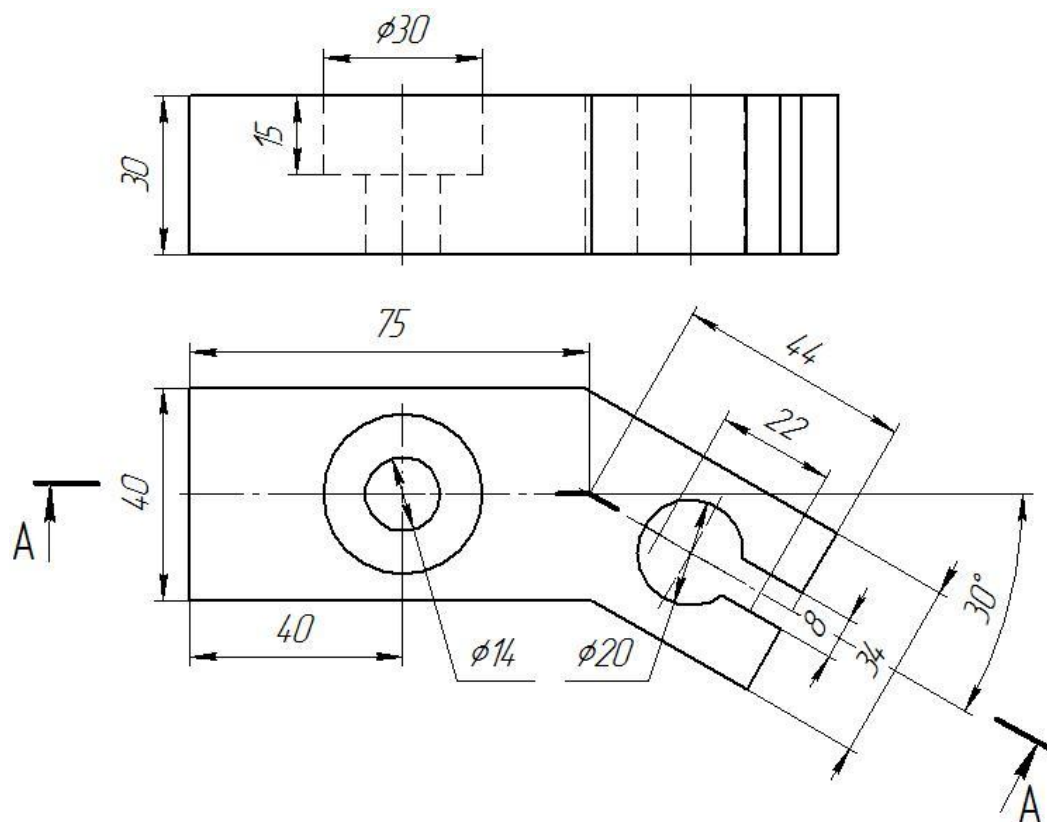
Задание 5. Вариант 12



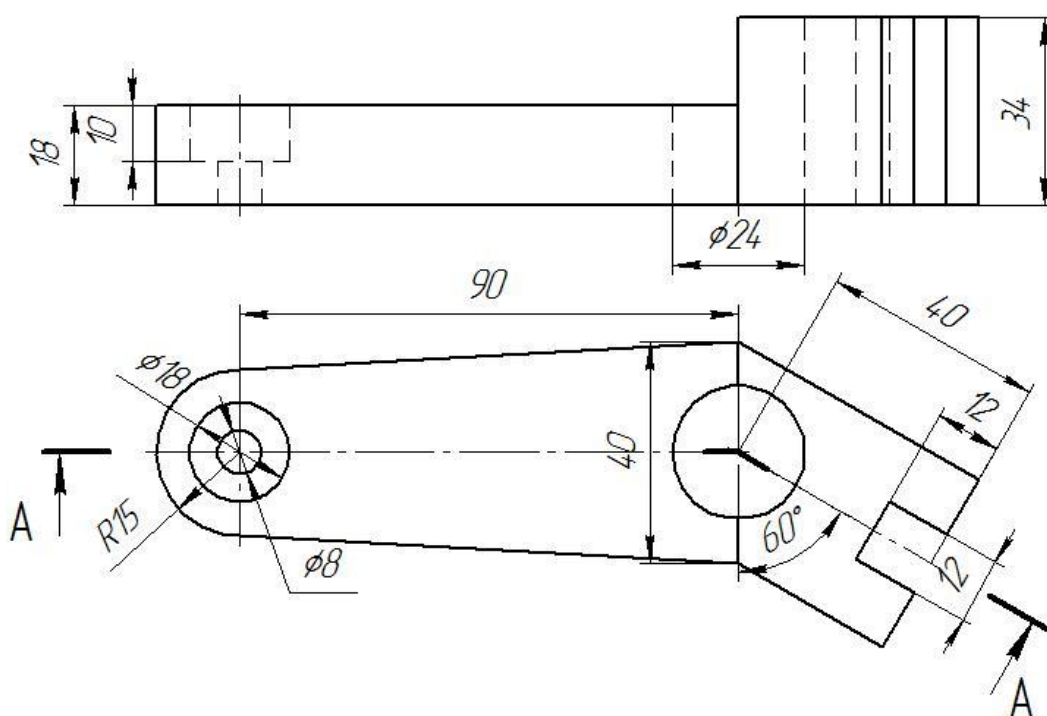
Задание 5. Вариант 13



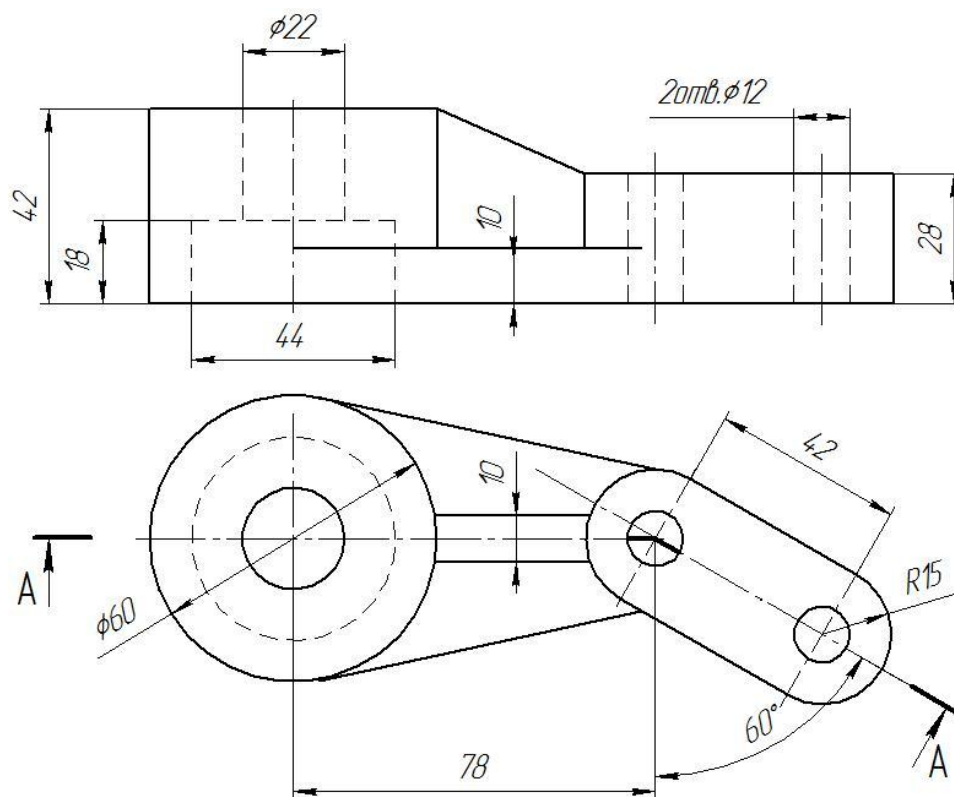
Задание 5. Вариант 14



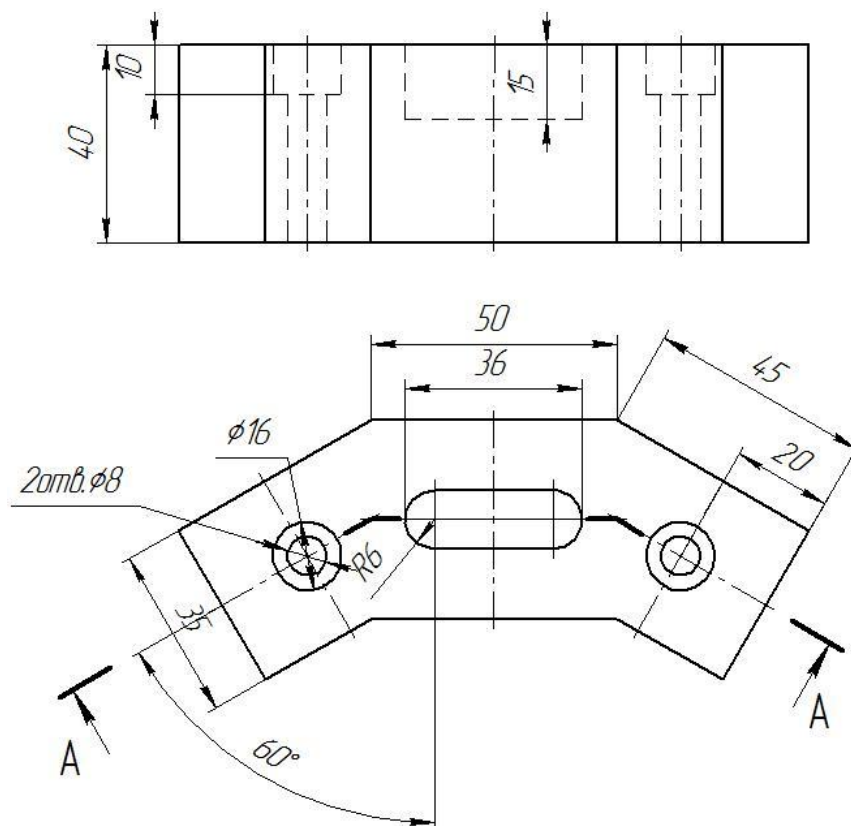
Задание 5. Вариант 15



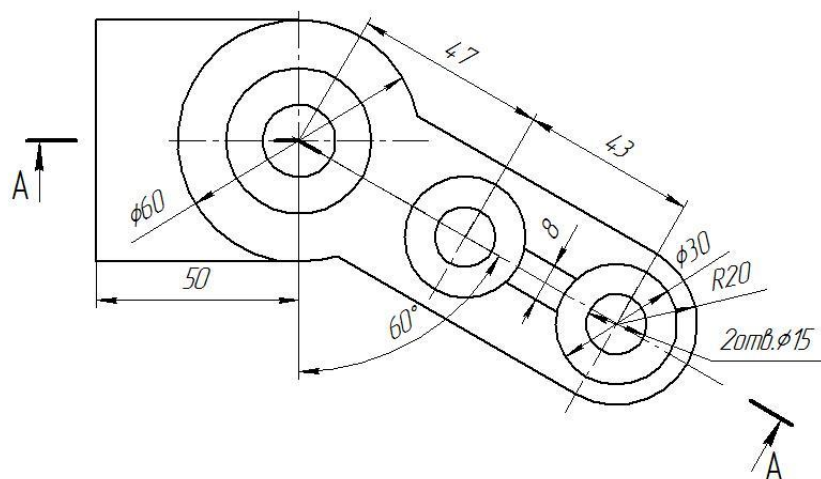
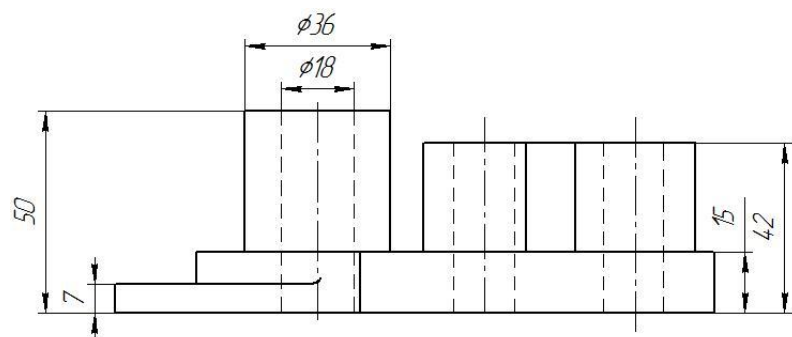
Задание 5. Вариант 16



