

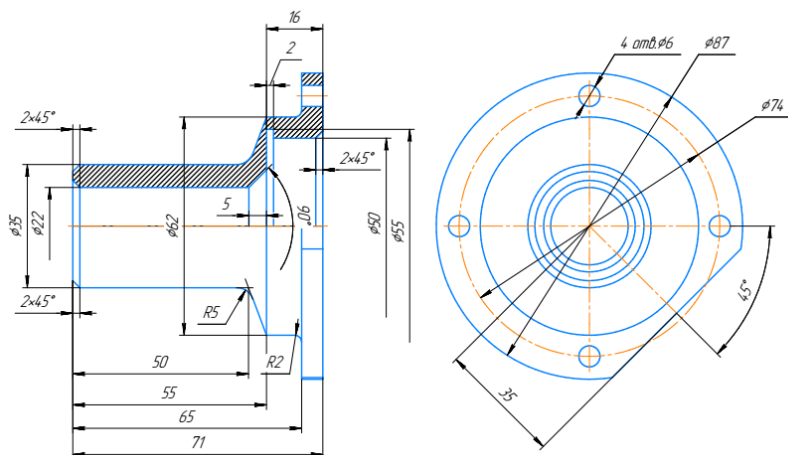
0003

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА: «Оформление чертежей»

методические материалы модуля
«Проекционное черчение»



Рязань 2024

УДК 744:62 (075.8) ББК 30.11я73

Инженерная графика: «оформление чертежей»: методические материалы модуля «Проекционное черчение» / Рязан. гос. радиотехн. универ.; сост. Д.А. Наумов, О.А. Логачёва. Рязань, 2024. 48с.

Содержат методические материалы к практическим и лабораторным работам по оформлению чертежей.

Предназначены для проведения лабораторного практикума по курсам «Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика», «Начертательная геометрия и черчение» студентов технических направлений и специальностей уровня бакалавриата и специалитета.

Рекомендуются также для самостоятельной работы студентов заочной формы обучения специальности.

Черчение, машиностроительное черчение, приборостроительное черчение, ЕСКД, стандарты, форматы, масштабы, линии, изображение материалов, размеры, уклон, конусность

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА: ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Составители НАУМОВ Дмитрий Анатольевич

ЛОГАЧЁВА Ольга Александровна

Редактор __. __. _____

Корректор __. __. _____

Подписано в печать __. __. 2024. Формат бумаги 60 × 84 1/16.

Бумага газетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,0.

Уч.-изд. л. 5,0. Тираж 30 экз. Заказ ____.

Рязанский государственный радиотехнический университет.

391000, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.

Редакционно-издательский центр РГРТУ

ВВЕДЕНИЕ

Всевозможная деятельность человека в области науки, техники и производства связана с передачей и переработкой информации. Графическая форма предъявления информации является наиболее экономичной. Одно из её достоинств – возможность в зрительно воспринимаемой форме представить самые разнообразные объекты и измеряемые величины. Грамотно выполненный чертёж даёт о детали такое полное и точное представление, какое не даст ни одно её достаточно подробное описание.

Зародившийся ещё в древности чертёж представлял собой разметку на земле планов зданий и сооружений, рисунки на досках, коже, пергаменте приблизительной формы изготавливаемых изделий. В документах XVII века впервые встречается слово "чертёж". Содержанием таких чертежей являлись планы земельных участков, дорог, а позднее планы зданий и даже городов. Чертежи сооружений и машин впервые встречаются во второй половине XVII века. В начале XVIII века стали выполнять чертежи по методу прямоугольных проекций, а во второй половине XVIII века появляются чертежи – наглядные изображения, являющиеся прообразом аксонометрии. В первой половине XIX века русским ученым Я.А. Севастьяновым была написана книга "Начальные основания разрезки камней", содержащая ряд геометрических построений, а несколько позднее им же был выпущен в свет учебник "Основания начертательной геометрии". Последующими учеными, сыгравшими большую роль в развитии технической графики, были: А.Х. Редер, П.Л. Чебышев, Ф.Е. Орлов, В.П. Курдюмов, Н.А. Рынин, Н.А. Глаголев, А.И. Добряков, Д.И. Каргин и многие другие.

В настоящее время ученые проводят теоретические исследования в области инженерной графики, изучают процессы выполнения чертежно-конструкторских работ, работают над созданием и усовершенствованием систем автоматизированного проектирования (САПР), которые позволяют автоматизировать производственные процессы, связанные с созданием, оформлением и оборотом конструкторской документации.

Современные чертежи и трехмерные модели содержат, кроме изображения самого изделия, все пояснения (технические требования, размеры и обозначения, допуски форм и т.д.). Применение таких

моделей и чертежей позволяет выполнять по ним сложные и точные, взаимозаменяемые изделия.

Инженерная графика – одна из дисциплин, составляющих общеинженерную подготовку студентов с высшим образованием. Занятия по инженерной графике развивают способность к пространственному представлению. Знания, умения и навыки, приобретенные в курсе инженерной графики, необходимы для изучения общеинженерных дисциплин, а также в последующей профессиональной деятельности.

Овладение чертежом как производственным документом происходит на протяжении всего процесса обучения. Этот процесс начинается с изучения начертательной геометрии и инженерной графики, а затем закрепляется в ряде специальных дисциплин, а также при выполнении курсовых и дипломных проектов. В курсе инженерной графики студент должен научиться читать и оформлять чертежи в соответствии с государственными стандартами.

Современная промышленность немыслима без стандартизации. Стандарты представляют собой наиболее концентрированное выражение передового опыта в различных областях производственной деятельности.

В курсе инженерной графики изучаются стандарты, объединенные в Единую систему конструкторской документации (ЕСКД).

Назначение ЕСКД – установление в организациях и на предприятиях единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, которые должны обеспечивать:

- взаимобмен конструкторскими документами без их переоформления;
- стабилизацию комплектности, исключаящую дублирование и разработку не требуемых производству документов;
- возможность расширения унификации при конструкторской разработке проектов промышленных изделий;
- снижение трудоемкости проектно-конструкторских разработок промышленных изделий;
- автоматизацию обработки технических документов и содержащейся в них информации;
- улучшение условий технической подготовки производства, условий эксплуатации промышленных изделий.

Стандарты ЕСКД распространяются:

- на все виды конструкторских документов;
- на учетно-регистрационную документация и документация по внесению изменений в конструкторские документы;
- на нормативно-техническую и технологическую информацию.

Все стандарты ЕСКД распределены по следующим группам:

- группа 0 – общие положения;
- группа 1 – основные положения
- группа 2 – классификация и обозначение изделий в конструкторских документах;
- группа 3 – общие правила выполнения чертежей;
- группа 4 – правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения;
- группа 5 – правила обращения конструкторских документов;
- группа 6 – правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации;
- группа 7 – правила выполнения схем;
- группа 8 – правила выполнения документов строительных и судостроения;
- группа 9 – прочие стандарты.

Все стандарты ЕСКД имеют обозначения следующий структуры (Рисунок 1):

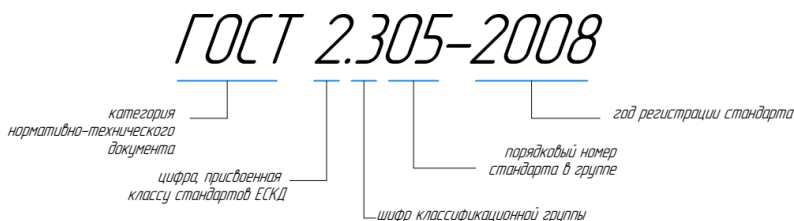


Рисунок 1 – Обозначение стандарта ЕСКД

Стандарты ЕСКД разработаны с максимальным упрощением конструкторской документации без ущерба для ясности. Государственные стандарты узаконены, поэтому их использование обязательно при выполнении чертежей.

1 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕРТЕЖНОГО ПРОЦЕССА

Прежде чем приступить к выполнению заданий, необходимо изучить правила оформления чертежей согласно стандартам ГОСТ 2.301-68 – ГОСТ 2.307-68, а именно: форматы, масштабы, типы линий, шрифты, штриховка в разрезах и сечениях, простановка размеров, выполнение видов, разрезов и сечений.

Задания выполняются на гладкой стороне чертежной бумаги в формате А3 (420х297). Для выполнения чертежа студенту необходимо иметь: рейсшину, угольники с углами 45° , 30° и 60° , ластик, карандаши, циркуль. Рейсшина нужна для проведения параллельных горизонтальных или наклонных линий.

Для выполнения чертежей используются карандаши Т, ТМ; обводят чертежи карандашами ТМ, М, 2М. Слишком мягкие карандаши грязнят чертеж и не дают нужной точности в его построении.

Затачивать карандаши рекомендуется согласно рисунку (Рисунок 2, а – для выполнения в тонких линиях, б – для обводки). Допускается использовать механические карандаши. При обводке дуг окружностей рекомендуется в циркуль вставлять грифель на номер мягче, чем грифель карандаша, используемого для обводки прямых линий.

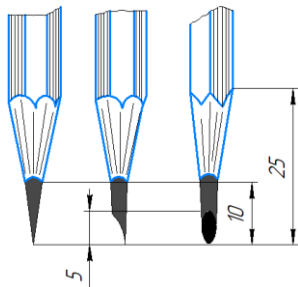


Рисунок 2 – Заточка карандаша

Для удаления с листа лишних и ошибочно проведенных линий пользуются мягкими резинками. Стирать нужно в одном направлении, осторожно, чтобы не помять чертеж. Для правильного прикрепления листа к чертежной доске его можно закреплять кнопками за углы листа.

Задание первоначально выполняется в тонких линиях. На занятиях осуществляется контроль за правильностью и последовательностью выполнения чертежа. Чертеж обводится только

после подписи его преподавателем. Студент обязан не только пояснить любую часть выполненной работы, но и ответить на теоретические вопросы по теме.

