МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Техносферная безопасность и производственный дизайн»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические рекомендации к управляемой самостоятельной работе для студентов специальности 1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства» очной формы обучения

Могилев 2022

УДК 744
ББК 30.11
И62

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Техносферная безопасность и производственный дизайн» «10» декабря 2021 г., протокол № 5

Составители: ст. преподаватель О. А. Воробьева;
ст. преподаватель Н. М. Юшкевич

Рецензент А. П. Смоляр

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности 1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства» очной формы обучения. Приведены материалы к управляемой самостоятельной работе по курсу дисциплины «Инженерная графика».

Учебно-методическое издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Ответственный за выпуск А. В. Щур

Корректор А. А. Подошевко

Компьютерная верстка Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2022

Содержание

Введение……..... 4
1 Лекции к управляемой самостоятельной работе…… 5
1.1 Введение…… 5
1.2 Методы преобразования чертежа…… 6
1.3 Поверхности……..... 9
1.4 Позиционные задачи……... 11
2 Практические занятия к управляемой самостоятельной работе……..... 12
2.1 Геометрическое черчение…… 12
2.2 Построение основных видов……..... 16
2.3 Построение простых разрезов и сечений……..... 17
2.4 Методы преобразования чертежа (замена плоскостей проекций)…… 19
2.5 Пересечение поверхностей (одна из которых проецирующая)…….. 21
2.6 Пересечение поверхностей (метод вспомогательных секущих плоскостей)…… 22
2.7 Расчет и вычерчивание болтового соединения……..... 23
2.8 Расчет и вычерчивание винтового соединения……..... 25
2.9 Сварные соединения. Классификация и применение…… 26
2.10 Особенности выполнения эскиза детали типа «вал»……... 30
2.11 Особенности выполнения эскиза детали типа «зубчатое колесо»…… 33
2.12 Рабочие чертежи деталей узла (по натуральному образцу)…… 38
Список литературы…… 41

Введение

Одним из основных условий успешного изучения технических дисциплин является графическая грамотность студента, т. е. умение правильно читать и выполнять чертежи.

Подготовку специалистов инженерно-технического профиля в вузах обеспечивает курс инженерной графики, который является первой общетехнической дисциплиной, дающей необходимые знания. Изложение материала в методических рекомендациях базируется на положении Государственных стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД), внедренных и действующих в настоящее время в нашей стране.

Управляемая самостоятельная работа (УСР) выполняется под методическим руководством преподавателя. По мере выполнения УСР у студента происходит обобщение, систематизация теоретического материала, закрепление практических навыков.

В методических рекомендациях изложены основы дисциплины, где последовательно рассмотрены основные геометрические элементы, способы преобразования чертежа и их применение к решению практических задач, рассмотрены основные требования стандартов ЕСКД по оформлению чертежей [3–5], проекций геометрических тел, изображения – виды, разрезы, виды конструкторской документации, изображение и обозначение соединений.

Методические рекомендации по дисциплине «Инженерная графика» подготовлены на основе действующих стандартов и отвечают требованиям учебного процесса.

1 Лекции к управляемой самостоятельной работе

1.1 Введение

В число дисциплин, составляющих основу инженерного образования, входит начертательная геометрия.

Предметом начертательной геометрии является изложение и обоснование способов изображения пространственных образов (линий, поверхностей, тел) на плоскости и способов решения геометрических задач по заданному изображению этих форм.

Задачи начертательной геометрии.

1 Научить строить чертежи, т. е. изображать пространственные 3-мерные образы на плоском 2-мерном чертеже.

2 Научить читать чертежи, т. е. по плоскому изображению представить технический объект предметного пространства.

3 Научить на плоском чертеже решать позиционные и метрические задачи относительно взаимного положения пространственных объектов.

Изображения, построенные по правилам, изучаемым в начертательной геометрии, позволяют представить мысленно форму предметов и их взаимное расположение в пространстве, определить их размеры, исследовать геометрические свойства, присущие изображаемому предмету.

Правила построения изображений, излагаемые в начертательной геометрии, основаны на методе проекций.

Изучение метода проекций начинают с построения точки, т. к. любой пространственный объект рассматривают как ряд точек, принадлежащих этому объекту.

Проекцией точки A на плоскость H называется точка A', полученная при пересечении проходящего через нее проецирующего луча с плоскостью проекций.

В зависимости от способа проведения проецирующего луча проекции подразделяют на центральные и параллельные.

Для получения центральной проекции необходимо задаться плоскостью проекций, центром проекций и точкой, не лежащей в этой плоскости.

Параллельные получаются в случае расположения проецирующих лучей параллельно между собой и параллельно заданному направлению проецирования.

В свою очередь параллельные проекции могут быть прямоугольные и косоугольные.

Прямоугольные проекции – проецирующие, прямые перпендикулярные к плоскости проекций.

Косоугольные проекции – направление проецирования составляет с плоскостью проекций угол, не равный 90°.

Одна проекция точки не определяет положение ее в пространстве, т. к. может служить проекцией любой точки, лежащей на проецирующем луче.

