

Кафедра «Техническая механика и инженерная графика»

Н.Г. Калашникова, Н.А. Онищенко

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ.
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

Методические указания
по выполнению расчетно-графической работы

Дисциплина – «Инженерная графика»

Направления – 140400 «Электроэнергетика и электротехника»

220400 «Управление в технических системах»

221000 «Мехатроника и робототехника»

**Допущено ФГБОУ ВПО «Госунiversитет - УНПК»
для использования в учебном процессе в качестве
методических указаний для высшего
профессионального образования**

Орел 2014

Авторы:	канд. техн. наук, доц. каф. ТМиИГ	Н.Г. Калашникова
	канд. пед. наук	Н.А. Онищенко
Рецензент:	д-р техн. наук, проф. каф. ТМиИГ	Д.Н. Ешуткин

В методических указаниях изложены содержание расчетно-графической работы модуля «Правила оформления чертежей. Геометрическое черчение» дисциплины «Инженерная графика», требования по ее оформлению и защите. Приведены основные теоретические положения по теме работы, примеры оформления работы. Предложен список дополнительной литературы. В приложении даны варианты индивидуальных заданий.

Предназначены для технических направлений подготовки бакалавров очной формы обучения.

Редактор М.В. Борзова
Технический редактор Д.Л. Козырев

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Государственный университет - учебно-научно-
производственный комплекс»

Подписано к печати 15.05.2014 г. Формат 60×90 1/16.
Усл. печ. л. 4,0. Тираж 10 экз.
Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»,
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Цель и задачи работы	4
2 Содержание работы и указания по ее выполнению	5
3 Порядок выполнения работы	6
4 Общие правила оформления чертежей	7
4.1 Понятие о стандартизации	7
4.2 Форматы	8
4.3 Масштабы	9
4.4 Линии	10
4.5 Шрифты чертежные	12
4.6 Нанесение размеров	13
5 Геометрические построения	27
5.1 Уклон	27
5.2 Конусность	27
5.3 Построение сопряжений	28
6 Примеры выполнения построений	34
6.1 Построение профиля сечения швеллера	34
6.2 Построение чертежа валика	35
6.3 Построение фигуры с элементами сопряжения	36
Список литературы	39
Приложение А. Шрифт типа Б	40
Приложение Б. Пример оформления титульного листа	43
Приложение В. Варианты заданий чертежа профиля	44
Приложение Г. Варианты заданий чертежа детали «Валик»	46
Приложение Д. Варианты заданий «Построение сопряжений»	56
Приложение Е. Пример оформления задания по теме «Геометрическое черчение»	64

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время остро стоит вопрос о подготовке конкурентоспособных специалистов, которые в условиях новых быстроизменяющихся экономических отношений будут способны развивать производство, обеспечивать высокий уровень динамики профессии, стремиться к профессионализму. Инженерная графика является одной из дисциплин, составляющих основу общей инженерной подготовки современного специалиста. Здесь изучают правила выполнения, оформления и чтения различных конструкторских документов.

При изучении дисциплины учебными планами предусматривается выполнение каждым студентом индивидуальных расчётно-графических работ (РГР). Данный вид самостоятельной работы студентов направлен на формирование устойчивого навыка в выполнении и чтении чертежей, закреплении теоретических знаний у обучающихся.

Настоящие методические указания содержат все необходимые сведения для выполнения заданий РГР модуля «Правила оформления чертежей. Геометрическое черчение» дисциплины «Инженерная графика».

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Целью данной РГР является закрепление знаний, полученных в лекционном материале, путем выполнения графических заданий.

В ходе выполнения работы студент должен:

- изучить общие правила выполнения и оформления чертежей, изложенные в стандартах ЕСКД;
- изучить основы геометрических построений, необходимых при конструировании формы деталей;
- освоить приемы работы с чертежными инструментами и принадлежностями;
- приобрести навыки в вычерчивании линий, написании букв и цифр;
- освоить приемы работы со справочной литературой.

2 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И УКАЗАНИЯ ПО ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

РГР включает в себя:

- изучение общих правил выполнения чертежей в соответствии с требованиями стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и основных приёмов геометрических построений;
- выполнение титульного листа;
- выполнение задания по геометрическому черчению: построение профиля сечения швеллера или балки двутавровой; чертежа ступенчатого валика; контура геометрической фигуры с элементами сопряжения.

Титульный лист выполняется на листе формата А3 шрифтом №14 тип Б, наклонный по ГОСТ 2.304-81. Основная надпись на титульном листе не выполняется. Текст надписи титульного листа выдает преподаватель. Справочные материалы по написанию шрифта приведены в приложении А, пример выполнения титульного листа – в приложении Б.

Графические задания расчетно-графической работы выполняются на листе чертежной бумаги формата А3 с помощью чертежных инструментов.

При оформлении работы следует соблюдать требования стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Рабочее поле чертежа оформляется рамкой, отступив от края формата: слева на 20 мм и по 5 мм от остальных сторон.

				Вариант
Чертил	Фамилия	Дата	Госуниверситет унпк	Масштаб
Провер.	Фамилия	Дата	Гр.	
30	45	15	25	
140				

Рисунок 1 – Форма основной надписи

В правом нижнем углу чертежа размещается основная надпись, вид которой представлен на рисунке 1. В верхней графе основной надписи записывается тема задания РГР.

Все надписи на чертеже, заполнение основной надписи, размерные числа, графические знаки выполняются стандартным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 размером 3,5; 5; 7.

Толщина линий при обводке чертежа должна соответствовать ГОСТ 2.303-68. Сплошные толстые основные линии рекомендуется выполнять толщиной от 0,8 до 1,0 мм, прочие линии – в соответствии с требованиями стандарта.

Изображения на чертежах выполняются по заданным размерам в масштабе 1:1.

Варианты заданий приведены в приложениях В, Г, Д, пример оформления работы – в приложении Е.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Выбрать индивидуальное задание по варианту. Вариант задания выдается преподавателем на практических занятиях. Номер варианта, как правило, соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале. Задания выбирают в приложениях В, Г, Д.

2. Изучить необходимый для выполнения задания теоретический материал.

3. Выполнить изображение в тонких линиях с сохранением всех вспомогательных построений. Разметить необходимые на чертеже надписи, нанести размерные линии.

4. Предъявить работу на проверку преподавателю в тонких линиях. После проверки исправить указанные ошибки и недочеты. Если есть необходимость, работу можно согласовать с преподавателем в тонких линиях повторно и получить разрешение на обводку чертежа.

5. Обвести изображения чертежа толстыми линиями, нанести размерные числа, выполнить надписи, заполнить основную надпись.

6. Защитить полностью оформленную работу у преподавателя. Форма защиты – собеседование. Студент должен знать ход выполнения графических построений, отвечать на вопросы по теме работы. Результат защиты РГР может учитываться при начислении рейтинговых баллов и в качестве модульного контроля.

Работа считается зачтенной после подписи ее преподавателем.

Примечание: все работы должны быть сохранены до конца семестра и предъявлены на зачете. В случае утери работ они выполняются заново.

4 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

4.1 Понятие о стандартизации

В курсе инженерной графики изучают правила выполнения, оформления и чтения чертежей и других конструкторских документов. Эти правила определены в государственных стандартах единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

В настоящее время созданы системы стандартизации, охватывающие все стороны производственной деятельности современного общества. Системы стандартизации включают в себя набор взаимосвязанных требований к различным областям деятельности современного производства в масштабах государства. Эти требования находят отражение в национальных и межгосударственных стандартах (ГОСТах).

Соблюдение ГОСТов обеспечивает: сокращение срока освоения производства новых изделий; увеличение удельного веса выпуска продукции высшего качества; повышение производительности труда; снижение себестоимости.

Стандарты ЕСКД представляют собой комплекс стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, положения и нормы на порядок разработки, оформление и обращение конструкторской документации.

Обозначение стандартов ЕСКД построено по классификационному принципу. В общем виде обозначение любого стандарта ЕСКД следующее:

ГОСТ 2. X XX – XX

				___	год регистрации стандарта
				_____	порядковый номер стандарта в группе от 01 до 99
				_____	классификационная группа стандартов
				_____	класс стандартов (ЕСКД присвоен класс 2)
				_____	государственный стандарт

4.2 Форматы

При выполнении чертежей и других конструкторских документов пользуются **форматами**, установленными ГОСТ 2.301-68. Форматы листов определяются размерами сторон внешней рамки, выполненной сплошной тонкой линией. Стандарт предусматривает использование основных и дополнительных форматов.

Основные форматы образуются путем последовательного деления на две равные части параллельно меньшей стороне формата площадью 1 м^2 с размерами сторон 1189×841 мм (рисунок 2).

Обозначения и размеры сторон основных форматов приведены в таблице 1.

Дополнительные форматы образуются увеличением коротких сторон основных форматов на величину кратную их размерам.

Например, формат A4x4 имеет размеры 297×841 мм.

Таблица 1 – Основные форматы

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

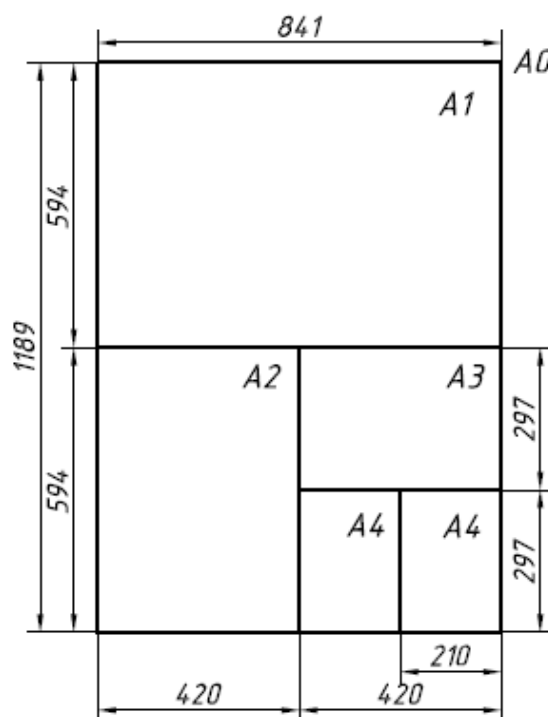


Рисунок 2 – Образование основных форматов

Рабочее поле чертежа определяется внутренней рамкой, которую проводят внутри внешней рамки сплошной толстой основной линией. Сверху, справа и снизу расстояние между линиями рамок принимается равным 5 мм. С левой стороны формата оставляют поле шириной 20 мм для подшивки и брошюровки чертежей.

В нижнем правом углу формата помещают основную надпись чертежа установленного образца. Для форматов больше А4 допускается как горизонтальное, так и вертикальное расположение формата. Формат А4 располагают только вертикально (рисунок 3).

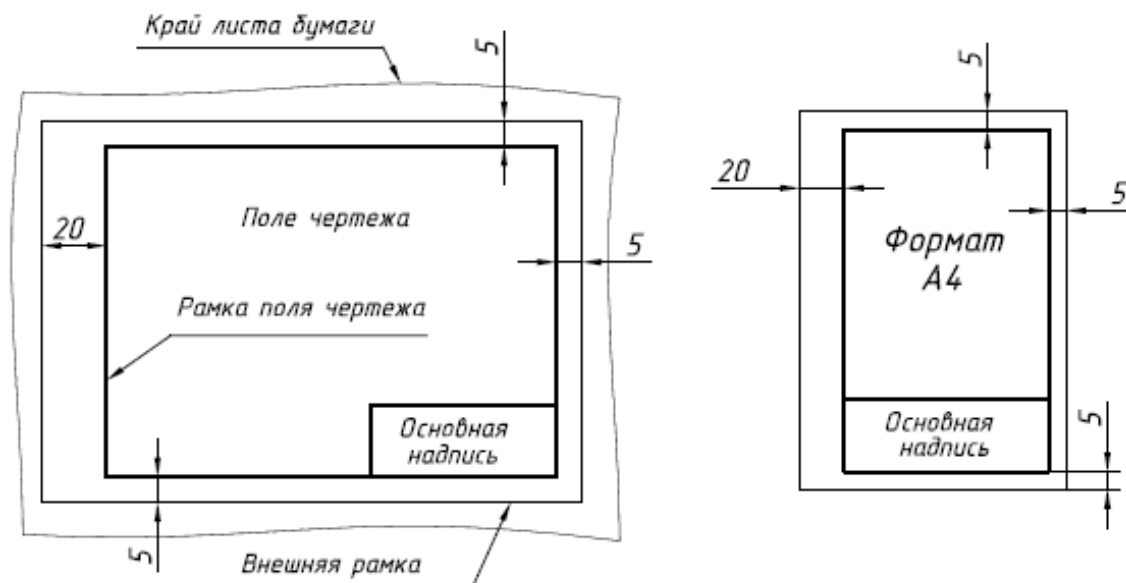


Рисунок 3 – Оформление форматов

4.2 Масштабы

Изображения на чертежах могут выполняться как в натуральную величину, так и с уменьшением или с увеличением.

Масштаб – это отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному размеру того же отрезка в натуре.

Величины масштабов устанавливает ГОСТ 2.302-68. Ряд стандартных масштабов приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Стандартные масштабы

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

При выборе масштаба следует руководствоваться удобством пользования чертежом.

На чертежах масштаб указывают в основной надписи в графе «Масштаб» по типу: 1:1; 2:1; 1:2 и т. д. Этот масштаб считается основным масштабом чертежа и относится ко всем изображениям, для которых масштаб не указан дополнительно.

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, помещают в круглых скобках возле надписи, относящейся к этому изображению.

Например, А(2:1); Б(1:10); В-В(4:1) и т.п.

Искажение масштаба в чертеже допускается в случаях, когда элементы изображения трудно вычерчивать или желательно усилить их зрительное восприятие. При изображении тонких пластин, шайб, прокладок в натуральном масштабе и меньших, рекомендуется увеличивать их толщину.

4.3 Линии

ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертания, толщины и основные назначения линий, применяемых на чертежах. Наименование, начертание, основное назначение линий, наиболее часто употребляемых в учебных чертежах, приведены в таблице 3.



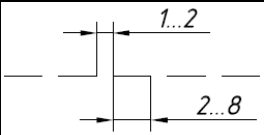
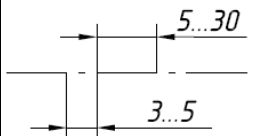
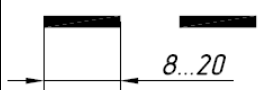
Толщина сплошной толстой основной линии s должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложность изображения, а также от формата чертежа (на учебных чертежах, выполняемых на формате А3, рекомендуется принимать s от 0,8 до 1 мм). Толщина линий должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерченных в одинаковом масштабе.

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях выбирают в зависимости от величины изображения. Штрихи линий и промежутки между ними должны быть приблизительно одинаковой длины.

Штрихпунктирные и штриховые линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, заменяют сплошной тонкой линией, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм.

Расстояние между двумя любыми параллельными линиями не должно быть меньше 0,8 мм.

Таблица 3 – Линии чертежа

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
Сплошная толстая основная		s от 0,5 до 1,4 мм	Линии видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
Сплошная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски Полки линий-выносок и подчеркивание надписей Линии контура наложенного сечения Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях Линии построения характерных точек при специальных построениях
Сплошная волнистая			Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
Штриховая			Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
Штрихпунктирная тонкая			Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
Разомкнутая		От s до $1\frac{1}{2}s$	Линии сечений

4.4 Шрифты чертежные

ГОСТ 2.304-81 устанавливает термины, определения, типы, размеры шрифта, начертания букв, цифр и знаков.

Размер шрифта h – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах. Она измеряется перпендикулярно основанию строки (рисунок 4). Высота цифр для шрифта данного размера равна высоте прописных букв.

Устанавливаются следующие размеры шрифта h : (1,8) (применение не рекомендуется); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 40.

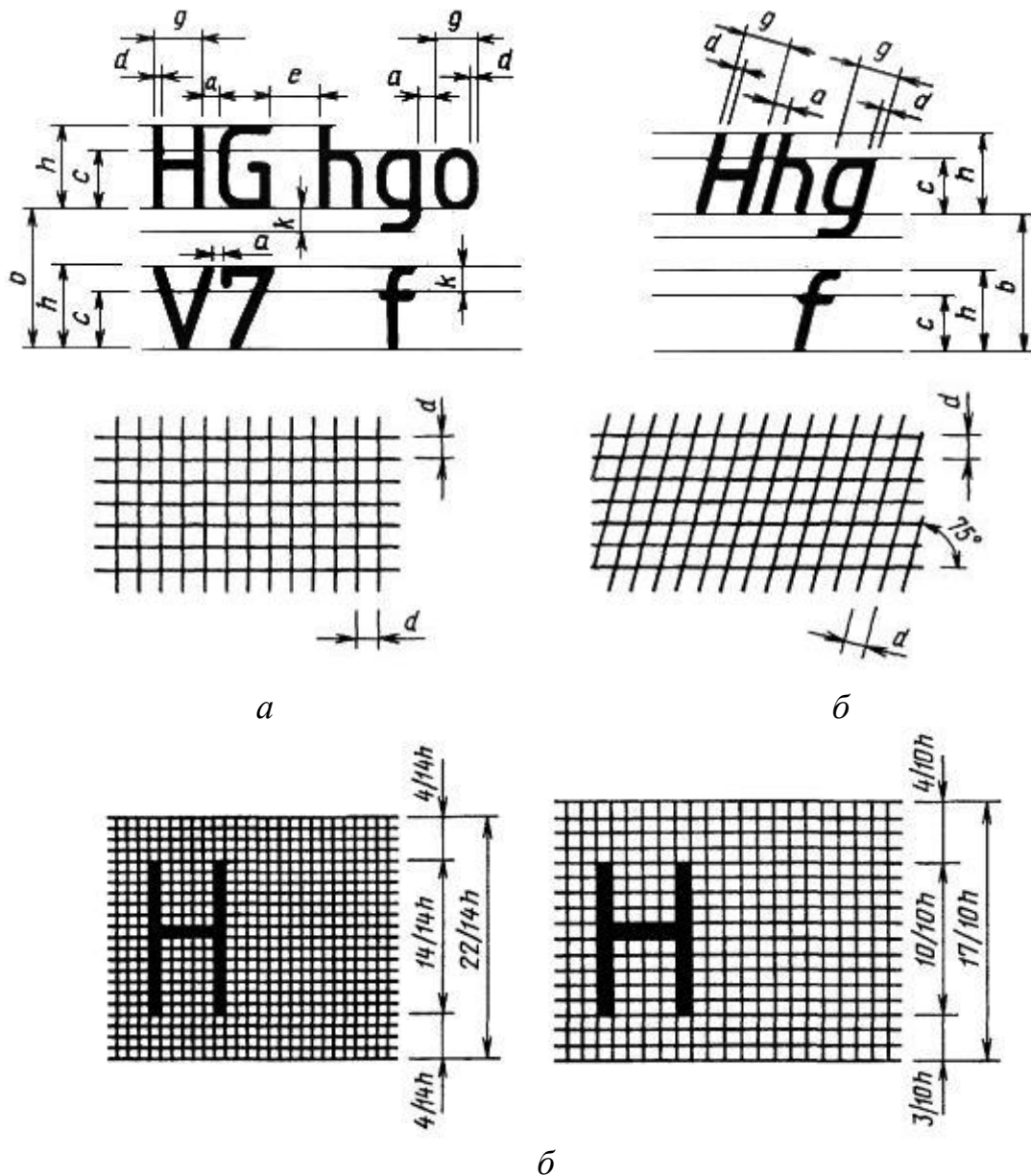


Рисунок 4 – Вспомогательная сетка и примеры надписи
 а – для шрифта без наклона; б – для шрифта с наклоном;
 в – построение шрифта во вспомогательной сетке тип А и тип Б

Другие величины определяются по отношению к размеру шрифта, как показано на рисунке 4: высота строчных букв c ; ширина букв и цифр q ; толщина линий шрифта d ; расстояние между буквами a , минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки) b ; минимальное расстояние между словами e .

Расстояние a между буквами, соседние линии которых не параллельны между собой (например, $ГА$, $АТ$), может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину d линии шрифта.

При написании букв и цифр может использоваться вспомогательная сетка, шаг которой равен толщине шрифта d (рисунок 4).

Стандарт устанавливает следующие типы шрифта:

тип А без наклона ($d = h/14$);

тип А с наклоном около 75° ($d = h/14$);

тип Б без наклона ($d = h/10$);

тип Б с наклоном около 75° ($d = h/10$).

На учебных чертежах рекомендуется использовать шрифт типа Б с наклоном.

Начертание букв и цифр, а также и размеры букв приведены в приложении А.

4.5 Нанесение размеров

Величину изображенного на чертеже предмета определяют размерные числа, нанесенные на чертеже. Общие правила нанесения размеров на чертеже устанавливает ГОСТ 2.307-2011 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

4.5.1 Общие положения

1. Основанием для определения величины изображенного предмета и его элементов служат размерные числа, указанные в графическом документе.

На чертеже проставляют действительные (натуральные) размеры предмета независимо от масштаба чертежа. Если элемент изображен с отступлением от масштаба изображения, то размерное число следует подчеркнуть (рисунок 5).

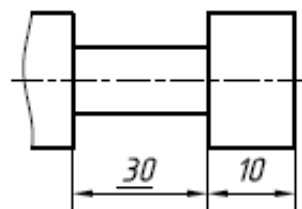


Рисунок 5 – Нанесение размера элемента, изображенного с отступлением от масштаба чертежа

2. Общее количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для определения величины всех конструктивных элементов изображаемого предмета.

3. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях чертежа.

4. Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования этим документом, называются **справочными**.

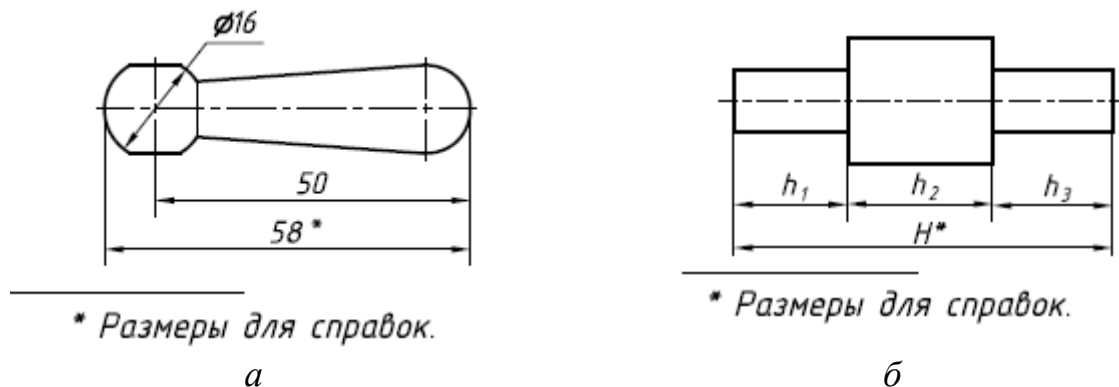


Рисунок 6 – Нанесение размеров для справок

Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: «* Размеры для справок» (рисунок 6, а, б). Это указание помещают над основной надписью на расстоянии не менее 10 мм. На учебных чертежах надпись «* Размеры для справок» выполняют шрифтом размера 7; звездочка при этом имеет высоту 3 мм.

5. Линейные размеры (длину, высоту, ширину, радиус, диаметр дуги окружности) на изображениях чертежа указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 4° , $7^\circ 10'$, $0^\circ 5' 25''$.

4.5.2 Нанесение размеров

Размерные и выносные линии

Размеры в графических документах указывают размерными числами и размерными линиями.

Размерной линией называется линия, ограниченная по концам стрелками, указывающими границы измерения.

Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показано на рисунке 7.

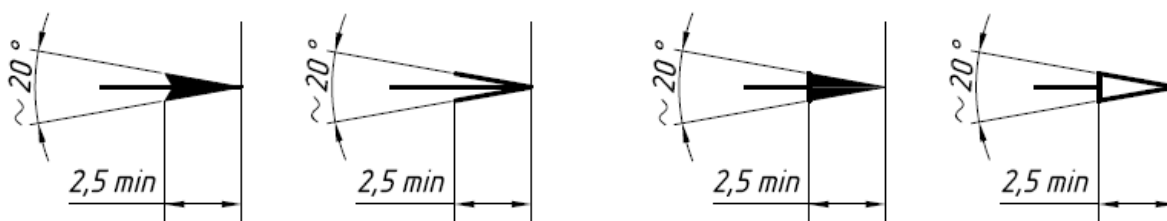


Рисунок 7 – Формы и размеры стрелок, рекомендуемые стандартом

Стрелки должны упираться острием в выносную линию, линию видимого контура, осевую или центровую линию.

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии - перпендикулярно к размерным (рисунок 8 а, б, в).

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии - радиально (рисунок 8 б, в).

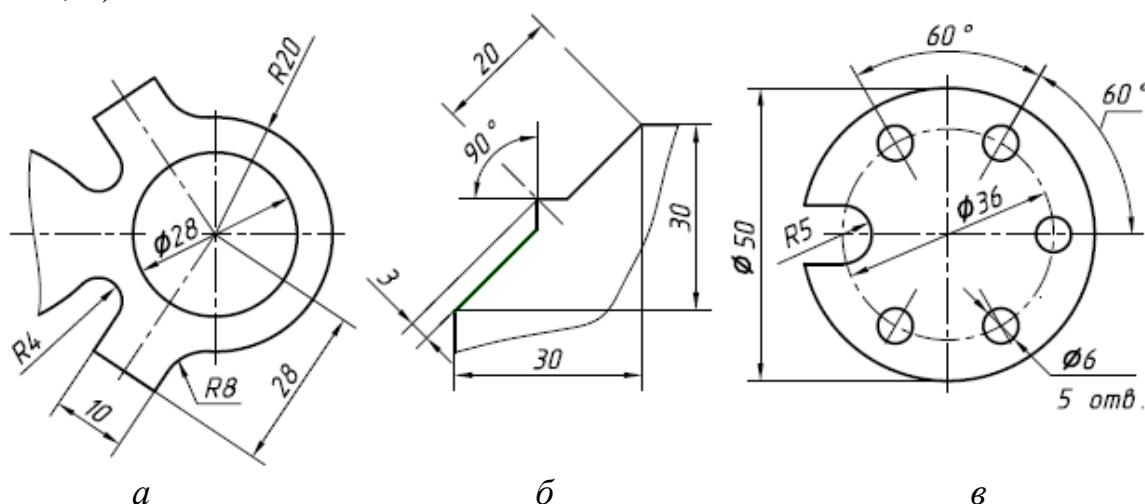


Рисунок 8 – Примеры нанесения линейных и угловых размеров

В случаях, когда выносные линии могут пройти близко к линиям контура, допускается выносные линии проводить под любым углом к размерной линии, отличным от прямого, но так, чтобы они вместе с размерной линией и измеряемым отрезком образовывали параллелограмм (рисунок 9).

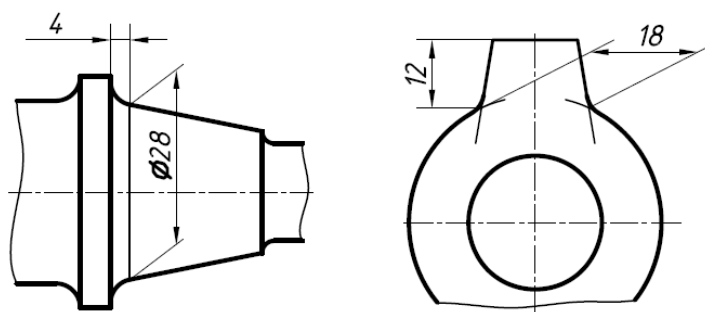


Рисунок 9 – Пример нанесения размерных и выносных линий в виде параллелограмма

Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям (рисунок 10, а, б). Таким образом показывают размеры криволинейного профиля.