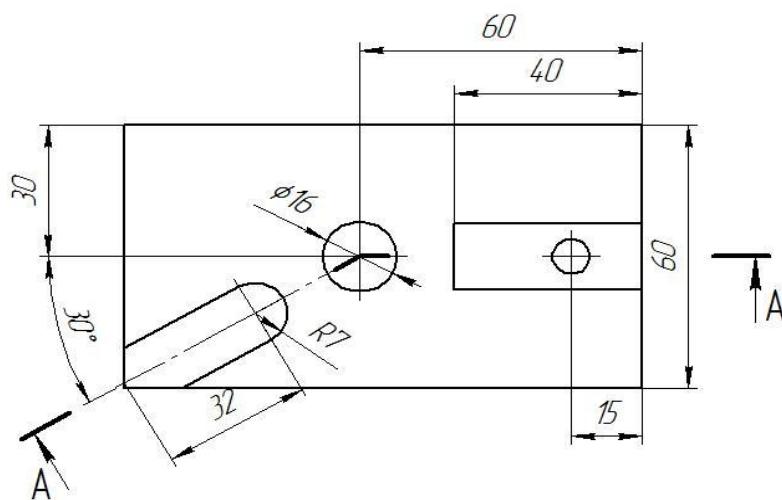
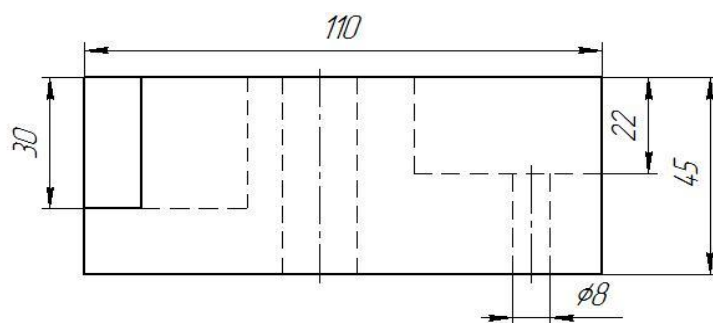
Задание 5. Вариант 17



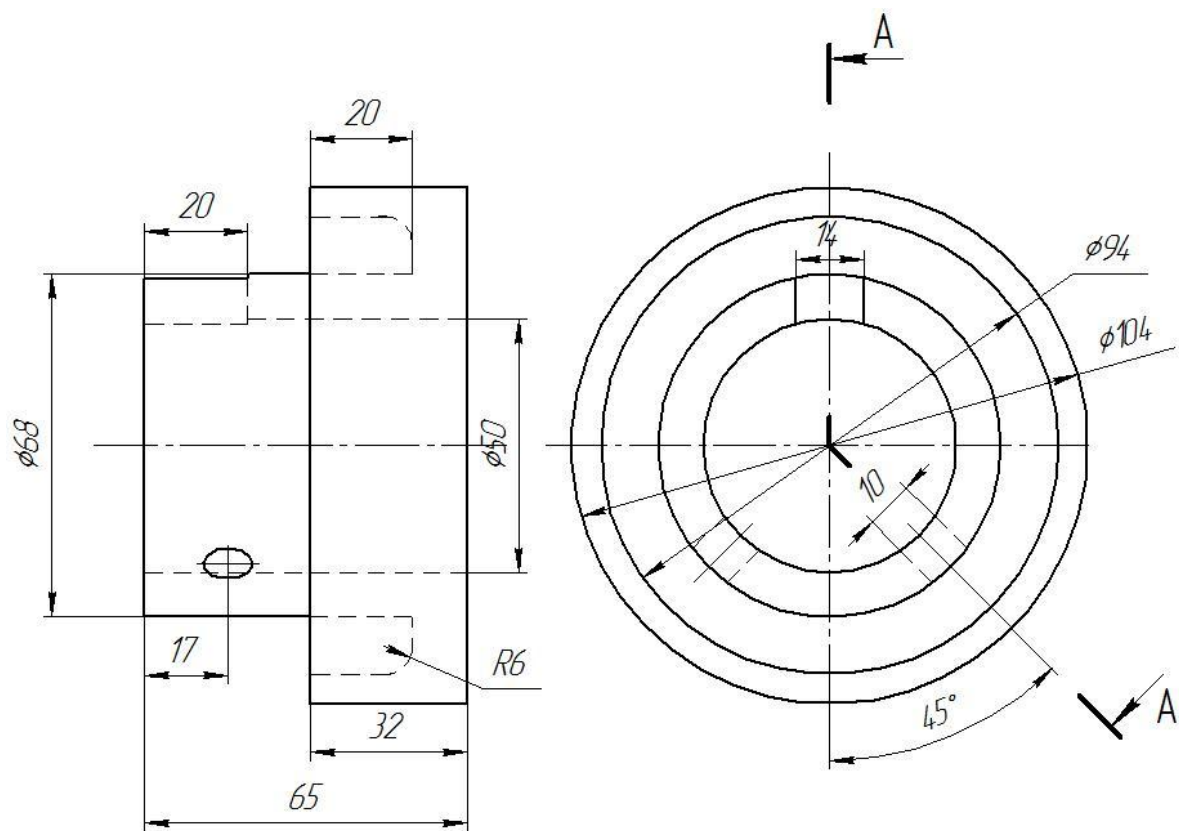
Задание 5. Вариант 18



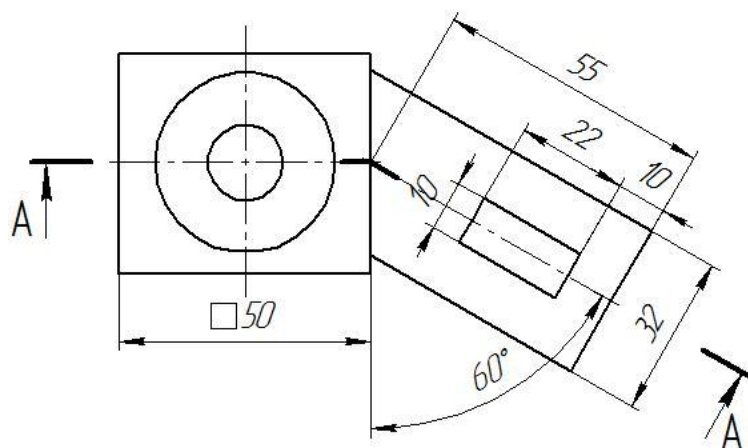
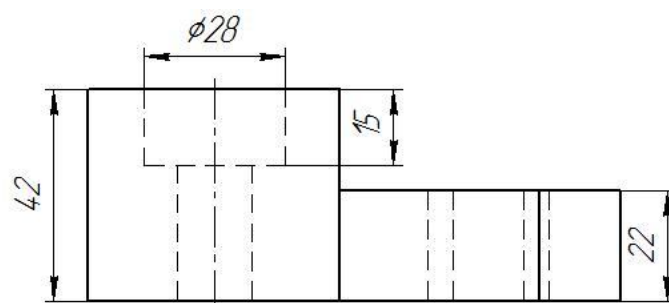
Задание 5. Вариант 19