В 1799 г. издан метод французского ученого Гаспара Монжа – метод параллельного проецирования (причем берутся прямоугольные проекции на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций), обеспечивая выразительность, точность изображений предметов на плоскости.

Слово «прямоугольный» часто заменяют словом ортогональный, образованным из слов древнегреческого языка, обозначающих «прямой» и «угол».

В результате указанного совмещения плоскостей получается чертеж, известный под названием эпюр Монжа.

Основной закон проецирования: две проекции точки всегда лежат на одной линии связи, перпендикулярной одной из осей проекций (рисунок 1.1).

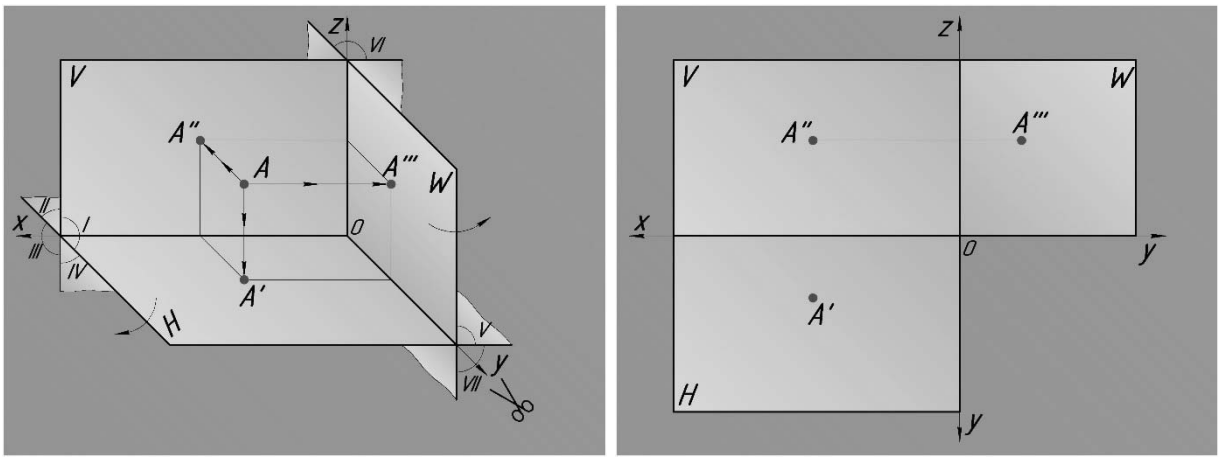


Рисунок 1.1 – Эпюр Монжа

1.2 Методы преобразования чертежа

Задачи, в результате решения которых определяются натуральные величины отрезков прямых, величина плоских углов, площади фигур, называются метрическими. Многие из них могут быть решены с использованием метрических свойств проекций.

Метрические свойства определяются параллельностью между собой проецирующих лучей и их перпендикулярностью плоскостям проекций.

Задача 1. Определить высоту пирамиды методом замены плоскостей проекций (рисунок 1.2).

Алгоритм решения

Плоскость общего положения необходимо преобразовать в проецирующую плоскость. Перпендикуляр, опущенный из вершины *S* на проецирующую плоскость, является высотой пирамиды.

1 Провести в плоскости основания *ABC* горизонталь *AK*.

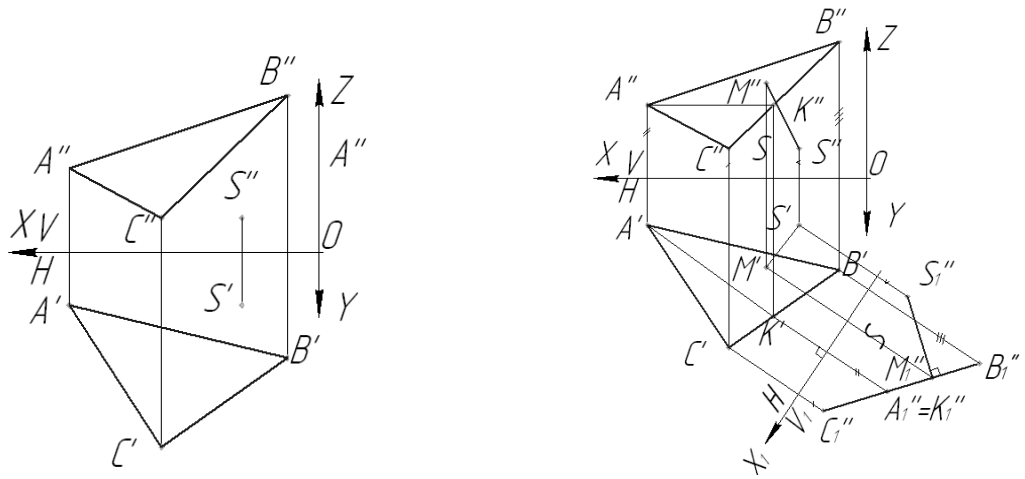


Рисунок 1.2 – Условие и решение задачи 1

2 Расположить новую ось проекций X_1 перпендикулярно к горизонтальной проекции горизонтали *A′K′*.