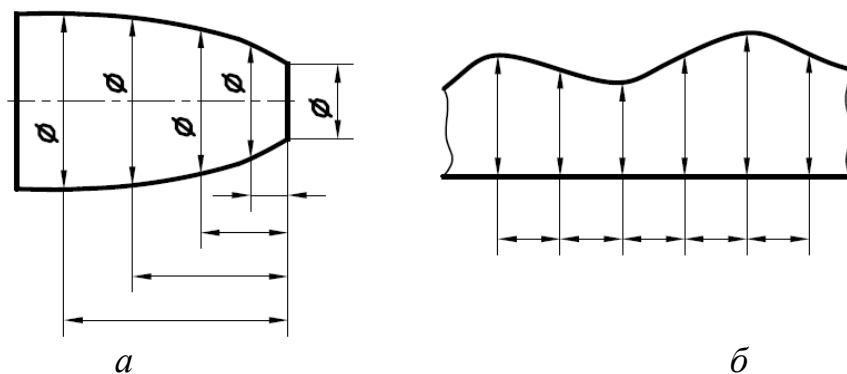


Рисунок 10 – Пример нанесения размеров криволинейного контура

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Выносные линии проводят от линий видимого контура, за исключением случаев, когда при нанесении размеров на невидимом контуре отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения. Выносные линии должны выступать за концы стрелок размерной линии на 1 – 5 мм.

Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной и параллельной ей линией контура, осевой, выносной и других линий – 10 мм (рисунок 11).

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Для этого более короткие линии, выносимые за пределы контура, помещают ближе к контуру, а более длинные – дальше от него.

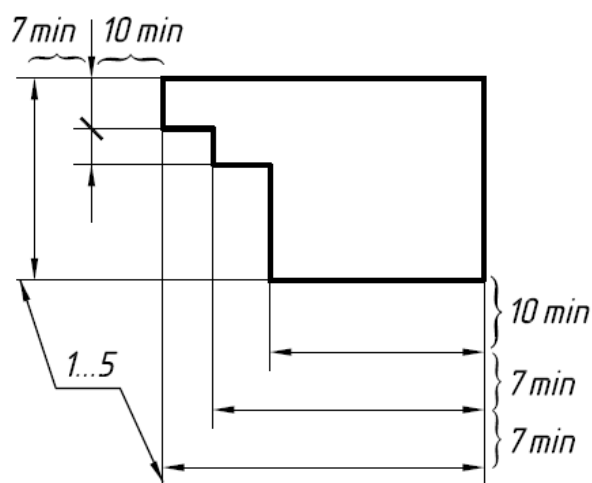


Рисунок 11 – Расположение параллельных размерных линий

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

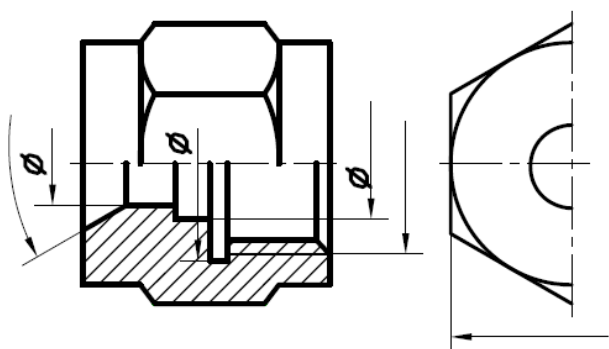


Рисунок 12 – Примеры нанесения размеров для части изображения

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета (рисунок 12).

Размерные линии допускается проводить с обрывом в следующих случаях:

а) при указании размера диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично; при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рисунок 13, а);

б) при нанесении размеров от базы, не показанной на изображении (рисунок 13, б).

При изображении предмета с разрывом размерную линию не прерывают (рисунок 14), при нанесении размера указывают действительный размер.

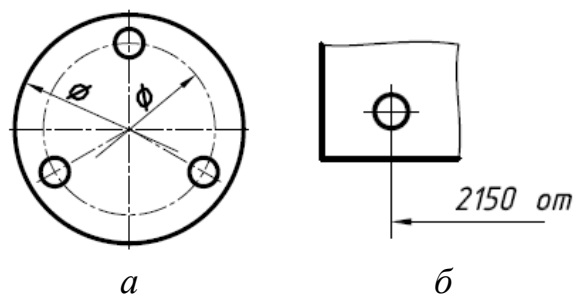


Рисунок 13 – Примеры нанесения размерной линии с обрывом

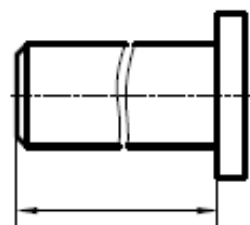


Рисунок 14 – Нанесение размера предмета с разрывом

Размерные числа

Размерные числа располагают над размерной линией, параллельно ей и ближе к ее середине (рисунок 15).

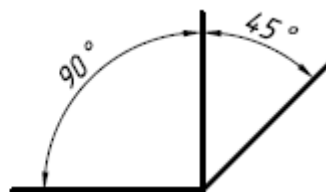
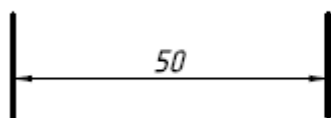


Рисунок 15 – Примеры расположения размерных чисел

При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий (рисунок 7 а, в).

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рисунок 16).

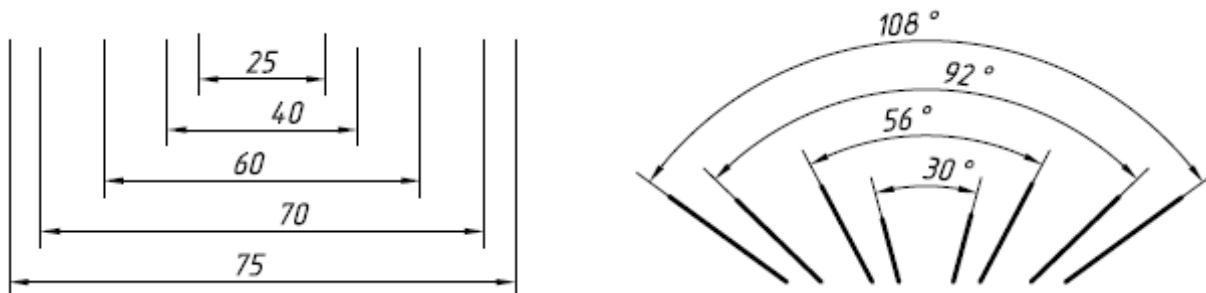


Рисунок 16 – Пример расположения размерных чисел для параллельных и концентрических размерных линий

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рисунке 17, а. Для размеров в заштрихованной зоне размерные числа наносят на полке линии-выноски. Угловые размеры наносят так, как показано на рисунке 17, б.

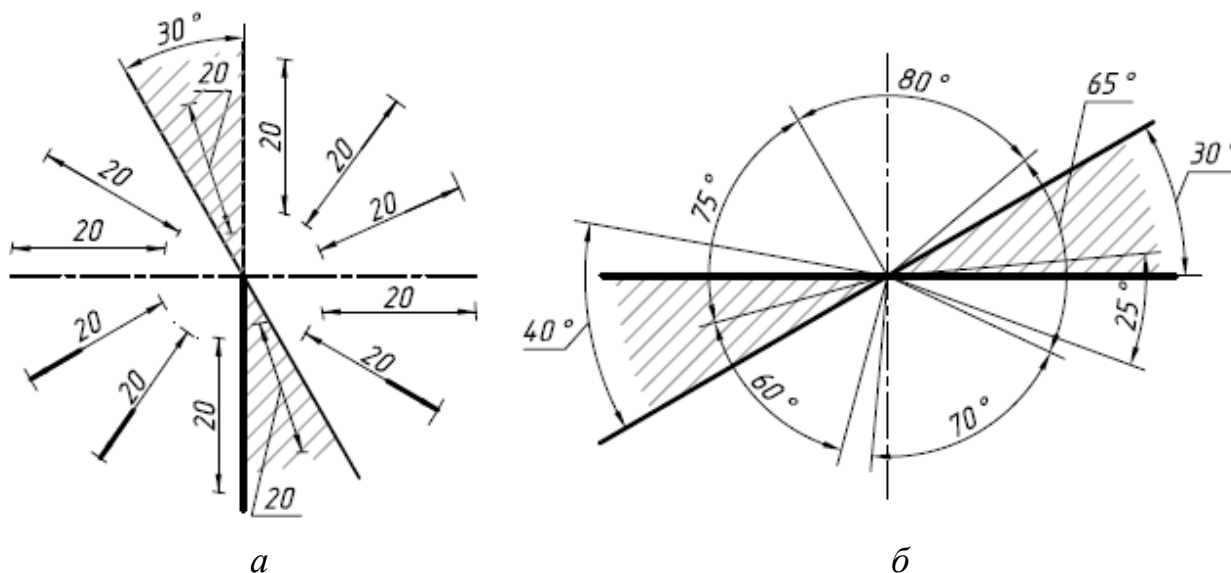


Рисунок 17 – Расположение размерных чисел

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на рисунке 18, а.

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям или четко наносимыми точками (рисунок 18, б).

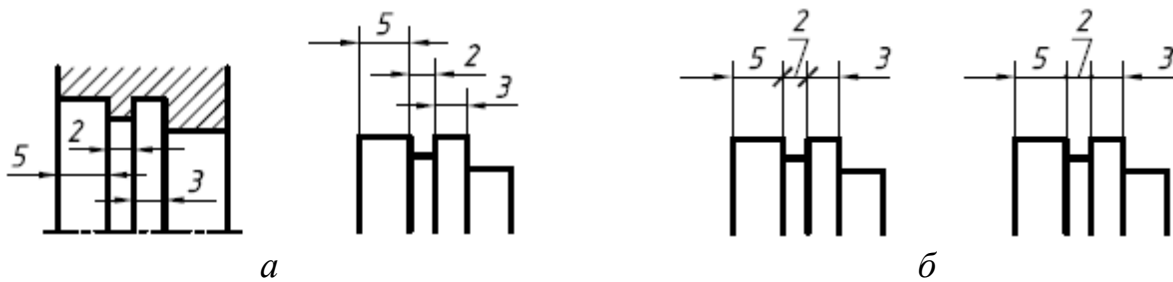


Рисунок 18 – Нанесение стрелок размерных линий при недостатке места

При недостатке места из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать (рисунок 19).

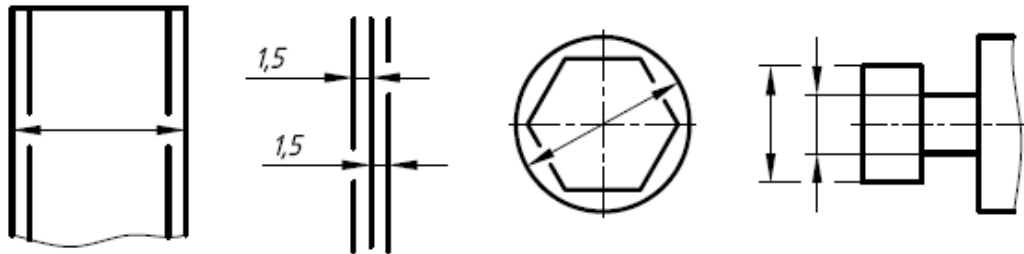


Рисунок 19 – Примеры прерывания основной и выносной линии для стрелки

Если недостаточно места для нанесения стрелок или размерного числа, то их наносят как показано на рисунке 20.

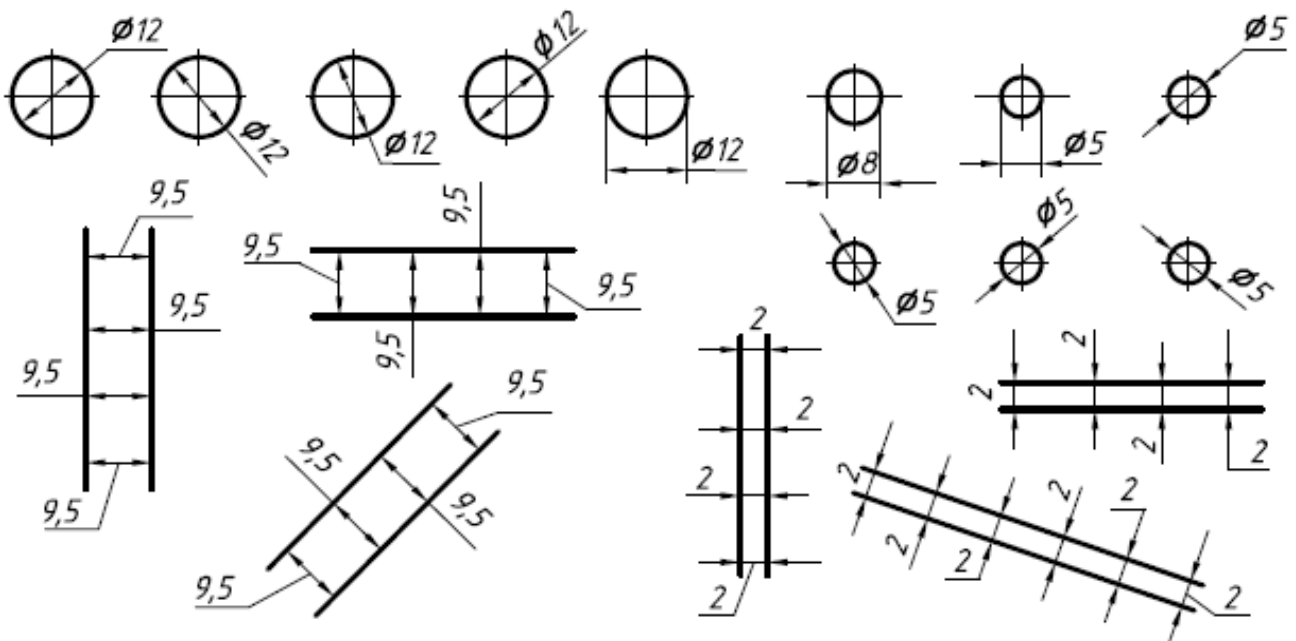


Рисунок 20 – Примеры нанесения стрелок размерных линий и размерных чисел при недостатке места

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения осевых или центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые и линии штриховки прерывают (рисунок 21, а, б).



Рисунок 21 – Прерывание осевых линий и линий штриховки в месте нанесения размерного числа

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), рекомендуется группировать их в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рисунок 22).

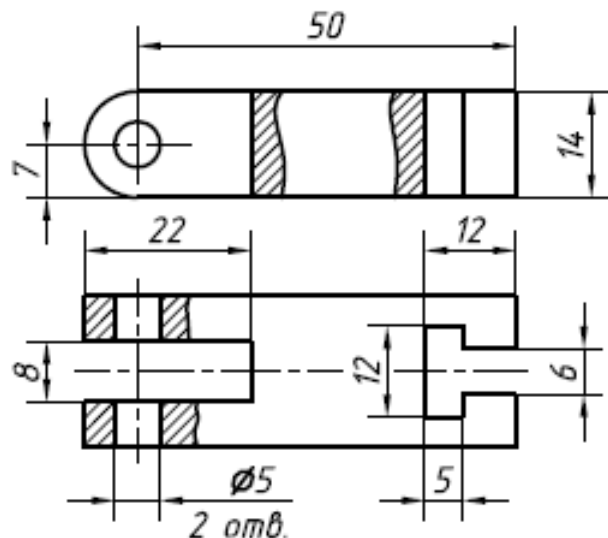


Рисунок 22 – Пример нанесения размеров

4.5.3 Особенности нанесения размеров различных конструктивных элементов

Радиусы. При нанесении размера радиуса дуги окружности размерную линию проводят, как правило, из ее центра, радиально; размерная линия радиуса ограничивается одной стрелкой, упирающейся в линию определяемой дуги, а перед размерным числом помещают прописную букву «**R**».

Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий (рисунок 23, *а*). Если надо показать координаты вершины скругляемого угла или центра дуги, то выносные линии проводят от точки пересечения сторон скругляемого угла или центра дуги.

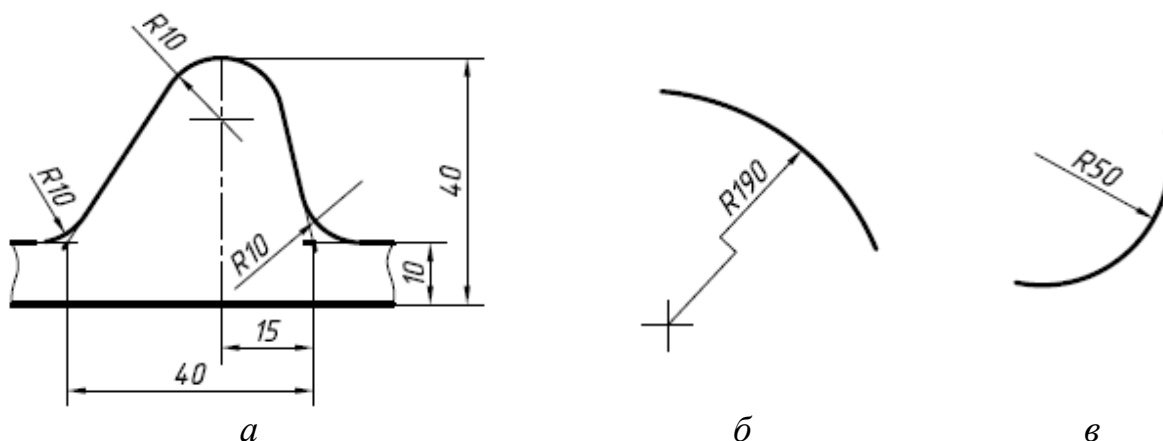


Рисунок 23 – Примеры нанесения размеров радиусов

При большом радиусе центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (рисунок 23, *б*). Если нет необходимости указывать на чертеже точное положение центра дуги, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра или смещать (рисунок 23, *в*).

При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой (рисунок 24, *а*).

При совпадении центров нескольких радиусов их размерные линии допускается не доводить до центра, кроме крайних (рисунок 24, *б*).

Размеры одинаковых радиусов допускается указывать на общей полке, как показано на рисунке 24, *в*.

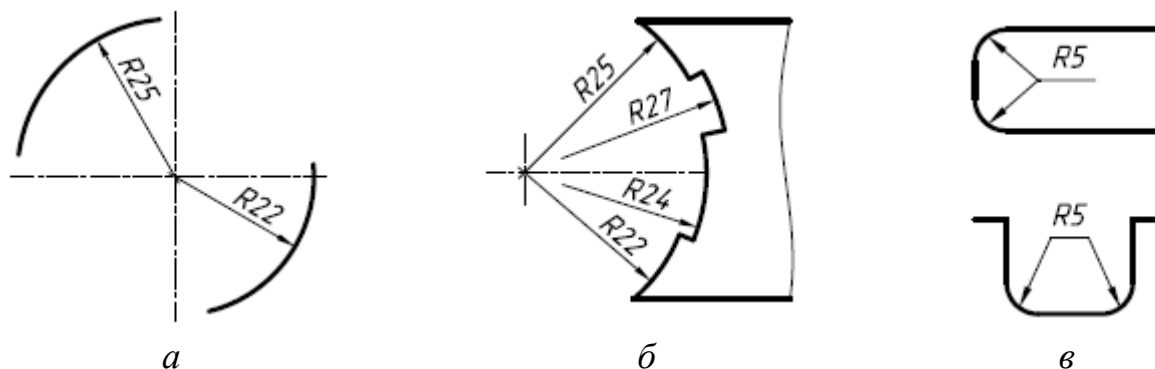


Рисунок 24 – Примеры нанесения размеров радиусов

Размеры радиусов наружных скруглений наносят, как показано на рисунке 25, *а*, внутренних скруглений - на рисунке 25, *б*.

Радиусы скругления, размер которых не более 1 мм, на изображении не указывают и их размеры наносят, как показано на рисунке 25, *в*.

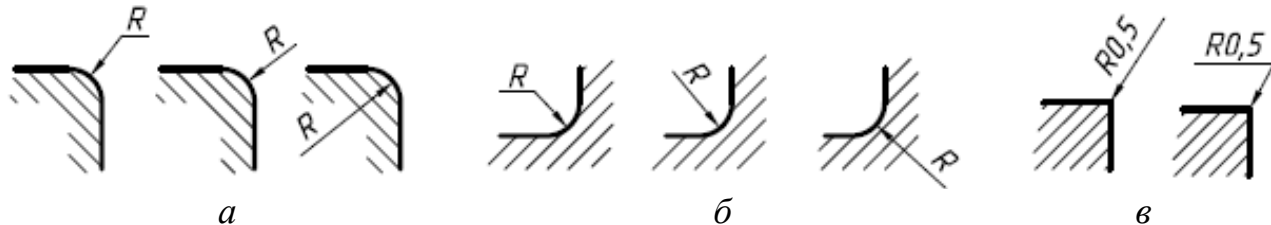


Рисунок 25 – Примеры нанесения радиусов скруглений

Способ нанесения размерных чисел при различных положениях размерных линий (стрелок) на изображении определяют наибольшим удобством чтения.

Диаметры. При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак « \varnothing ».

Сфера. Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы также наносят знак « \varnothing » (« R ») без надписи "Сфера" (рисунок 26).

Если на изображении трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается наносить слово «Сфера» или знак « \bigcirc », например, «Сфера $\varnothing 18$ », « $OR12$ ».

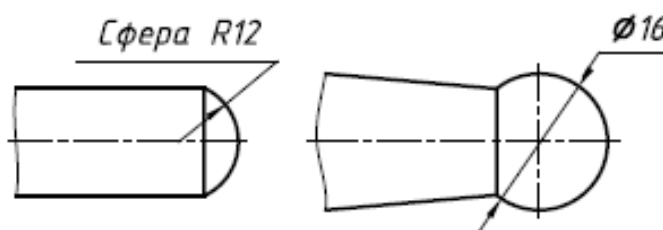


Рисунок 26 – Примеры нанесения размеров сферы

Диаметр знака сферы равен размеру размерных чисел.

Квадрат. Размеры квадрата наносят, как показано на рисунке 27. Высота знака « \square » должна быть равна высоте размерных чисел.

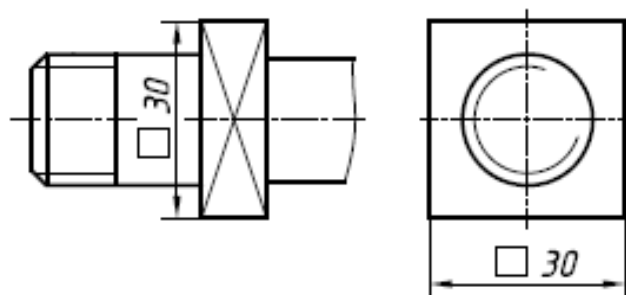


Рисунок 27 – Примеры нанесения размеров квадрата

Дуга окружности.

При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят концентрично дуге, а выносные линии - параллельно биссектрисе угла и над размерным числом наносят знак « \frown » (рисунок 28, а).

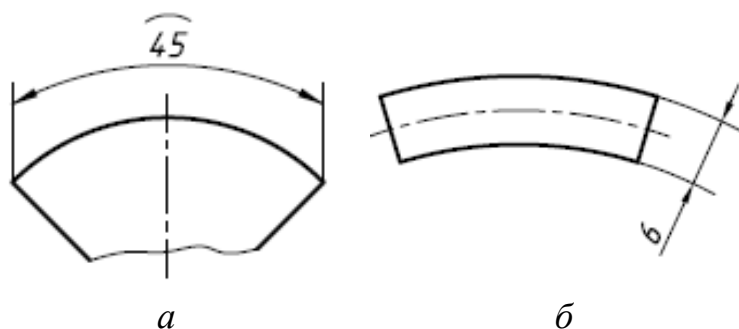


Рисунок 28 – Примеры нанесения размеров дуги окружности

При нанесении размеров криволинейных деталей, размерные линии следует проводить в радиусном направлении, а выносные - по дугам окружностей (рисунок 28, б).

Конусность. Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак « \triangleleft », острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рисунок 29). Знак конуса и конусность в виде соотношения следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски.

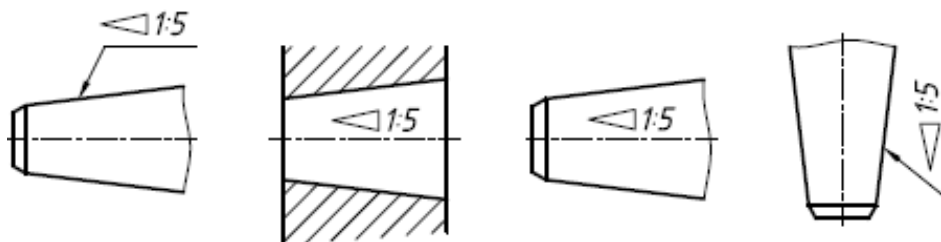


Рисунок 29 – Примеры нанесения конусности

Уклон. Уклон поверхности следует указывать у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения (рисунок 30, а), в процентах (рисунок 30, б). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак « \triangleleft », острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.

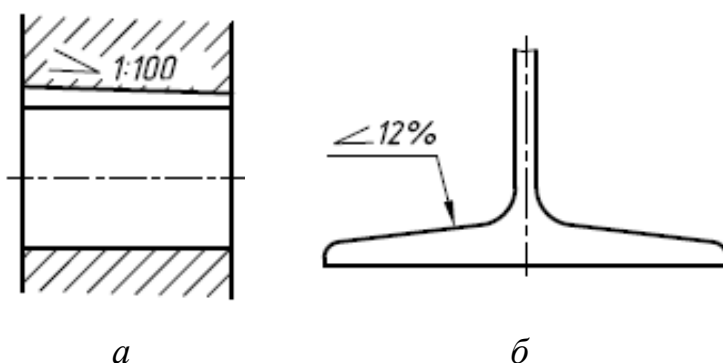


Рисунок 30 – Примеры нанесения уклона

Фаски. Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рисунке 31, а. Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам - линейным и угловым размерами (рисунок 31, б) или двумя линейными размерами (рисунок 31, в).

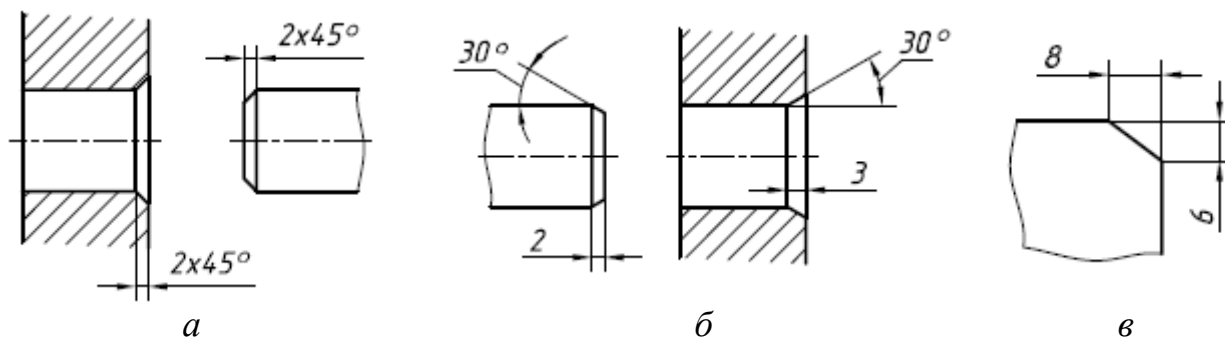


Рисунок 31 – Примеры нанесения размеров фасок

Прямоугольные элементы. Размеры детали или отверстия прямоугольного сечения могут быть указаны на полке линии-выноски размерами сторон через знак умножения. При этом на первом месте должен быть указан размер той стороны прямоугольника, от которой проводят линию-выноску (рисунок 32).