2 ФОРМАТЫ

Все чертежи и другие технические документы выполняются на листах определенного размера – форматах. Размеры форматов установлены в ГОСТ 2.301-68. Стандартизация форматов дает возможность организовать комплектование и хранение многочисленных документов.

Формат, представляющий собой прямоугольник 1189х841 (площадь $\approx 1\text{м}^2$), и другие форматы, получаемые последовательным делением его сторон на две равные части параллельно меньшей стороне, являются основными.

Таблица 1 – Форматы

Обозначение формата	Размеры сторон
A0	841 х 1189
A1	594 х 841
A2	420 х 594
A3	297 х 420
A4	210 х 297

Допускается применение формата A5 с длинами сторон 148х210.

Для тех случаев, когда по размерам изображений неудобно применение основных форматов, используют дополнительные (производные) форматы. Такие форматы образуются увеличением меньших сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

На рисунке (Рисунок 3) рекомендованные стандартом дополнительные форматы выполнены сплошными тонкими линиями, а основные форматы выделены сплошными толстыми основными линиями.

Обозначение дополнительного формата составляют из обозначения основного формата и кратности его увеличения, например, A0х2, A4х8 и т.д.

Чтобы правильно расположить формат на листе, находят точку пересечения его диагоналей. Через полученную точку проводят горизонтальную и вертикальную линии, на которых откладывают размеры сторон формата. Это внешняя рамка. Внутренняя рамка отстоит от краев формата – с левой стороны на 20 мм, с остальных по 5 мм. Наружная рамка обводится сплошной тонкой линией, внутренняя – основной. Кран листа за пределами формата не срезаются. Основная надпись – штамп помещается в правом нижнем углу по длинной или короткой стороне формата (Рисунок 4). В формате А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны.

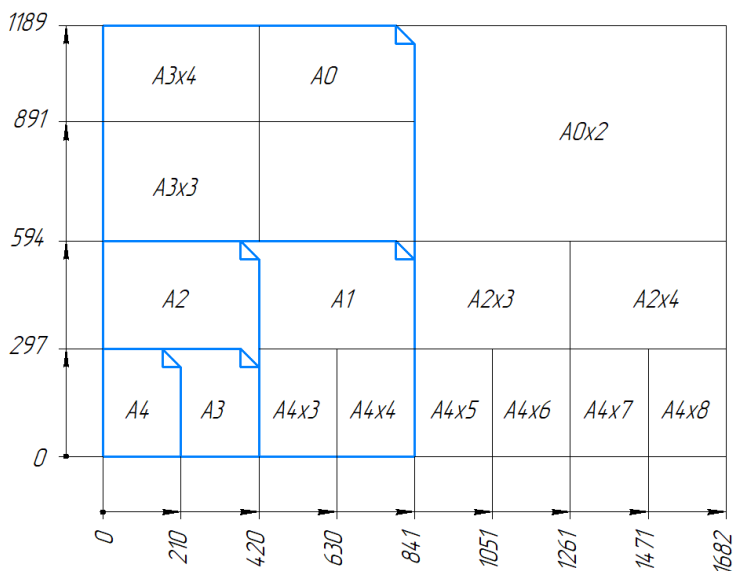


Рисунок 3 – Форматы

Для всех чертежей и схем независимо от их вида и назначения ГОСТ 2.104-68 устанавливает единую форму, размеры и порядок заполнения основной надписи.

В стандарте представлены основные надписи по формам:

- форма 1 – первый лист графического документа (Рисунок 5);
- форма 2 – первый лист текстового документа (Рисунок 6);
- форма 2а – второй и последующие листы текстового или графического документа (Рисунок 7).

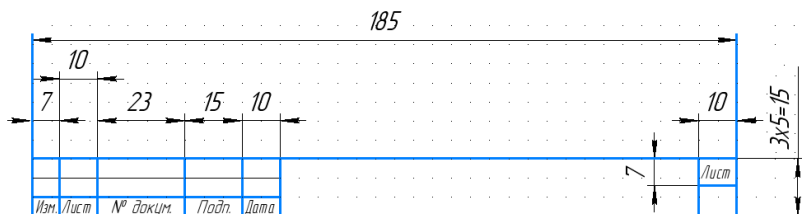


Рисунок 7 – Основная надпись, форма 2а

В графах основной надписи для чертежей и схем указывается следующее (Таблица 3):

3 МАСШТАБЫ

В конструкторской практике приходится чертить изображения как крупных, так и мелких изделий. Размер изображения определяется его назначением: должна быть хорошо видна форма как целого, так и его частей.

Отношение величины изображения к величине самого предмета называется масштабом и регламентируется ГОСТ 2.302-68.

Таблица 2 – 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 и т.д.
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 и т.д.

Размеры, независимо элементов от масштаба, изделия проставляются в натуральную величину:

Таблица 3 – Заполнение граф основной надписи

№	Содержание надписи	Размер шрифта	Содержание надписи в учебном чертеже
1	Наименование изделия, а также наименование документа, если этому документу присвоен код	7; 10	В соответствии с вариантом задания
2	Обозначение документа по ГОСТ 2.201-80	5	Обозначение в соответствии с примером
3	Обозначение материала	5	В соответствии с вариантом задания
4	Литера, присвоенная документу по ГОСТ 2.103-68	5	Не заполнять
5	Масса изделия	5	Не заполнять
6	Масштаб	5	
7	Порядковый номер листа	3.5	На чертежах из одного листа не заполнять
8	Общее количество листов документа	3.5	Заполнять только на первом листе
9	Наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ	3.5	РГРТУ, ИТГД
10	Характер работы, выполняемый лицом, подписывающим документ	3.5	Не заполнять
11	Фамилии лиц, подписывающих документ	3.5	Разработал - фамилия студента, проверил - фамилия преподавателя
12	Подписи лиц, фамилии которых указаны в п.11		Подпись (ручкой)
13	Дата подписания документа	2.5	
14..18	Графы таблицы изменений		Не заполнять
19	Обозначение формата		

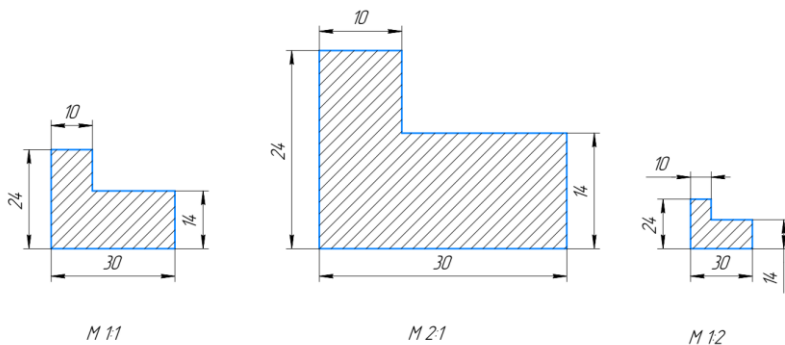




Рисунок 8 – Простановка размеров в зависимости от масштаба


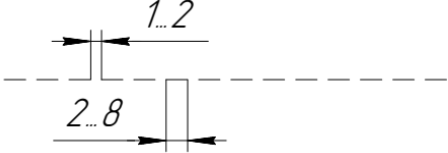
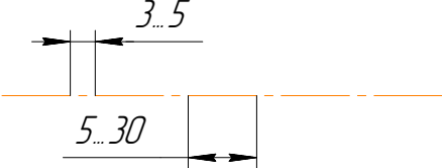
4 ТИПЫ ЛИНИЙ

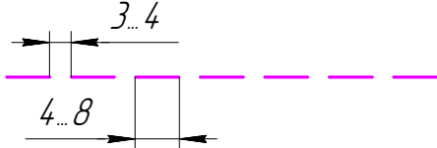


Трудно разобраться в чертеже, если все его линии выполнить одной толщиной и одинакового начертания. Также значительно усложнилась бы работа, если каждый конструктор применял бы ту или иную линию на свое усмотрение.

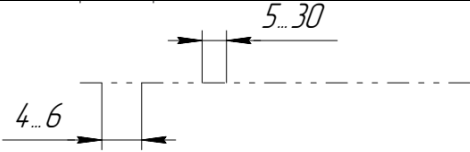
В таблице (Таблица 4) показаны начертания и основные назначения линий по ГОСТ 2.303-68.

Таблица 4 – Стили линий

Сплошная толстая основная	
Начертание	
Толщина	s
Назначение	Линии видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенную и входящего в состав разреза)
Сплошная тонкая	
Начертание	
Толщина	от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$

Назначение	Линии 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 при специальных построениях
Сплошная волнистая	
Начертание	
Толщина	от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$
Назначение	Линии обрыва Линия соединения части вида и части разреза
Штриховая	
Начертание	
Толщина	от $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$
Назначение	Линии невидимого контура, Линии перехода невидимые
Штрихпунктирная тонкая	
Начертание	

Толщина	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Назначение	Линии осевые и центровые, Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных и вынесенных сечений
Штрихпунктирная утолщенная	
Начертание	
Толщина	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{2}{3}S$
Назначение	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
Разомкнутая	
Начертание	
Толщина	от S до $\frac{3}{2}S$
Назначение	Линии сечений
Сплошная тонкая с изломами	
Начертание	
Толщина	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Назначение	Длинные линии обрыва

Штрихпунктирная с двумя точками	
Начертание	
Толщина	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Назначение	Линии сгиба на развертках Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Толщина линий указана по отношению к толщине сплошной основной линии. Выбранная толщина сплошной основной линии, а, следовательно, и толщина всех других линий, должна оставаться постоянной в пределах всего чертежа.