3 Построить новые фронтальные проекции вершины S_1'' и основания пирамиды $A_1''B_1''C_1''$.

4 Расстояние $S_1''M_1''$ равно высоте пирамиды.

5 Построить горизонтальную и фронтальную проекции высоты пирамиды, возвратив точку *M* в систему *V/H*.

Задача 2. Определить натуральный вид основания вращением вокруг горизонтали или фронтали (рисунок 1.3).

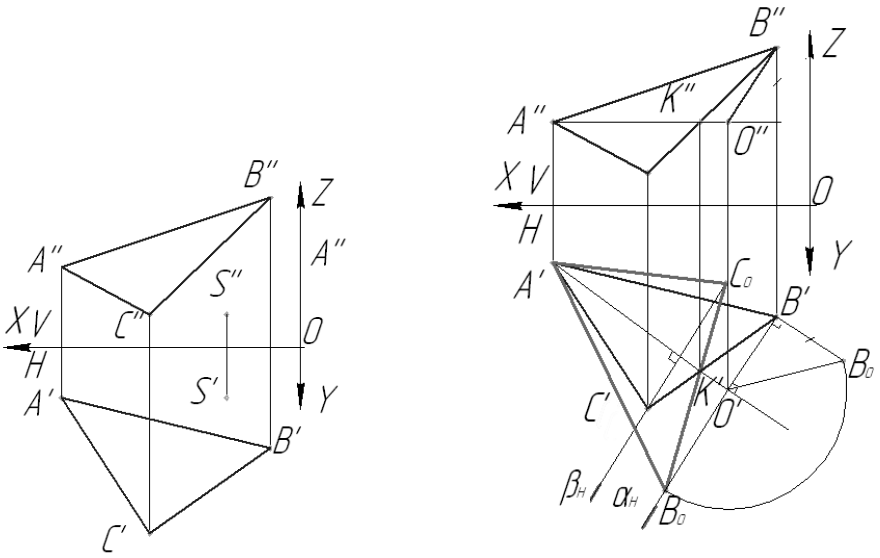


Рисунок 1.3 – Условие и решение задачи 2

Алгоритм решения

Для определения формы и размеров плоской фигуры нужно повернуть ее вокруг принадлежащей ей горизонтали (фронтали) так, чтобы в результате этого вращения фигура расположилась параллельно плоскости *H* (*V*).

1 Провести в плоскости основания пирамиды *ABC* горизонталь через точку *A*.

2 Вращать точку *B* вокруг горизонтали *AK*. Точка *B* описывает дугу окружности, лежащую в горизонтально-проецирующей плоскости α, перпендикулярной оси вращения *AK*, т. е. точка *B* должна находиться на следе α_H.

3 Найти центр вращения точки *B* – точку *O*, опустив из точки *B* перпендикуляр на ось вращения *AK*.

4 Определить натуральную величину радиуса вращения точки *B* ($O'B_0$) методом прямоугольного треугольника.

5 Найти совмещенное положение точки *B* – точку B_0 на следе α_H.

6 Найти совмещенное положение точки *C*. По аналогии с точкой *B* она должна лежать в плоскости β, перпендикулярной оси вращения *AK*, и располагаться на следе плоскости β_H. Для определения совмещенного положения точки *C* можно не определять радиус вращения, а найти ее положение в пересечении прямой B_0K' и перпендикуляра, проведенного из точки C' к оси вращения $A'K'$.

7 Точка *A* находится на оси вращения, поэтому A' совпадает с A_0 ($A' = A_0$).

8 Соединить точки $A_0B_0C_0$, получится натуральный вид основания пирамиды.

Метод прямоугольного треугольника – натуральная величина отрезка прямой равна гипотенузе прямоугольного треугольника, у которого один катет равен проекции отрезка на плоскость, другой – разнице расстояния от концов отрезка до данной плоскости.

Угол наклона прямой равен углу между катетом проекций и гипотенузой треугольника.

Задача 3. Найти натуральную величину отрезка *AB* и углы его наклона к плоскостям проекций *H* и *V* (рисунок 1.4).