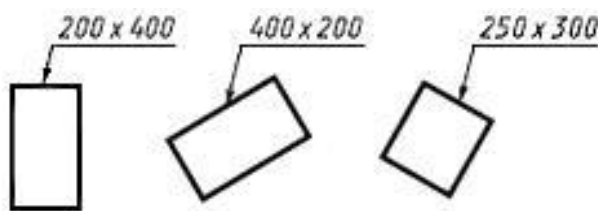


Рисунок 32 – Размеры прямоугольных элементов

Толщина и длина детали. При изображении детали в одной проекции размер ее толщины или длины наносят, как показано на рисунке 33.

Толщина детали обозначается латинской буквой «s», а длина – «ℓ».

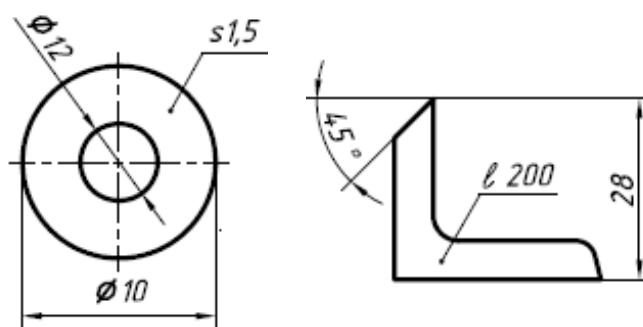


Рисунок 33 – Указание толщины и длины детали

Размеры одинаковых элементов. Размеры нескольких одинаковых элементов изделия (отверстия, фаски, пазы и др.), как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рисунок 34).

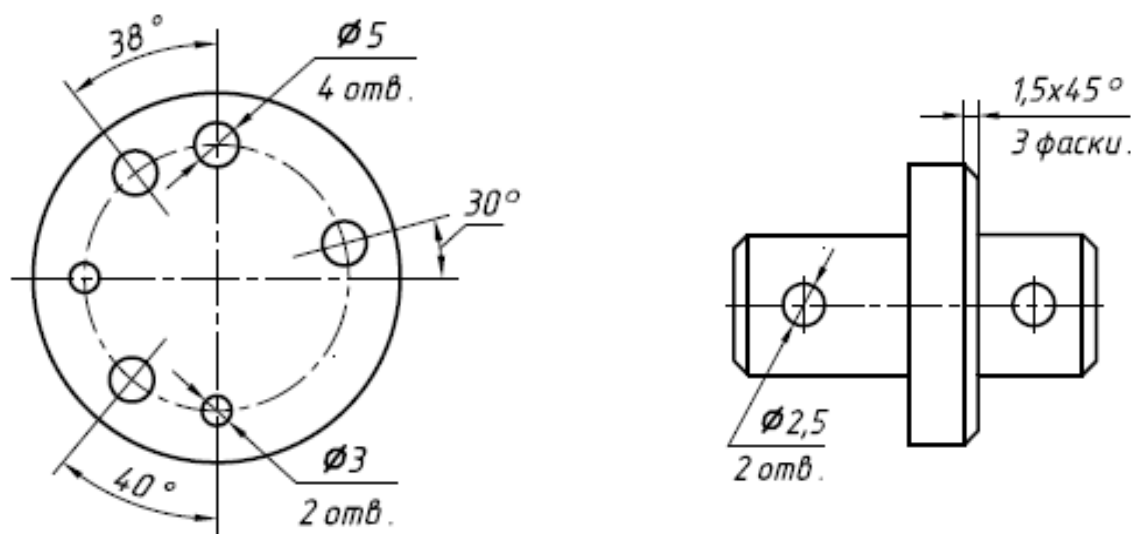


Рисунок 34 – Примеры нанесения размеров одинаковых элементов

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рисунок 35).

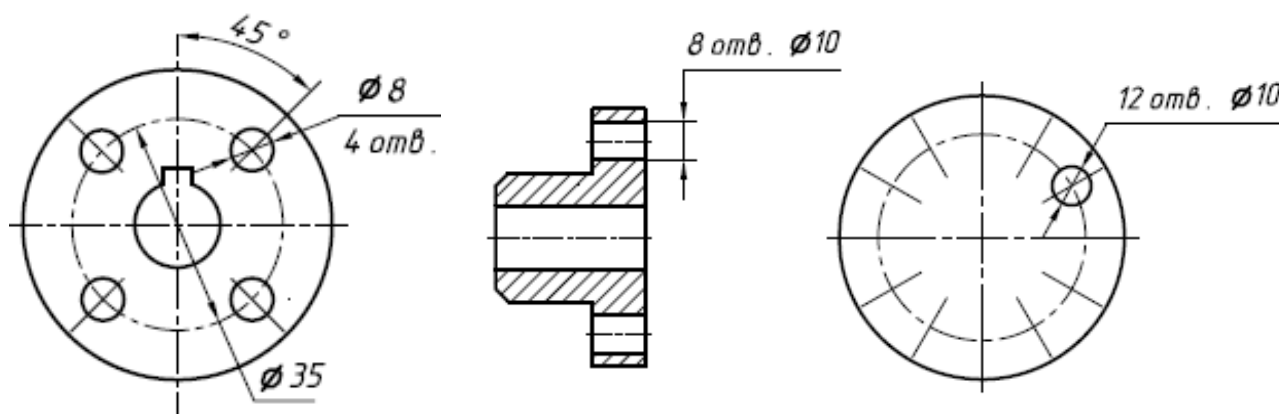


Рисунок 35 – Примеры нанесения размеров элементов, расположенных равномерно по окружности

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, 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 (рисунок 36).

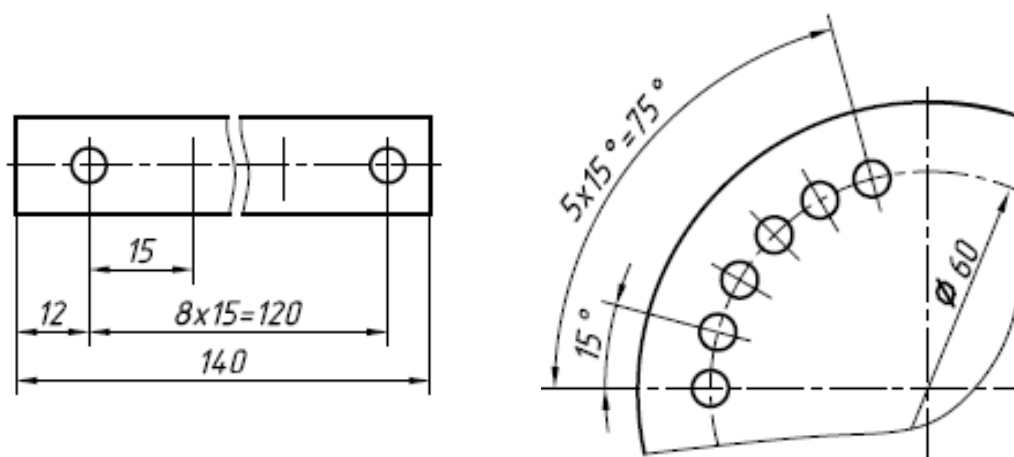


Рисунок 36 – Пример нанесения размеров между равномерно расположенными элементами

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры (рисунок 37). Количество одинаковых отверстий всегда указывают полностью, а их размеры - только один раз.

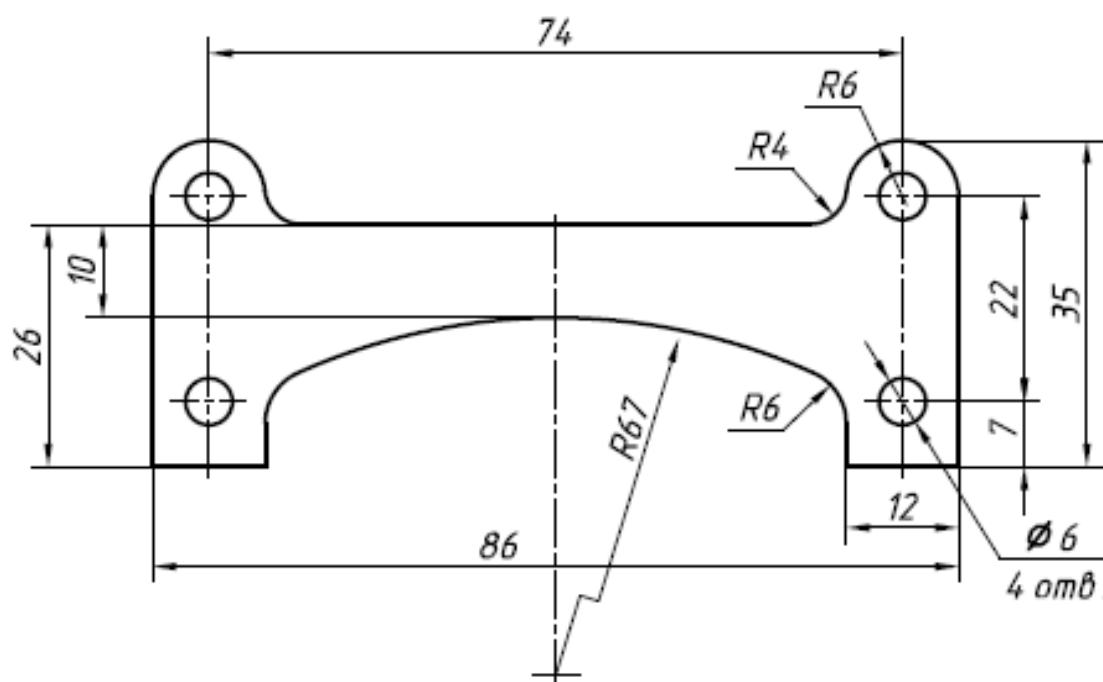


Рисунок 37 – Пример нанесения размеров симметрично расположенных элементов

5 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

5.1 Уклон

Плоский угол может быть задан не угловой градусной величиной, а отношением линейных величин – длин катетов прямоугольного треугольника, содержащего этот угол.

Уклон – это отношение высоты подъема линии к длине участка, на котором происходит этот подъем (рисунок 38):

$$i = \frac{h}{\ell} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Уклон выражают отношением чисел или в процентах, например 1:4; 1:20; 10 %; 12 % т.п.

Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак « \angle », острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.

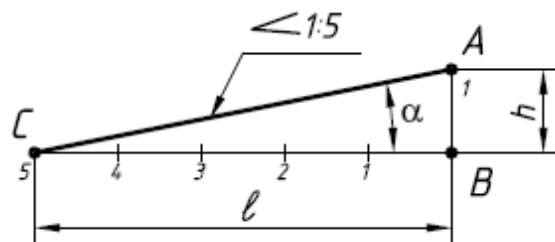


Рисунок 38 – Построение уклона

Незначительный уклон допускается изображать на чертеже с увеличением.

Для построения на чертеже прямой с заданным уклоном, например $i = 1 : 5$ (рисунок 38), проводят две прямые под прямым углом, откладывают вертикальный отрезок AB , произвольной длины (условная единица) и горизонтальный отрезок BC , длина которого составляет $5AB$ (5 условных единиц). Отрезок AC имеет по построению заданный уклон.

5.2 Конусность

При определении размеров конуса вращения (или усеченного конуса) используется понятие конусности.

Конусность – это отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса вращения к расстоянию между ними (рисунок 39):

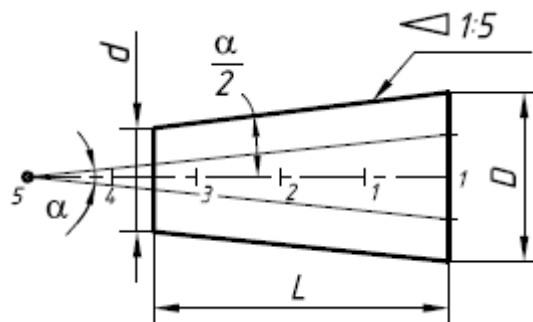


Рисунок 39 – Построение конусности

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

Это отношение равно удвоенному тангенсу половины угла при вершине конуса, т.е. конусность равна удвоенному уклону образующей конуса к его оси.

Конусность может быть задана отношением чисел или в процентах. Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак « \angle », острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рисунок 39).

Построение конусности $1:n$ относительно данной оси сводится к построению уклона $1:2n$ с каждой стороны оси (рисунок 39).

5.3 Построение сопряжений

5.3.1 Сопряжение (касание) прямой и окружности

Сопряжением называется плавный переход одной линии в другую.

При построении сопряжения прямой и окружности используется известный признак касания этих линий: прямая t , касательная к окружности, составляет прямой угол с радиусом, проведенным в точку касания (рисунок 40).

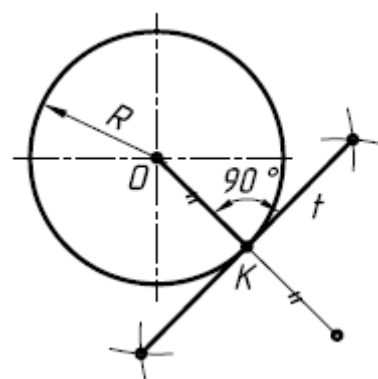


Рисунок 40 – Касание окружности и прямой

Точка O называется центром сопряжения; R – радиусом сопряжения; K – точкой сопряжения (касания).

5.3.2 Построение касательной к окружности

Для проведения касательной к окружности через точку, лежащую вне окружности, необходимо:

а) соединить заданную точку A (рисунок 41) с центром окружности O ;

б) отрезок AO разделить пополам и провести вспомогательную окружность радиуса CO (или CA);

в) точку M (или N - задача имеет два решения) соединить с точкой A ; линия AM (или AN) является касательной к заданной окружности.

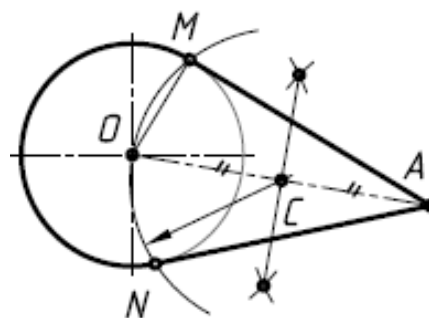


Рисунок 41 – Построение касательной к окружности

5.3.3 Построение прямой, касательной к двум окружностям

При внешнем касании (рисунок 42, а) (обе окружности лежат по одну сторону от прямой):

а) через центр O_1 , большей окружности k_1 , провести вспомогательную окружность n радиуса $(R_1 - R)$;

б) построить касательную к окружности k_1 из точки O (см. п. 5.3.2);

в) точку M соединить с O_1 и продолжаем эту линию до пересечения в точке A с окружностью k_1 ;

г) через точку O провести радиус OB , параллельный линии AO_1 ;

д) через точки A и B провести касательную t_1 .

Задача имеет два решения.

Внутреннее касание двух окружностей (рисунок 42, б) (окружности лежат по разные стороны от прямой) выполняется по аналогии с внешним касанием, но через центр O_1 большей окружности проводится вспомогательная окружность n радиуса $(R_1 + R)$. Задача также имеет два решения, на рисунке 42, б показано только одно решение.

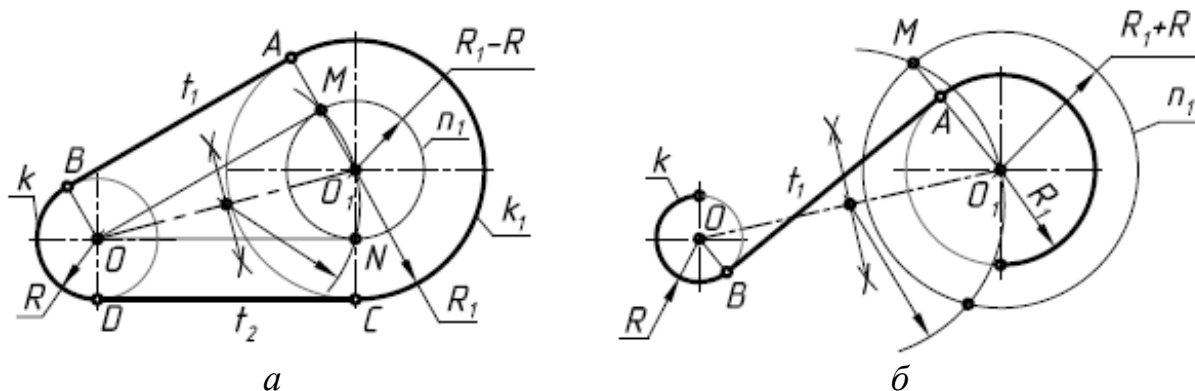


Рисунок 42 – Построение касательной к двум окружностям

5.3.4 Сопряжение пересекающихся прямых дугой окружности заданного радиуса

Построение (рисунок 43) сводится к проведению окружности радиуса R , касающейся одновременно обеих заданных линий. Для нахождения центра этой окружности проводим две вспомогательные прямые, параллельные заданным, на расстоянии R от каждой из них. Точка пересечения

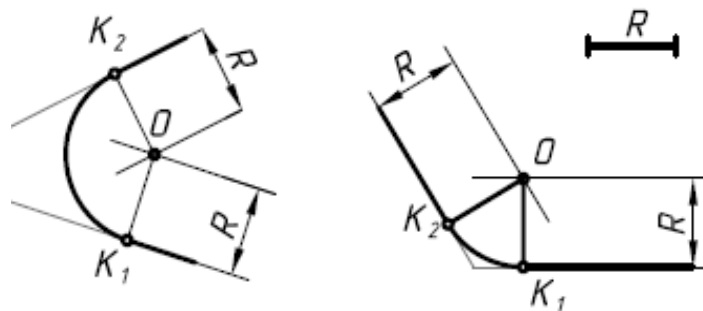


Рисунок 43 – Сопряжение пересекающихся прямых дугой окружности

чения этих прямых является центром O дуги сопряжения. Перпендикуляры, опущенные из центра O на заданные прямые, определяют точки сопряжения (касания) K_1 и K_2 .

5.3.5 Сопряжение окружности и прямой дугой окружности заданного радиуса

На рисунке 44 приведены примеры построения сопряжений окружности и прямой дугой заданного радиуса R .

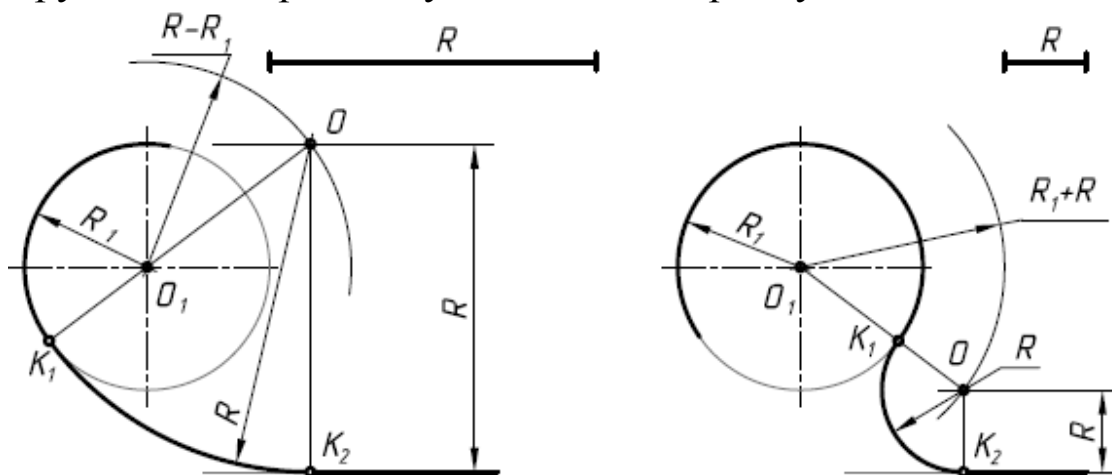


Рисунок 44 – Сопряжения окружности и прямой дугой заданного радиуса R

5.3.6 Сопряжение (касание) окружностей

Различают внешнее (рисунок 45, а) и внутреннее (рисунок 45, б) касание окружностей.

Основные свойства:

а) точка касания K лежит на линии, соединяющей центры касающихся окружностей (линии центров);

б) расстояние O_1O_2 между центрами касающихся окружностей:

при внешнем касании: $O_1O_2 = R_1 + R_2$;

при внутреннем: $O_1O_2 = R_1 - R_2$.

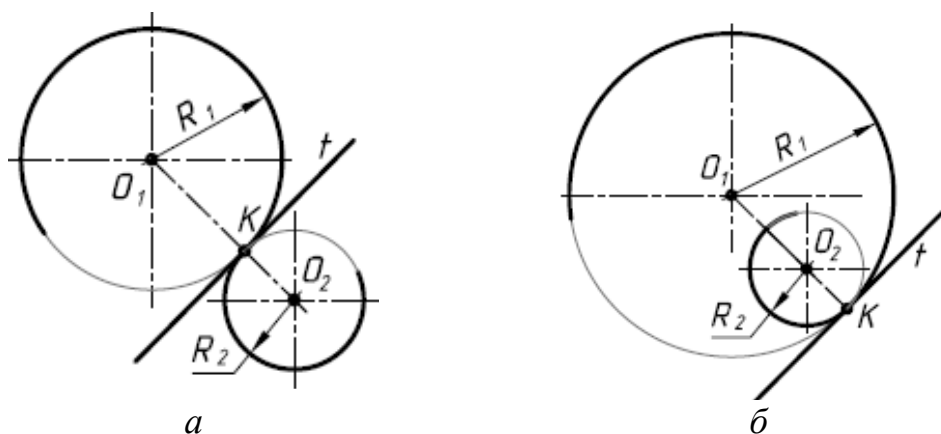


Рисунок 45 – Касание двух окружностей
а – внешнее; б – внутреннее

5.3.7 Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса

Построение сопряжения двух окружностей дугой заданного радиуса основывается на основных свойствах, изложенных в п. 5.3.6.

При внешнем касании (рисунок 46, *а*) из центров O_1 и O_2 проводят две вспомогательные окружности радиусами:

$$(R_1 + R) \text{ и } (R_2 + R),$$

где R – радиус сопряжения.

Точка их пересечения O является центром сопряжения, а точки K_1 и K_2 – точками касания.

При внутреннем касании (рисунок 46, *б*) вспомогательные окружности проводят радиусами $(R - R_1)$ и $(R - R_2)$ из центров данных окружностей.

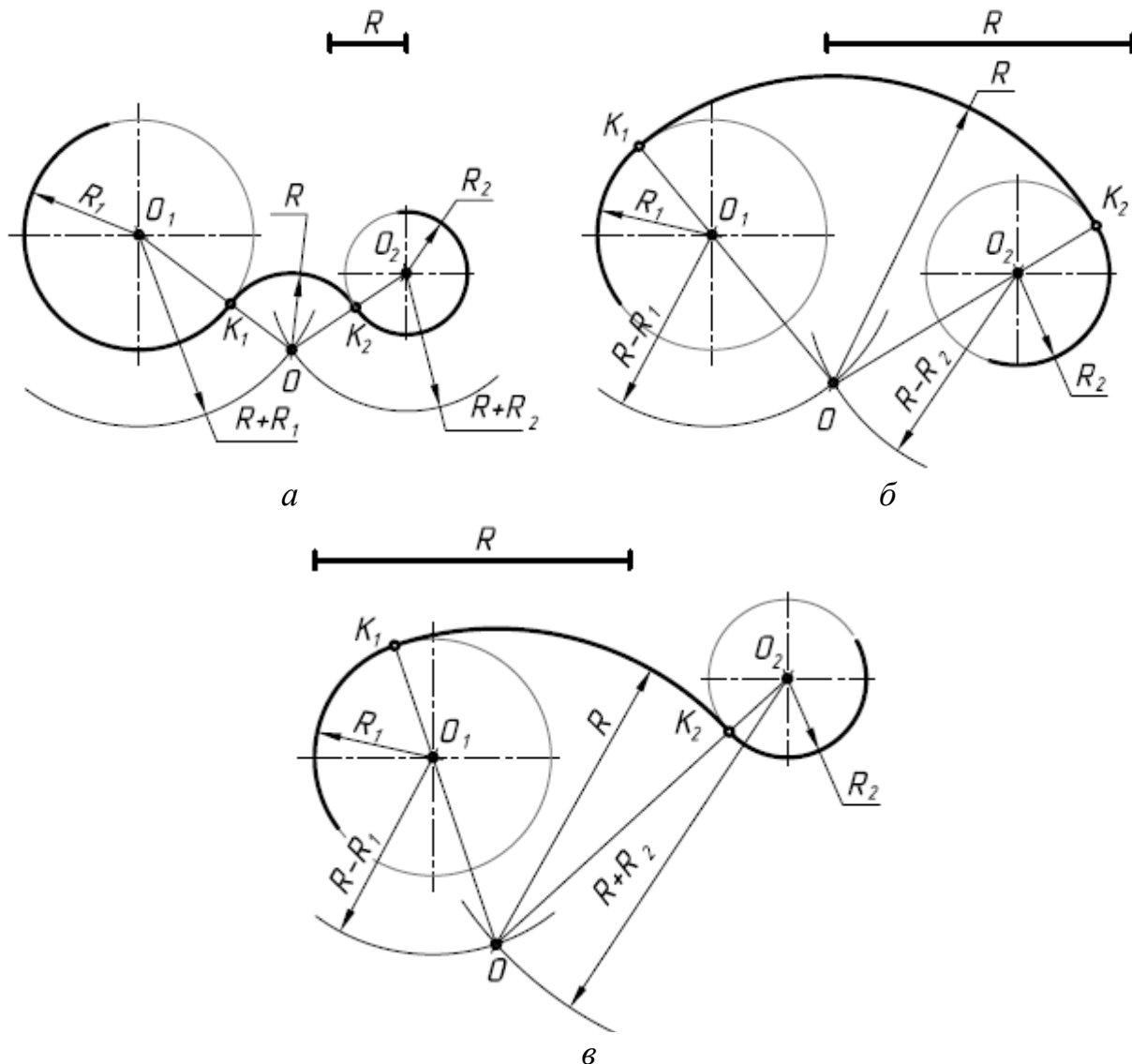


Рисунок 46 – Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса R
а – внешнее; *б* – внутреннее; *в* – внешне - внутреннее

На рисунке 46, б показано построение внешне - внутреннего касания окружностей дугой заданного радиуса R .

5.3.8 Построение сопряжений дугой окружности радиуса R_x , определяемого построением

Исходными данными для построения являются: окружность (дуга) k заданного радиуса R , точка A , через которую проходит сопрягающая дуга неизвестного радиуса R_x , а также линия p , на которой находится центр сопрягающей дуги O_x (рисунок 47).

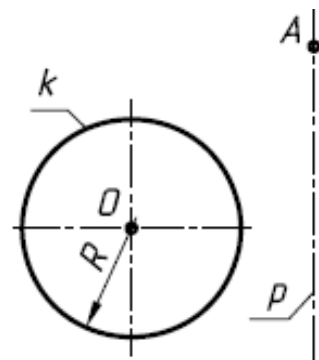


Рисунок 47 – Исходные данные для выполнения сопряжения

На рисунке 48, а, б показано решение задачи способом вспомогательной окружности, концентрической с искомой.