Для сложных разрезов и сечений допускается концы разомкнутой линии соединить штрихпунктирной тонкой линией:



Рисунок 9 – Соединение штрихов разомкнутой линии

Штриховые и волнистые линии не должны выходить за контур изображения. Штрихпунктирные линии и линии с изломом выходят за контур на 3..5 мм. Разомкнутая линия чертится вне контура изображения.

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величин изображения. Штрихи должны быть одинаковой длины, промежутки тоже.

Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Если штрихпунктирные линии применяются как центровые в отверстиях или других геометрических элементах малой величины (менее 12 мм), их следует заменять сплошными тонкими.

Примеры использования линий различных типов приведены на рисунке (Рисунок 10).

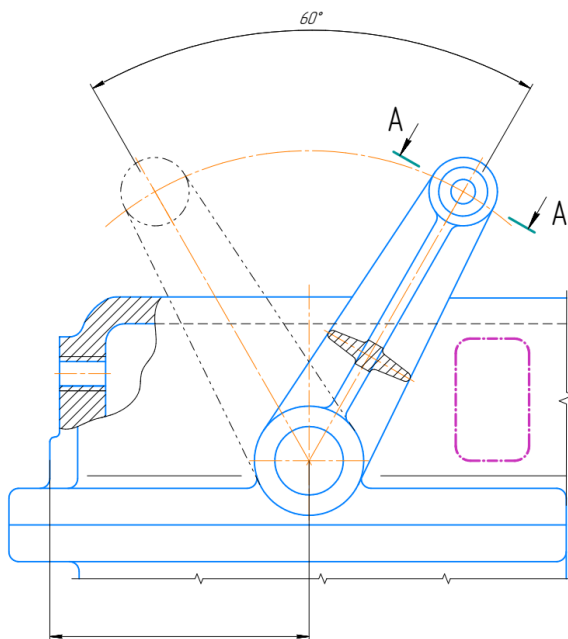


Рисунок 10 – Пример применения типов линий

5 ЧЕРТЕЖНЫЙ ШРИФТ

Высокий уровень развития производства требует четкого и грамотного изображения изделий на чертежах. Чертеж тогда считается законченным, когда он помимо правильности и четкости графических изображений четко и ясно надписан чертежными шрифтами по ГОСТ 2.304-81. Надписи являются неотъемлемой частью любого графического документа – чертежа, схемы. Плохое их выполнение может при вести к ошибке при изготовлении изображенных на чертеже изделий.

Шрифт представляет собой совокупность общих закономерностей начертания букв и цифр, которые придают им единый характерный облик.

Для надписей, выполняемых от руки на чертежах и документах, установлены два типа шрифта А (толщина d линий обводки цифр и букв равна $1/14$ высоты h прописной буквы) и Б ($d = 1/10 h$).

Каждый тип шрифта имеет две формы: с наклоном 75° к основанию строки (такой угол наклона удобно получить с помощью двух угольников, Рисунок 11) и шрифт без наклона.

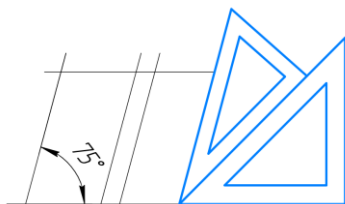


Рисунок 11 – Построение наклона 75°

Основная характеристика чертежного шрифта – размер шрифта h – высота прописных букв в миллиметрах. Высота h измеряется перпендикулярно строки.

Устанавливаются следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Применять шрифт размером 1,8 не рекомендуется и допускается только для типа Б.

Наиболее часто применяют шрифты:

- 5 – для размеров;
- 3,5 и 5 – для текстовых надписей на чертежах и в спецификациях;
- 5 и 7 – для наименования изделий и обозначения документа основной надписи чертежа;
- 10 и 14 – для общих заголовков.

В (Таблица 5) приведены некоторые параметры шрифта типа Б для размеров от 3,5 до 14 ($d = h/10$).

Расстояния между буквами в словах и цифрами в числах, между словами и числами, и между базовыми линиями строк зависят от размера шрифта и должны соответствовать указанным в таблице (тип шрифта Б, $d = h/10$)/

В словах, написанных прописными буквами, соседние линии которых не параллельны между собой, например, при сочетаниях Г и А, Т и А, Г и Д, Г и А, А и Т и т.п., расстояние между буквами уменьшают до размера, равного толщине линий букв.

Таблица 6 – Параметры шрифта

Параметры шрифта	Относительный размер	Размеры, мм				
Высота прописных букв	h	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0
Высота строчных букв	$\frac{7}{10}h$	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0
Толщина линии шрифта	$\frac{1}{10}h$	0.35	0.5	0.7	1.0	1.4
Расстояние между буквами и цифрами	$\frac{2}{10}h$	0.7	1.0	1.4	2.0	2.8
Минимальное расстояние между словами и числами	$\frac{6}{10}h$	2.1	3.0	4.2	6.0	8.4
Расстояние между базовыми линиями строк	$\frac{17}{10}h$	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0

Конструктивные особенности букв и цифр сохраняются для шрифтов всех размеров. На последующих рисунках показана конструкция букв и цифр чертежного шрифта типа Б с наклоном. Для лучшего восприятия формы и размеров букв и цифр их построение показано на сетке с ячейками, имеющими форму ромба, высота которого равна $h/10$.

По конструкции буквы русского алфавита имеют много одинаковых элементов. Кроме того, в шестнадцати случаях конструкция строчных букв повторяет прописные. Для одного и того же шрифта они отличаются только по величине. К таким буквам относятся: Ж, З, К, Л, М, Н, О, С, Х, Ч, Ъ, Ь, Э, Ю, Я.

Конструкцию букв изучают не по алфавиту, а в зависимости от однотипности и трудности написания букв. Буквы и цифры по их написанию можно разделить на следующие группы.

Группа 1. Прописные буквы Г, П, Т, Н, Е, Ш, Ц, Щ.

На рисунке (Рисунок 12) можно видеть положение по высоте средней горизонтальной черты букв Е и Н, длину этой черты у буквы Е.

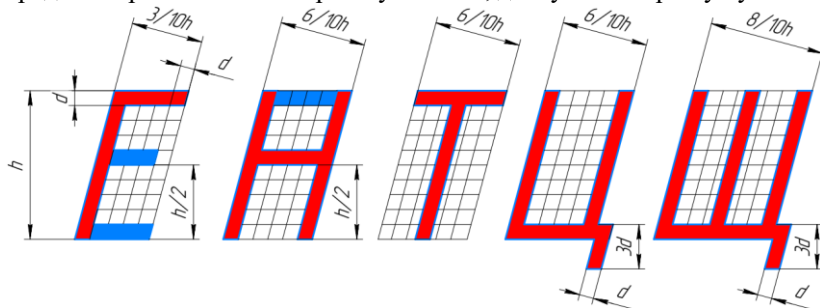


Рисунок 12 – Группа 1

Группа 2. Прописные буквы И, К, Л, Д, Х, А, М, Ж.

В этой группе следует обратить внимание на положение наклонной линии у буквы И, на размер и положение верхней черты у буквы Й, на то, что верхние наклонные линии примыкают к левой линии буквы К и к средней линии буквы Ж на $4/10$ их высоты, на положение по высоте горизонтальной черты у буквы А и острия у буквы М.

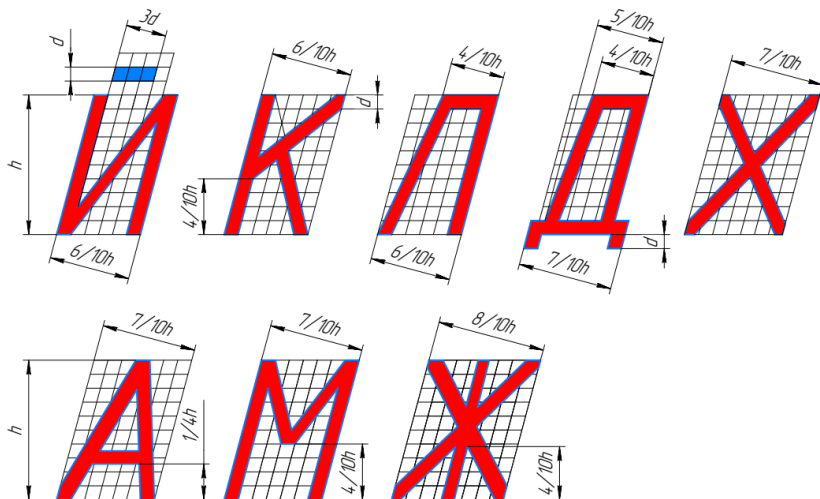


Рисунок 13 – Группа 2

Группа 3. Прописные буквы Ч, У. На рисунке по сетке хорошо видны скругления в буквах Ч и У и длина нижней горизонтальной линии буквы У.

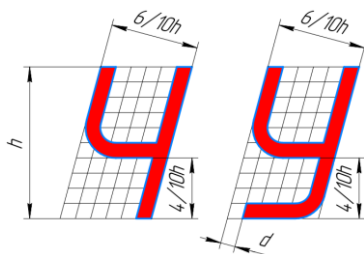


Рисунок 14 – Группа 3

Группа 4. Прописные буквы С, О, Э, Ю, Ф. В этих буквах имеются прямые участки и непостоянная кривизна скруглений.

Следует также обратить внимание на положение по высоте горизонтальных линий у букв Э, Ю и на длину этой линии в букве Э, на положение по высоте овальной части буквы Ф.

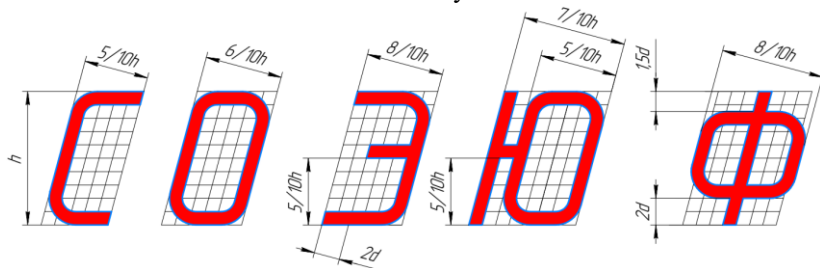


Рисунок 15 – Группа 4

Группа 5. Прописные буквы Ь, Ъ, Ь, Ъ, В, Р, Я, З.