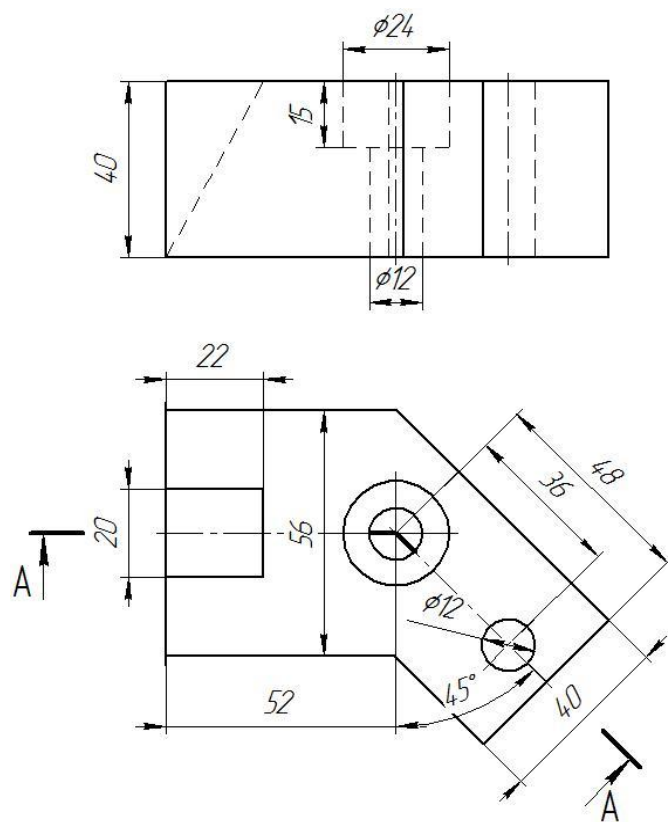
Задание 5. Вариант 20



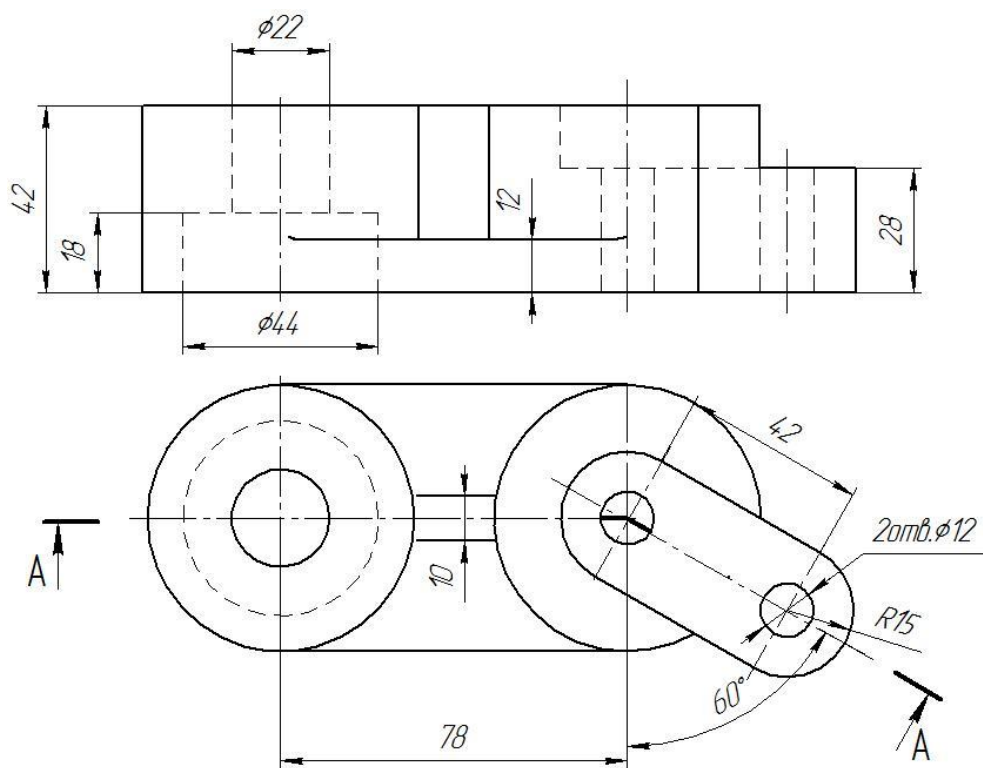
Задание 5. Вариант 21



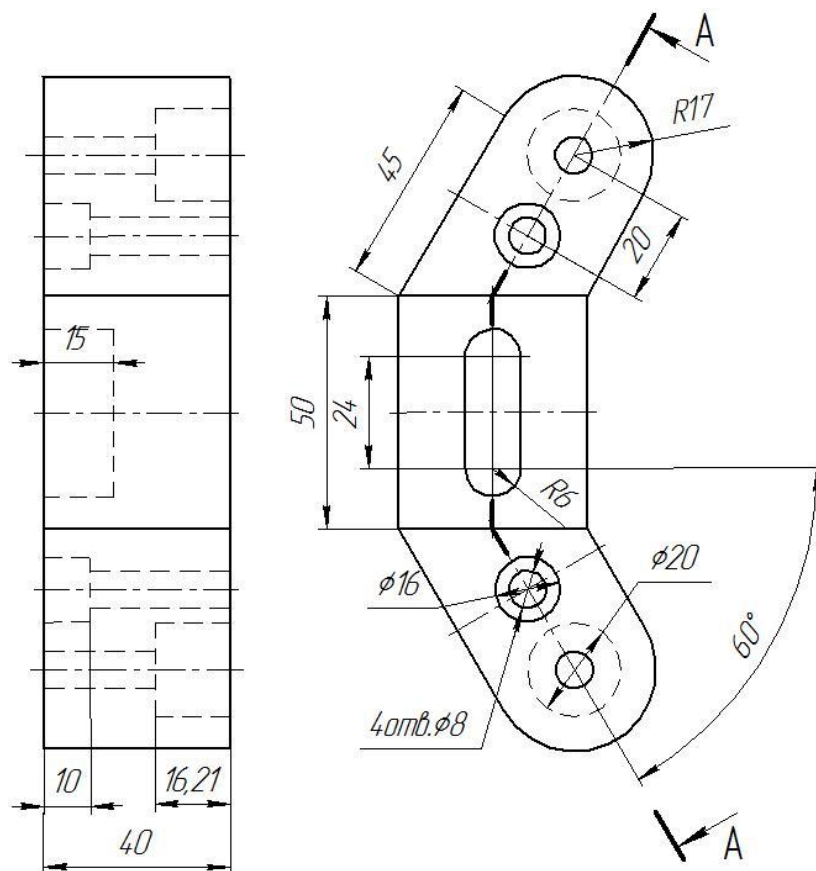
Задание 5. Вариант 22



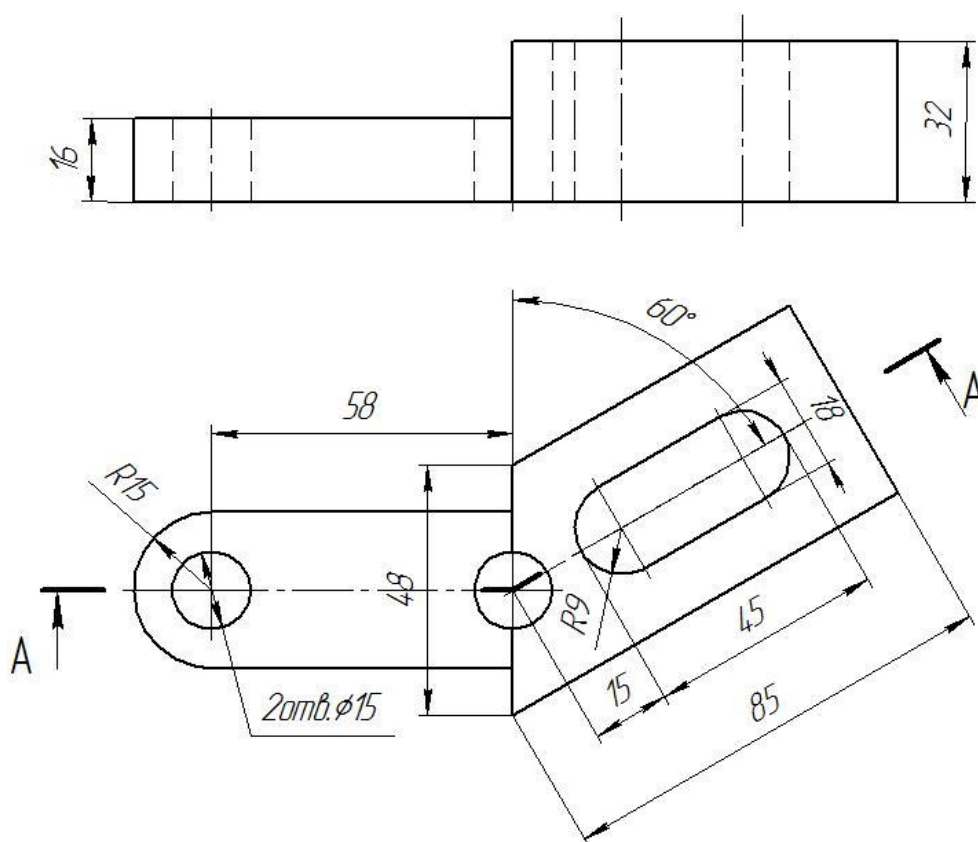
Задание 5. Вариант 23



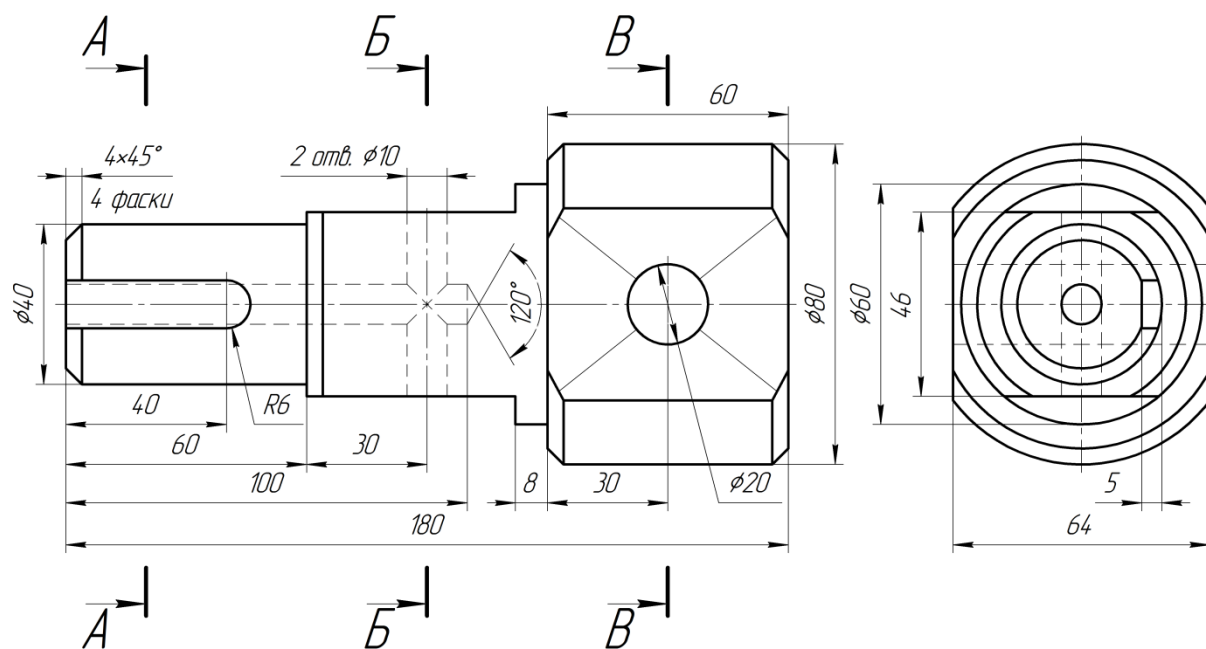
Задание 5. Вариант 24



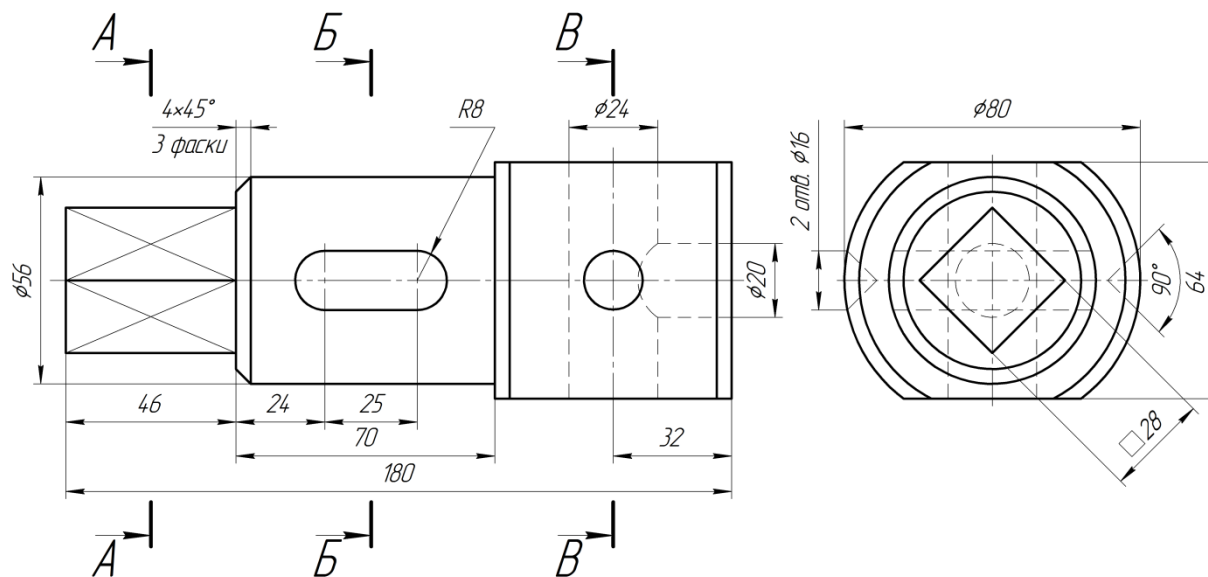
Задание 5. Вариант 25



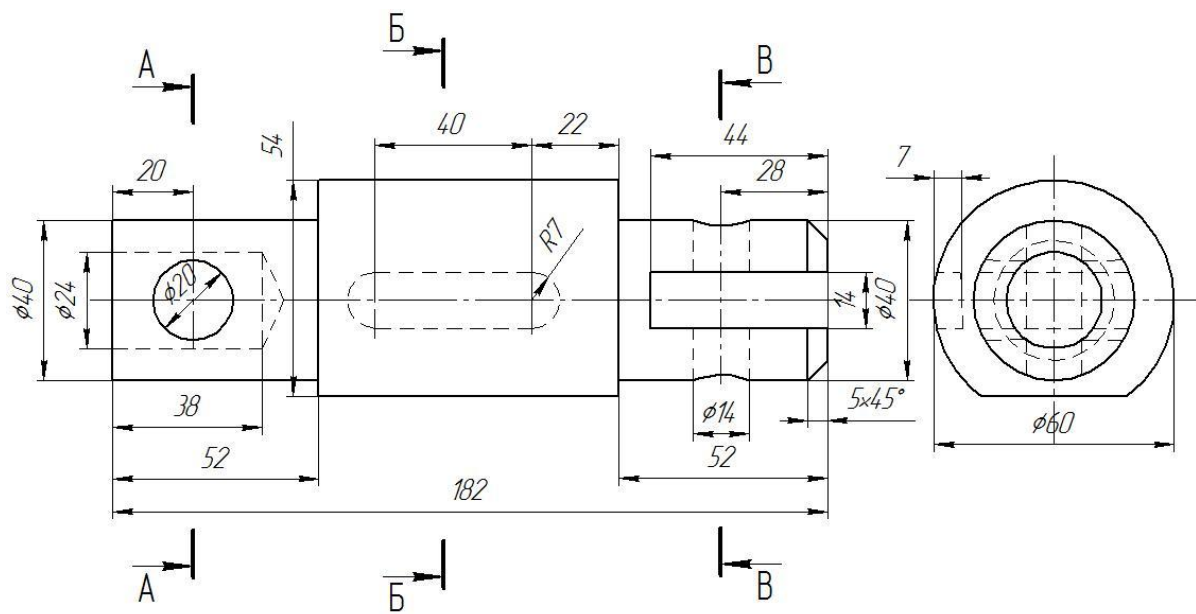
Задание 5. Вариант 26



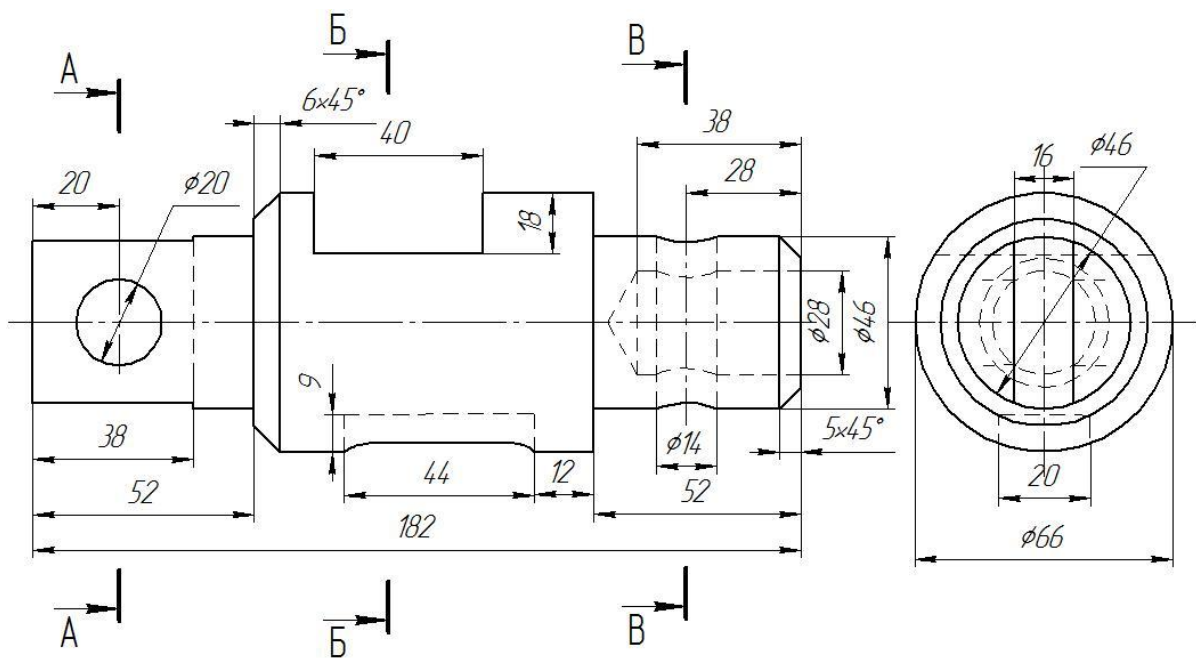
Задание 6. Вариант 01



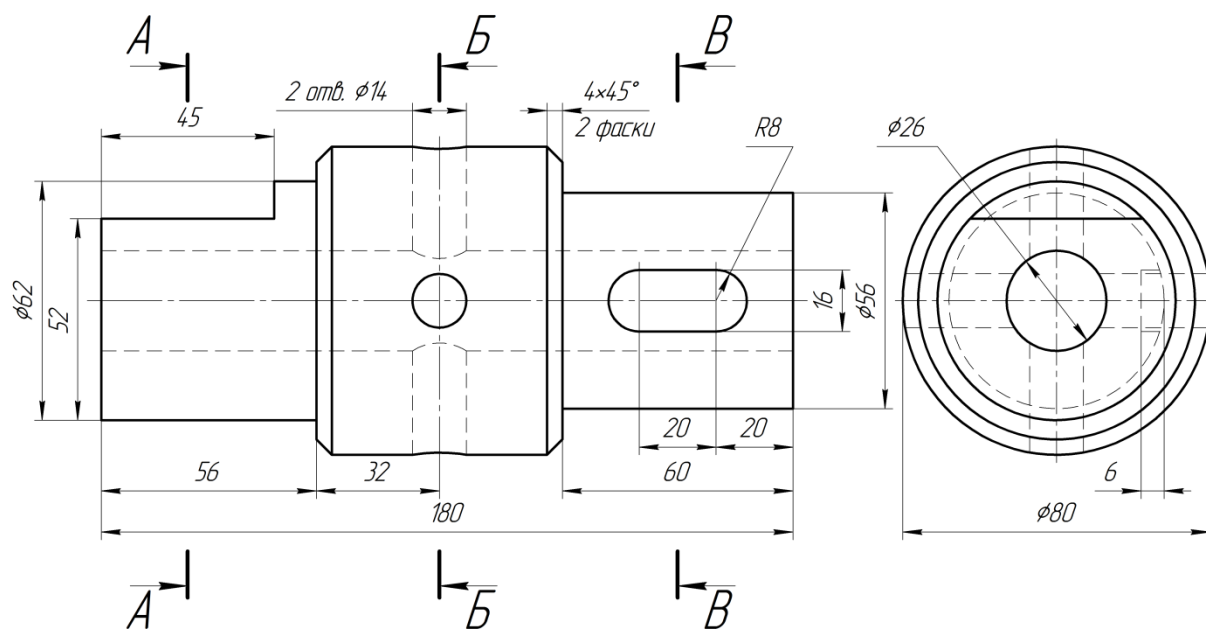
Задание 6. Вариант 02



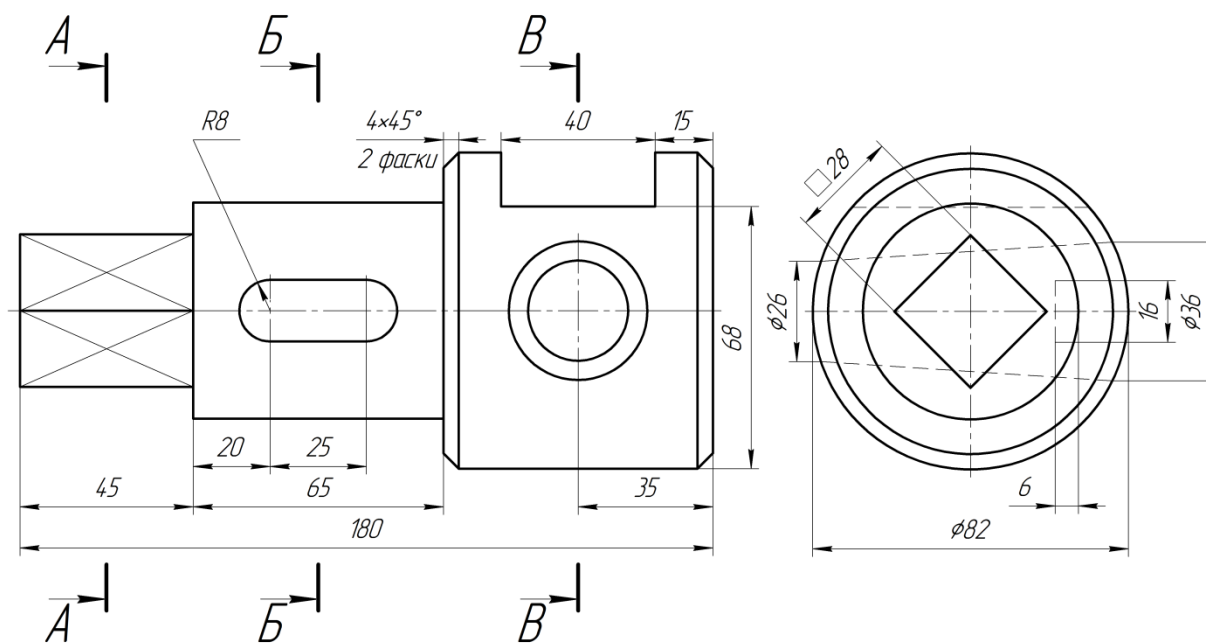
Задание 6. Вариант 03



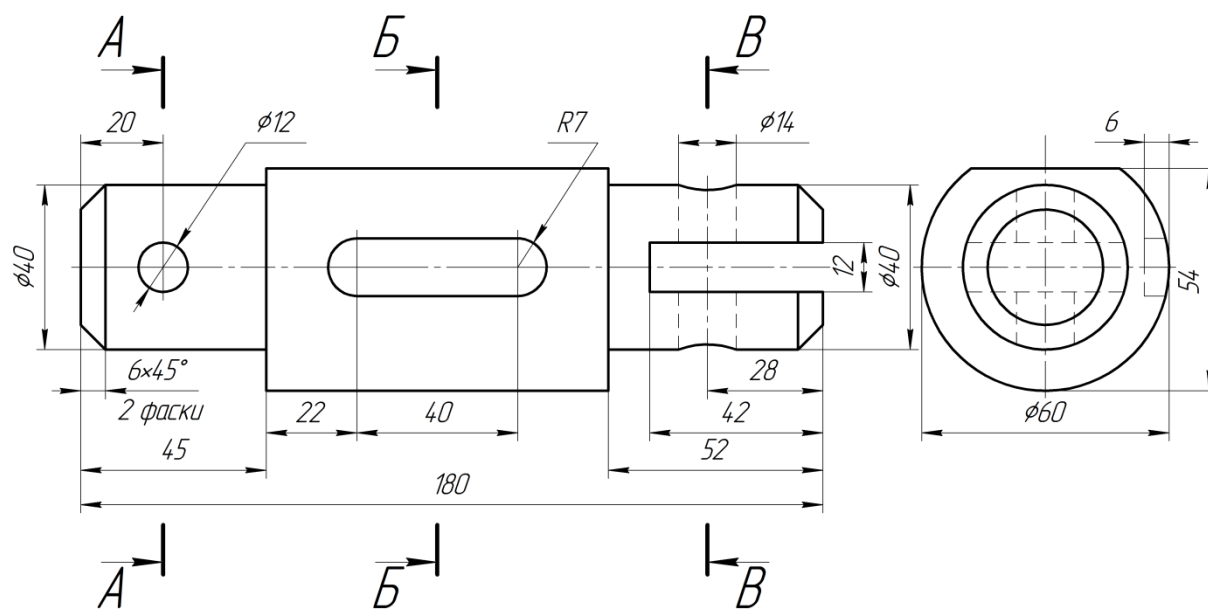
Задание 6. Вариант 04



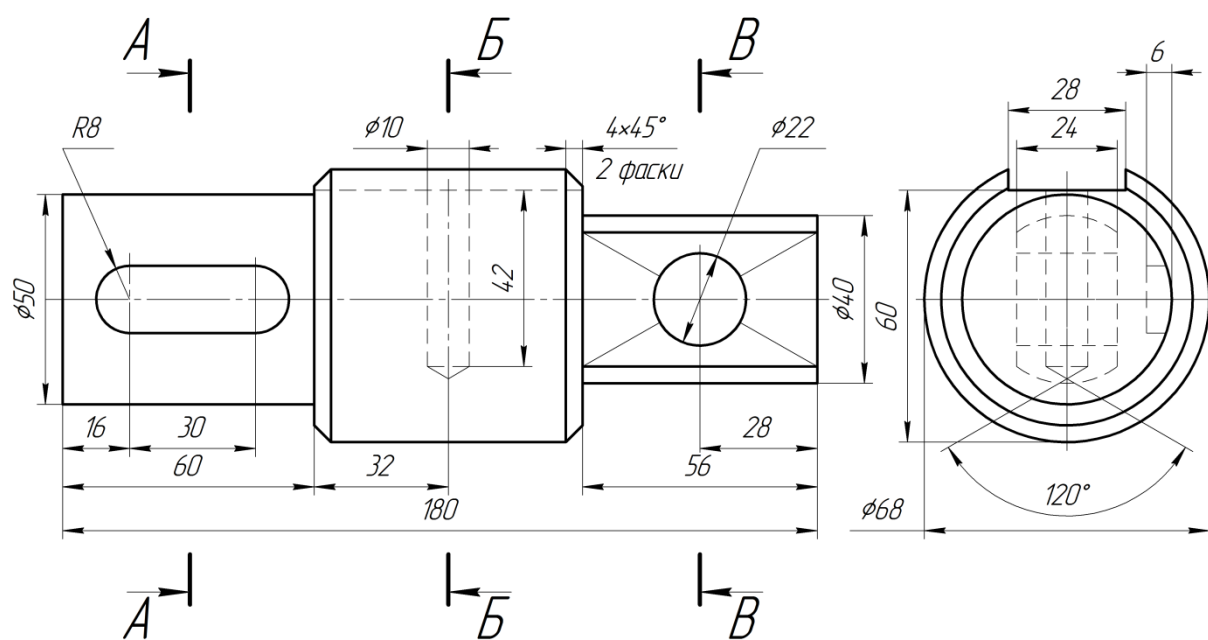
Задание 6. Вариант 05



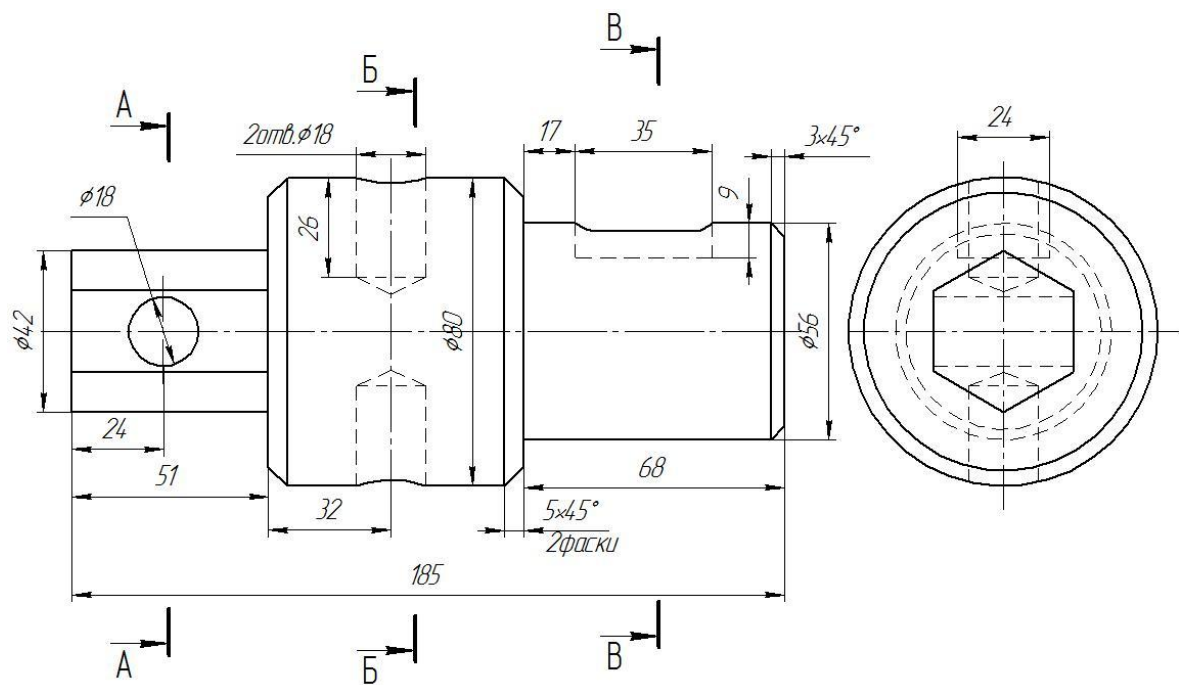
Задание 6. Вариант 06



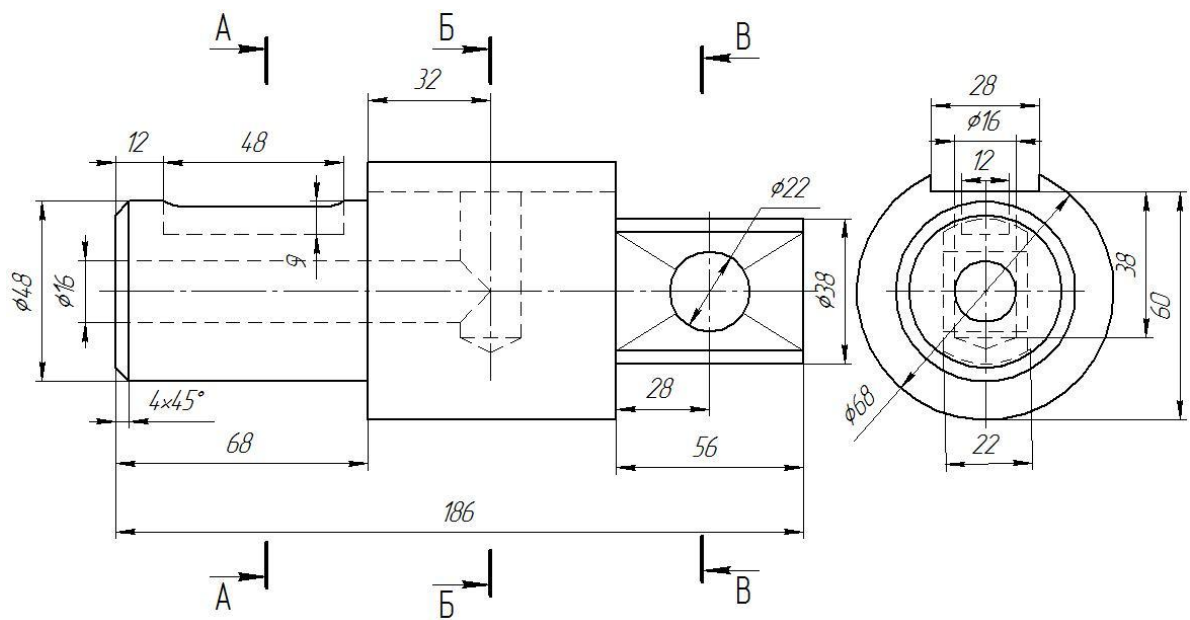
Задание 6. Вариант 07



Задание 6. Вариант 08

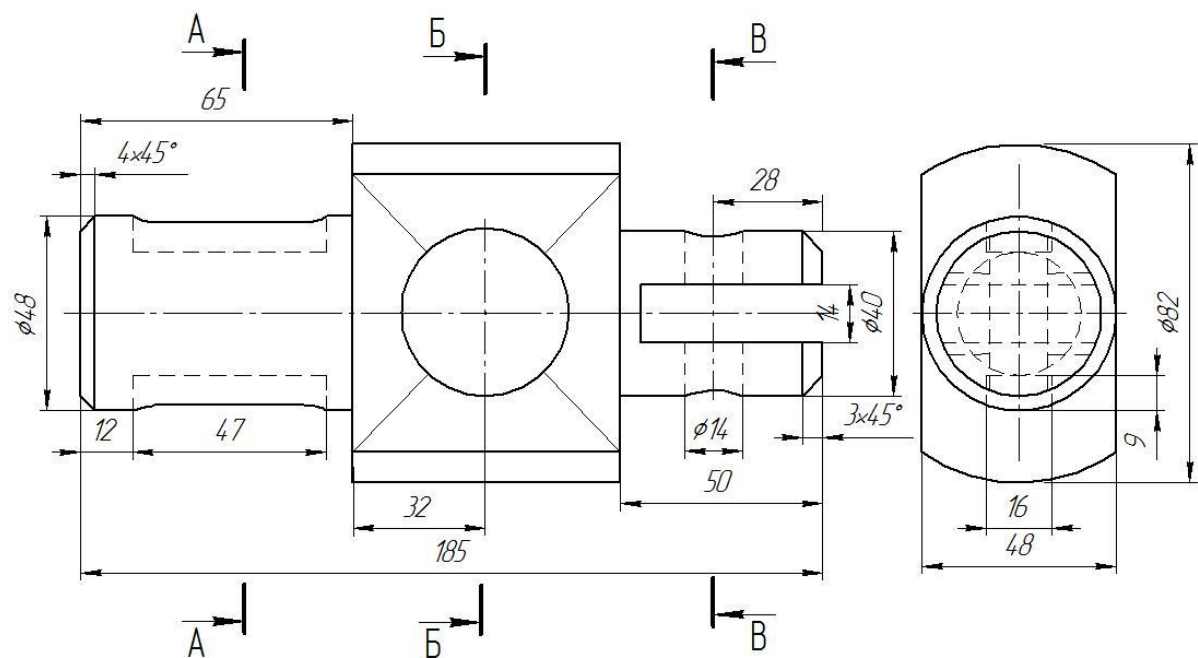


Задание 6. Вариант 09

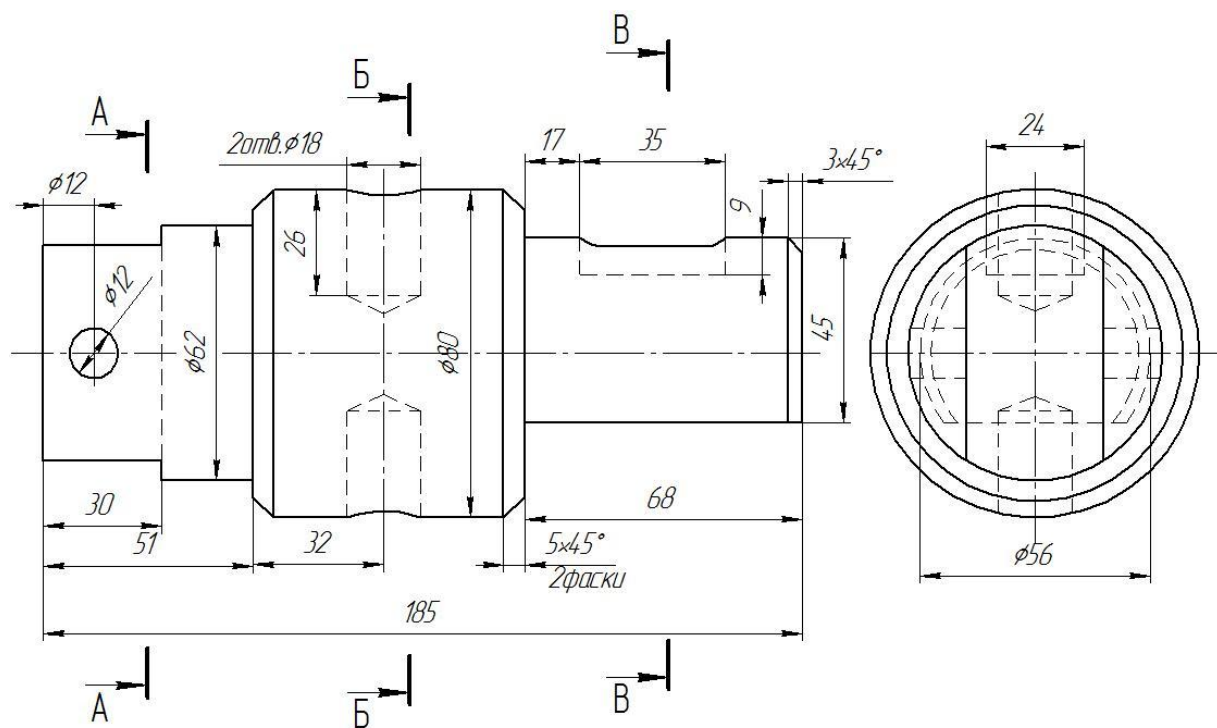


Задание 6. Вариант 10

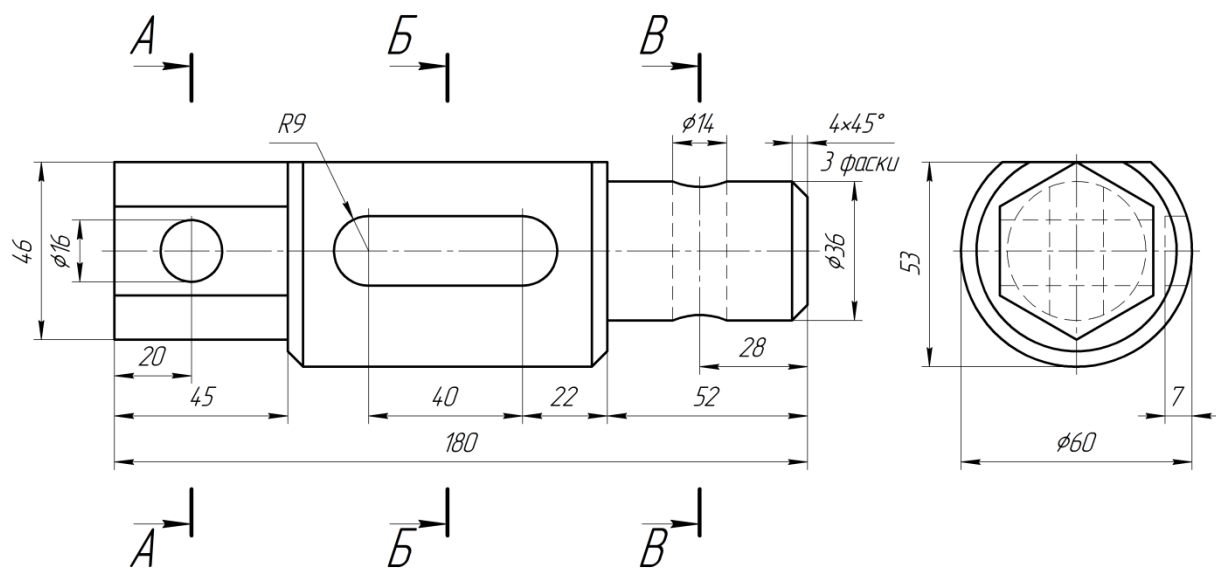




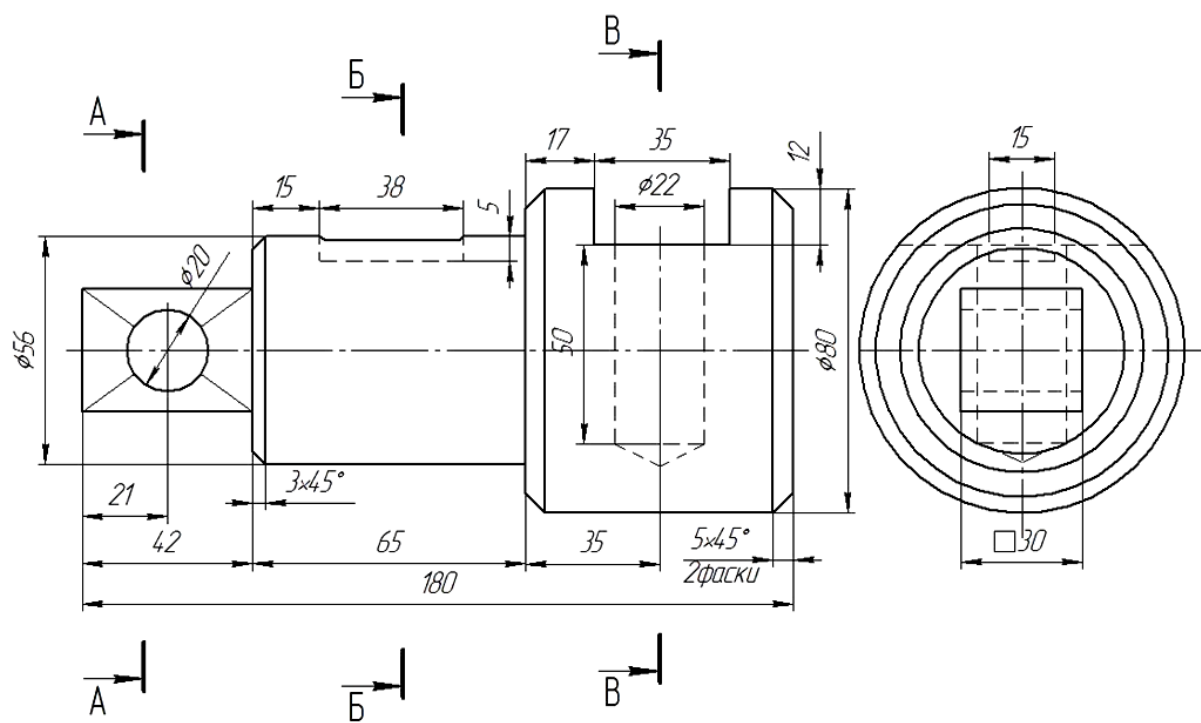
Задание 6. Вариант 13



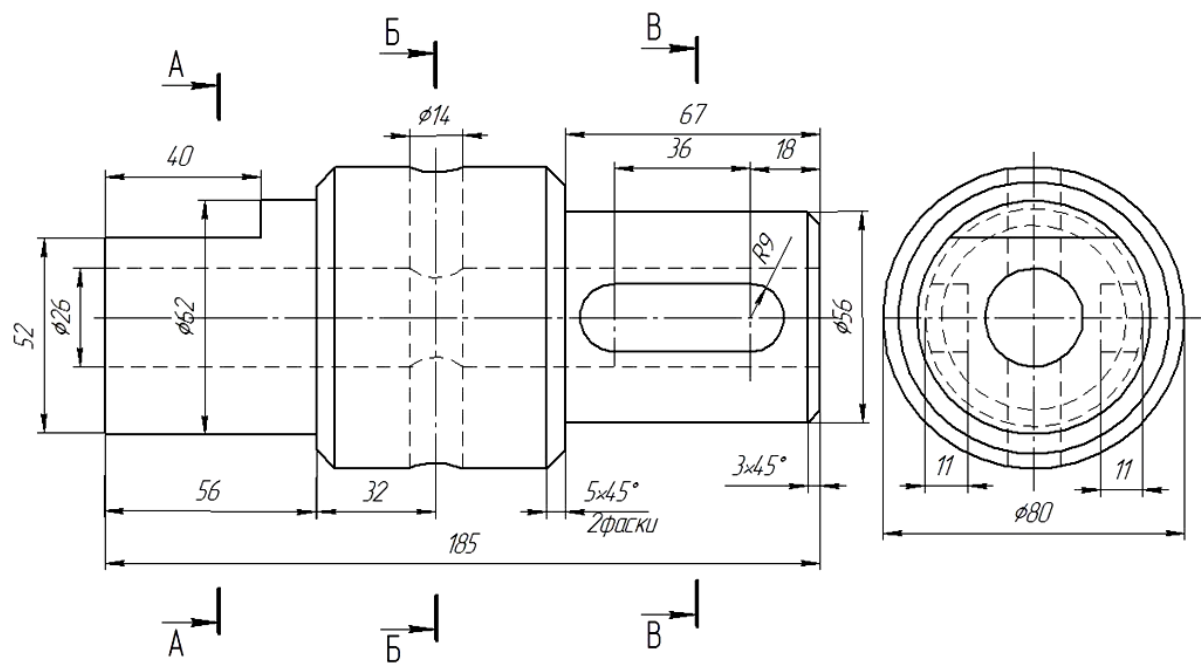
Задание 6. Вариант 14



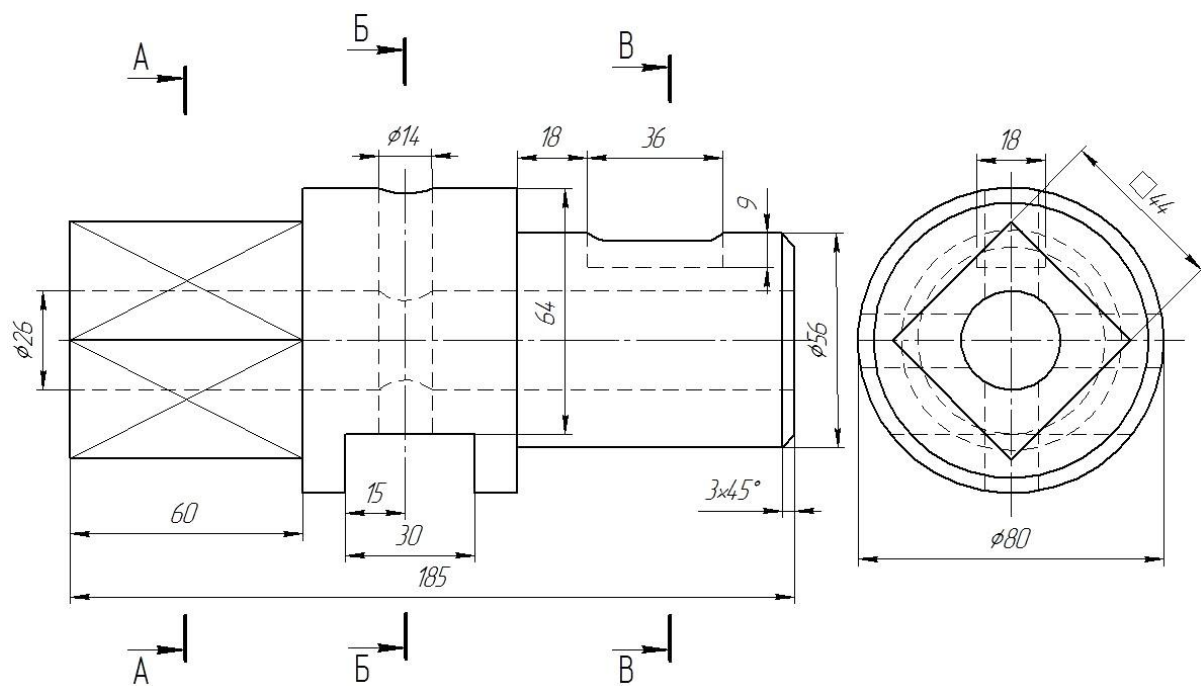
Задание 6. Вариант 15



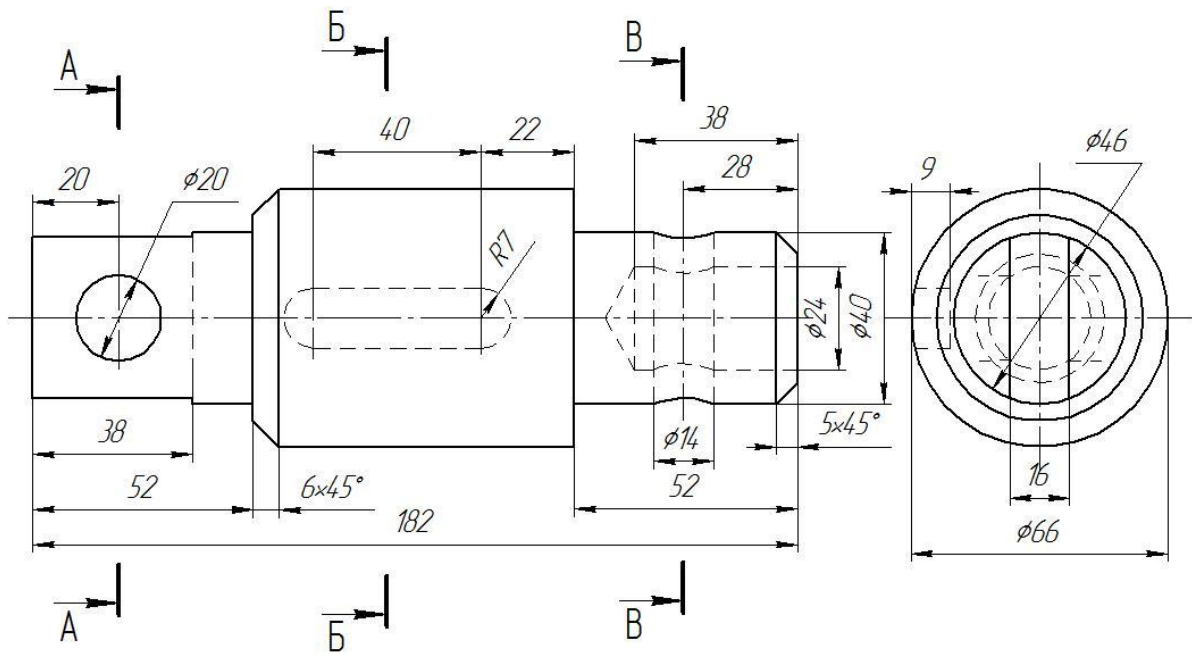
Задание 6. Вариант 16



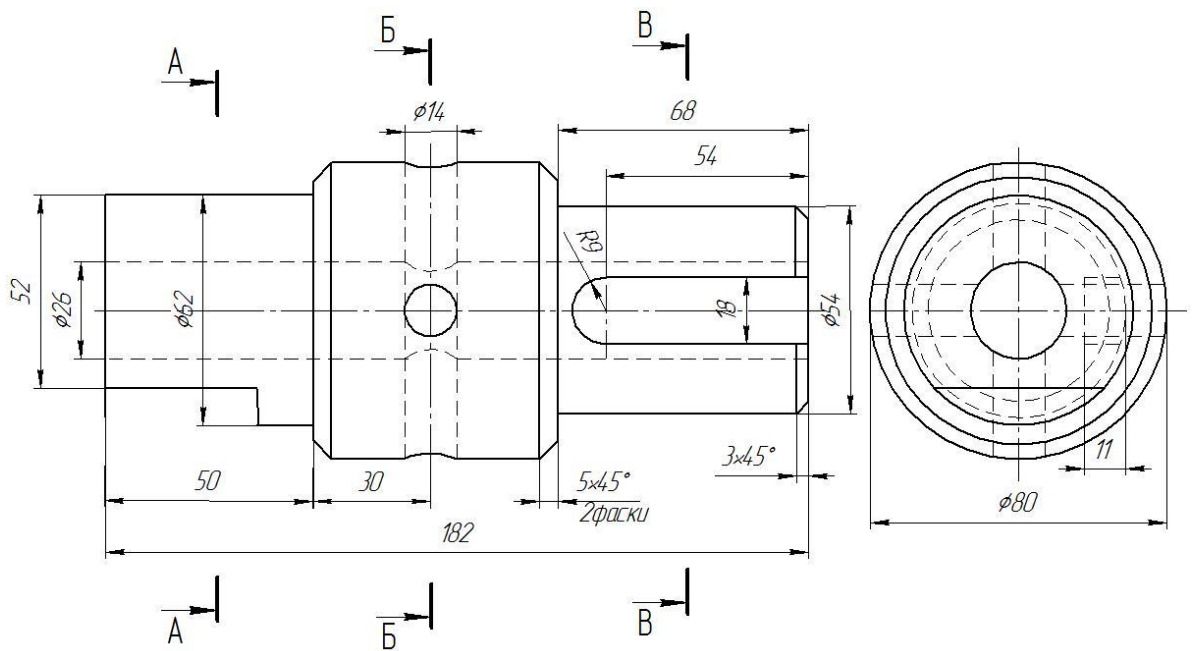
Задание 6. Вариант 17



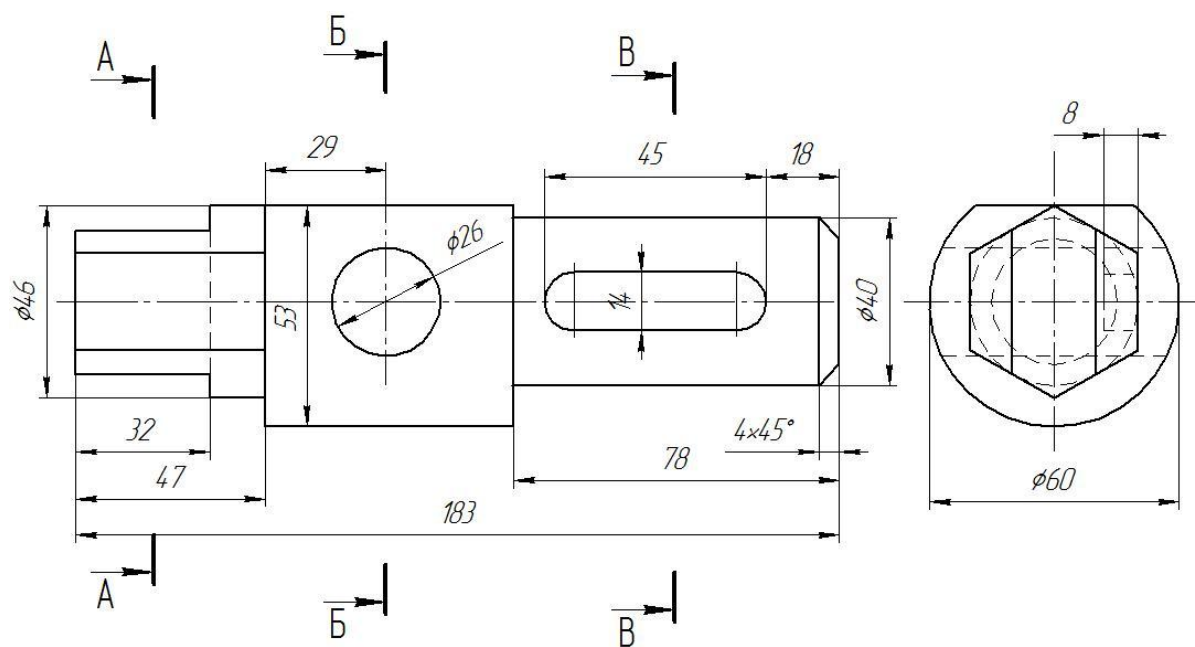
Задание 6. Вариант 18



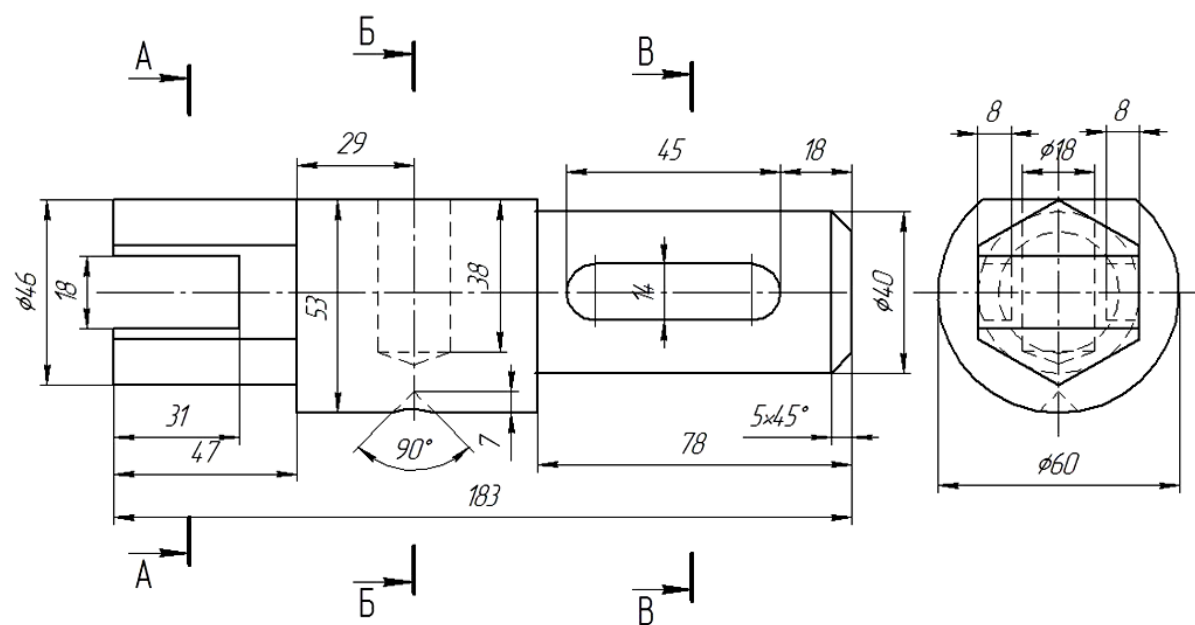
Задание 6. Вариант 19



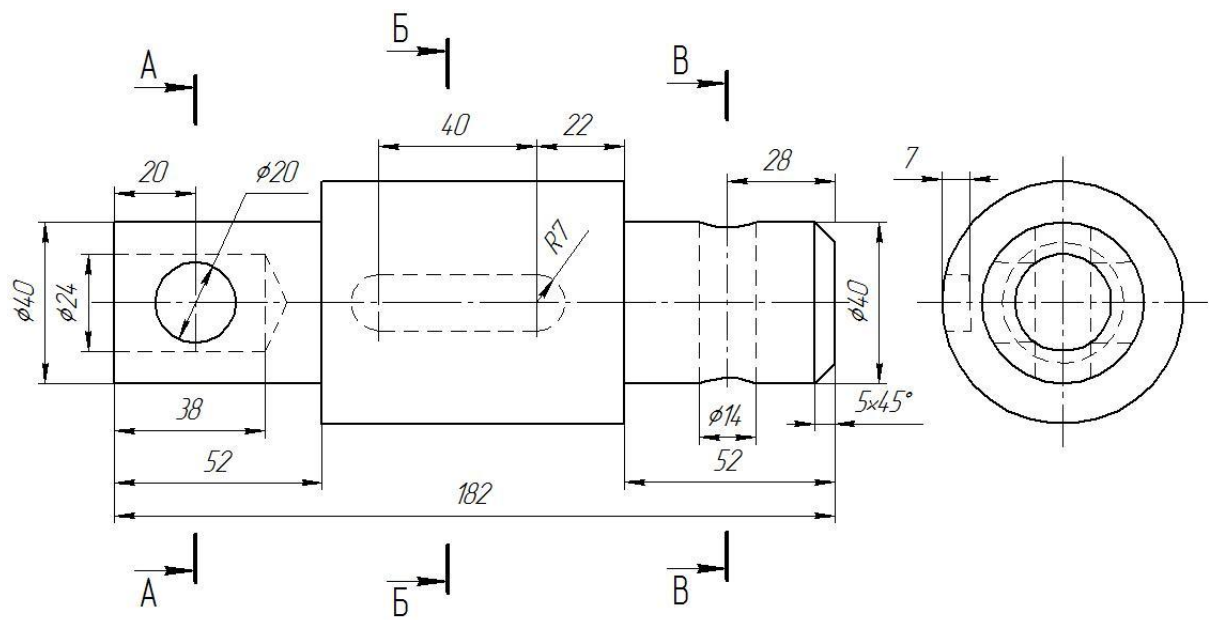
Задание 6. Вариант 20