При внутреннем касании заданной и искомой окружностей (рисунок 48, а) радиус вспомогательной окружности меньше радиуса искомой на величину R , при внешнем (рисунок 48, б) - больше на эту же величину.

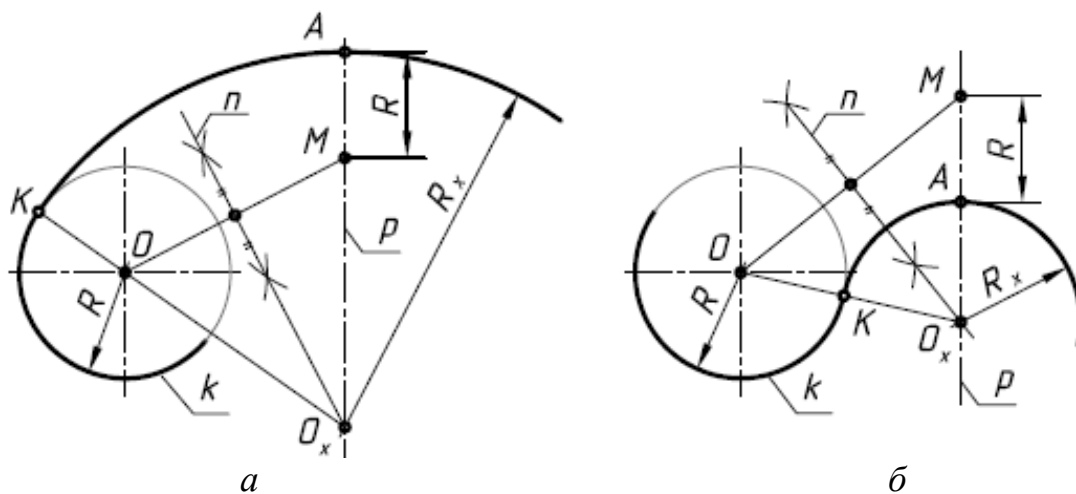


Рисунок 48 – Сопряжение дугой окружности радиуса R_x способом вспомогательной концентрической окружности
а – внутреннее касание; б – внешнее касание

Последовательность построений:

- а) Отметить точку M (на расстоянии R от точки A);
- б) Соединить точки M и O и, рассматривая отрезок OM как хорду вспомогательной окружности, провести перпендикуляр n через его середину до пересечения с линией p в точке O_x ;
- в) Провести линию центров O_xO и определить точку K касания заданной и искомой окружностей; отрезок $O_xK = R_x$.

Подобные построения можно выполнить используя способ гомотетии. Сущность гомотетии: если через точку K касания двух окружностей провести произвольную прямую a (рисунок 49), то радиусы, проходящие через точки ее пересечения с касающимися окружностями, параллельны: $(AO_1 \parallel BO)$. Другими словами: точка касания двух окружностей лежит на линии, проходящей через концы параллельных радиусов.

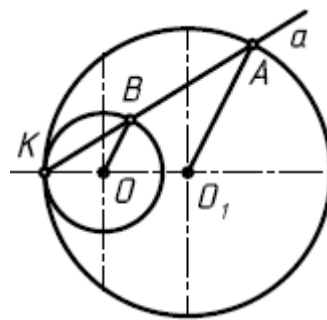


Рисунок 49 – Гомотетия двух касающихся окружностей

В примерах, показанных на рисунках 50, а, б, используется способ гомотетии. Воспользуемся вышесказанным: точки C и B (рисунок 50, а, б) лежат на двух параллельных радиусах заданной и искомой окружностей. Следовательно, если через них провести прямую, она пройдет через точку K касания этих окружностей. Проведя прямую KO до пересечения с прямой p , получаем центр O_x искомой окружности; $O_x L = R_x$.

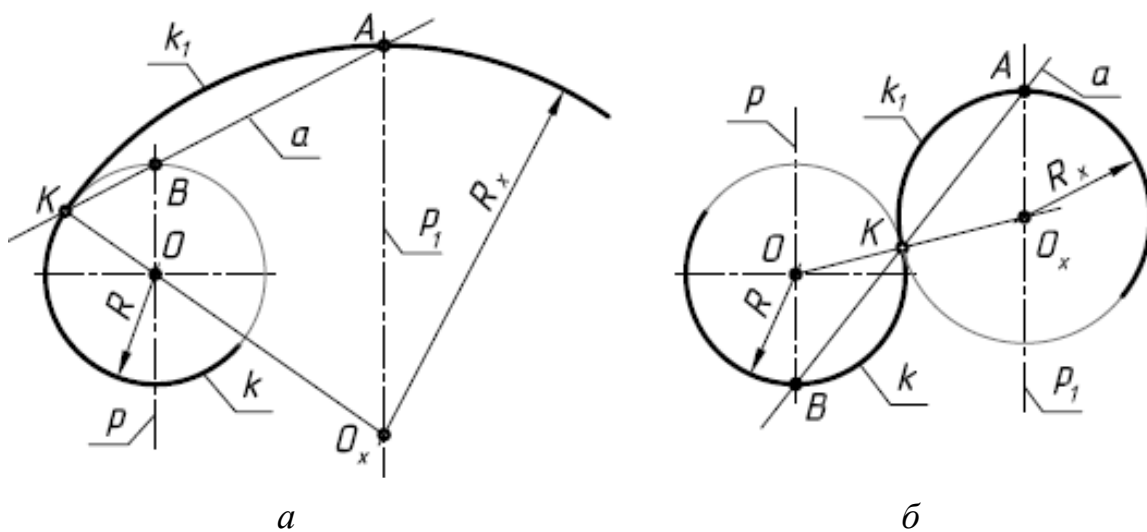


Рисунок 50 – Построение сопряжений способом гомотетии
а – внутреннее касание; б – внешнее касание

6 ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОСТРОЕНИЙ

6.1 Построение профиля сечения швеллера

На примере чертежа профиля сечения швеллера (двутавра) рассматривается построение уклона.

Задания для построения приведены в приложении В.

Уклон внутренней грани полки швеллера равен 10 %, что соответствует соотношению 1:10 (двутавра 12 %).

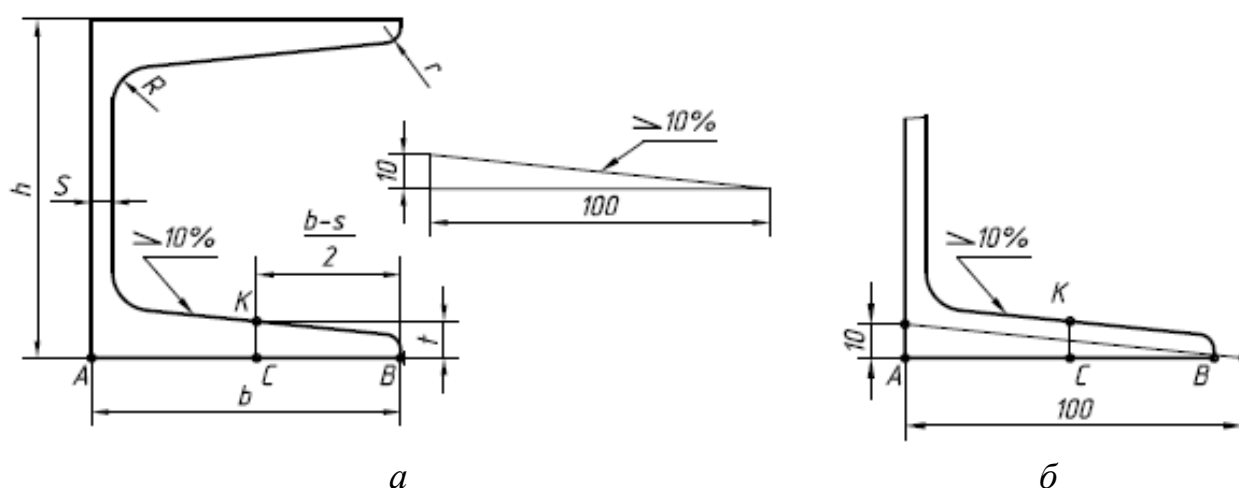


Рисунок 51 – Построение профиля сечения швеллера

Последовательность построений профиля сечения швеллера:

а) провести горизонтальную прямую, отложить на ней отрезок **AB** длины **b** (рисунок 51, *а*);

б) от точки **B** отложить влево отрезок **BC**, равный $(b - S)/2$;

в) от точки **C** вверх откладывают отрезок длины **t** - точка **K** (значения **b**, **S** и **t** заданы в ГОСТ 8240-97(Приложение В));

г) через точку **K**, определяющую место измерения толщины полки, с расчетными координатами $(b - S)/2$ и **t** провести прямую с уклоном 10 %. Для этого нужно построить вспомогательный прямоугольный треугольник с катетами 10 и 100 мм или 5 и 50 мм (рисунок 51, *а*). Вспомогательный треугольник может быть построен как на изображении полки профиля, так и в стороне от него. Параллельно полученной гипотенузе через точку, полученную на контуре профиля швеллера, провести прямую, которая будет иметь заданный уклон. Вариант построений вспомогательного треугольника приведен на рисунке 51, *б*);

д) выполнить сопряжения, заданные радиусами **R** и **r** (см. п. 5.3.4);

е) оформить чертеж: штриховку профиля выполнить тонкими линиями с наклоном 45° на расстоянии 2...3 мм; нанести размеры; выполнить надпись условного обозначения профиля.

Построение сечения профиля двутавра выполняется аналогично. Пример оформления чертежа приведен в приложении Е.

6.2 Построение чертежа валика

На примере выполнения чертежа тела вращения (валика) изучаются понятие конусности, правила изображения поверхностей вращения и плоскостей, конических фасок, особенности вычерчивания протяженных предметов, правила нанесения размеров.

Во всех вариантах валики имеют коническую часть в виде усеченного конуса. На чертеже задан диаметр одного из оснований, высота усеченного конуса и размер конусности. Для определения диаметра второго основания можно сделать расчет, исходя из того, что конусность есть отношение диаметра окружности основания прямого конуса к его высоте, а для усеченного конуса – отношение разности диаметров оснований к его высоте. Например (рисунок 52), если диаметр большего основания $D = 40$ мм, высота $h = 60$ мм, конусность 1:5, то величину меньшего диаметра можно определить:

$$\frac{D-d}{h} = \frac{1}{5}; \quad \frac{40-d}{60} = \frac{1}{5}; \quad d = 28 \text{ мм.}$$

Построение может быть выполнено с помощью вспомогательного треугольника, катеты которого относятся как 1:10. Треугольник можно построить в любом месте чертежа (рисунок 52).

Размер конусности наносится по ГОСТ 2.307-2011 и выражается в процентах или простой дробью.

На этом же чертеже дается понятие «коническая фаска» и нанесение размера этой фаски по ГОСТ 2.307-2011. На рисунке 52 показано изображение и обозначение равнобочной фаски «2х 45° » и фаски с углом 30° высотой 2 мм.

Рассматриваемая деталь имеет хвостовик квадратного сечения. Чтобы выделить плоскость на чертеже, ее перечеркивают тонкими диагональными линиями (рисунок 52). Квадрат при отсутствии проекции, определяющей его конфигурацию, следует обозначить знаком \square , который проставляется перед размерным числом стороны квадрата, например, $\square 10$ (рисунок 52).

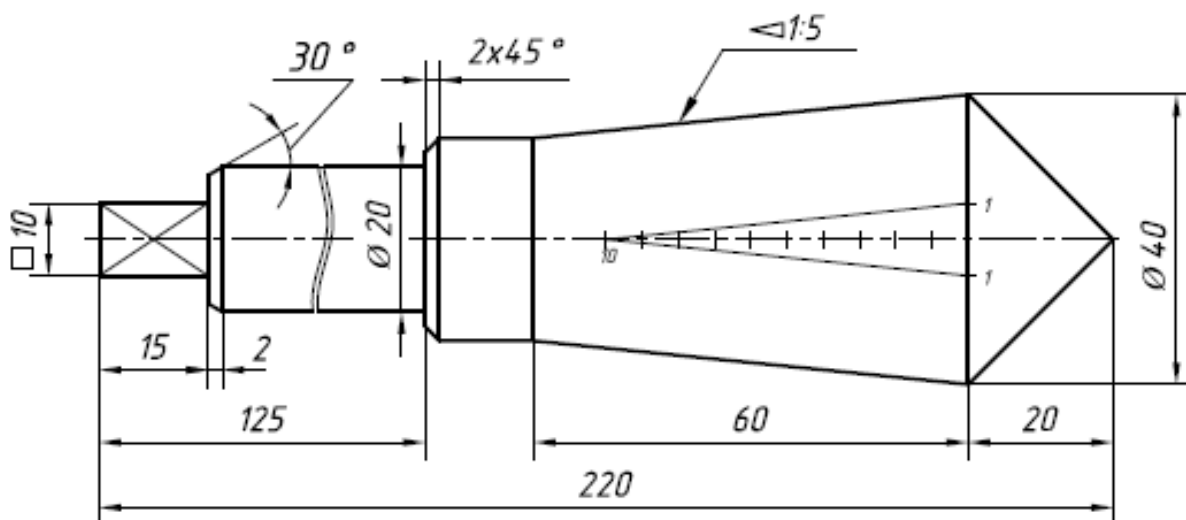


Рисунок 52 – Чертеж валика

На чертеже валика показан условный прием, когда часть детали $\varnothing 20$ большой длины и одинакового сечения (в данном случае цилиндрического) полностью не вычерчивается, а обрывается и концы детали условно сближаются. Размеры в этом случае наносятся действительные.

Пример выполнения задания приведен в приложении Е.

6.3 Построение фигуры с элементами сопряжения

Требуется построить изображение детали, контур которой очерчен отрезками прямых и дуг окружностей, которые плавно (т.е. без точек излома) переходят одна в другую. Такие плавные переходы называются сопряжениями линий, а точки перехода - точками сопряжений. Сопряжения выполняются на основе свойств прямых, касательных к окружностям, или касающихся между собой окружностей.

Рассмотрим последовательность построения очерка прокладки, изображенной на рисунке 53, а. Прокладка – деталь осесимметричная, поэтому достаточно выполнить построения в одной четверти чертежа, остальные будут выполняться аналогичным образом. Для удобства последующих объяснений отдельные участки очерка обозначим цифрами (рисунок 53, б), изображение с линиями построений показано на рисунке 53, в.

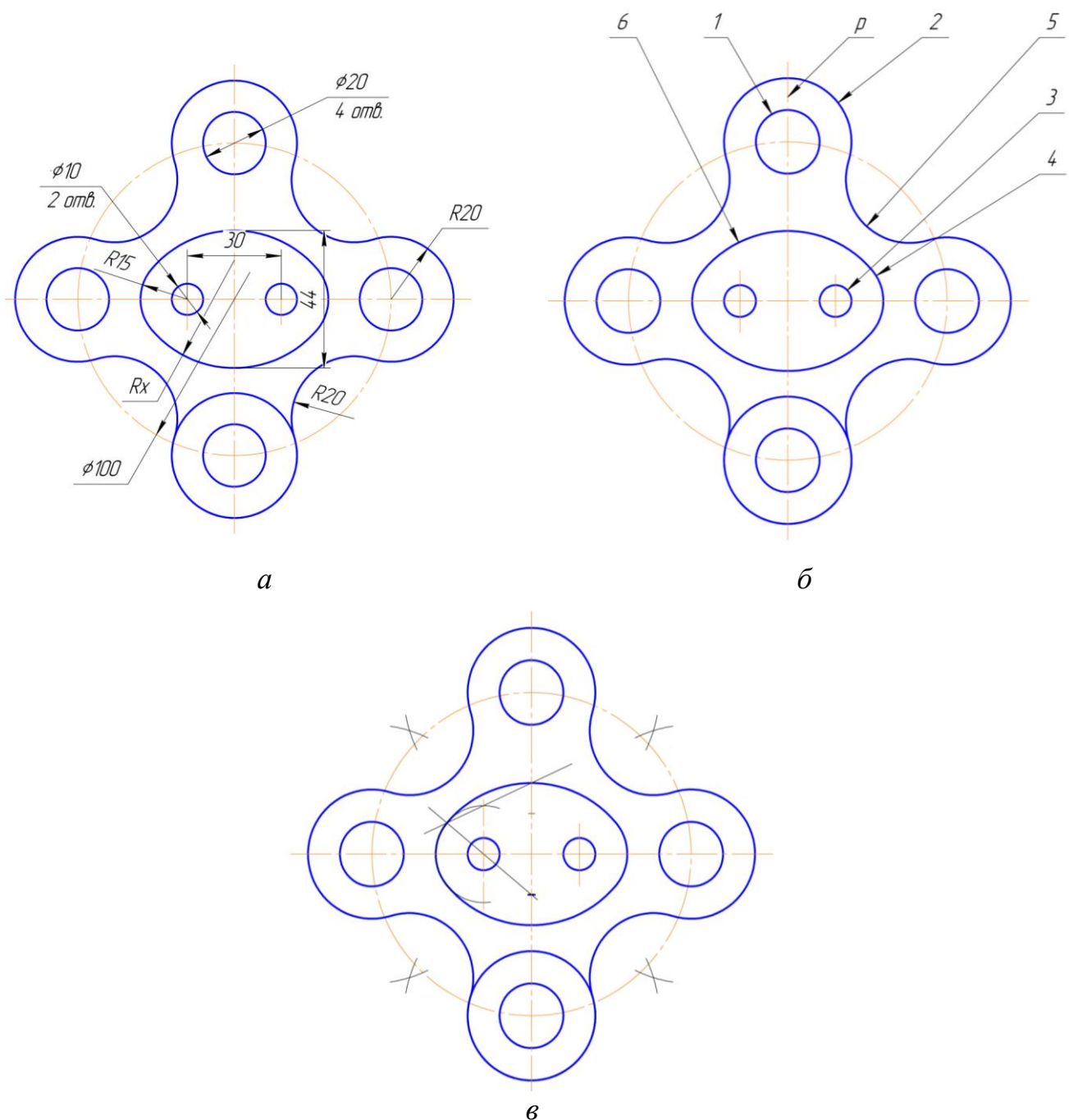


Рисунок 53 – Этапы построения контура прокладки
 а – чертеж прокладки; б – участки очерка прокладки; в – построения очерка прокладки

Последовательность построений:

а) проводим осевые линии и строим элементы, параметры которых известны непосредственно из задания (окружности 1 диаметром 20 мм; дуги окружностей 2 радиусом 20 мм; окружности 3 диаметром 10 мм; дуги окружностей 4 радиусом 15 мм);

б) построение элемента 5. Это – дуга окружности радиусом 20 мм, внешним образом касающаяся двух заданных дуг 2 ($R20$). Построения – см. п 5.3.7, рисунок 46;

в) построение элемента 6. Это - дуга окружности радиуса R_x , определяемого построением. Она проходит через точку B и касается окружности 4. Центр этой окружности лежит на линии p . Способом гомотетии, изложенным в разделе 5.3.8 (рисунок 50, a), определяем центр сопрягающей дуги радиуса R_x , точки сопряжения и величину радиуса. Все построения должны быть выполнены тщательно и сохранены вплоть до обводки чертежа;

г) наносим выносные и размерные линии, выполняем разметку для размерных чисел.

Внимание! Радиус R_x заменяем его числовым значением « $R35^*$ » и отмечаем его звездочкой (это - справочный размер).

Над основной надписью на расстоянии от нее не менее 10 мм выполняем пояснительную надпись: «*Размер для справок» (рисунок 6, п. 4.5.1).

Пример выполнения задания приведен в приложении Е.

ЛИТЕРАТУРА

1 Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей [Текст]: учеб. для вузов / В. С. Левицкий. - М. : Высш. шк., 2004. – 434 с.

2 Чекмарев, А. А. Инженерная графика [Текст]: учебник для вузов / А.А. Чекмарев. - М. : Высш.шк., 2000. – 364 с.:ил.

3 Инженерная графика. Конструкторская информатика в машиностроении [Текст]: учебник для вузов / Г. П. Вяткин, А. К. Болтухин, С. А. Васин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 519 с.

4 Инженерная графика: общий курс [Текст]: учебник для вузов / под ред. В. Г. Букова, Н. Г. Иванцевской. - М.: Логос, 2006. - 230 с.

5 Сорокин, Н. П. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Н. П. Сорокин, Е. Д. Ольшевский, А. Н. Заикина, Е. И. Шибанова. – М.: Лань, 2011. - 400 с.

Приложение А
(справочное)

Шрифт типа Б

А.1 Шрифт типа Б с наклоном

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л

М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч

Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и й к л м

н о п р с т у ф х ц ч ш

щ ъ ы ь э ю я

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3

А.2 Шрифт типа Б прямой

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М

Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш

Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и й к л м н

о п р с т у ф х ц ч ш щ ъ

ы ь э ю я

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3

А.3 Размеры шрифта типа Б

Параметры шрифта	Обозначение	Относи- тельный размер	Размеры, мм						
Размер шрифта – высота прописных букв и цифр	<i>h</i>	$(10/10)h$	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Высота строчных букв	<i>c</i>	$(7/10)h$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
Ширина прописных букв и цифр	<i>q</i>								
<i>I</i>		$(3/10)h$	0,75	1	1,5	2	3	4,2	6
<i>Г, Е, З, С</i> <i>0, 2, 3, , 5, 6, 7, 8, 9</i>		$(5/10)h$	1,25	1,75	2,5	3,5	5	7	10
<i>Б, В, И, Й, К, Л, Н, О,</i> <i>П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э,</i> <i>Я</i> <i>4</i>		$(6/10)h$	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
<i>А, Д, М, Х, Ы, Ю</i>		$(7/10)h$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
<i>Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ</i>		$(8/10)h$	2	2,8	4	5,6	8	12	16
Ширина строчных букв	<i>q</i>								
<i>з, с</i>		$(4/10)h$	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8
<i>а, б, в, г, д, е, и, й, к,</i> <i>л, н, о, п, р, у, х, ц, ч,</i> <i>ь, э, я</i>		$(5/10)h$	1,25	1,75	2,5	3,5	5	7	10
<i>м, ъ, ы, ю</i>		$(6/10)h$	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
<i>ж, т, ф, ш, щ</i>		$(7/10)h$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
Толщина линий шрифта	<i>d</i>	$(1/10)h$	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Расстояние между бук- вами	<i>a</i>	$(2/10)h$	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Минимальный шаг строк	<i>b</i>	$(17/10)h$	4,3	6	8,5	12	17	24	34
Минимальное расстоя- ние между словами	<i>e</i>	$(6/10)h$	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12

Приложение Б
(рекомендуемое)

Пример оформления титульного листа

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
по инженерной графике
студента факультета ИТ и АП
группы 11-АП
Степанова Сергея Викторовича

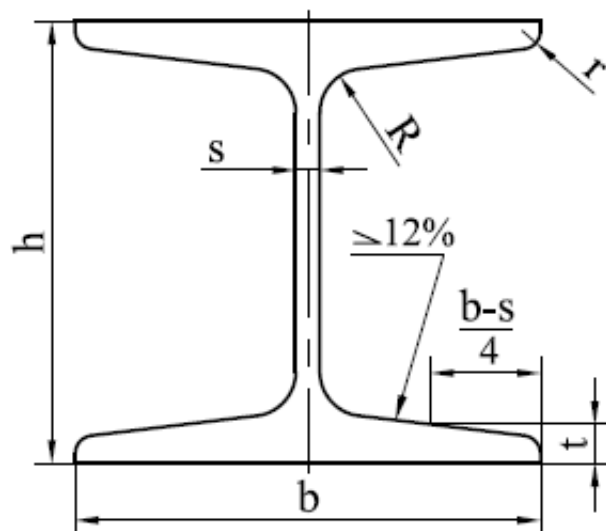
г. Орёл, 2014 г.