При написании этих букв следует обратить внимание на длину верхней горизонтальной линии буквы Ь, на длину бокового отростка буквы Ъ, на ширину верхней части буквы В, на направление наклонной линии в букве Я, на ширину верхней части буквы З.

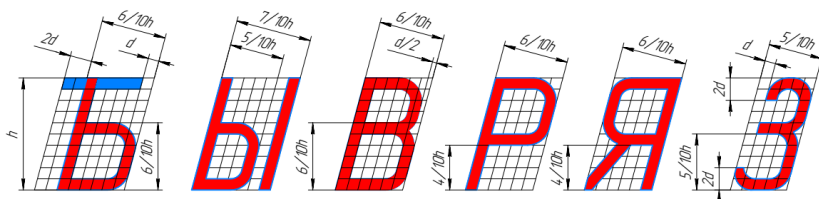


Рисунок 16 – Группа 5

Прописные буквы имеют следующую ширину:

- А, М, Х, Ы, Ю – ширина буквы $7/10 h$;
- Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ – ширина $8/10 h$;
- остальные буквы имеют ширину $6/10 h$.

Группа 6. Цифры.

Все цифры, исключая 1 и 4, по ширине равны половине их высоты – $5/10 h$. Цифра 3 имеет два варианта написания. Цифра 0 по ширине уже, чем буква О. Цифры не имеют строчного варианта написания.

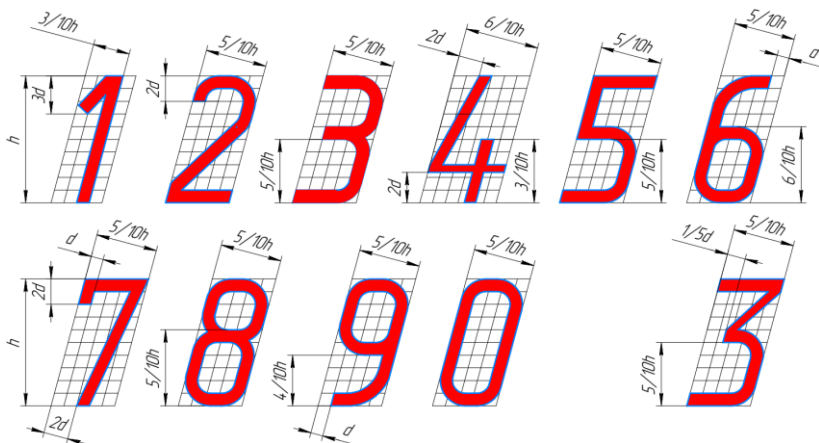


Рисунок 17 – Группа 6, цифры

Группа 7. Строчные буквы а, б, в, д, р, е. Ширина букв $5/10 h$. Исходным элементом построения букв этой группы является конструкция буквы о.

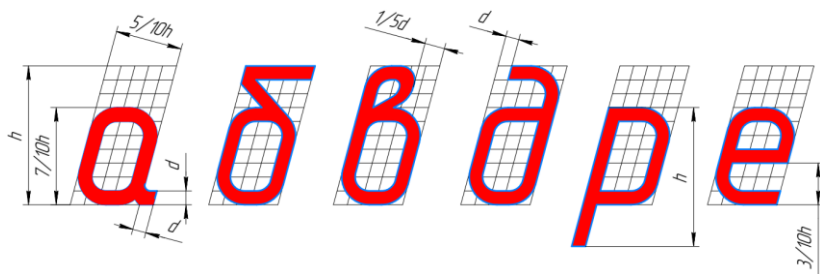


Рисунок 18 – Группа 7

Группа 8. Строчные буквы *п, и, й, ц, у*. У этих букв скругления тождественны соответствующим скруглениям буквы *о*.

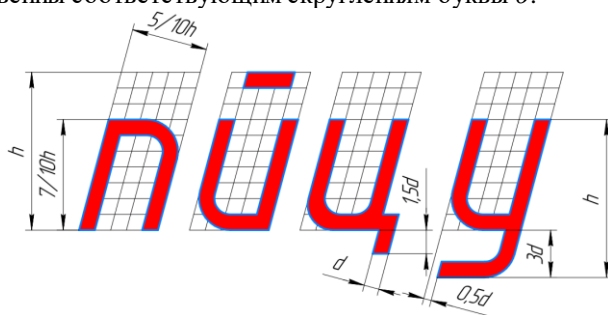


Рисунок 19 – Группа 8

Группа 9. Строчные буквы *т, ш, щ, ф*. Ширина букв $7/10h$. Следует обратить внимание на выполнение нижнего отрезка буквы *щ*.

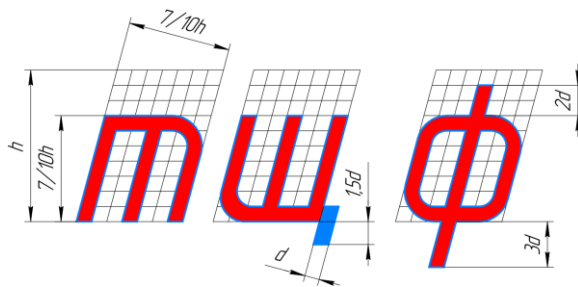


Рисунок 20 – Группа 9

Группа 10. Строчная буквы г.

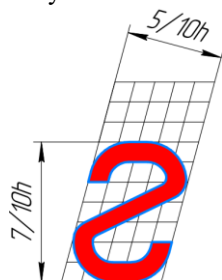


Рисунок 21 – Группа 10

В шрифте Б ширина строчных букв равна $5/10h$. Ширина букв *ж, т, ф, ш, щ* равна $7/10h$. Ширина букв *м, ы, ю* – $6/10h$. Ширина буквы *с* – $4/10h$.

На рисунке (Рисунок 22) слева показан условный знак \varnothing , наносимый перед размерным числом вместо слова "диаметр". Составными знака являются окружность и прямая, располагающиеся, как показано на рисунке.

На рисунке (Рисунок 22) справа показано начертание знака №.

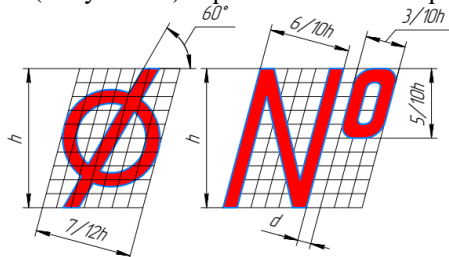


Рисунок 22 – Специальные символы

На рисунке (Рисунок 23) показано построение еще некоторых знаков: квадрат, уклон, конусность, градус, минута, дуга.

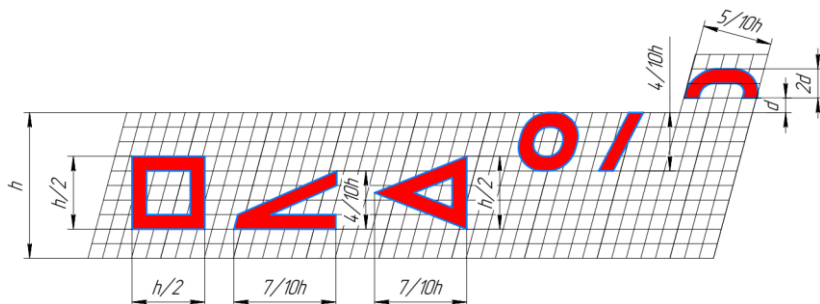


Рисунок 23 – Символы квадрат, уклон, конусность и др.

Правильное и четкое выполнение надписей чертежным шрифтом по заранее подготовленной вспомогательной сетке не зависит от хорошего или плохого почерка и художественных способностей исполнителя. Студенты, обладающие посредственным почерком, при некотором навыке хорошо выполняют надписи чертежным шрифтом, если знают конструкции букв и цифр, соотношение их отдельных элементов и систематически упражняются в выполнении надписей.

6 ИЗОБРАЖЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В СЕЧЕНИЯХ

Сечение предмета (сечение) – ортогональная проекция фигуры, получающейся в одной или нескольких секущих плоскостях или поверхностях при мысленном рассечении проецируемого предмета.

Требования к изображению материалов в сечениях указаны в ГОСТ 2.306-68 "Обозначение графические материалов и правила их нанесения на чертежах".

Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материалов должно соответствовать следующему рисунку (Рисунок 24):

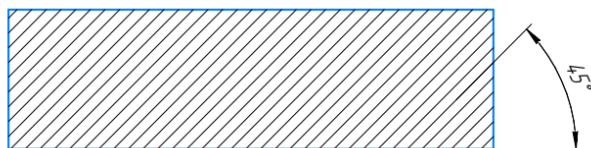


Рисунок 24 – Обозначение сечения не зависимо от материала

Вид штриховки соответствует различным материалам:

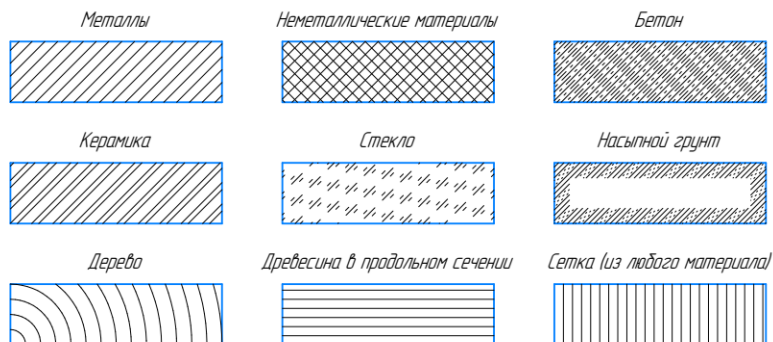


Рисунок 25 – Обозначение материала в сечении

Для металлов и твердых сплавов установлены следующие правила:

- наклонные линии штриховки наносят под углом 45° к линиям рамки чертежа; наклон может быть сделан влево или вправо, но всегда в одну и сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали;
- если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45° , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать углы 30° или 60° (Рисунок 26);

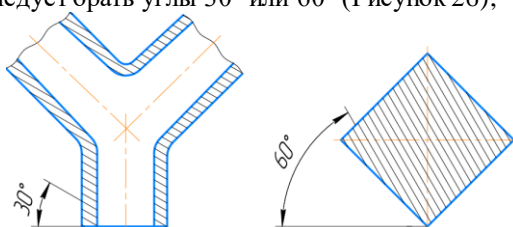


Рисунок 26 – Штриховка под углами 30° или 60°

- расстояние между параллельными линиями штриховки должно быть одинаковым для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данной детали, и выбирается в пределах 1-10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений;

- при больших площадях сечения допускается наносить штриховку лишь у контура сечения узкой полосой равномерной ширины (Рисунок 27);

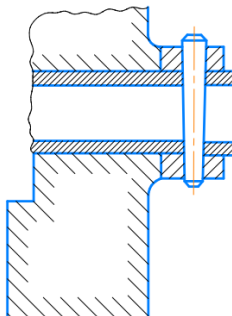


Рисунок 27 – Пример штриховки у границы сечения

- узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными, при этом между смежными сечениями оставляют просвет не менее 0.8 мм;

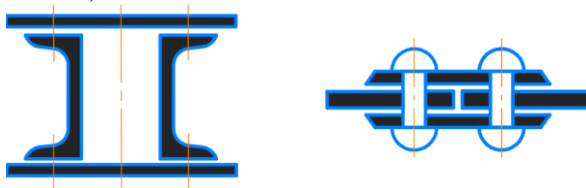


Рисунок 28 – Сечения шириной менее 2 мм

- узкие и длинные площади сечений, ширина которых на чертеже 2-4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения – небольшими участками в нескольких местах.

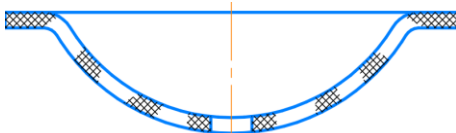


Рисунок 29 – Неполная штриховка области

7 СОПРЯЖЕНИЯ

При изображении технических деталей различной сложности часто можно встретить линии различного вида, плавно переходящие одна в другую. Плавные переходы одних линий в другие называются сопряжениями.

Сопряжения достигаются путем построений, основанных на геометрических построениях прямых, касательных к окружностям, и дугах, касательных к прямым. Рассмотрим некоторые типы сопряжений:

Тип 1. Произвести сопряжение дугой заданного радиуса R двух прямых, расположенных под углом друг к другу.

Для осуществления сопряжения необходимо определить центр сопряжения и точки сопряжения. Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги R , проводят две вспомогательные прямые линии и находят точку O пересечения этих прямых. Точка O является центром дуги радиуса R сопрягающейся стороны угла. Из центра O описывают дугу, плавно переходящую в прямые – стороны угла. Дуги заканчиваются в точках, которые являются основаниями перпендикуляров, опущенных из точки O на стороны угла.

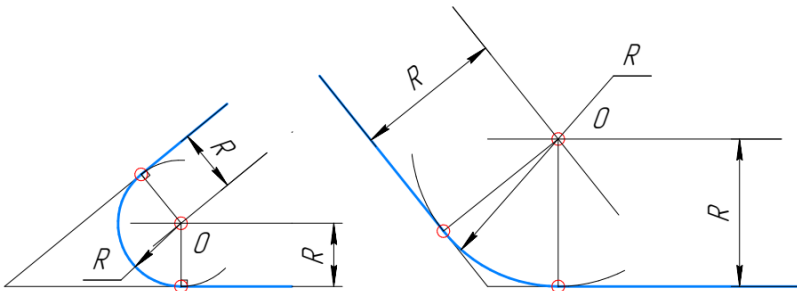


Рисунок 30 – Сопряжение пересекающихся прямых

Тип 2. Провести сопряжение дугой радиуса R прямой и дуги окружности радиуса R_1 .

Для построения такого сопряжения параллельно заданной прямой на расстоянии R проводят прямую. Из центра дуги проводят дугу окружности радиусом $R+R_1$, находят точку пересечения O с ранее построенной прямой. Точка O является центром дуги сопряжения. Одну точку сопряжения находят, опуская перпендикуляр из центра O на

заданную прямую. Другую точку сопряжения находят в пересечении прямой, соединяющей точку O с центром дуги и окружности радиуса R_1 (Рисунок 31).

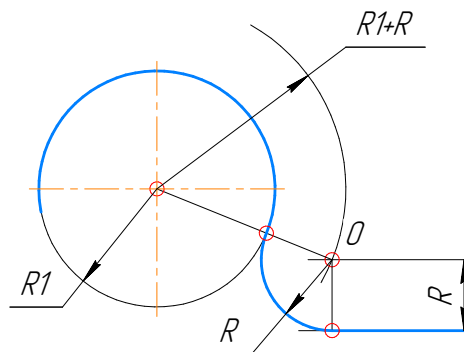


Рисунок 31 – Сопряжение прямой и дуги

Тип 3. Произвести внутреннее сопряжение дугой радиуса R двух дуг окружностей радиусов R_1 и R_2 .

Для построения сопряжений из центра первой окружности проводят дугу радиусом R_1+R , из центра второй окружности - радиусом R_2+R . Точка пересечения этих дуг будет центром скругления. Точки сопряжения определяются как точки пересечения прямых (соединяющих центр сопряжения с центрами исходных окружностей) и исходных окружностей.

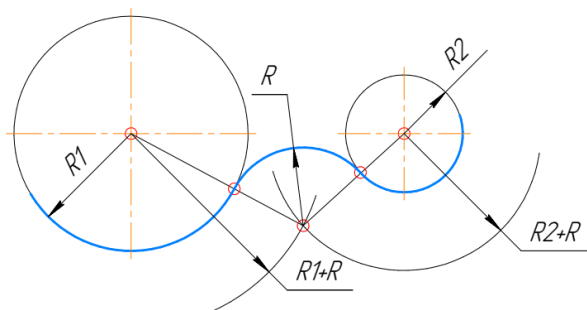


Рисунок 32 – Внутреннее сопряжение дуг

Тип 4. Произвести внешнее сопряжение дугой радиуса R двух дуг окружностей радиусов R_1 и R_2 .

Для построения сопряжений из центра первой окружности проводят дугу радиусом $R-R_1$, из центра второй окружности – радиусом $R-R_2$. Точка пересечения этих дуг будет центром скругления. Точки сопряжения определяются аналогично предыдущему примеру.

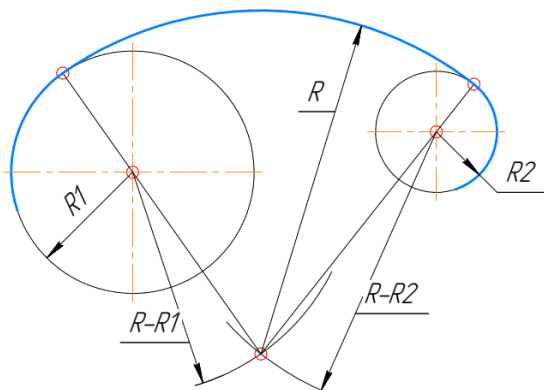


Рисунок 33 – Внешнее сопряжение дуг окружностей

Если для одной окружности сопряжение должно быть внешним, а для другой – внутренним, то проводят дуги радиусами $R-R_1$ и $R+R_1$:

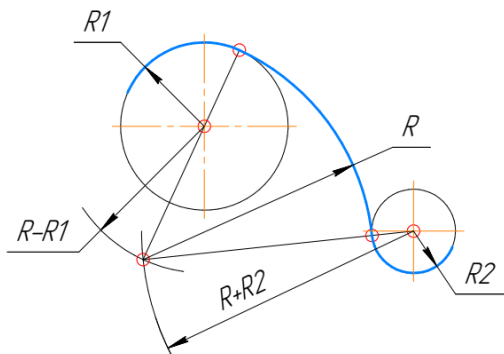


Рисунок 34 – Внешнее сопряжение одной окружности с внутренним сопряжением другой

Тип 5. Построение сопряжений параллельных прямых. Для данного типа задач возможны два варианта:

– задана точка *A*, определяющая начало скругления. В этом случае (Рисунок 35, слева) радиус скругления равен половине расстояния между прямыми *h*. Из точки *A* восстанавливается перпендикуляр к прямой, центр скругления будет находится на расстоянии $h/2$.

– заданы точка начала скругления *A*, точка окончания скругления *B* и точка *M* на отрезке *AB*, которая является переходом дуги первого скругления во вторую (Рисунок 35). Центр первого скругления находят как точку пересечения серединного перпендикуляра отрезка *AM* и перпендикуляра к прямой в точке *A*. Центр второго – как точку пересечения серединного перпендикуляра отрезка *BM* и перпендикуляра к прямой в точке *B*.