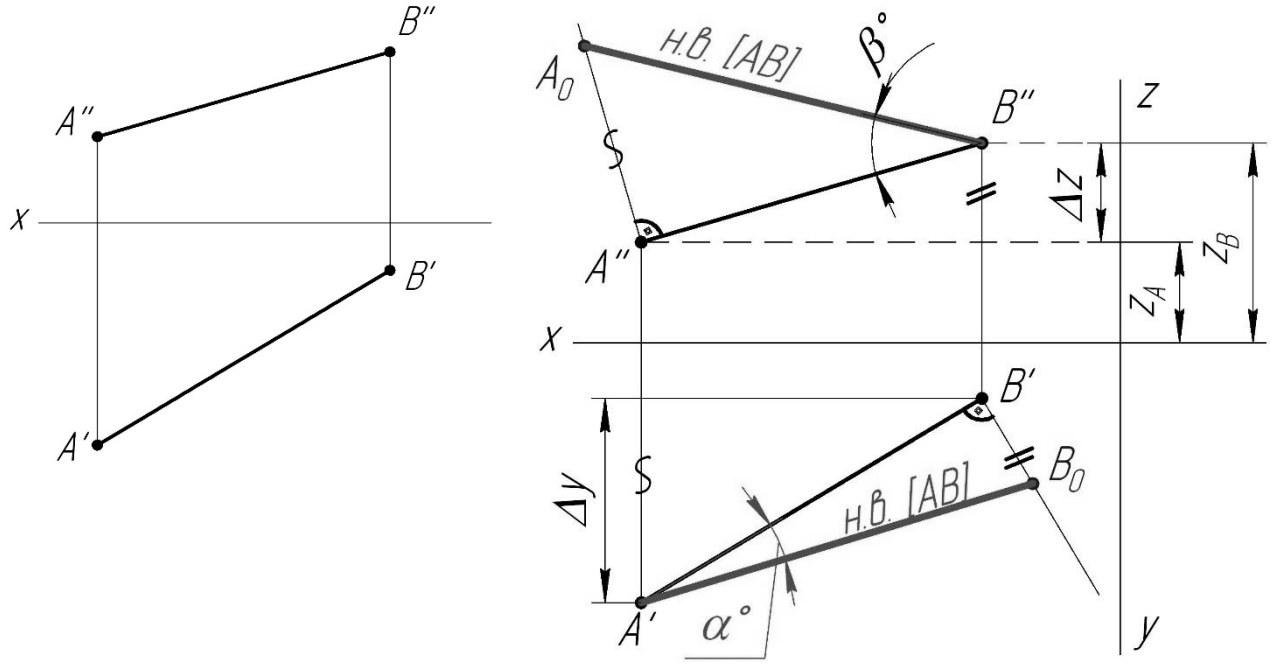


Рисунок 1.4 – Условие и решение задачи 3

Алгоритм решения

1 На горизонтальной проекции прямой строим перпендикуляр к проекции отрезка *AB*.

2 На фронтальной проекции находим разницу координат $\Delta Z = Z_B - Z_A$, которую и откладываем на перпендикуляре, получая точку B_O.

3 Соединяем A' и B_O. $A'B_O$ – натуральная величина отрезка *AB*.

4 Аналогично находим натуральную величину *AB* на фронтальной плоскости проекций.

5 α – угол наклона прямой к горизонтальной плоскости; β – угол наклона к фронтальной плоскости.

1.3 Поверхности

Поверхность – это совокупность всех последовательных положений некоторой перемещающейся в пространстве линии.

Существует три способа задания поверхностей.

1 Аналитический – это метод, при котором закон, описывающий положение линии в пространстве, есть уравнение (применяется в математике).

2 Кинематический – это непрерывное перемещение в пространстве по определенному закону некоторой линии. Такие линии называют образующими или производящими. При кинематическом способе поверхность задается двумя типами линий: образующими и направляющими.

3 Каркасный – совокупность непрерывного множества образующих с непрерывным множеством направляющих называется сетью или сетчатым каркасом поверхности.

Классификация кинематических поверхностей.

1 Поверхности вращения, образованные вращением произвольной образующей вокруг неподвижной оси (рисунок 1.5).

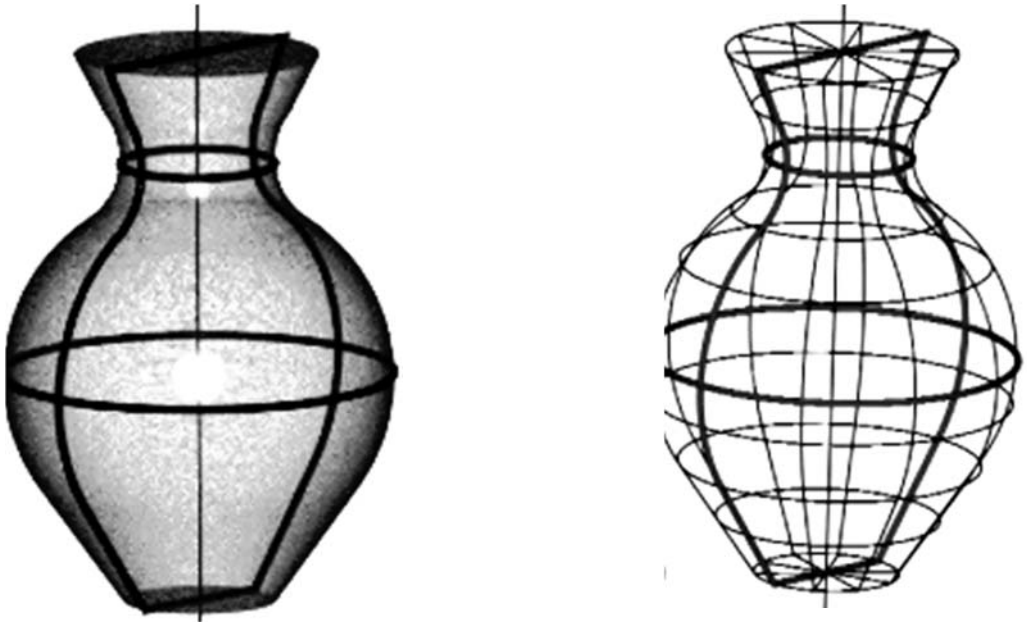


Рисунок 1.5 – Поверхности вращения

2 Линейчатые поверхности, образуемые движением прямой линии (рисунок 1.6).