Приложение В

(обязательное)

Варианты заданий чертежа профиля

В.1 Двутавры стальные горячекатаные по ГОСТ 8239-89

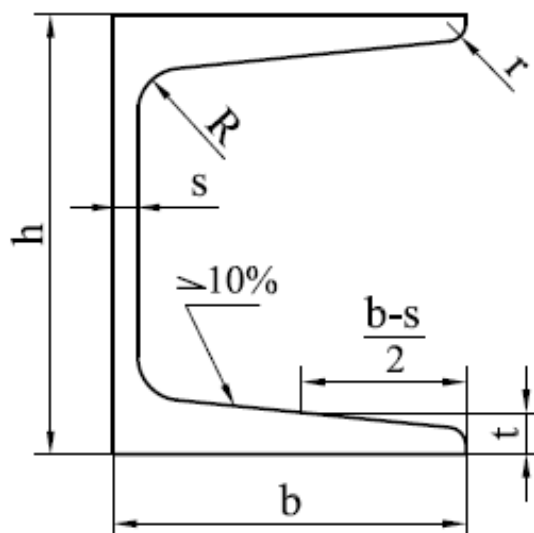


Поперечное сечение двутавра

h - высота двутавра; **b** - ширина полки; **s** - толщина стенки; **t** - средняя толщина полки; **R** - радиус внутреннего закругления; **r** - радиус закругления полки

Вариант	№ профиля	Размеры, мм					
		<i>h</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>R</i>	<i>r</i>
1	10	100	55	4,5	7,2	7,0	2,5
2	12	120	64	4,8	7,3	7,5	3,0
3	14	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0
4	16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5
5	18	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5
6	20	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0
7	22	220	110	5,4	8,7	10,0	4,0
8	24	240	115	5,6	9,5	10,5	4,0
9	27	270	125	6,0	9,8	11,0	4,5
10	30	300	135	6,5	10,2	12,0	5,0
11	33	330	140	7,0	11,2	13,0	5,0
12	36	360	145	7,5	12,3	14,0	6,0
13	40	400	155	8,3	13,0	15,0	6,0
14	45	450	160	9,0	14,2	16,0	7,0
15	50	500	170	10,0	15,2	17,0	7,0

В.2 Швеллеры стальные горячекатаные по ГОСТ 8240-97

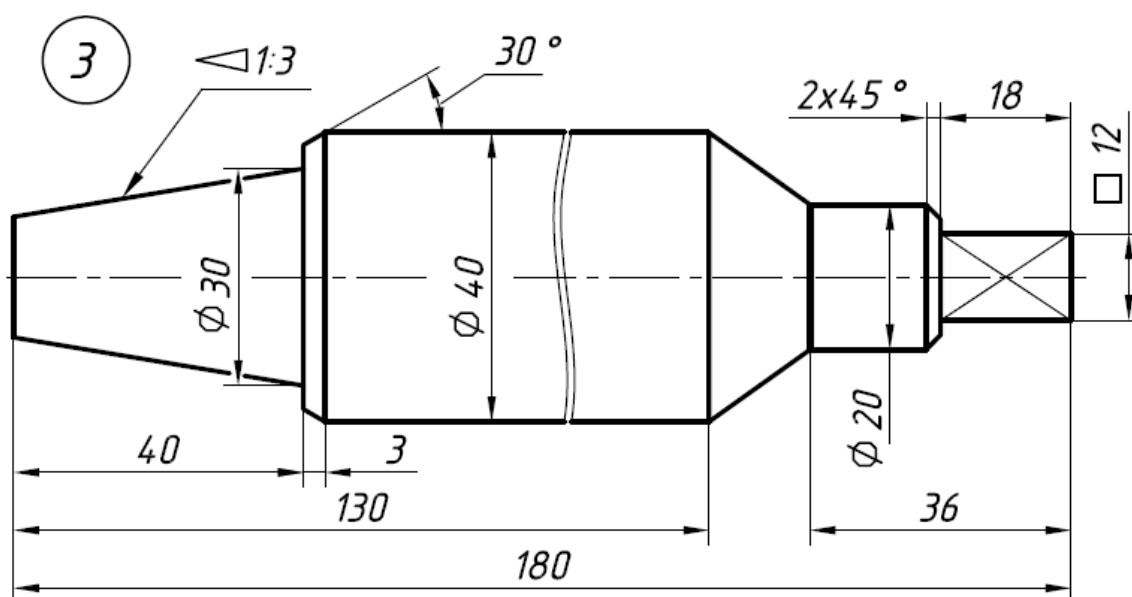
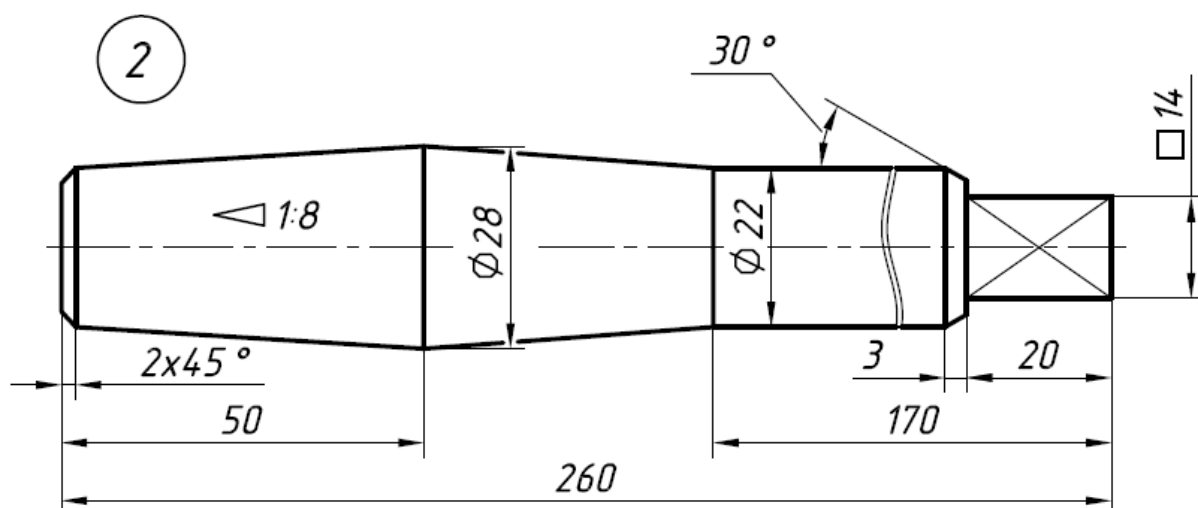
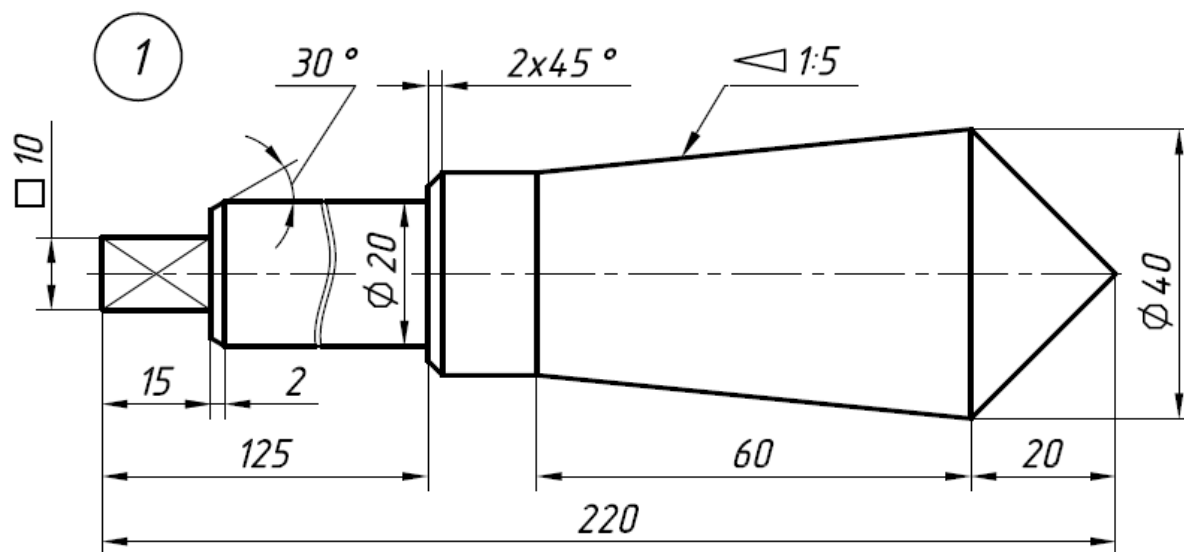


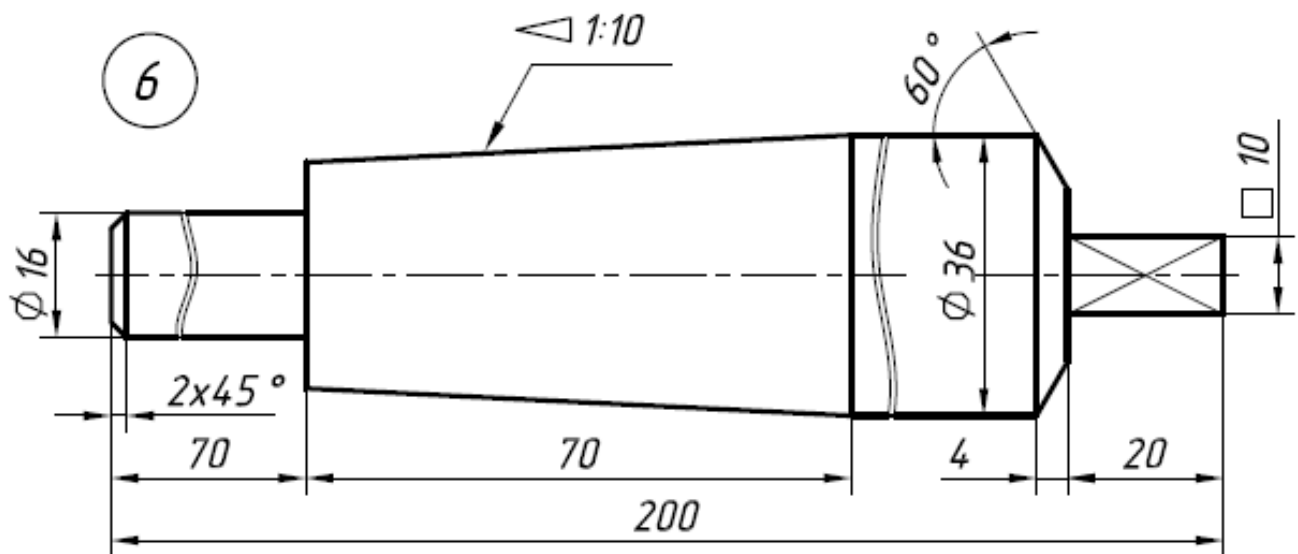
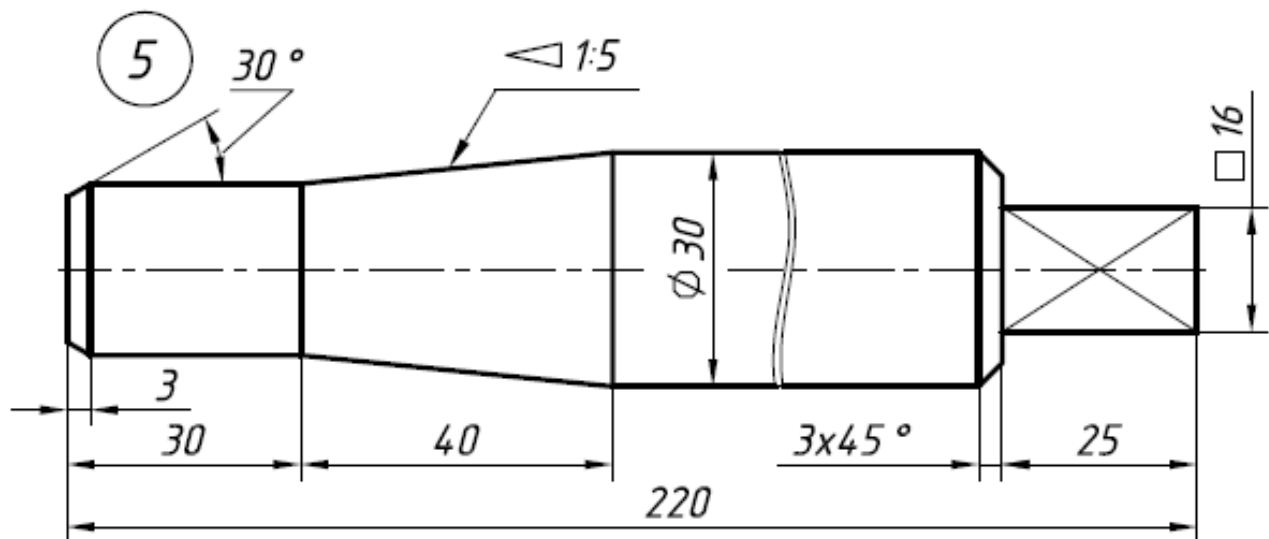
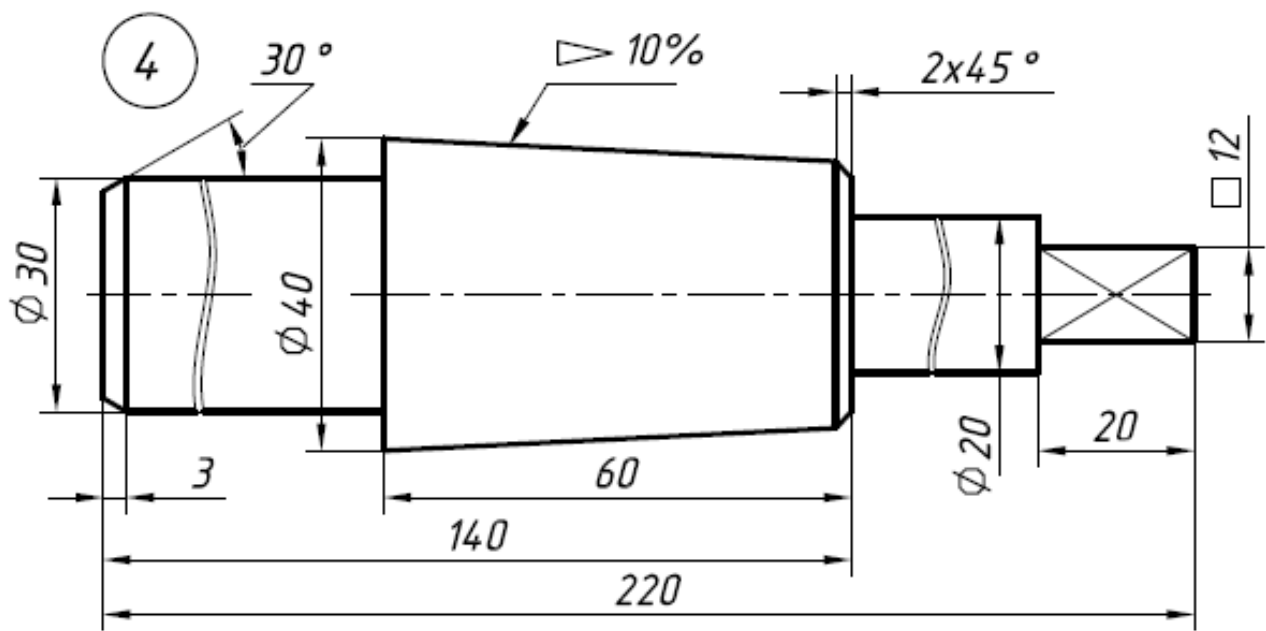
Поперечное сечение швеллера

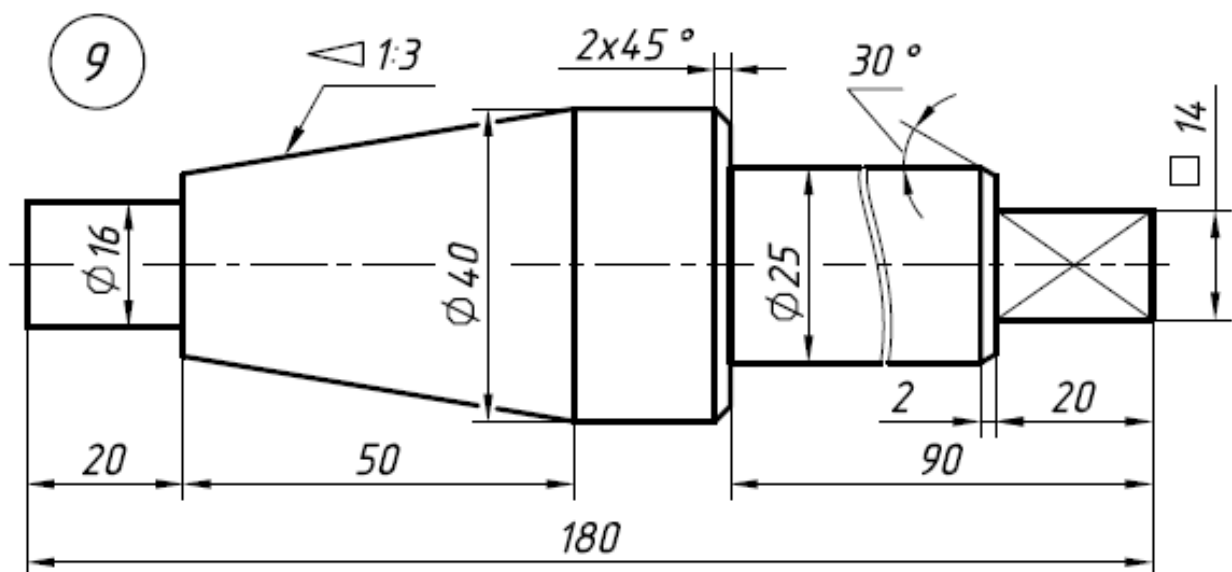
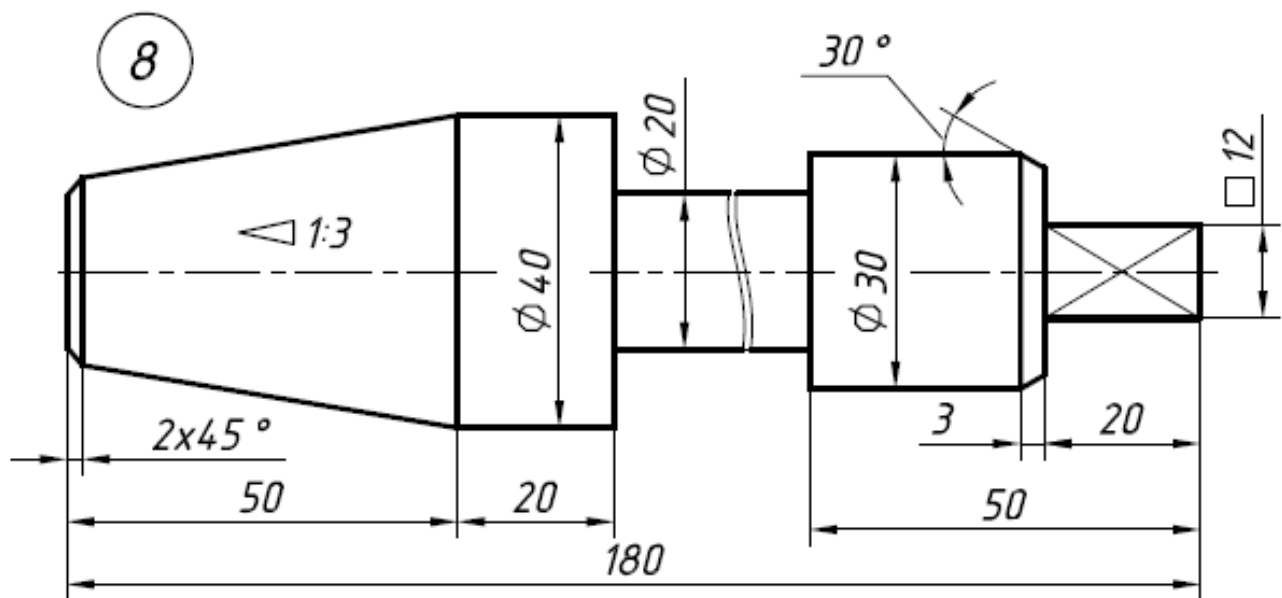
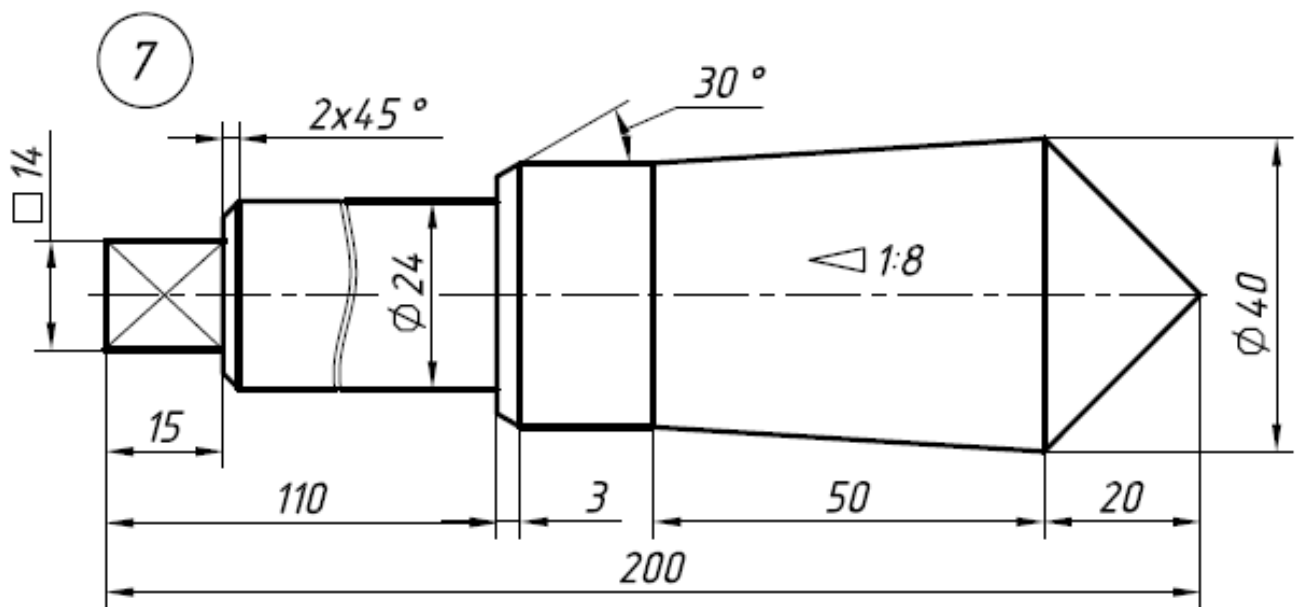
h – высота швеллера; b - ширина полки; s - толщина стенки; t - средняя толщина полки; R - радиус внутреннего закругления;
 r - радиус закругления полки

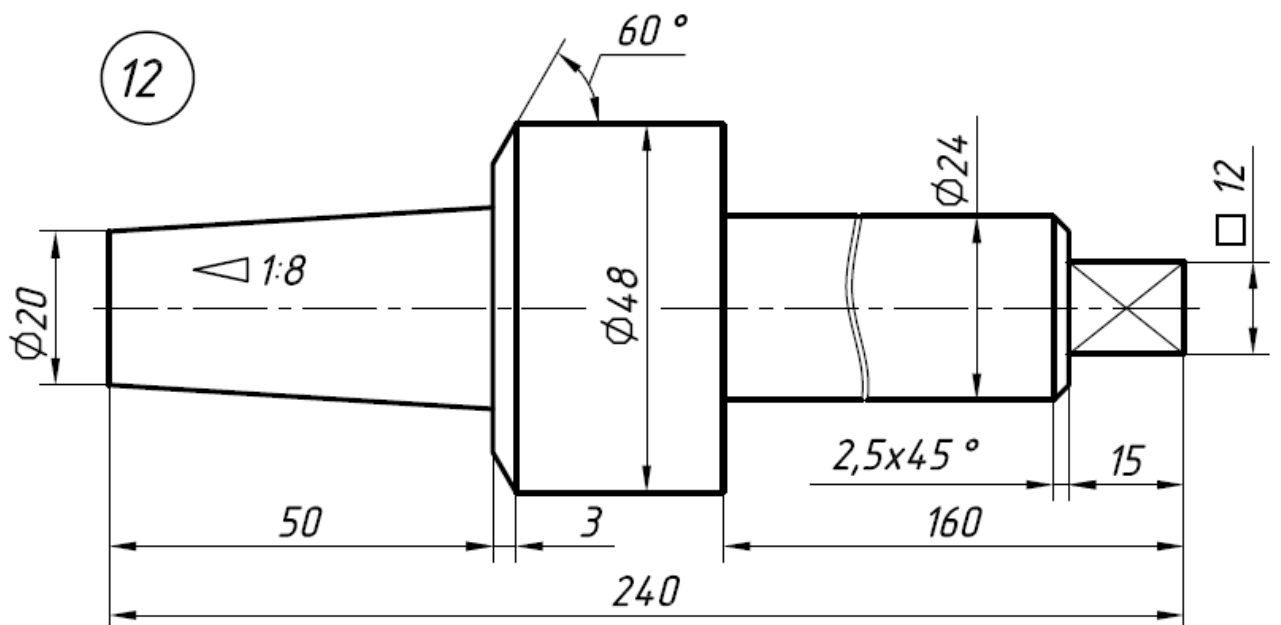
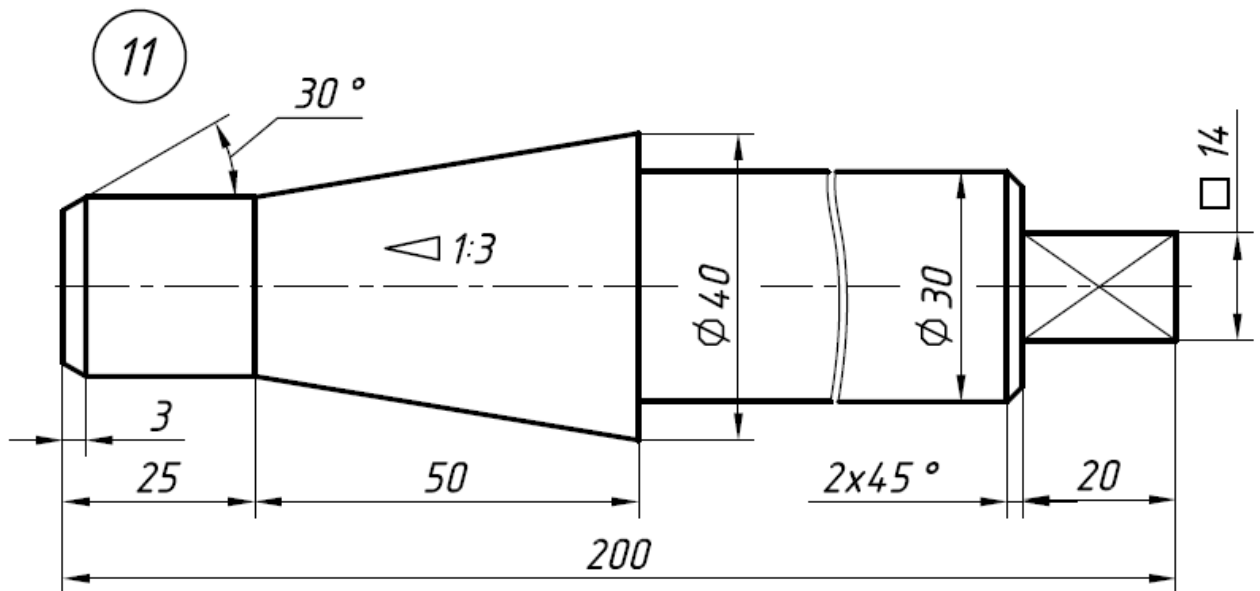
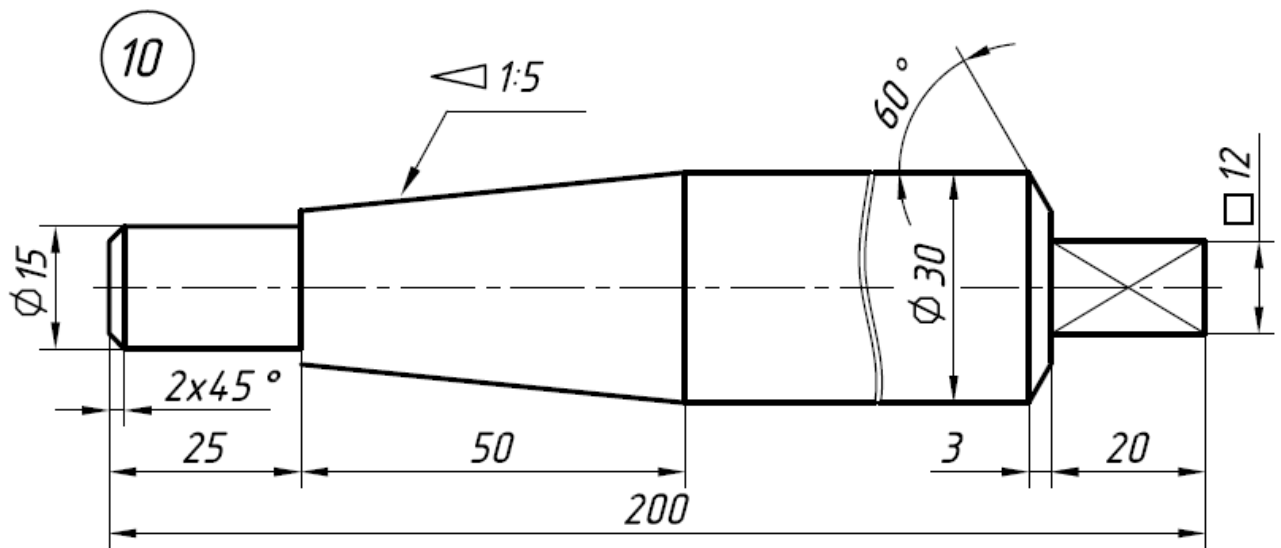
Вариант	№ профиля	Размеры, мм					
		h	b	s	t	R	r
16	10	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0
17	12	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0
18	14	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0
19	16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5
20	16a	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5
21	18	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5
22	18a	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5
23	20	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0
24	22	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0
25	24	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0
26	27	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5
27	30	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0
28	33	330	105	7,0	11,7	13,0	5,0
29	36	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0
30	40	400	115	8,0	13,5	15,0	6,0