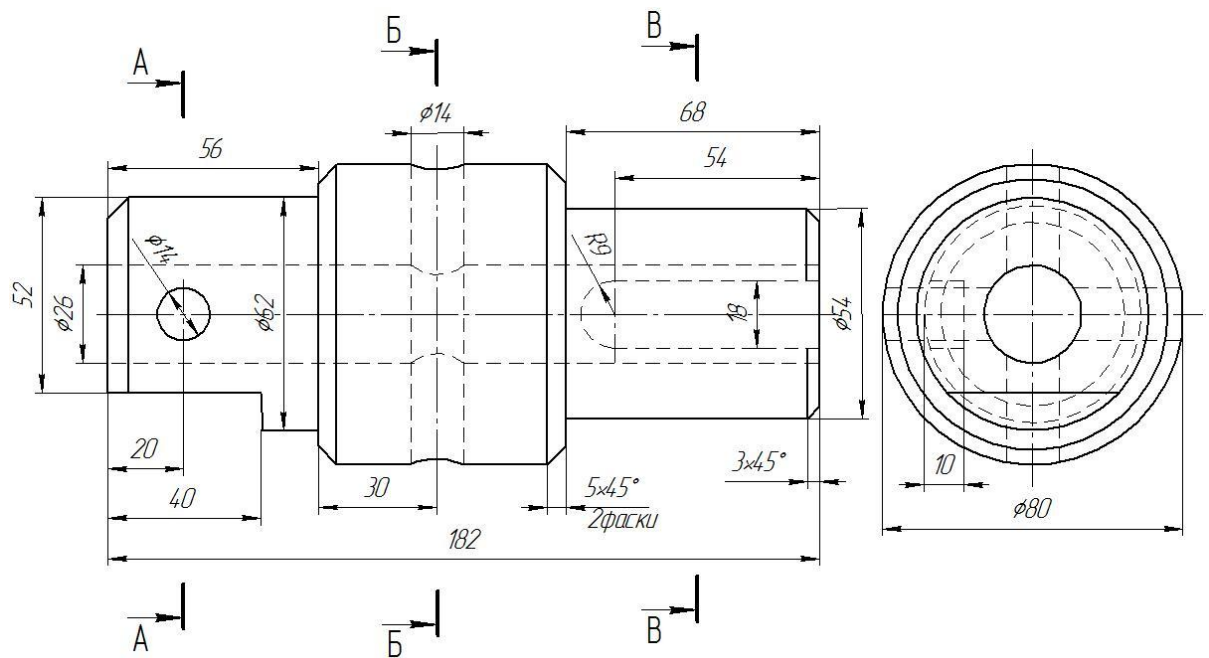
Задание 6. Вариант 21



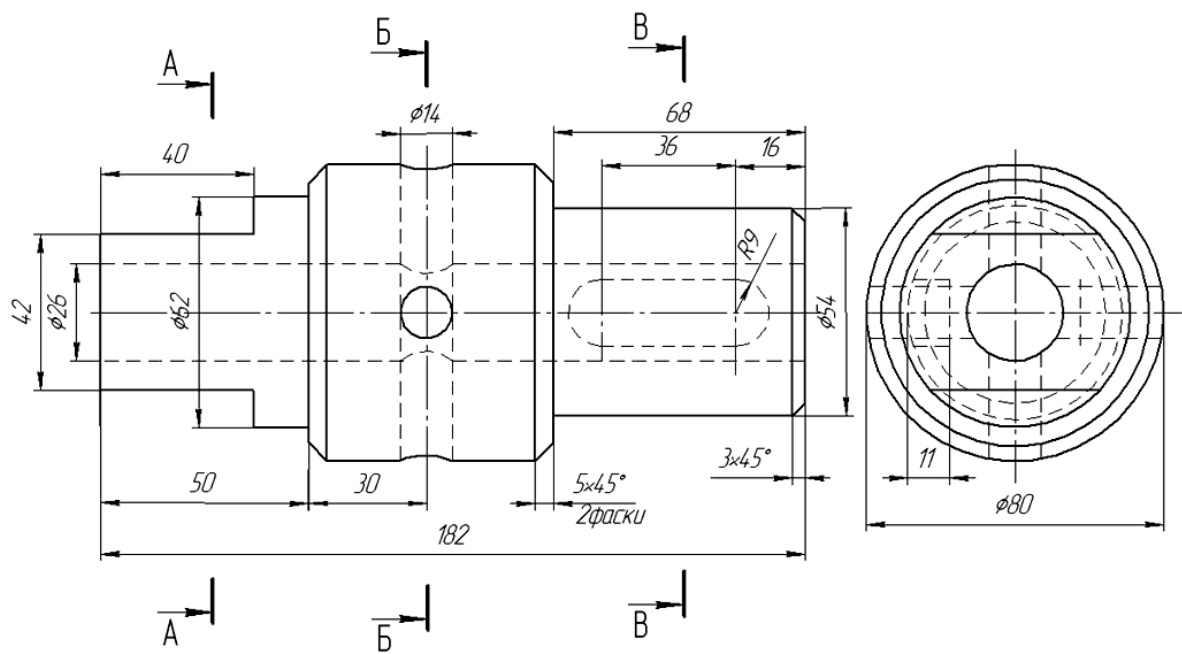
Задание 6. Вариант 22



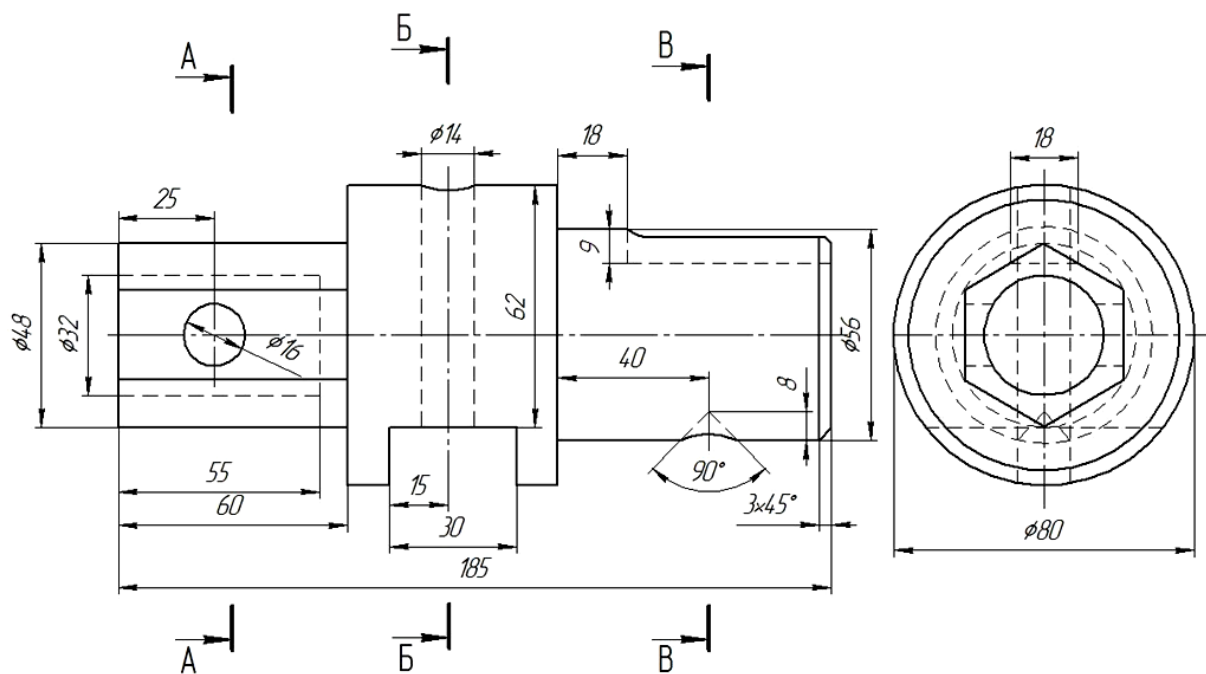
Задание 6. Вариант 23



Задание 6. Вариант 24



Задание 6. Вариант 25



Задание 6. Вариант 26

Задание 7

Вариант	Резьба	Шаг	ГОСТ					мм	
			Болт	Винт	Гайка	Шайба	Шпилька	Н ₁	Н ₂
1	M20	2,5	7798-70	1491-80	5915-70	11371-78	22034-76	20	25
2	M12	1,5	7798-70	17473-80	15526-70	6402-70	22032-76	22	20
3	M16	2	7798-70	17474-80	5927-70	6958-78	22036-76	18	24
4	M14	1,5	7798-70	17475-80	15523-70	10450-78	22034-76	16	18
5	M20	1,5	7798-70	1491-80	5916-70	11371-78	22032-76	20	26
6	M12	2,5	7805-70	17473-80	5915-70	6402-70	22036-76	22	28
7	M16	2	7805-70	17474-80	15525-70	6958-78	22034-76	18	25
8	M14	1,5	7805-70	17475-80	5927-70	10450-78	22032-76	16	20
9	M12	1,5	7805-70	1491-80	15523-70	11371-78	22036-76	20	24
10	M16	2	7805-70	17473-80	5916-70	6402-70	22034-76	22	18
11	M20	2,5	7798-70	17474-80	5915-70	6958-78	22032-76	18	26
12	M12	1,5	7798-70	17475-80	15526-70	10450-78	22036-76	16	28
13	M14	2	7798-70	1491-80	5927-70	11371-78	22034-76	20	23
14	M16	1,5	7798-70	17473-80	15523-70	6402-70	22032-76	22	20
15	M18	1,5	7798-70	17474-80	5916-70	6958-78	22036-76	18	24
16	M20	2,5	7805-70	17475-80	5915-70	10450-78	22034-76	16	18
17	M16	2	7805-70	1491-80	15526-70	11371-78	22032-76	20	26
18	M18	1,5	7805-70	17473-80	5927-70	6402-70	22036-76	22	27
19	M12	1,5	7798-70	17474-80	15523-70	6958-78	22034-76	18	25
20	M14	2	7798-70	17475-80	5916-70	10450-78	22032-76	16	20
21	M16	2,5	7798-70	1491-80	5915-70	11371-78	22036-76	20	24
22	M18	1,5	7805-70	17473-80	15526-70	6402-70	22034-76	22	18
23	M20	2	7805-70	17474-80	5927-70	6958-78	22032-76	18	26