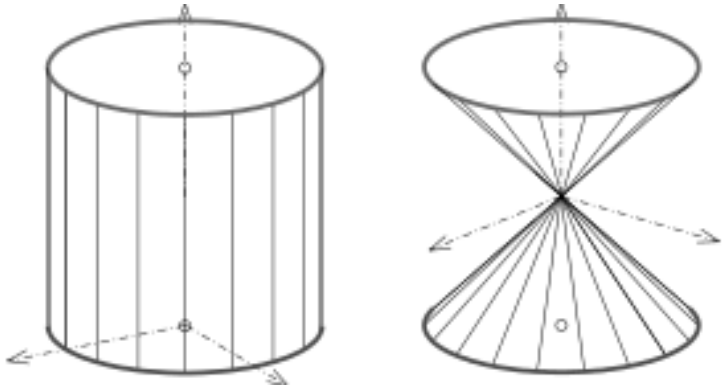


Рисунок 1.6 – Линейчатые поверхности

3 Винтовые поверхности, образуемые винтовым движением некоторой образующей (рисунок 1.7).

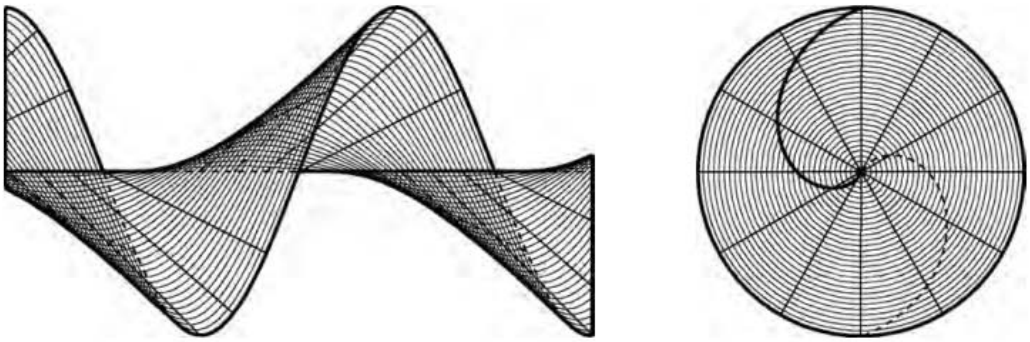


Рисунок 1.7 – Винтовые поверхности

4 Циклические поверхности, образуемые движением окружности (постоянного или переменного диаметра) (рисунок 1.8).

Рисунок 1.8 – Циклические поверхности

1.4 Позиционные задачи

Первая главная позиционная задача (1ГПЗ) заключается в нахождении точек пересечения прямой линии с заданным объектом.

Алгоритм решения 1ГПЗ

1 Прямую заключаем во вспомогательную плоскость (проецирующую, либо плоскость уровня) (рисунок 1.9).

2 Находим линию, фигуру пересечения этой плоскости с поверхностью.

3 Находим точки пересечения поверхности с линией. Определяем видимость.

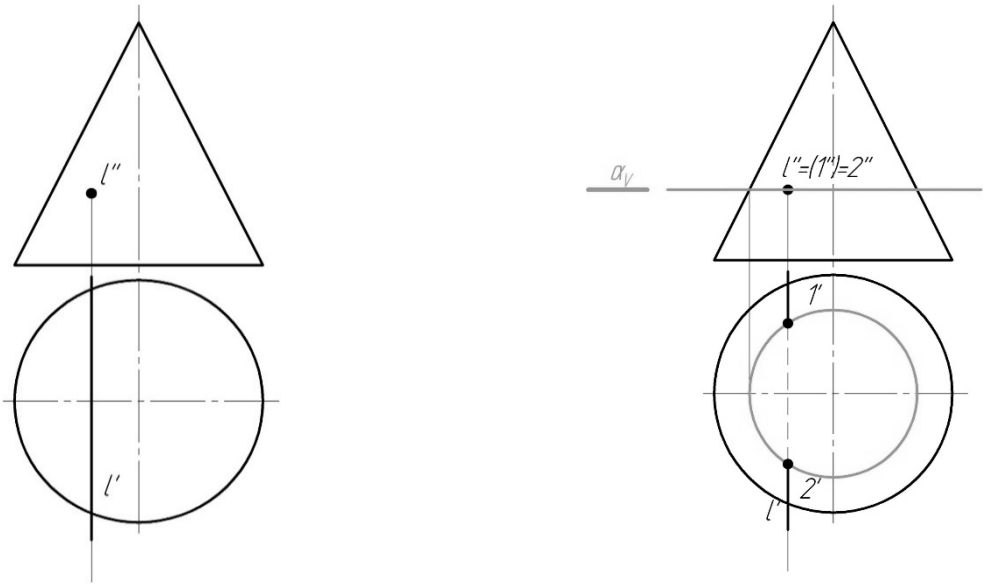
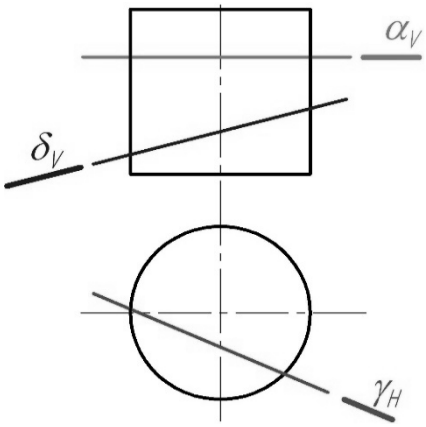