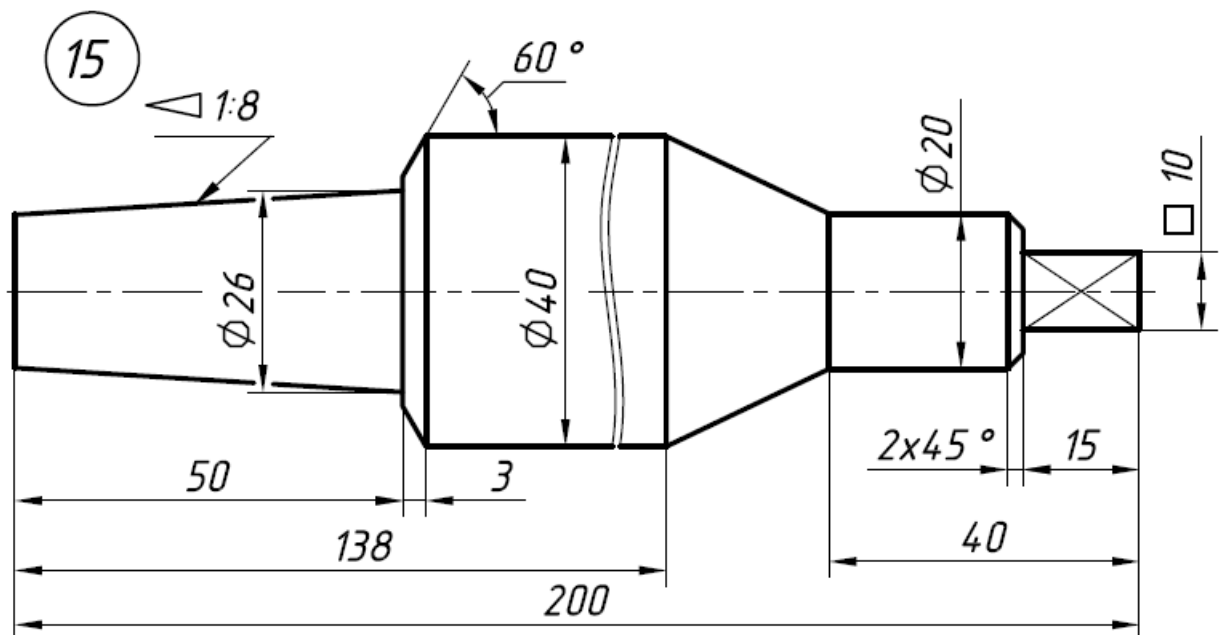
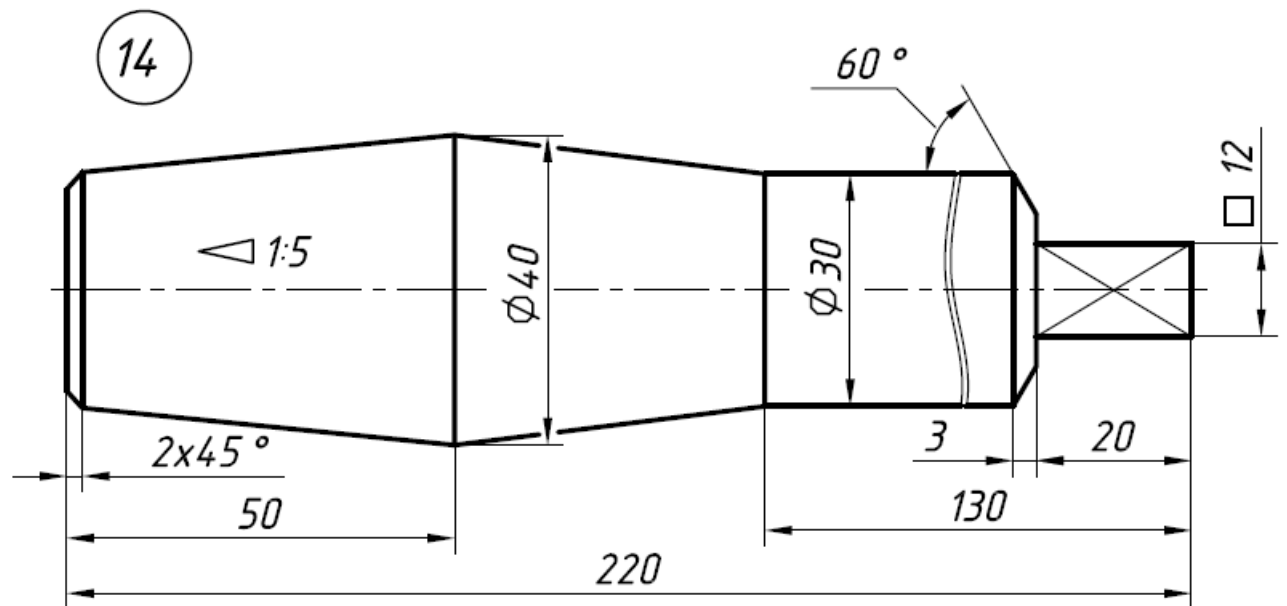
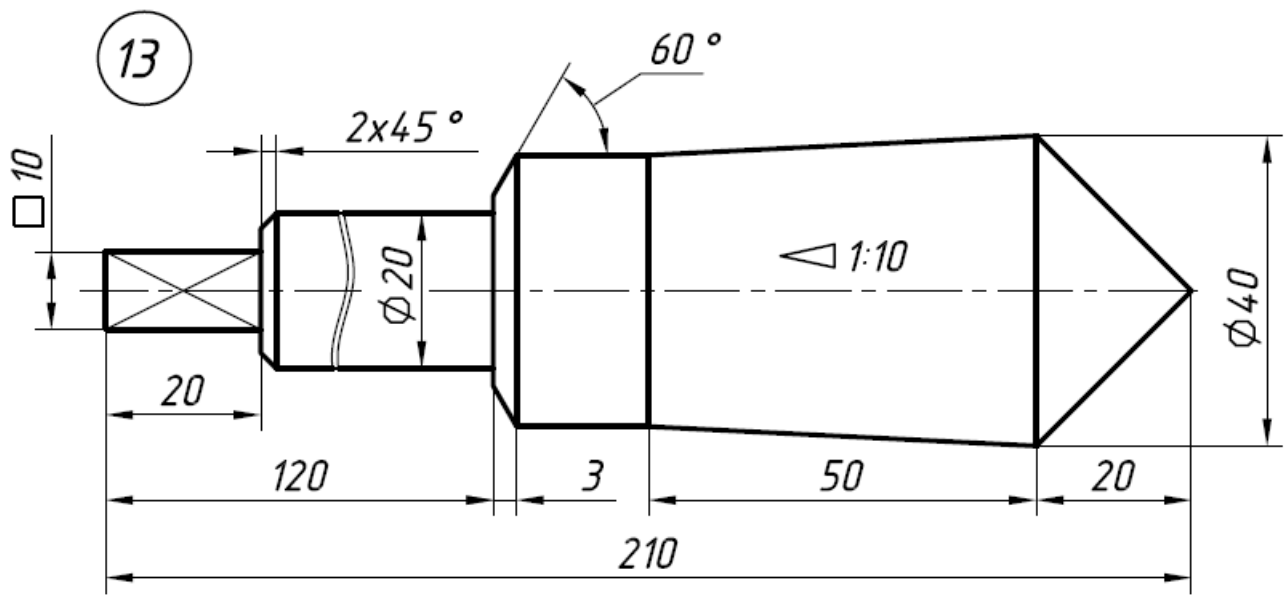
Приложение Г
(обязательное)
Варианты заданий чертежа детали «Валик»

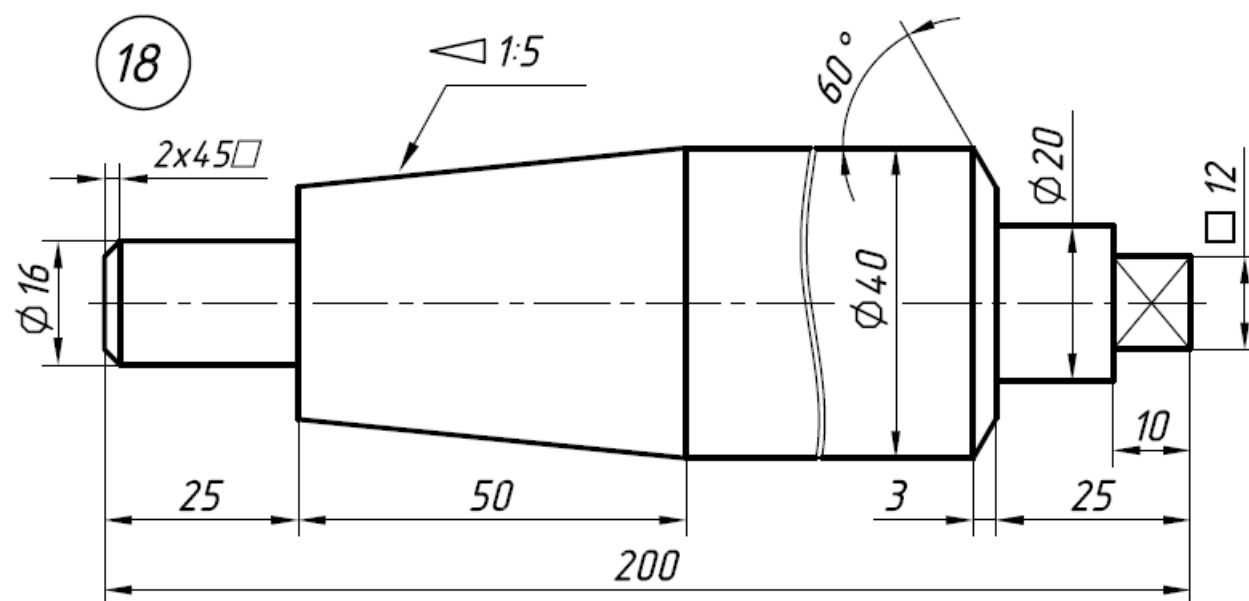
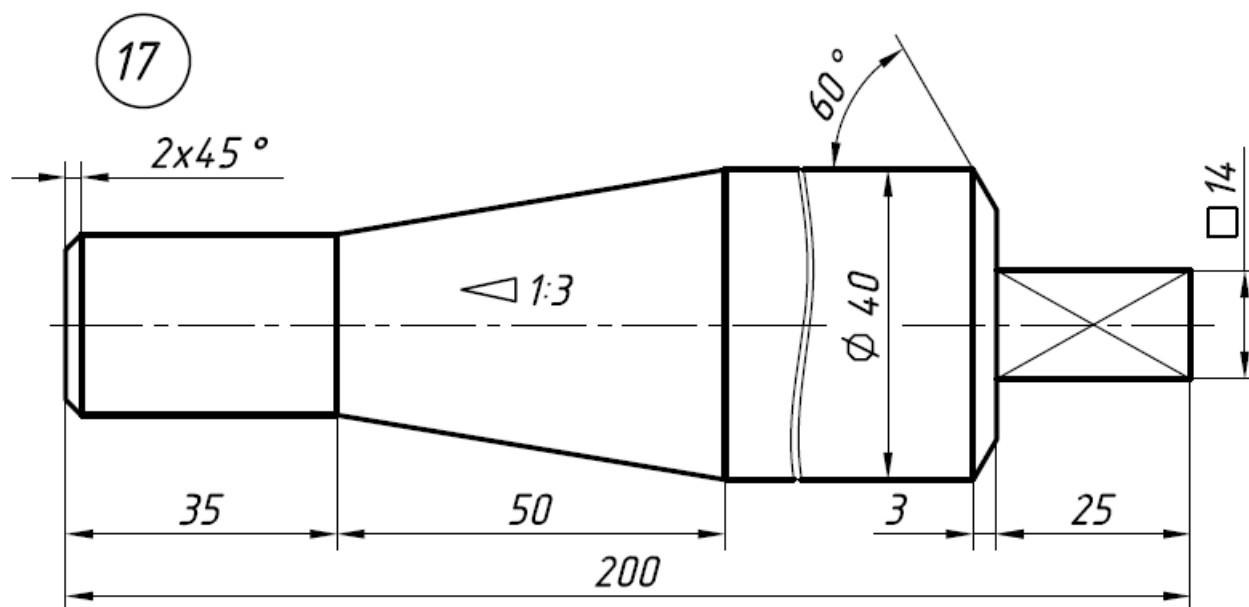
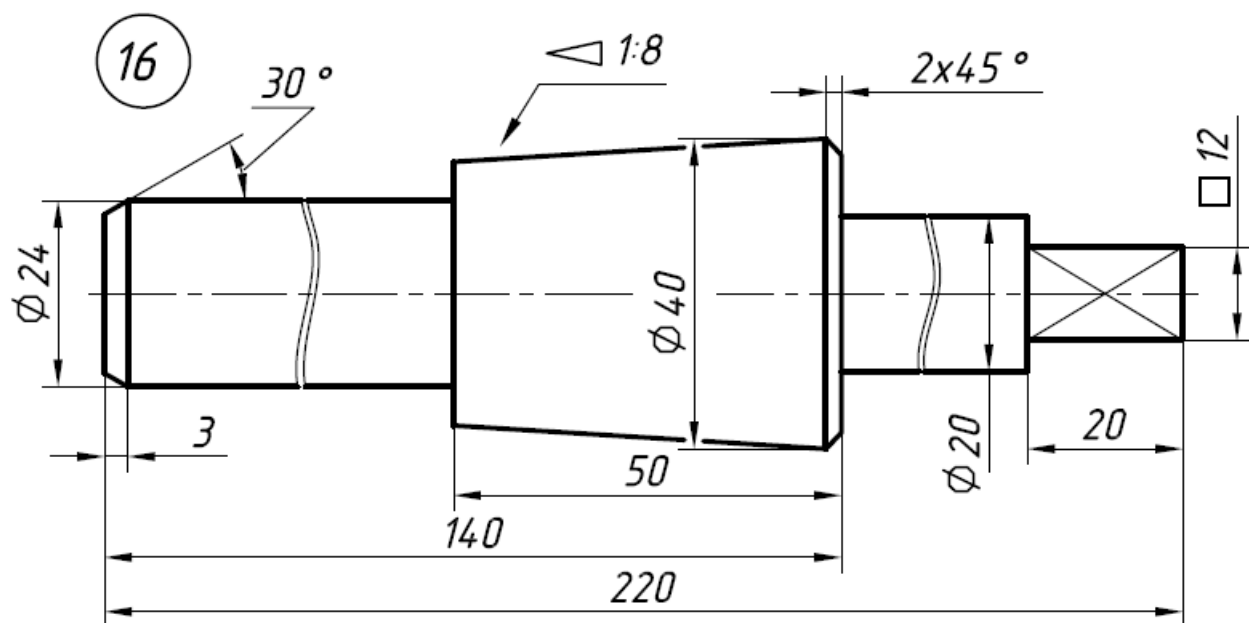


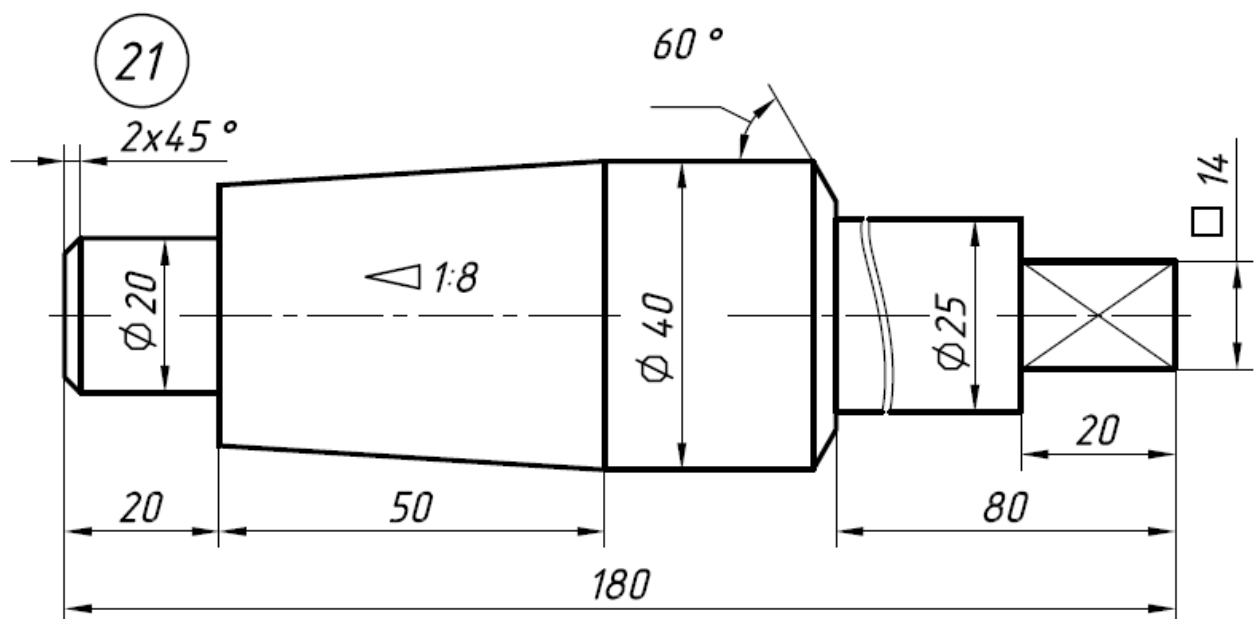
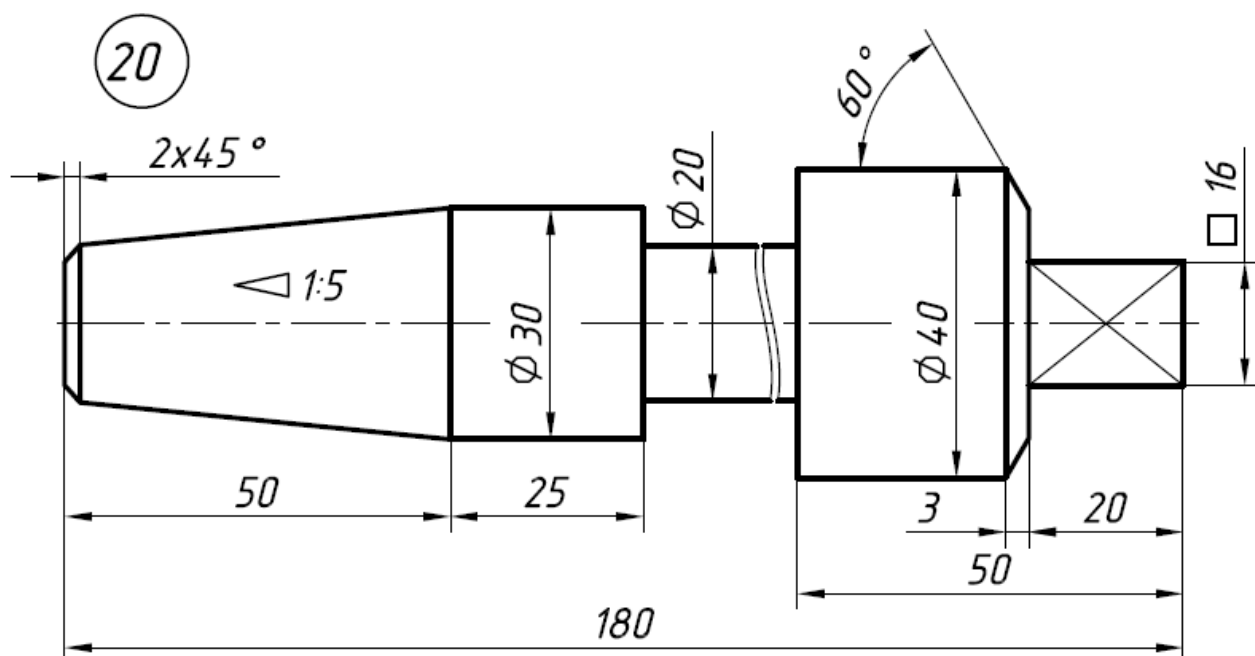
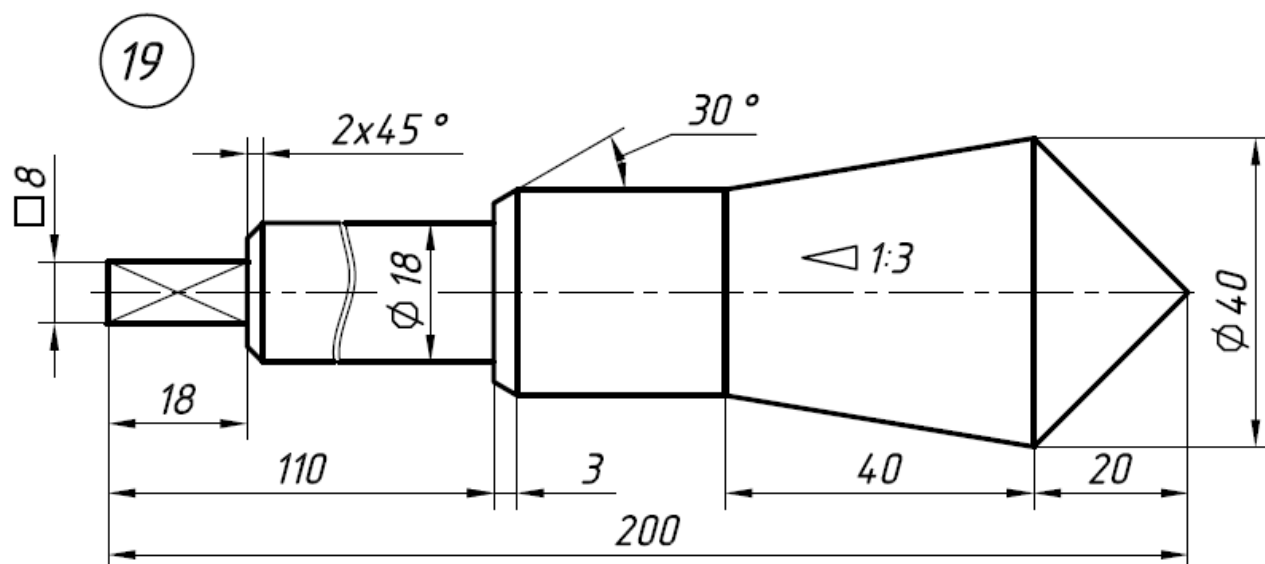


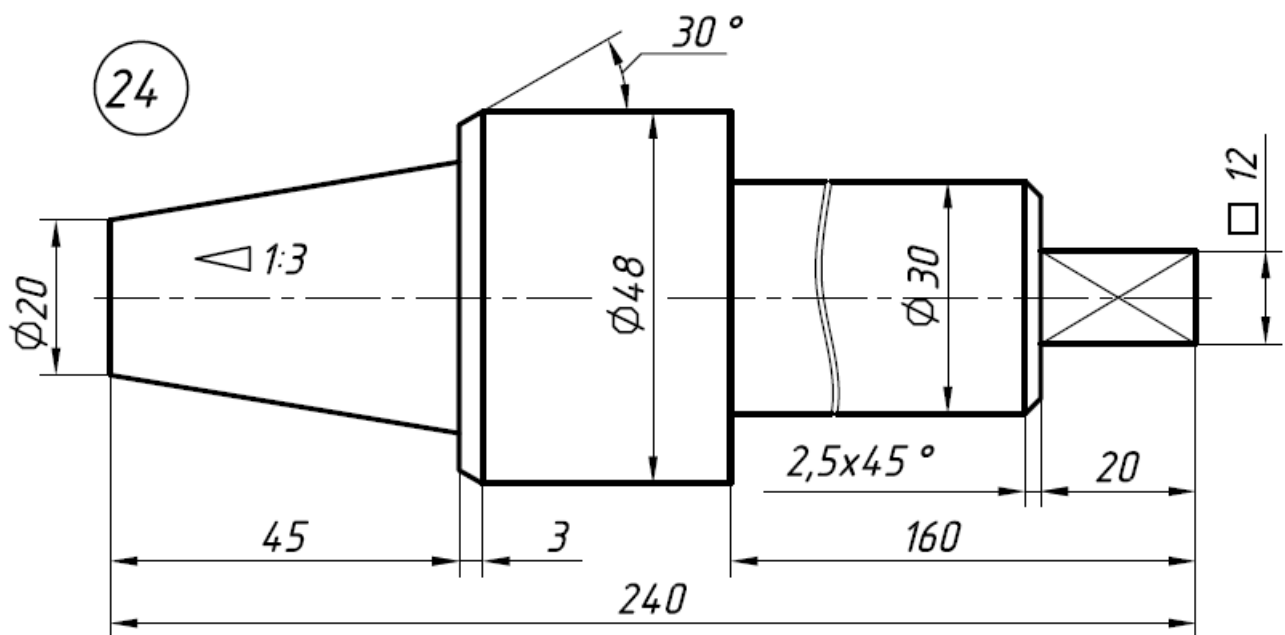
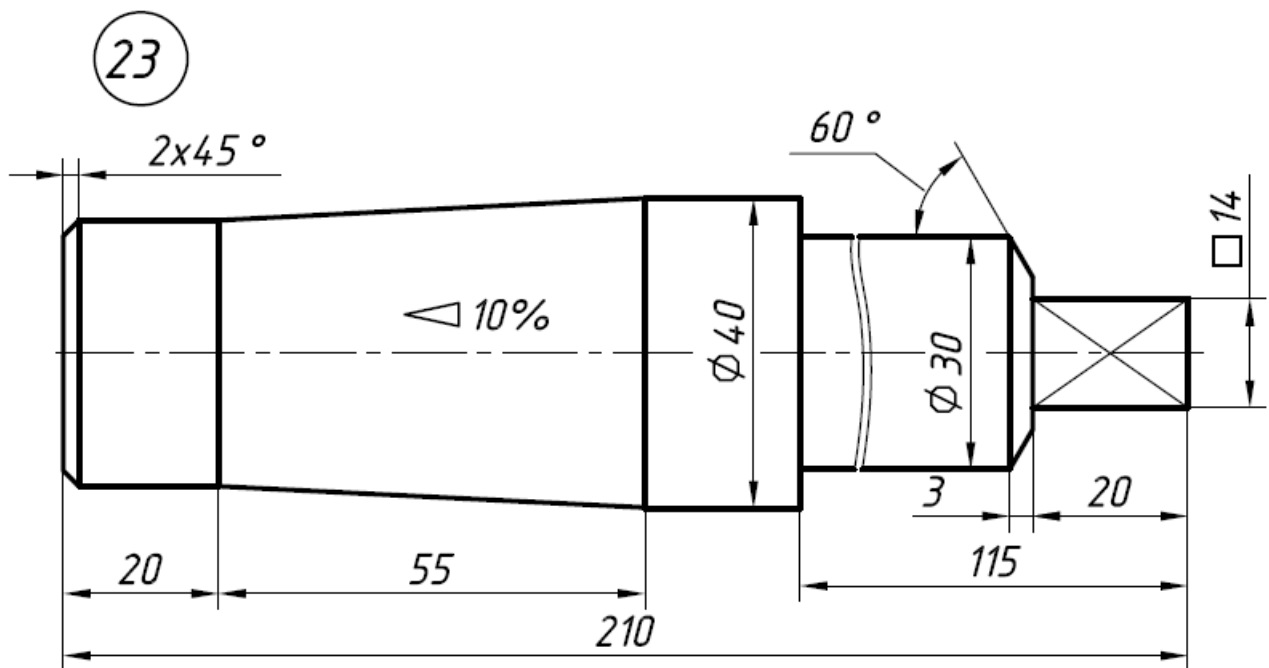
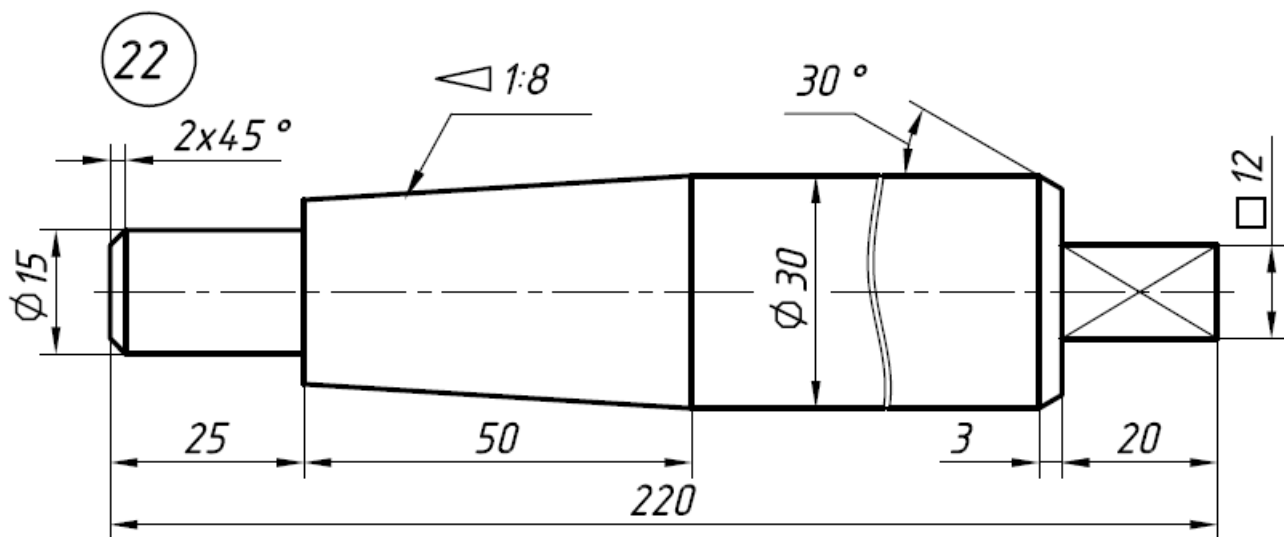