24	M12	1,5	7805-70	17475-80	15523-70	10450-78	22036-76	16	28
25	M18	1,5	7805-70	1491-80	5916-70	11371-78	22034-76	20	25
26	M16	2,5	7805-70	17473-80	5915-70	6402-70	22032-76	22	20
27	M14	2	7798-70	17474-80	15526-70	6958-78	22036-76	18	24
28	M18	1,5	7798-70	17475-80	5927-70	10450-78	22034-76	16	18
29	M20	1,5	7798-70	1491-80	15523-70	11371-78	22032-76	20	26
30	M12	2	7798-70	17473-80	5916-70	6402-70	22036-76	22	28

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стремясь успешно усвоить теоретический материал учебного курса, студент должен задаться вопросом: «На какие ключевые моменты следует обратить особое внимание?»

Если в процессе изложения теоретического материала сначала рассматриваются частные вопросы и лишь впоследствии делаются обобщения и выводы, то на этапе закрепления необходимых знаний рекомендуется обратное, т. е. в качестве ключевых моментов следует избрать наиболее общие идеи и выводы, относящиеся ко всему курсу. Таких общих идей наберется немного, и они достаточно просты.

В качестве некоторых опорных позиций можно предложить следующие:

1. Любой пространственный объект может заменить некая геометрическая модель, представленная в виде графического изображения.

2. Использование моделей в границах инженерного проектирования должно подчиняться заранее установленным техническим стандартам. Знание действующей системы стандартов, умение ориентироваться внутри нее и выходить к необходимым справочным материалам определяет компетентность специалиста в области инженерной графики.

3. Кроме чисто теоретических знаний, важную роль играет уровень общей графической культуры инженера, позволяющий создавать полноценно оформленные проекты.