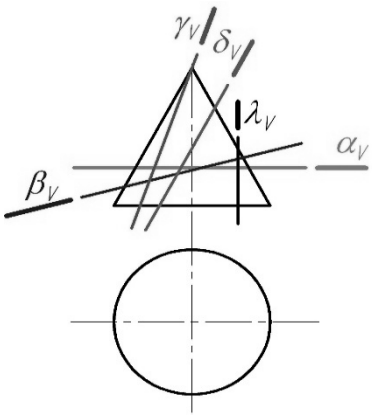
Рисунок 1.9 – Условие и решение 1ГПЗ

Сечение поверхностей вращения проецирующими плоскостями (рисунки 1.10–1.12).



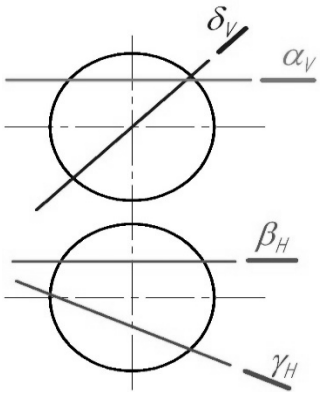
α_V – окружность; δ_V – эллипс; γ_V – прямоугольник

Рисунок 1.10 – Сечение цилиндра проецирующими плоскостями



α_V – окружность; β_V – эллипс; γ_V – треугольник; δ_V – парабола; λ_V – гипербола

Рисунок 1.11 – Сечение конуса проецирующими плоскостями



α_V – окружность; β_V – окружность; γ_V – эллипс; δ_V – эллипс

Рисунок 1.12 – Сечение сферы проецирующими плоскостями

2 Практические занятия к управляемой самостоятельной работе

2.1 Геометрическое черчение

Наклонные плоскости, примыкающие к горизонтальным полкам швеллера, рельса и двутавра, образуют уклон (рисунок 2.1). Его величина стандартная и имеет определенные размеры.

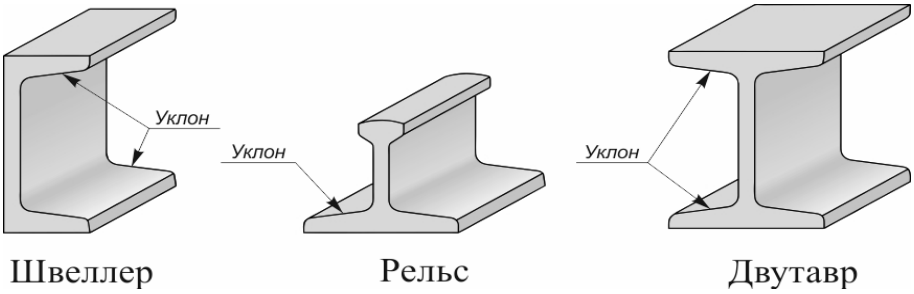
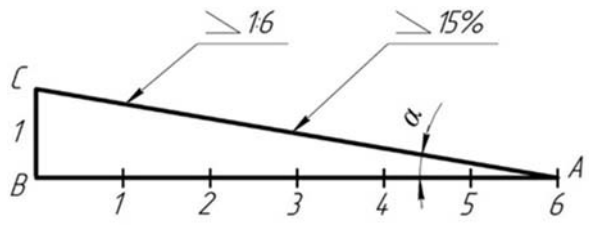


Рисунок 2.1 – Стальной фасонный прокат для металлоконструкций

Уклон – это величина, характеризующая наклон одной линии по отношению к другой. Она равна тангенсу угла между линиями и может быть выражена либо простой дробью, либо в процентах (рисунок 2.2).



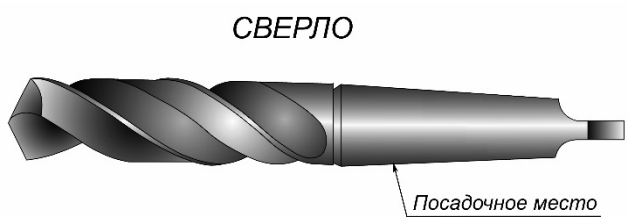
$$i = \frac{BC}{AB} = \frac{1}{6} = \mathrm{tg}\alpha$$

Рисунок 2.2 – Образование уклона двух прямых

Для обозначения величины уклона на чертежах от наклонного участка проводят линию-выноску со стрелкой, а на ее горизонтальной полке помещают знак «∠» или знак «⟍», рядом с которым записывают величину уклона. Острый угол знака уклона должен быть направлен в сторону занижения.