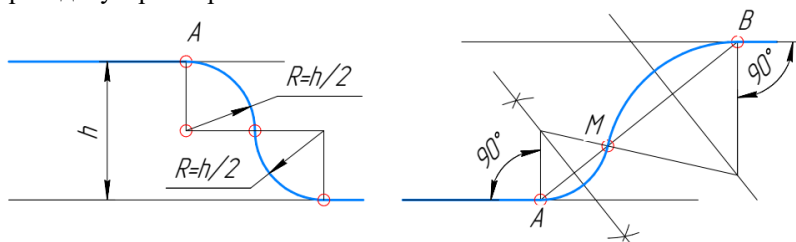


Рисунок 35 – Сопряжения параллельных прямых

8 НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

ГОСТ 2.307-2011 устанавливает обязательные к выполнению правила размещения и нанесения размеров. Размерные числа, нанесенные на чертеже, служат основанием для определения величины изображаемого изделия и его составных частей. Независимо от масштаба, проставляют действительные размеры изделий в миллиметрах без указания единиц измерения.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Размеры на чертежах указывается размерными линиями и размерными числам.

Рекомендуется выносить размерные линии за контур изображения. Размерные и выносные линии выполняются тонкими сплошными линиями толщиной $s/2$. Расстояние между параллельными

размерными линиями должно быть в пределах 6...10 мм, а от размерной до параллельной ей контурной, осевой или выносной линии должно быть не менее 10 мм. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1..5 мм.

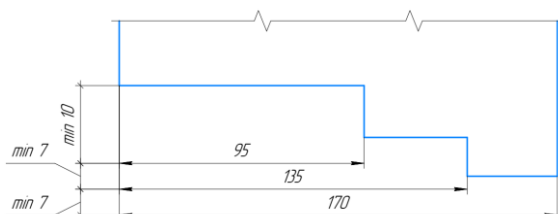


Рисунок 36 – Требования к размещению размерных линий

Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки показана на рис. (Рисунок 37).

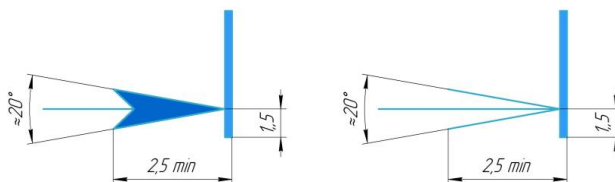


Рисунок 37 – Форма стрелки размерной линии

Размер шрифта, применяемый для простановки размеров, целесообразно выбирать равным 5 или 3.5. Размерные числа в общем случае рекомендуется наносить над размерной линией на расстоянии 1..1.5 мм от нее, параллельное ей, по возможности ближе к середине (Рисунок 38).

Если размерные линии наклонны, то размерные числа следует располагать на их верхней стороне. В вертикальном положении размерной линии размерное число пишется слева от нее (Рисунок 39).

При расположении линейных или угловых размеров с наклоном в пределах заштрихованной зоны, размерные числа размещают на горизонтальных полках линий выносок (Рисунок 40).

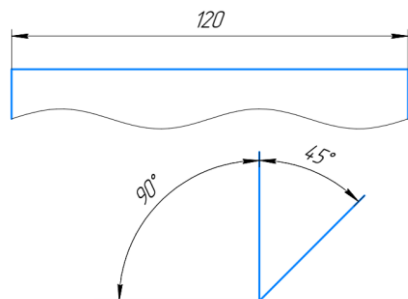


Рисунок 38 – Размещение размерных чисел

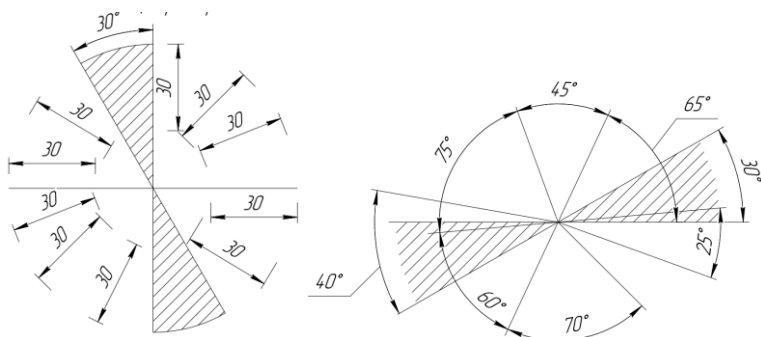


Рисунок 39 – Простановка размеров при наклонной размерной линии

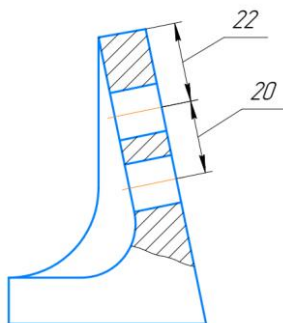


Рисунок 40 – Размещение размеров на полке линии выноски

На параллельных или концентричных размерных линиях, расположенных близко друг к другу, размерные числа располагают в шахматном порядке (Рисунок 41).

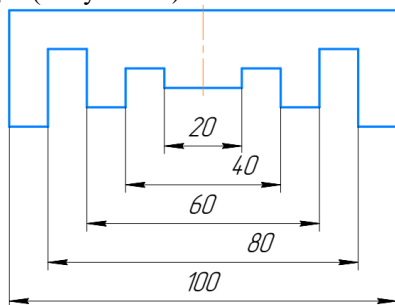


Рисунок 41 – Простановка размеров на параллельных размерных линиях

Каждый размер на чертеже проставляется один раз и на том изображении, где данный элемент показан наиболее ясно.

Допускается проводить выносные линии не под прямым углом к направлению измерения и размерной линии. Размерные и выносные линии вместе с измеряемым отрезком должны образовывать параллелограмм (Рисунок 42).

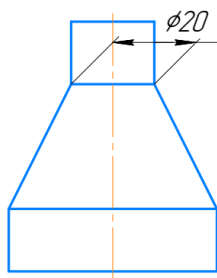


Рисунок 42 – Наклонные выносные линии

Линии контура, осевые, центровые и выносные запрещается использовать в качестве размерных линий (Рисунок 43).

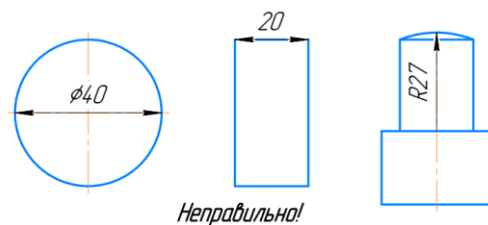


Рисунок 43 – Неправильное использование контурных, осевых и центровых линий в качестве размерных

Осевые и центровые линии могут быть использованы в качестве выносных:

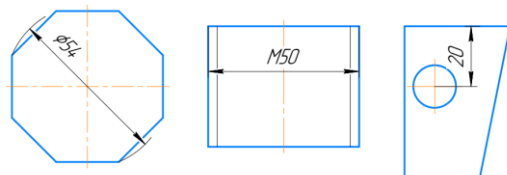


Рисунок 44 – Использование контурных и осевых линий в качестве выносных

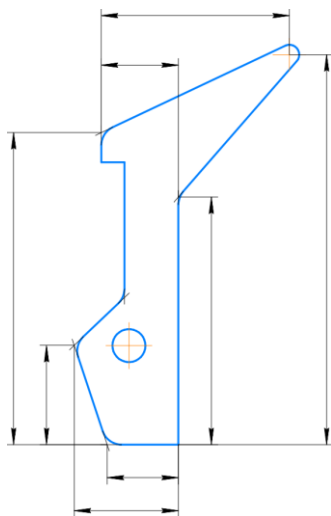


Рисунок 45 – Простановка размеров при наличии скруглений

При обозначении координат вершин центров дуг округления выносные линии следует проводить от точек пересечения сторон угла или от центра дуги (Рисунок 45).

Если на чертеже изображена только одна граница измерений, например, при соединении вида с разрезом или при виде с обрывом, то размерные линии следует проводить не полностью – с обрывом.

Обрыв размерной линии производят за осью симметрии изображения, на расстоянии 6..10 мм от оси. Размерное число наносят по возможности ближе к оси симметрии (Рисунок 46).

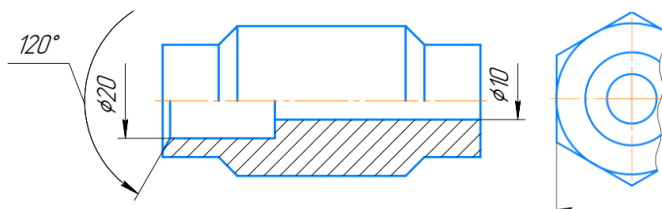


Рисунок 46 – Размерные линии с обрывом

В случае изображения протяженных деталей размерная линия не прерывается и размер проставляется полный – всей длины детали. При недостатке места над размерной линией для нанесения размерного числа его проставляют на продолжении размерной линии, либо на полке линии выноски. В случае, когда не хватает места для стрелок, вместо них ставят засечки или точки.

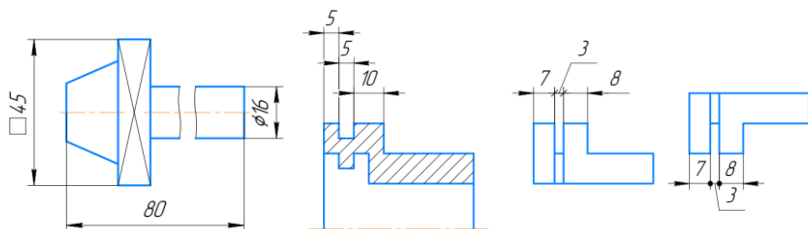


Рисунок 47 – Размещение стрелок, засечек и точек на размерной линии

Контурные, выносные и осевые линии, линии штриховки допускается прерывать, чтобы не допускать пересечения с размерным числом или стрелкой (Рисунок 48).

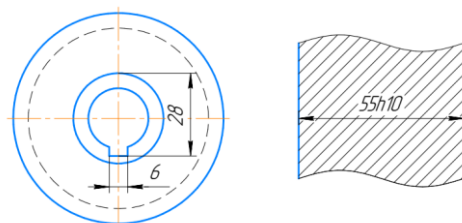


Рисунок 48 – Прерывание линий, проходящих через размерное число

Радиус дуги окружности обозначают прописной буквой R, которую ставят перед размерным числом (буква R и размерное число пишутся одной высоты). На рисунке (Рисунок 49) приведены варианты нанесения размера радиуса.