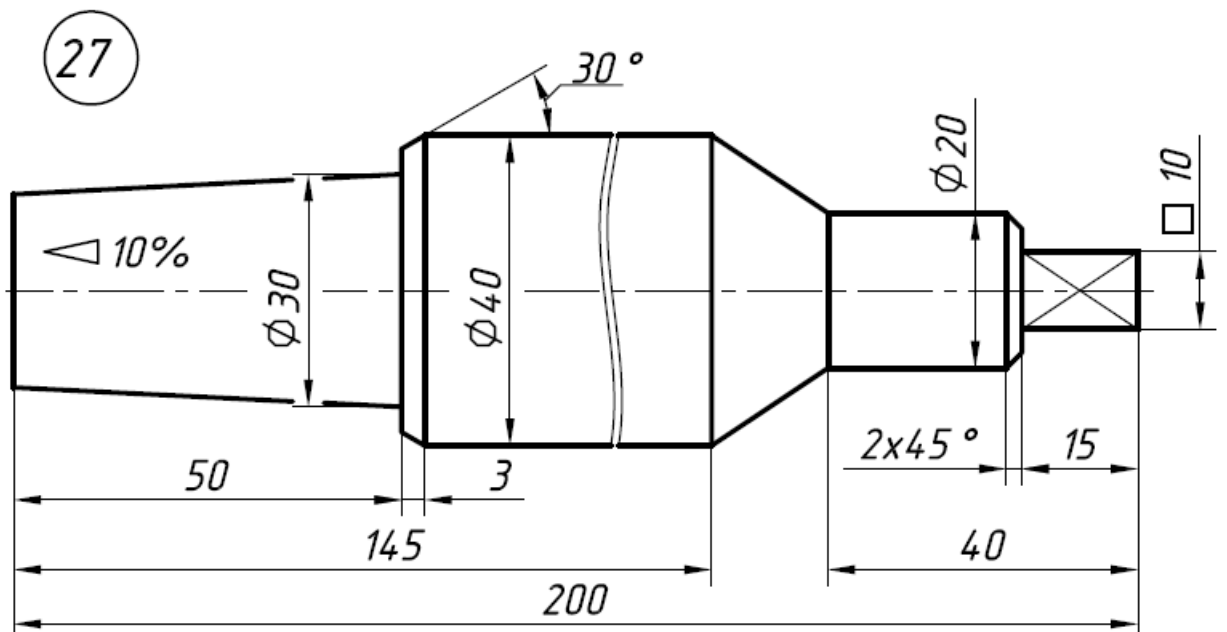
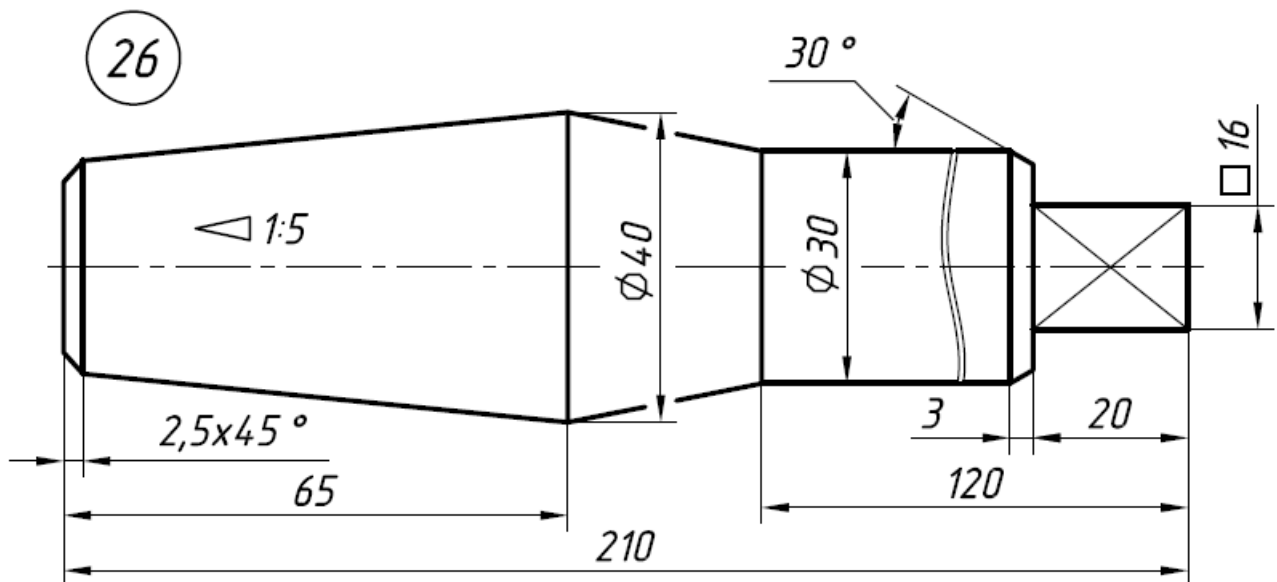
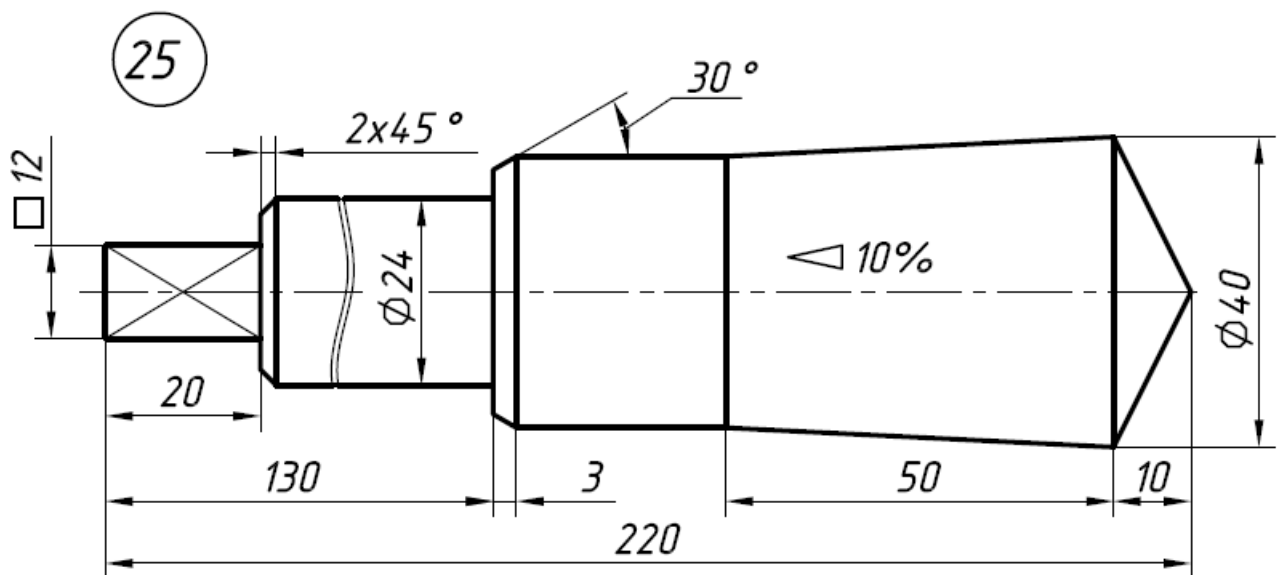


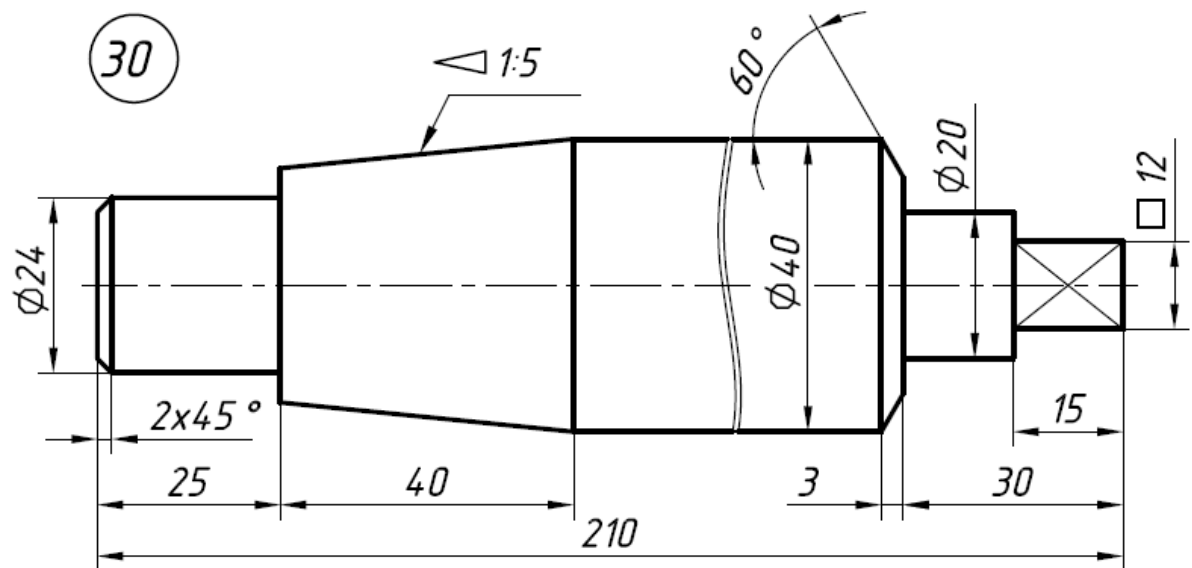
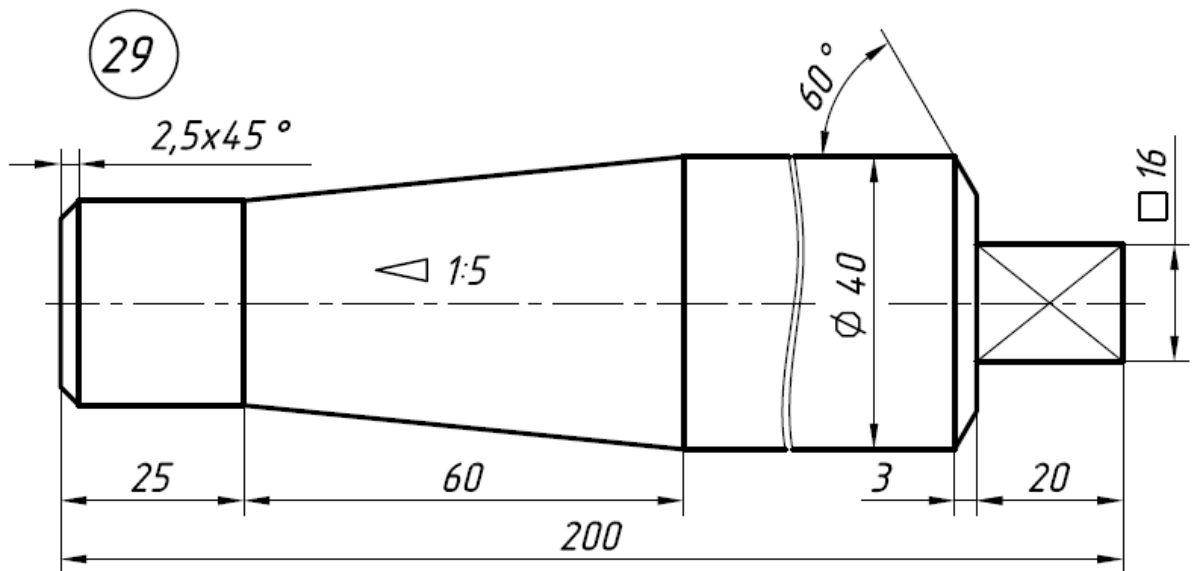
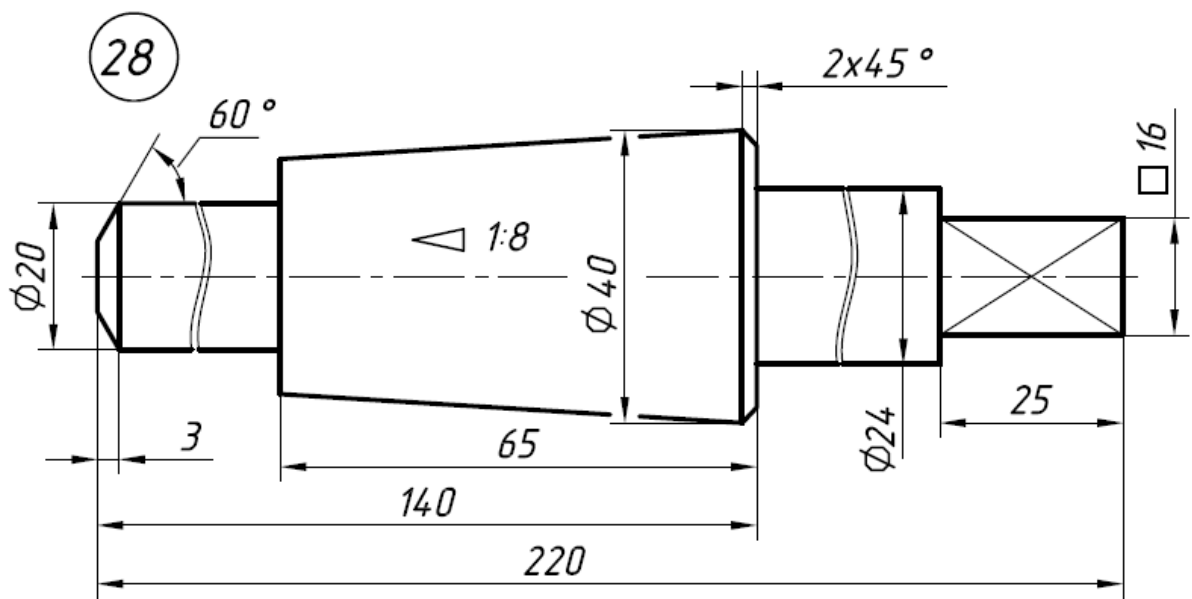








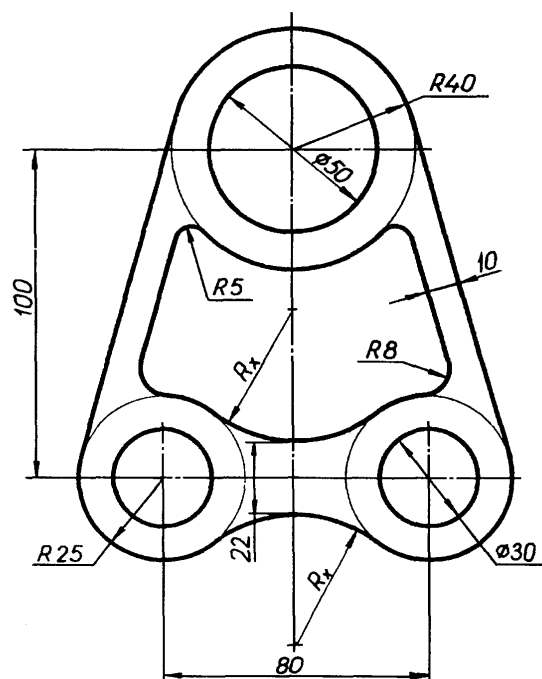




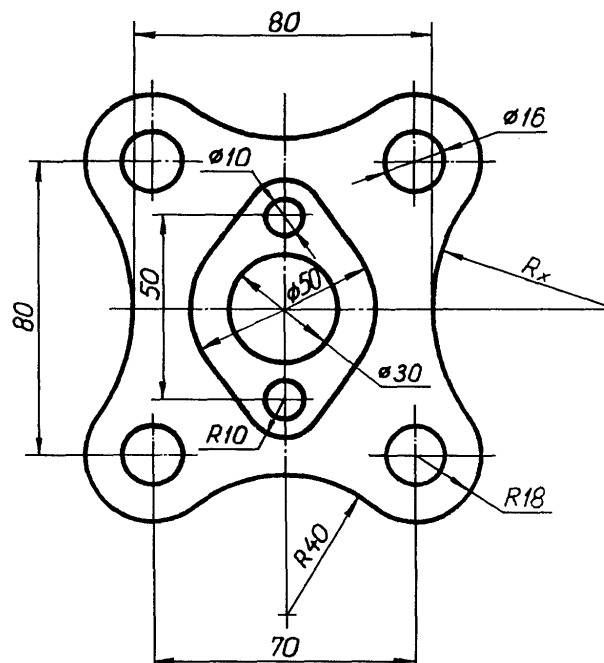
Приложение Д
(обязательное)

Варианты заданий «Построение сопряжений»