Конусностью называется отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса вращения к расстоянию между ними. Как видно из рисунка 2.3, конусность равна удвоенному уклону образующей конуса к его оси, $k = 2i$. Например, при $i = 1{:}6$ конусность $k = 2(1/6) = 1/3$.

Для усеченного конуса $k = 2\mathrm{tg}\alpha = (D - d)/l$.



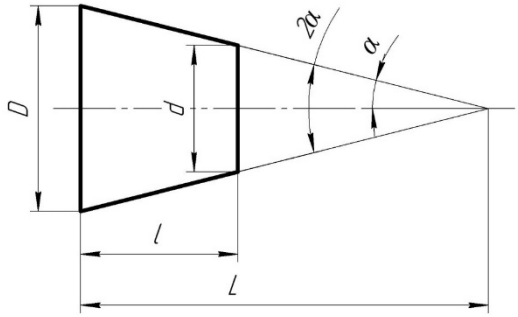


Рисунок 2.3 – Пример детали и характеристика конусности

При построении деталей с заданной конусностью значения геометрических размеров d, D и l можно определять с помощью графических приемов.

Пусть требуется построить хвостовик детали по заданным значениям большего диаметра D, его длины l и величины конусности $k = 1{:}5$ (рисунок 2.4).

Для этого величину l делят на пять равных частей. Полученные значения в миллиметрах откладывают симметрично по обе стороны оси от осевой линии конуса на уровне сечения диаметра D (точки A и B). Затем эти точки соединяют с точкой C на уровне искомого сечения диаметром d^*. Получился конус заданного угла с острой вершиной. Для построения требуемого изображения усеченного конуса следует от точек E и F провести параллельно прямые AC и BC до пересечения с границей конического участка длиной l.

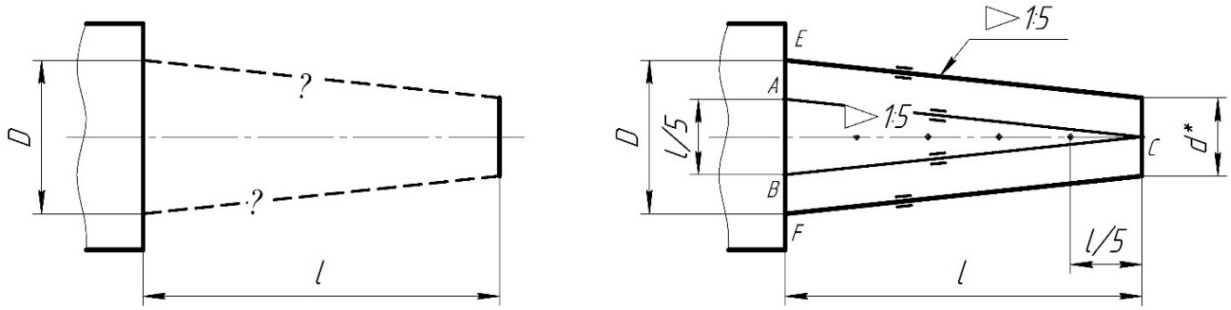


Рисунок 2.4 – Построение конусности на чертеже

Чертеж дополняют обозначением конусности: равнобедренный треугольник «◁», вершина которого направляется в сторону вершины конуса. Рядом с ней указывается величина конусности в виде дроби ◁ 1:5. Знак с величиной конусности можно помещать над осевой линией конуса или на полке выносной линии со стрелкой.

Построение *сопряжения* двух прямых дугой заданного радиуса сводится к нахождению центра дуги (рисунок 2.5). Для этого необходимо на расстоянии *R* возле каждой прямой провести параллельные прямые. Они пересекутся в точке *O*, которая и будет искомым центром. Далее из точки *O* опускают перпендикуляры на исходные прямые для нахождения начала *A* и конца *B* сопряжения. В завершение между ними проводят дугу заданного радиуса. Описанным образом можно получить сопряжения для прямых, находящихся под острым, прямым и тупым друг к другу углом.