4. Значительную часть работы инженер может выполнить при помощи современной компьютерной техники, умения и навыки работы с которой он должен приобрести при изучении других дисциплин.

При последующей детализации опорных позиций возникает ряд закономерностей, правил, типовых геометрических построений. Некоторые наиболее общие приемы следует отрабатывать в практических упражнениях с тем, чтобы взять их на постоянное вооружение. Другие операции нужно научиться выводить по мере надобности самостоятельно, исходя из базовых данных.

Материалы данного учебного пособия направлены на их применение преимущественно при выполнении практических заданий. Изучение теоретической части дисциплины предусматривает использование более информативных источников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аверин, В. Н. Компьютерная инженерная графика: учебное пособие / В. Н. Аверин. – Москва: Академия, 2011. – 224 с.
2. Аверьянов, О. И. Основы инженерной подготовки: учебное пособие / О. И. Аверьянов. – Москва: Изд-во МГИУ, 2009. – 66 с.
3. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В. И. Анурьев; под редакцией И. Н. Жестковой. – Москва: Машиностроение, 2005.
4. Боголюбов, С. К. Инженерная графика: учебник / С. К. Боголюбов. – Москва: Машиностроение, 2010. – 352 с.
5. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика. Теоретический курс и тестовые задания: учебник / В. П. Большаков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. – 432 с.
6. Ботвинников, А. Д. Черчение: учебник / А. Д. Ботвинников, В. Н. Виноградов, И. С. Вышнепольский. – Москва: АСТ, 2007. – 224 с.