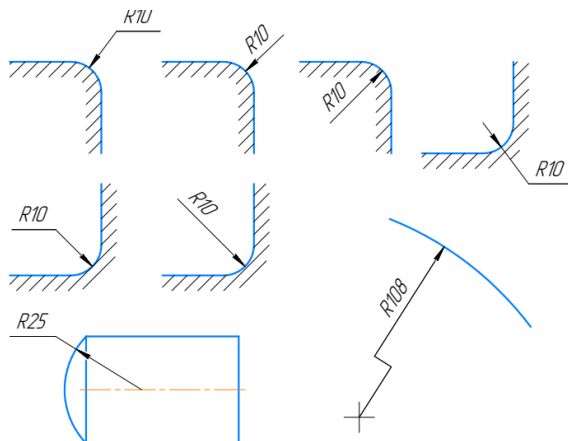


Рисунок 49 – Нанесение радиальных размеров

Если радиусы скруглений на всем чертеже одинаковые, то вместо нанесения размеров этих радиусов непосредственно на изображении изделия, рекомендуется в технических требованиях делать запись типа: "Радиусы скруглений 5 мм"; "Неуказанные литейные радиусы 3..5 мм" и т.п.

Положение центра дуги должно быть задано пересечением центровых линий. При большой величии радиуса центра допускается

приближать к дуге, а размерные линии изображать с изломом под прямым углом (Рисунок 49).

Если необходимо провести несколько радиусов из одного центра, размерные линии не располагают на одной прямой (Рисунок 50).

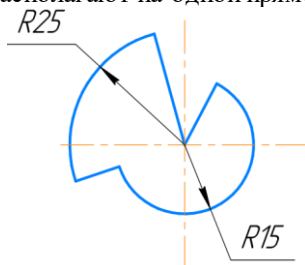


Рисунок 50 – Простановка нескольких радиусов от одного центра

При обозначении диаметра (цилиндрической, конической, сферической или тороидальной поверхностей) ставят знак \varnothing . На рисунке (Рисунок 52) приведены различные варианты простановки диаметров окружностей.

После знаков \varnothing и R знаки равенства или тире не ставят. Перед размерным числом диаметра или радиуса сферы может быть указан надпись "Сфера" или специальный символ, обозначающий сферическую поверхность (Рисунок 51).

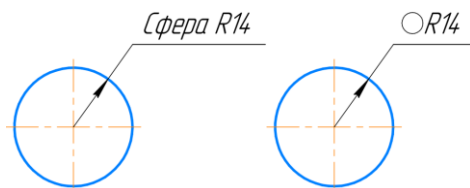


Рисунок 51 – Указание размера сферы

При нанесении размеров радиуса или диаметра менее 12 мм их проставляют как показано в нижней части рисунка (Рисунок 52).

При нанесении размеров конических фасок проставляют два размера – линейный (высота усечённого конуса) и угловой (угол наклона образующей конуса). В случае, если угол наклона образующей конуса равен 45° , фаску обозначают как показано на рисунке (Рисунок 53).

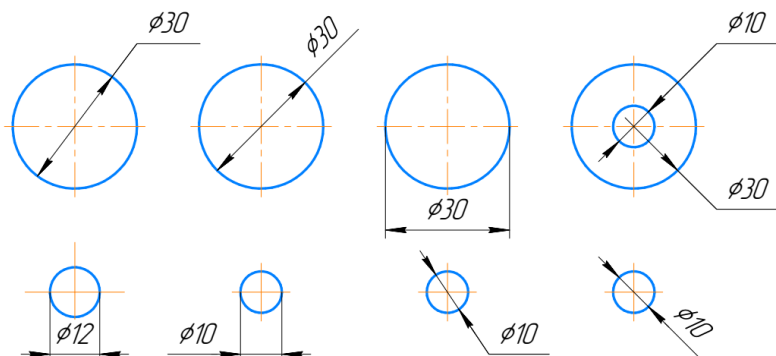


Рисунок 52 – Простановка диаметральных размеров

Плоские фаски (скосы) задают или линейным и угловым размером, или двумя линейными, независимо от угла среза или фаски.

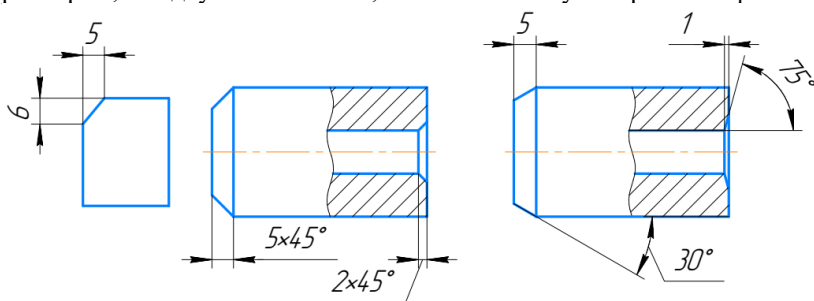


Рисунок 53 – Указание размеров фасок и скосов

Ряд и упрощений условностей при нанесении размеров позволяют сократить число изображений и обозначений размеров. Если необходимо проставить размеры, определяющие расстояние между расположенными равномерно одинаковыми элементами изделий, например, отверстиями, то в этом случае следует нанести размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (Рисунок 54).

В тех случаях, когда необходимо большое количество размеров нанести от общей базы, допускается наносить линейные и угловые размеры, как показано на рисунке. В таких случаях проводят общую

размерную линию от отметки "0" и размерные числа наносят в направлении выносных линий у из концов (Рисунок 55).

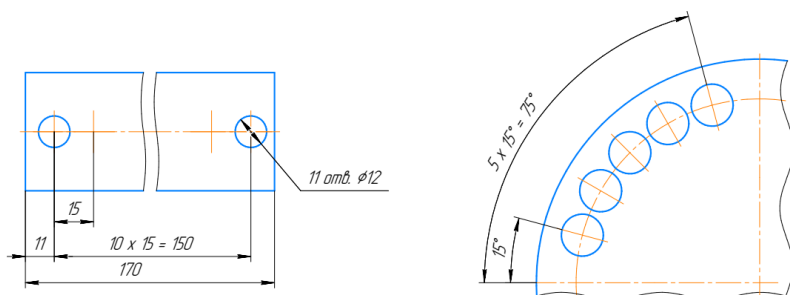


Рисунок 54 – Простановка размеров равномерно расположенных элементов

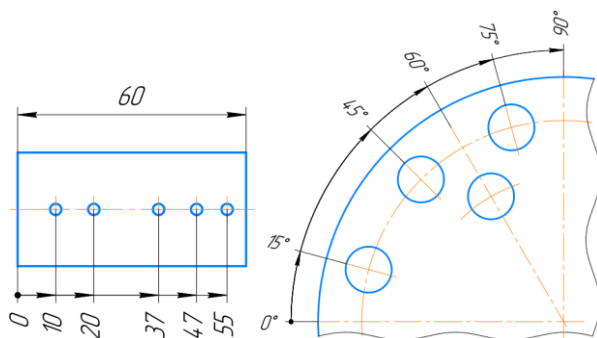


Рисунок 55 – Простановка размеров от общей базы

Толщину плоской детали, изображаемой в одной проекции, обозначают буквой S и числом, указывающей толщину детали в миллиметрах. Длина детали с фасонным поперечным сечением обозначается буквой L и числом, указывающим длину детали в миллиметрах (Рисунок 56).

Обозначение размеров квадратного выступа или отверстия показано на рисунке (Рисунок 47, слева). Знак квадрата \square по высоте должен быть равен высоте размерных чисел на чертеже.

Размеры нескольких одинаковых по форме и величине элементов указывают только раз с обозначением их количества (Рисунок 57).

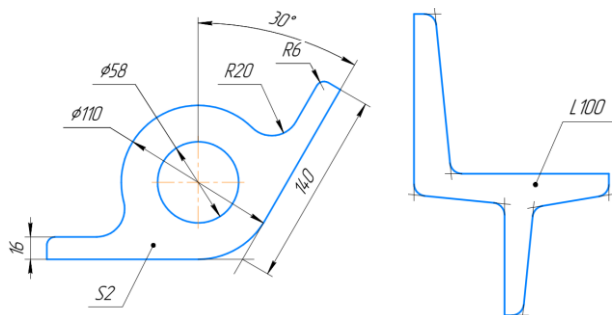


Рисунок 56 – Указание толщины и длины деталей

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (Рисунок 57, справа).

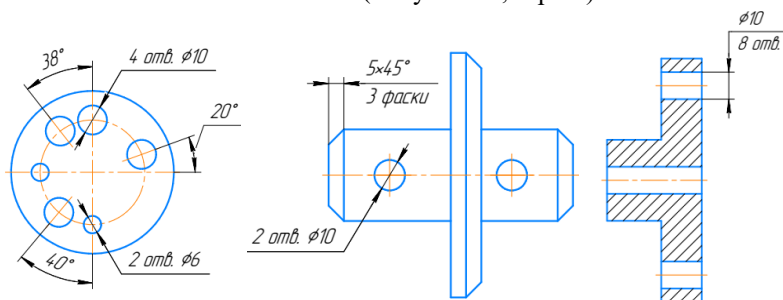


Рисунок 57 – Нанесение размеров одинаковых элементов

Если различие в размерах элементов разных групп достаточно мало и их зрительно отличаются воспринимаются не слишком отчетливо, рекомендуется для их отличия пользоваться условными знаками. Эти знаки применяют на изображении, на котором указаны размеры, определяющие положение этих элементов (Рисунок 58).