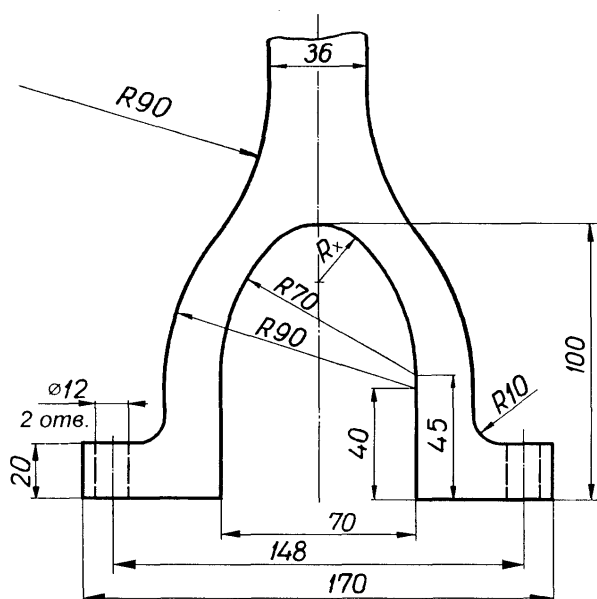
1 Подвеска



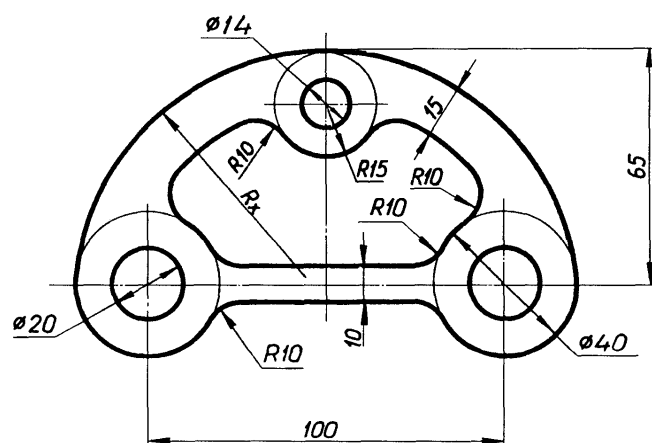
2 Фланец



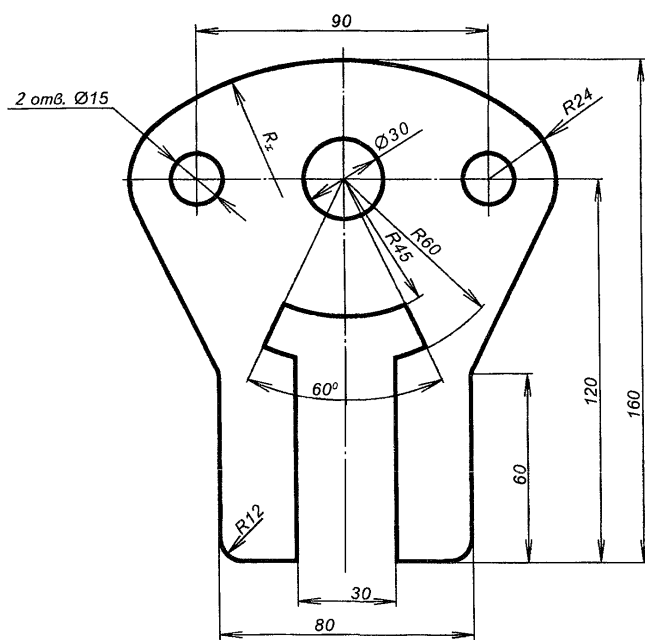
3 Вилка



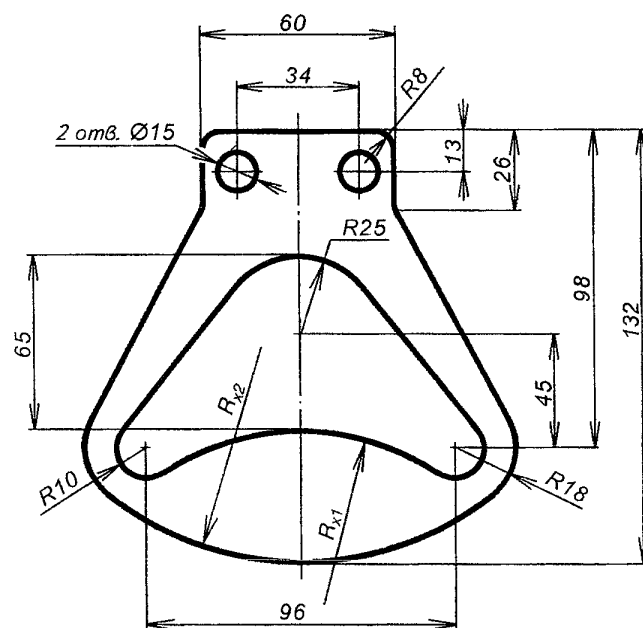
4 Крышка



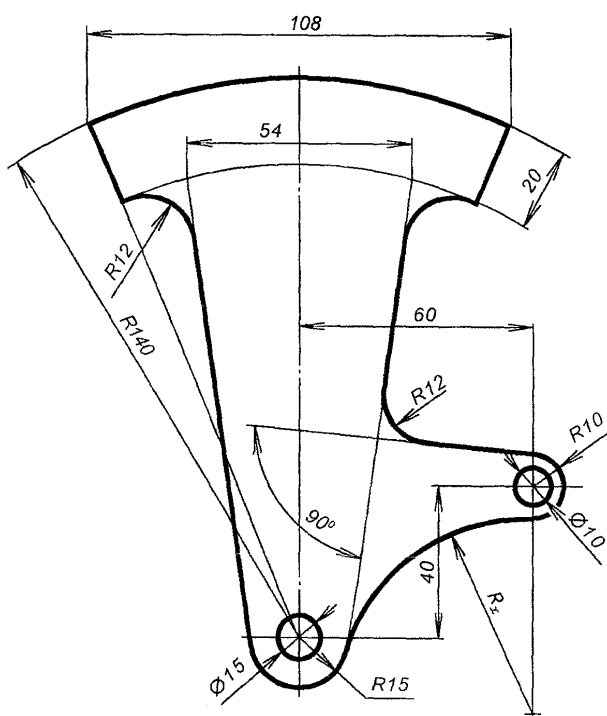
5 Прокладка



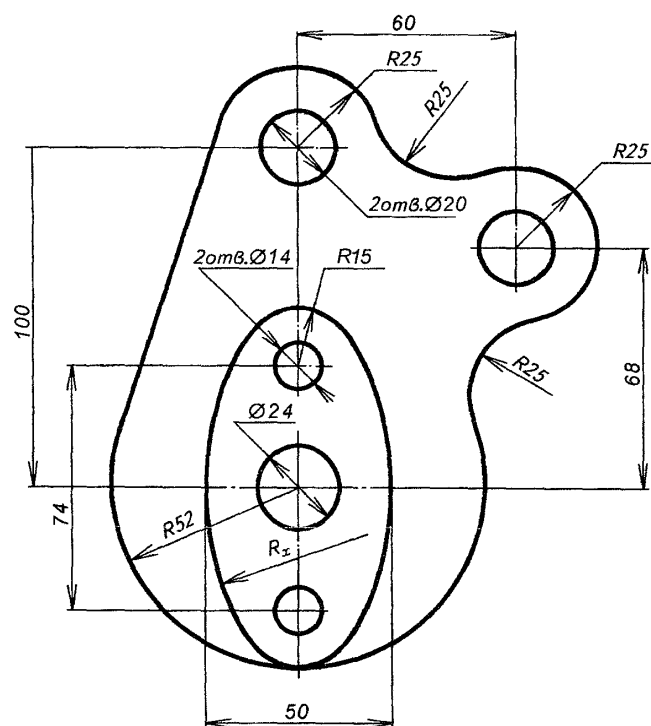
6 Прокладка



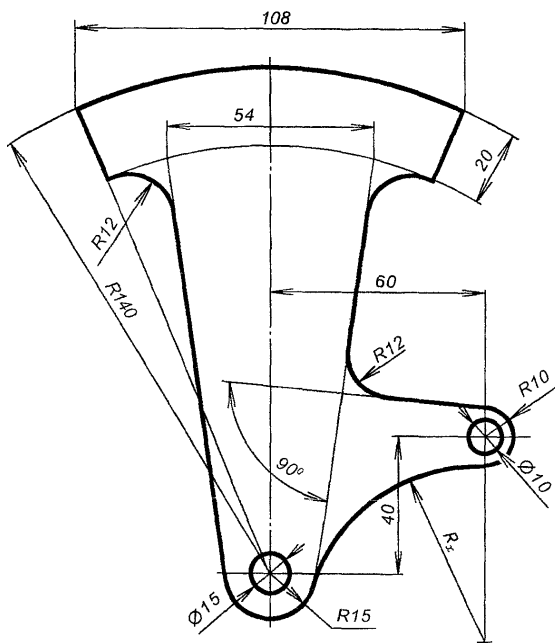
7 Прокладка



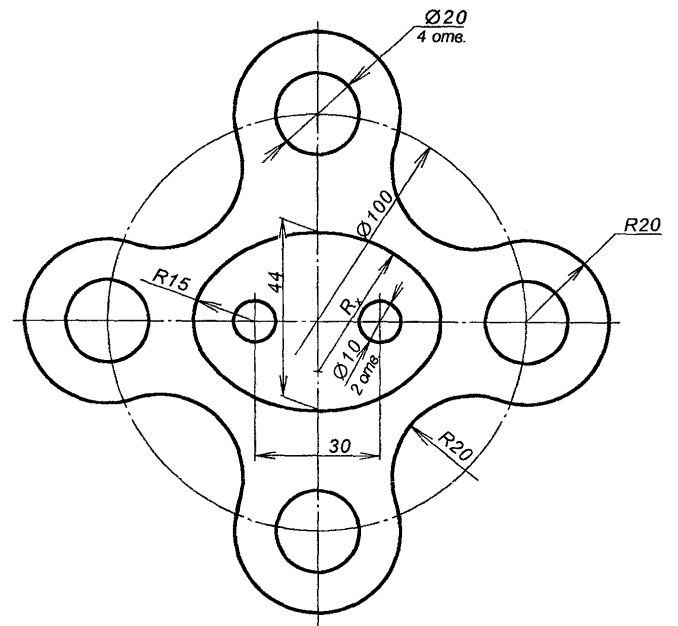
8 Кулиса



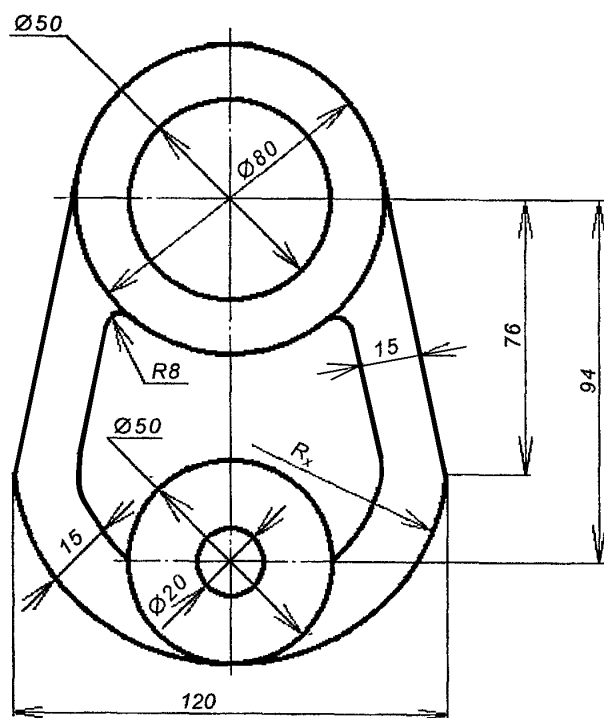
9 Прокладка



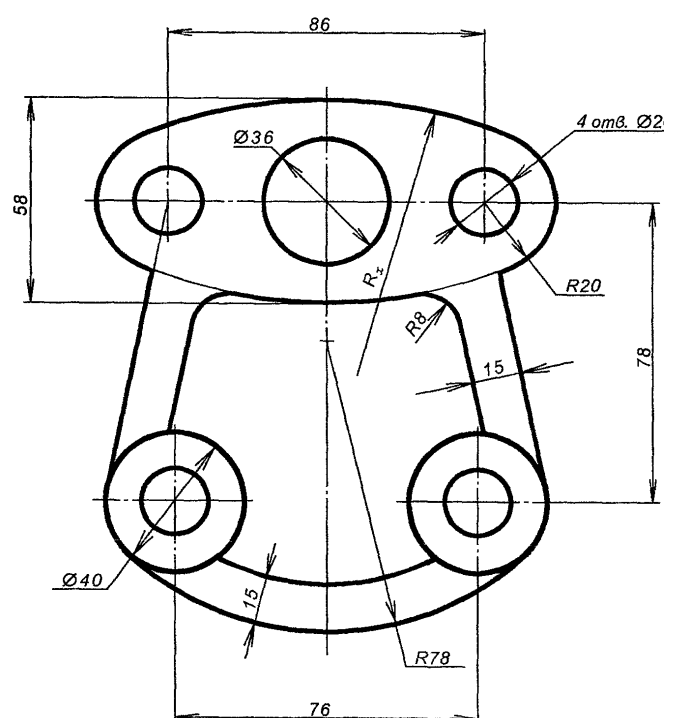
10 Прокладка



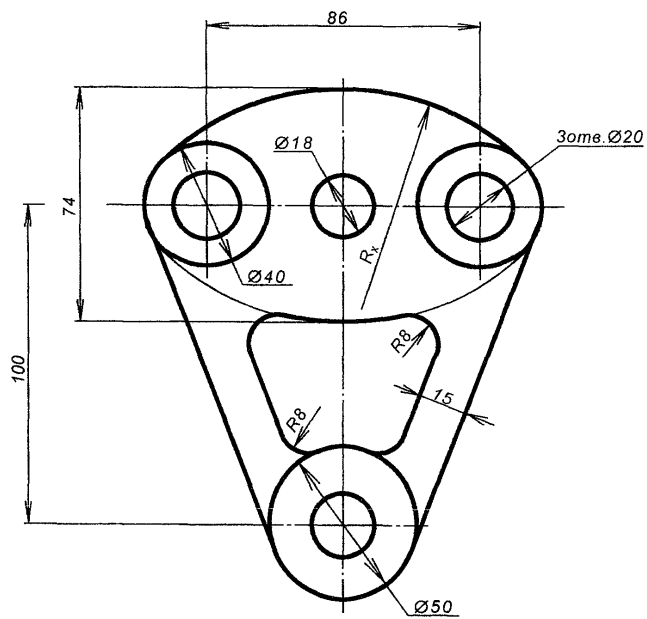
11 Кулачок



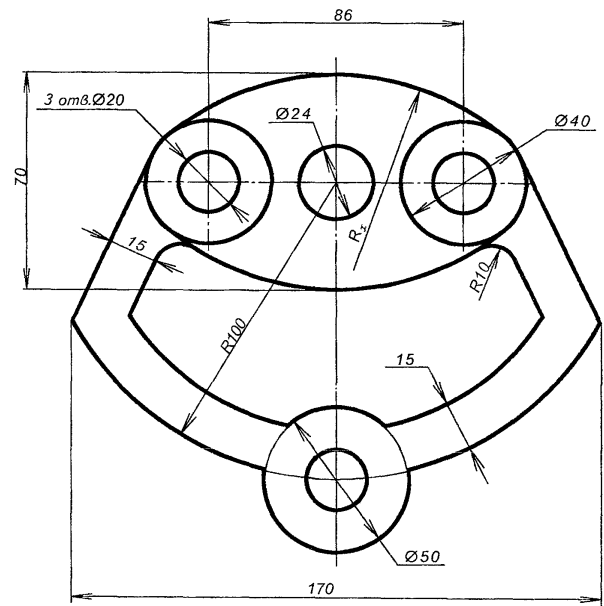
12 Фиксатор



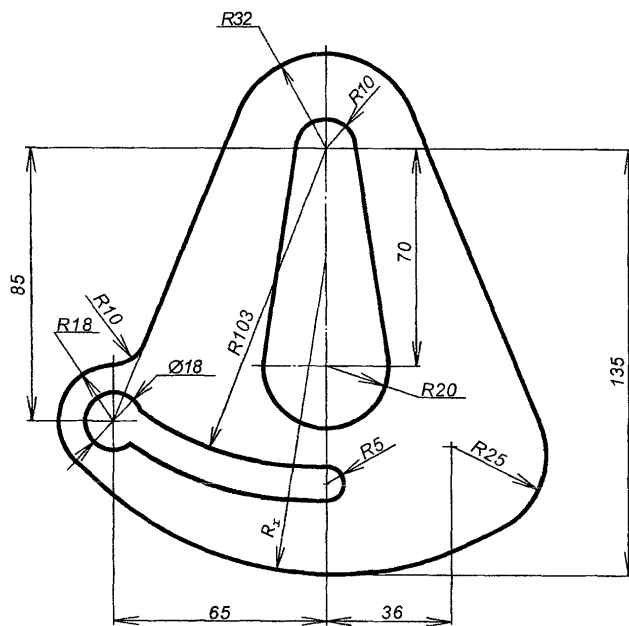
13 Качалка



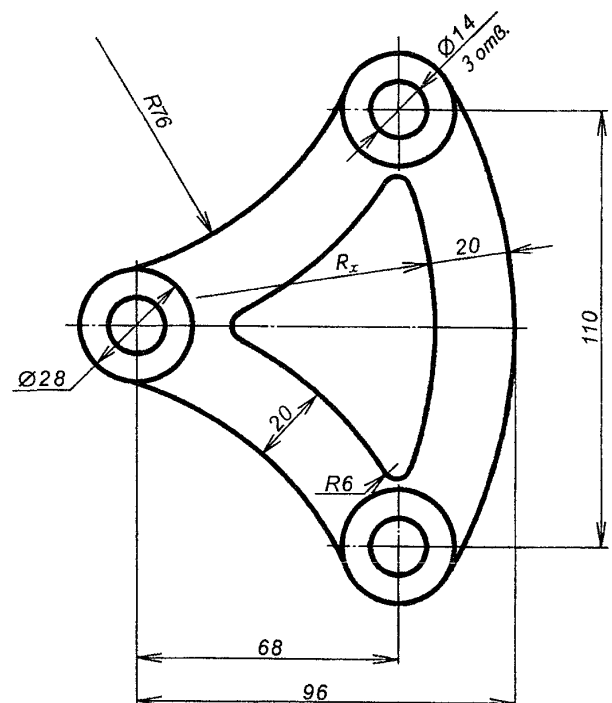
14 Фиксатор



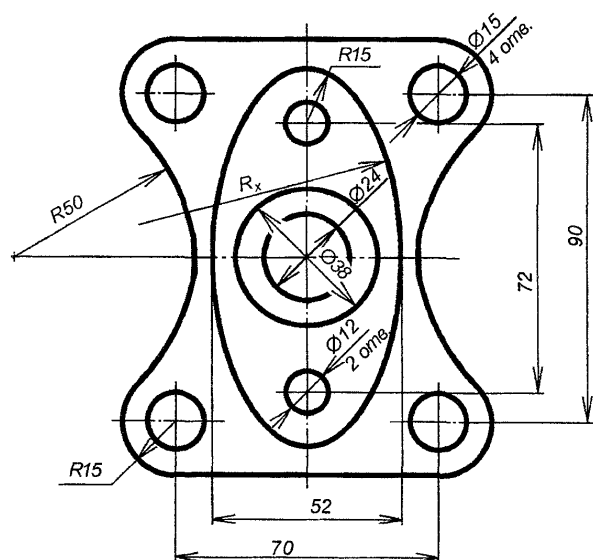
15 Кулачок



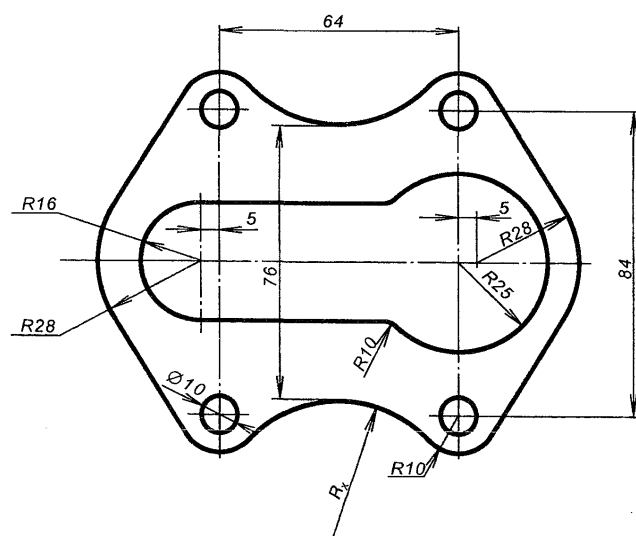
16 Подвеска



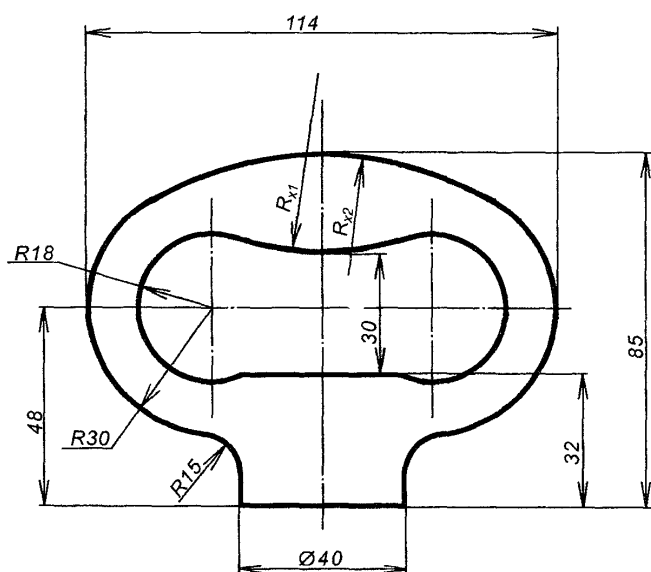
17 Фланец



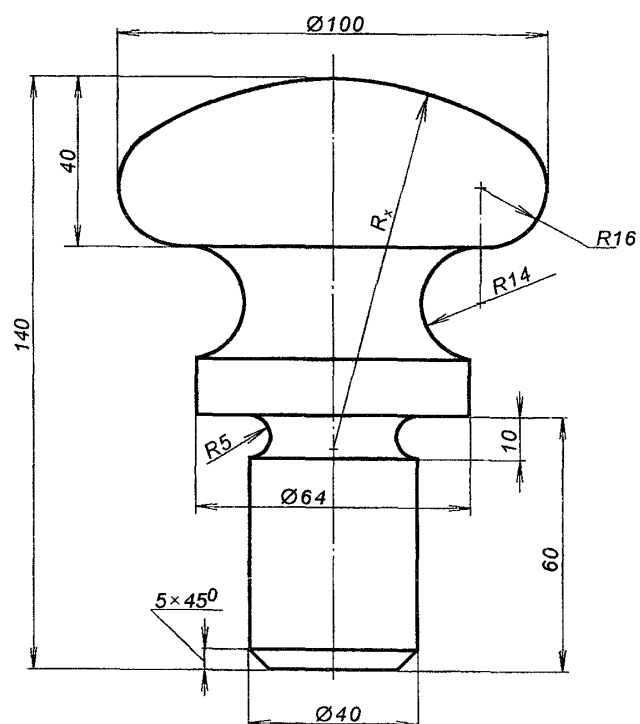
18 Прокладка



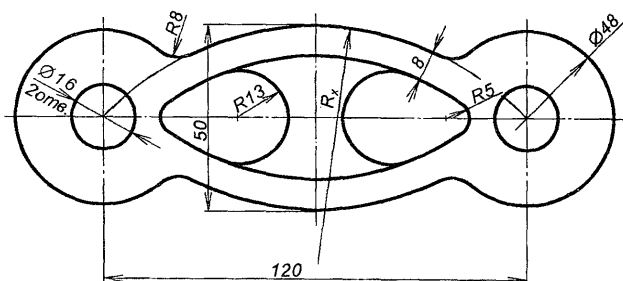
19 Ручка



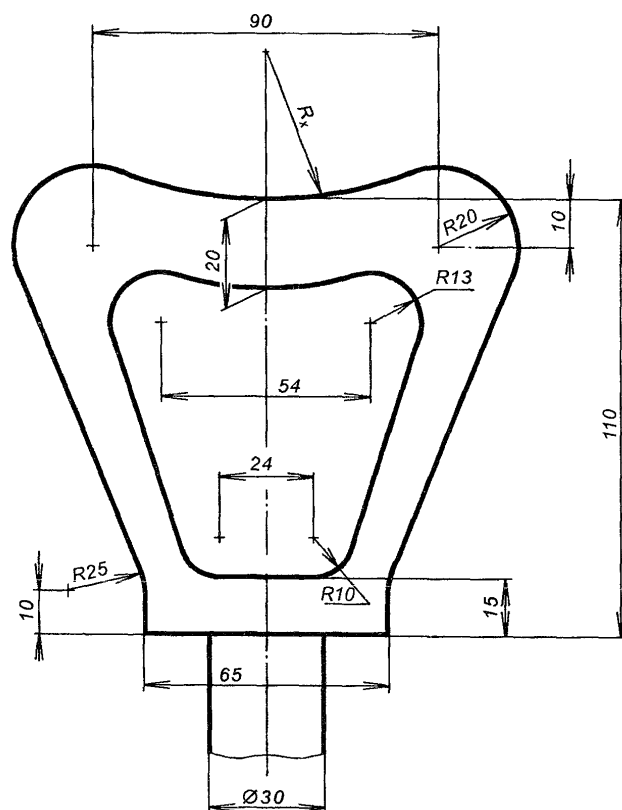
20 Ручка



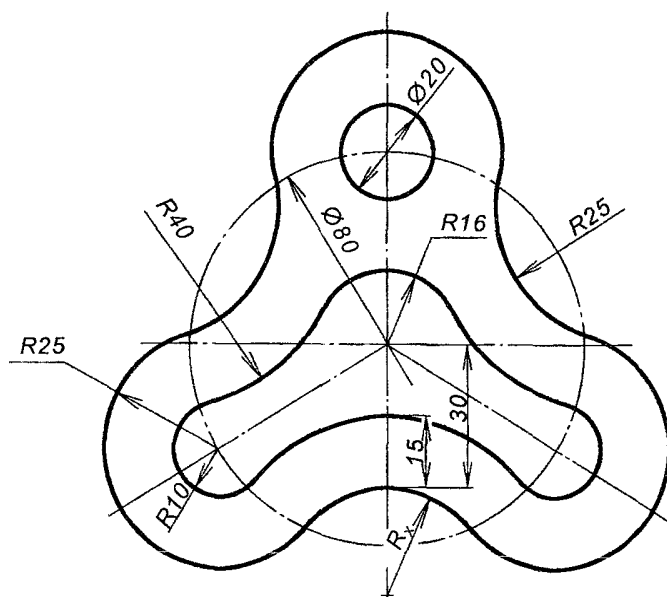
21 Кулачок



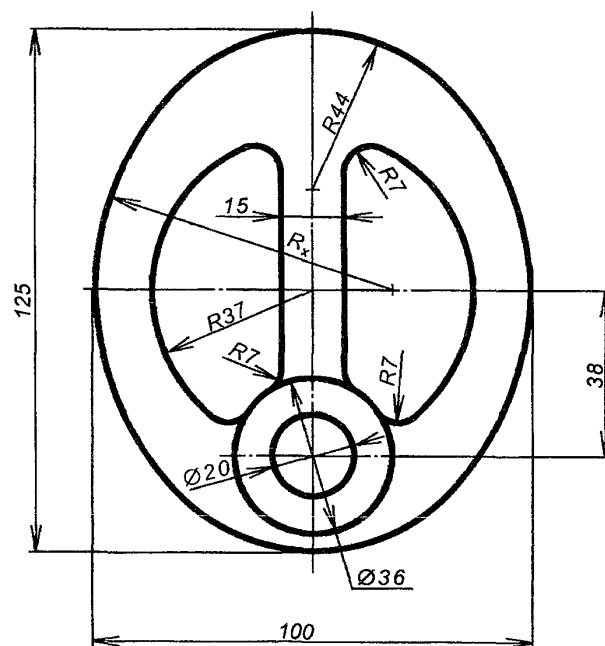
22 Ручка



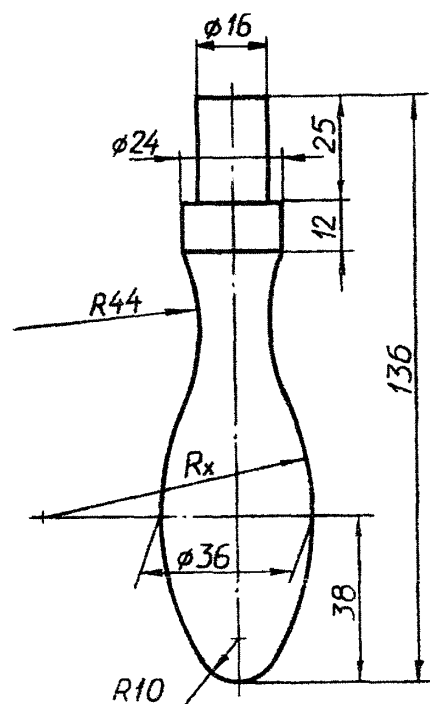
23 Прокладка



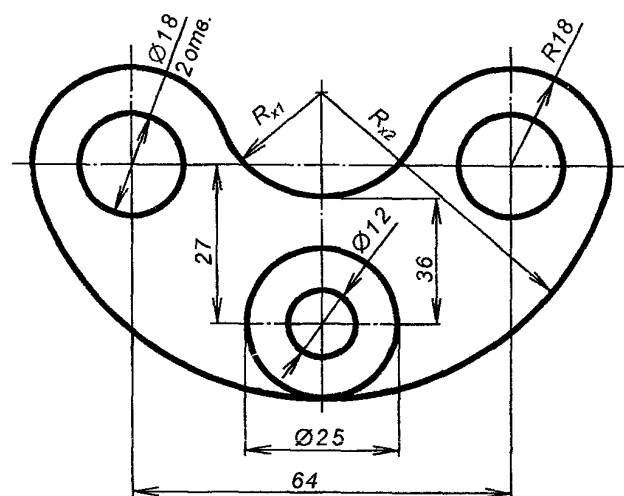
24 Эксцентрик



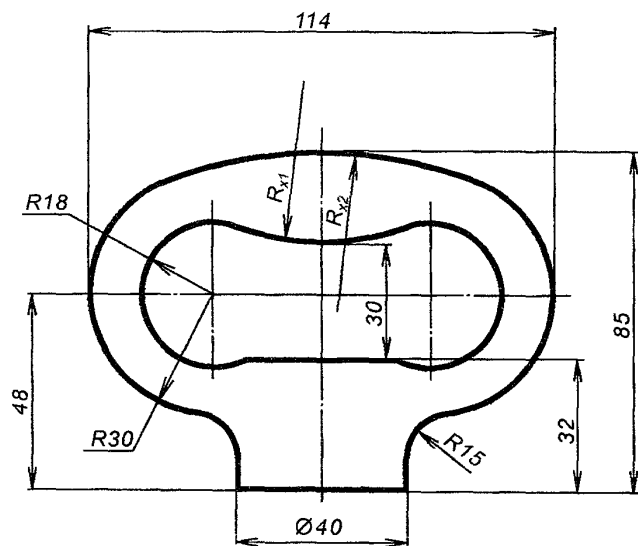
25 Ручка



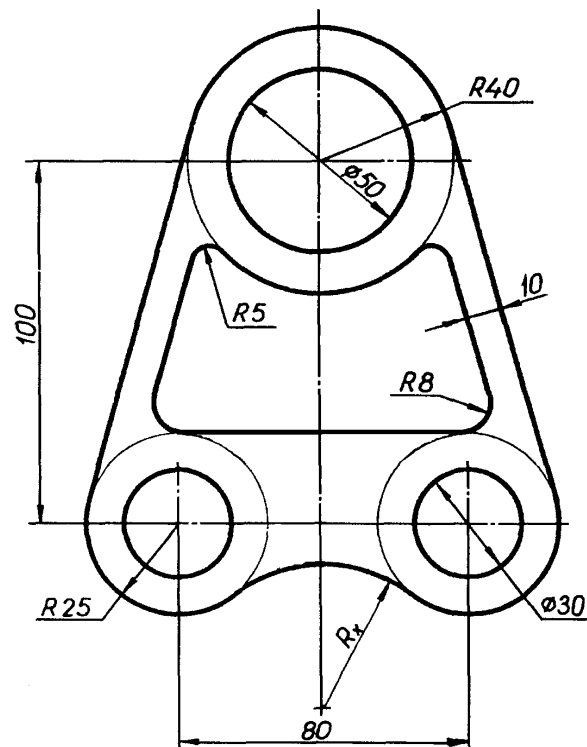
26 Кулачок



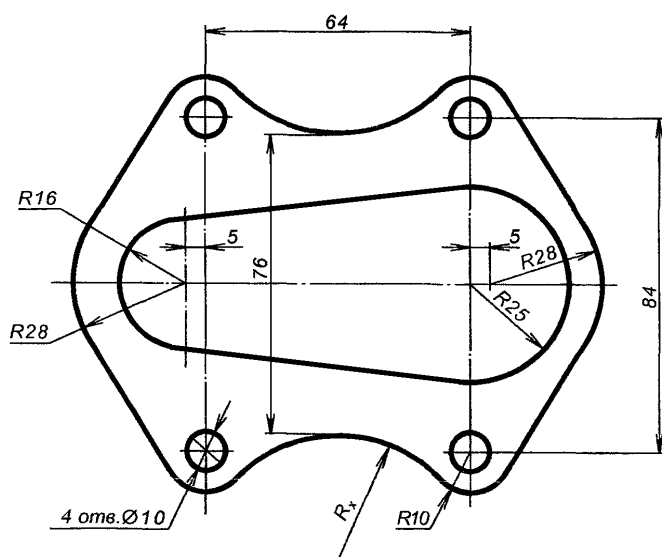
27 Ручка



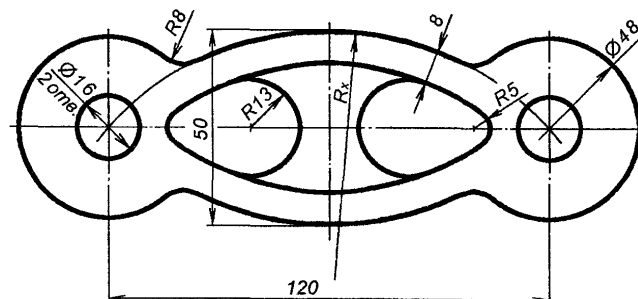
28 Подвеска



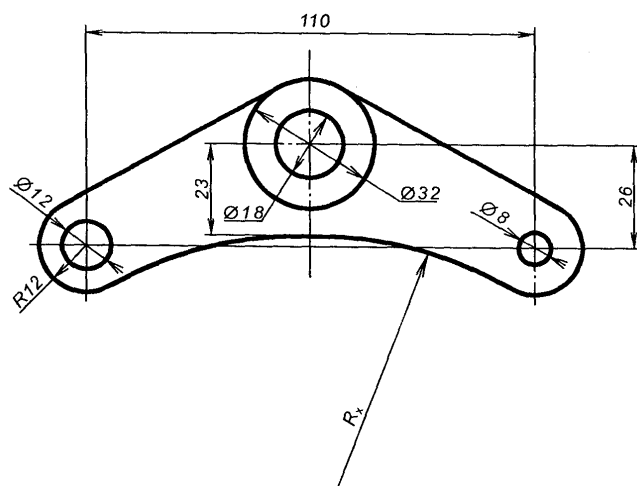
29 Прокладка



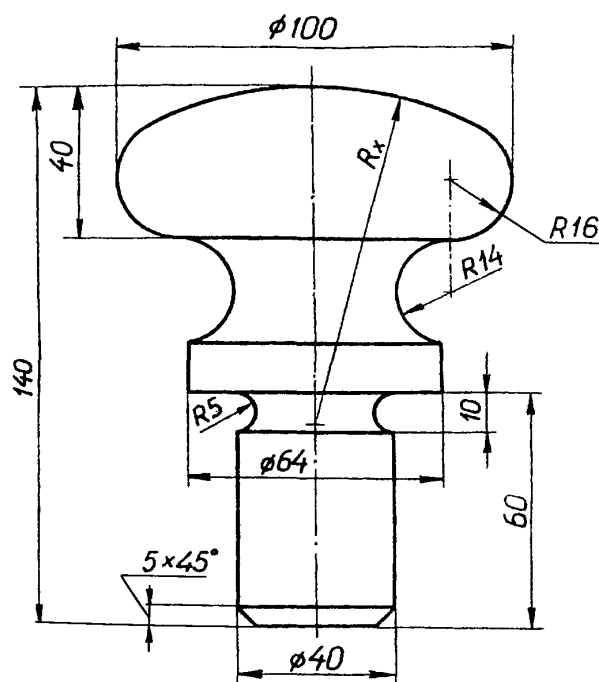
30 Кулачок



31 Коромысло



32 Ручка



Приложение Е (рекомендуемое)

Пример оформления задания по теме «Геометрическое черчение»