7. Бродский, А. М. Практикум по инженерной графике: учебное пособие. / А. М. Бродский, Э. М. Фазлулин, В. А. Халдинов. – Москва: Академия, 2011. – 192 с.
8. Бусыгина, Е. Б. Основы технического черчения: учебное пособие / Е. Б. Бусыгина, К. Н. Соломонов, О. Н. Чиченова. – Москва: МИСИС, 2004. – 112 с.
9. Вышнепольский, И. С. Техническое черчение: учебник / И. С. Вышнепольский. – Москва: Юрайт, 2017. – 400 с.
10. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. – Москва: Академия, 2011. – 240 с.
11. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей: ГОСТ 2.301-68–2.321-84. – Москва: Издательство стандартов, 2005. – 232 с.
12. Единая система конструкторской документации. Основные положения: ГОСТ 2.001-93–2.125-2008. – Москва: Издательство стандартов 2009. – 272 с.
13. Елкин, В. В. Инженерная графика: учебное пособие / В. В. Елкин, В. Т. Тозик. – 2-е изд., стер. – Москва: Академия, 2009. – 304 с.
14. Инженерная графика. Конструкторская информатика в машиностроении: учебник / А. К. Болтухин, С. А. Васин, Г. П. Вяткин, А. В. Пуш. – Москва: Машиностроение, 2005. – 555 с.

15. Инженерная графика: учебник / Н. П. Сорокин, Е. Д. Ольшевский, А. Н. Заикина, Е. И. Шибанова. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 400 с.
16. Корниенко, В. В. Инженерная графика: учебное пособие / В. В. Корниенко, И. Г. Борисенко; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2014. – 256 с.
17. Королев, Ю. И. Инженерная графика: учебник / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – Санкт-Петербург: Питер, 2015. – 400 с.
18. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник / В. С. Левицкий. – 9-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 453 с.