Если отсутствует изображение отверстия в разрезе или сечения вдоль оси, размеры следует проставлять так как указано на рисунке (Рисунок 59).

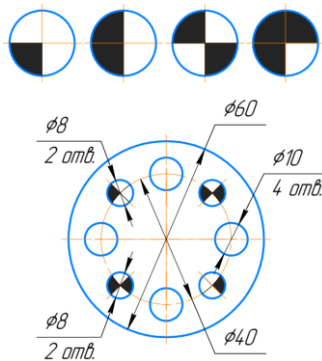


Рисунок 58 – Изображение размеров элементов, размеры которых визуально сложно различимы

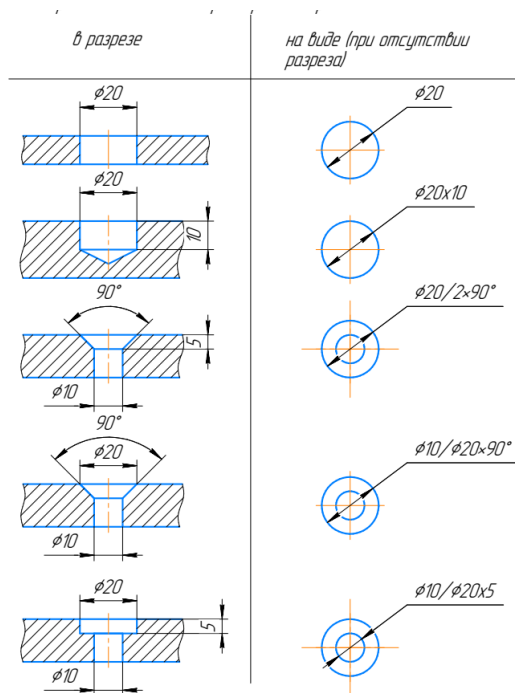


Рисунок 59 – Изображение и обозначение отверстий

При простановке размеров обычно выделяют три способа: *координатный*, *цепной* и *комбинированный*. Первый из них наиболее распространен. С учетом технологии изготовления или положения детали линия или точка, которая принимается за базу. От этой базы проставляются размеры. На рисунке (Рисунок 60) приведен один из вариантов этого способа. На рисунке (Рисунок 62) приведены цепным и комбинированным способом (Рисунок 61).

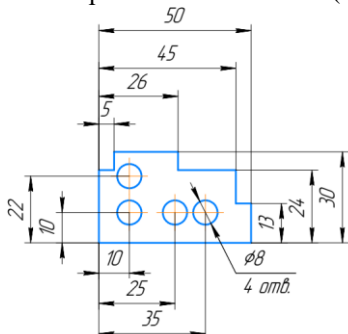


Рисунок 60 – Координатный способ

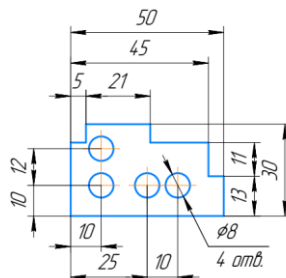


Рисунок 61 – Комбинированный способ

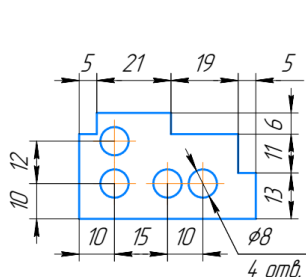


Рисунок 62 – Цепной способ

При простановке размеров для симметричной детали следует за базу считать ось симметрии и поступать, как указано на рисунке (Рисунок 41). В случае, когда требуется показать места расположения и диаметры большого количества отверстий, размерные числа помещают в таблице в непосредственной близости от изображения, предварительно задав систему координат.

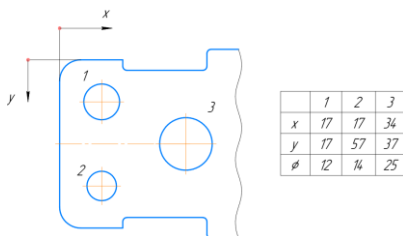


Рисунок 63 – Простановка координат отверстий в таблице

9 УКЛОН И КОНУСНОСТЬ

Наклон одной линии к другой определяется уклоном – величиной тангенса угла между ними. Уклоны обычно выражаются отношением двух чисел, например 1:4, где числитель обозначает один катет, а прямоугольного треугольника, а знаменатель – другой (Рисунок 64).

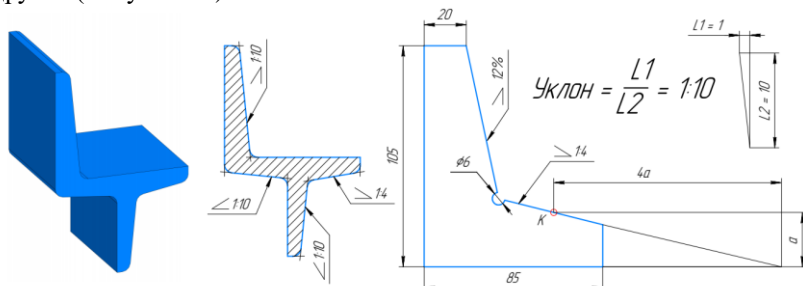


Рисунок 64 – Расчет и обозначение уклона

Уклон обозначается знаком \searrow , вершина угла которого направлена в сторону уклона, и отношением двух чисел, обозначающим величину уклона непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски.

На изображениях, где уклон отчетливо не выявляется, например, главный вид на рисунке (Рисунок 65), проводят только одну линию, соответствующую меньшему размеру элемента с уклоном.

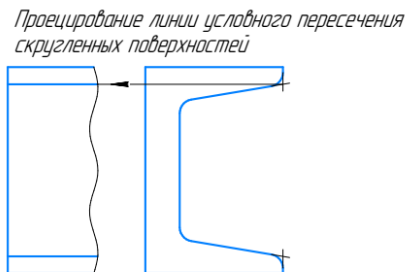


Рисунок 65 – Изображение уклона там, где он отчетливо не выделяется

Под конусностью понимают отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними (Рисунок 66).

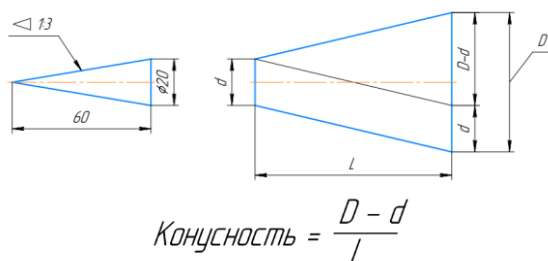


Рисунок 66 – Изображение и обозначение конусности

На чертеже величину конусности выражают отношением двух чисел, например, 1:4. Числитель – величина диаметра конуса, знаменатель – высота. На чертеже конусность обозначают знаком \triangleleft и отношением двух чисел. Вершина знака направлена в сторону вершины конуса. Обозначение конусности пишется над осью конуса или на полке, параллельной его оси.

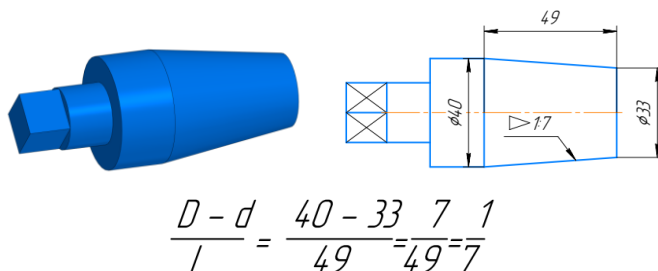


Рисунок 67 – Обозначение и расчет конусности

На тех изображениях, где конусность отчетливо не выявляется (Рисунок 68), проводят только одну линию, соответствующую меньшему основанию конуса.

Незначительные конусность и уклон допускается изображать с небольшим увеличением.

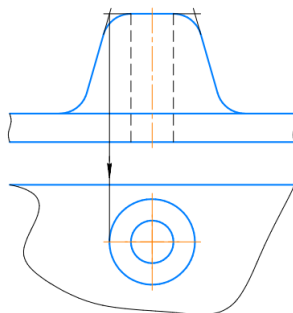


Рисунок 68 – Изображение детали с нечетко выявленной конусностью

Контрольные вопросы

1. Роль ЕСКД в оформлении конструкторских документов.
2. Форматы. Принцип образования, место расположения основной надписи. Дополнительные форматы.
3. Масштабы. Определение. Применяемые масштабы увеличения и уменьшения.
4. Типы линий. Наименование, конструкция, назначение, соотношение толщин.
5. Шрифты чертежные. Параметры, определяющие размер шрифта. Соотношение отдельных элементов.
6. Графическое изображение материалов в сечениях. Виды, применяемые типы линий, наклон.
7. Сопряжения. Определение. Сопряжение прямых линий (пересекающихся и параллельных), прямой и окружности, двух окружностей.
8. Правила простановки размеров. Основные требования. Нанесение размеров отдельных элементов. Условности и упрощения при простановке размеров.
9. Уклон и конусность. Определение. Обозначение.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.301-68. Форматы.
2. ГОСТ 2.302-68. Масштабы.
3. ГОСТ 2.303-68. Линии.
4. ГОСТ 2.304-81. Шрифты чертежные.
5. ГОСТ 2.306-68. Обозначение графические материалов и правила их нанесения на чертежах.
6. ГОСТ 2.307-2011. Нанесение размеров и предельных отклонений.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕРТЕЖНОГО ПРОЦЕССА.....	6
2 ФОРМАТЫ	7
3 МАСШТАБЫ	10
4 ТИПЫ ЛИНИЙ.....	12
5 ЧЕРТЕЖНЫЙ ШРИФТ	16
6 ИЗОБРАЖЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В СЕЧЕНИЯХ.....	24
7 СОПРЯЖЕНИЯ.....	27
8 НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ.....	30
9 УКЛОН И КОНУСНОСТЬ	43
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	46