19. Миронов, Б. Г. Сборник упражнений для чтения чертежей по инженерной графике: учебное пособие. / Б. Г. Миронов, Е. С. Панфилова. – Москва: Академия, 2010. – 112 с.
20. Пуйческу, Ф. И. Инженерная графика: учебник / Ф. И. Пуйческу, С. Н. Муравьев, Н. А. Чванова. – Москва: Академия, 2011. – 336 с.
21. Таймингс, Р. Разъемные и неразъемные соединения. Режущий инструмент: справочник / Р. Таймингс. – Москва: Додэка XXI, 2008. – 336 с.
22. Талалай, П. Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний: учебное пособие / П. Г. Талалай. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – 288 с.
23. Фазлулин, Э. М. Инженерная графика: учебник / Э. М. Фазлулин, В. А. Халдинов. – Москва: Академия, 2011. – 432 с.
24. Феофанов, А. Н. Основы машиностроительного черчения: учебное пособие. / А. Н. Феофанов. – Москва: Академия, 2011. – 80 с.
25. Феофанов, А. Н. Чтение рабочих чертежей: учебное пособие / А. Н. Феофанов. – Москва: Академия, 2010. – 80 с.
26. Чекмарев, А. А. Инженерная графика: учебник / А. А. Чекмарев. – Москва: Юрайт, 2017. – 400 с.
27. Чекмарев, А. А. Справочник по черчению: учебное пособие / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – Москва: Академия, 2011. – 336 с.
28. Шевченко, Е. П. Карманный справочник для работы с машиностроительными чертежами / Е. П. Шевченко. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. – 532 с.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебное пособие

Корниенко Владимир Владимирович

Электронное издание

Редактор М. М. Ионина

Подписано в свет 01.09.2025. Регистрационный номер

Редакционно-издательская служба Красноярского государственного аграрного университета

660017, Красноярск, ул. Ленина, 117

e-mail: rio@kgau.ru