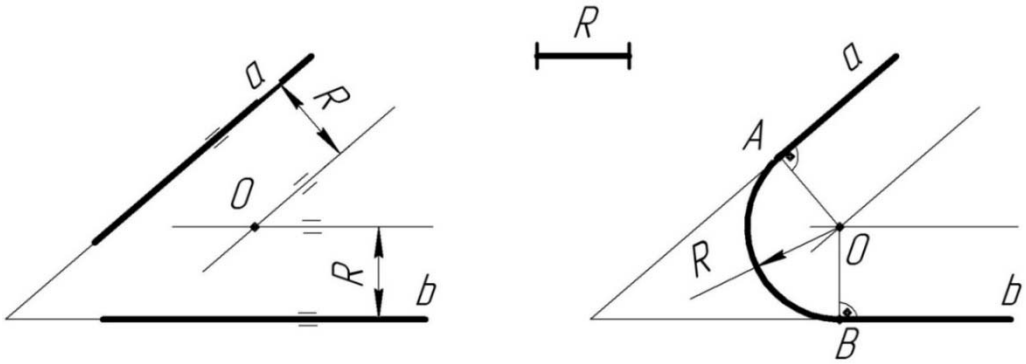


Рисунок 2.5 – Построение сопряжений двух прямых

Сопряжение прямой линии и окружности может быть внешним и внутренним. Для внешнего сопряжения (рисунок 2.6) центр дуги находится на равном расстоянии от окружности и прямой, а именно в точке пересечения вспомогательной параллельной прямой, которая расположена от заданной на расстоянии *R*, и от дуги окружности радиусом $R_1 + R$, центр которой совпадает с центром заданной окружности.

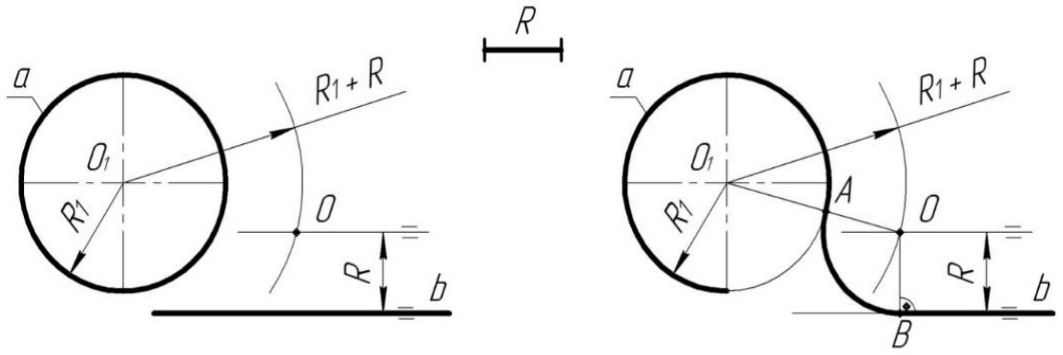


Рисунок 2.6 – Построение внешнего сопряжения прямой и окружности

После нахождения центра сопряжения следует определить его начало и конец, для чего из центра *O* опускают на исходную прямую перпендикуляр и находят точку *B*. Затем, соединив центр окружности O_1 с центром *O* прямой, устанавливают точку *A*. Завершают построение проведением между *A* и *B* дуги радиусом *R*.

Сопряжение двух окружностей бывает внешним и внутренним (рисунки 2.7 и 2.8). Построение их сводится, как и в предыдущих случаях, к определению местоположения центра сопрягающей дуги. У внешнего сопряжения он находится в точке пересечения вспомогательных окружностей радиусами $R + R_1$ и $R + R_2$, у внутреннего радиусы вспомогательных дуг имеют значения $R - R_1$ и $R - R_2$. Нахождение точек *A* и *B* начала и конца сопряжения аналогично описанному выше.

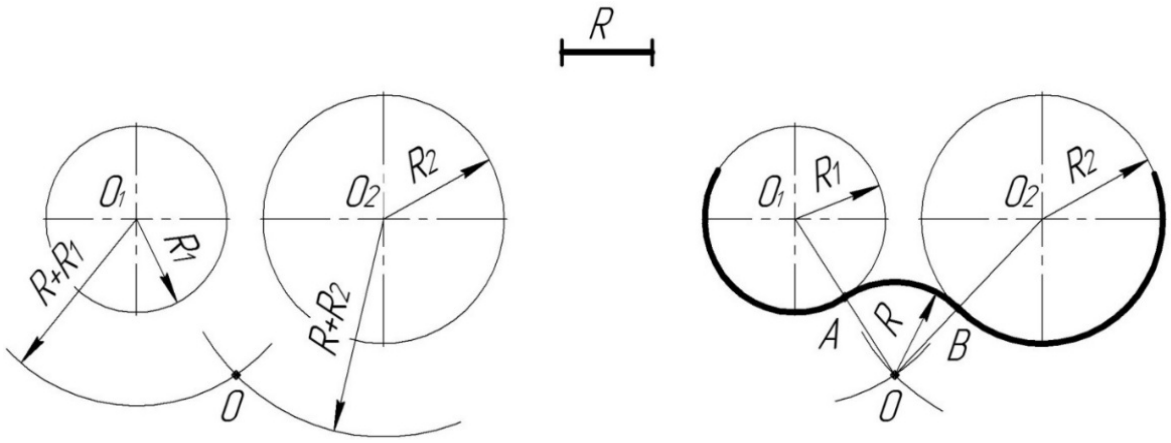


Рисунок 2.7 – Построение внешнего сопряжения двух окружностей

В случае внутреннего сопряжения радиус сопрягаемой дуги имеет значительно большую величину, чем радиусы исходных окружностей.

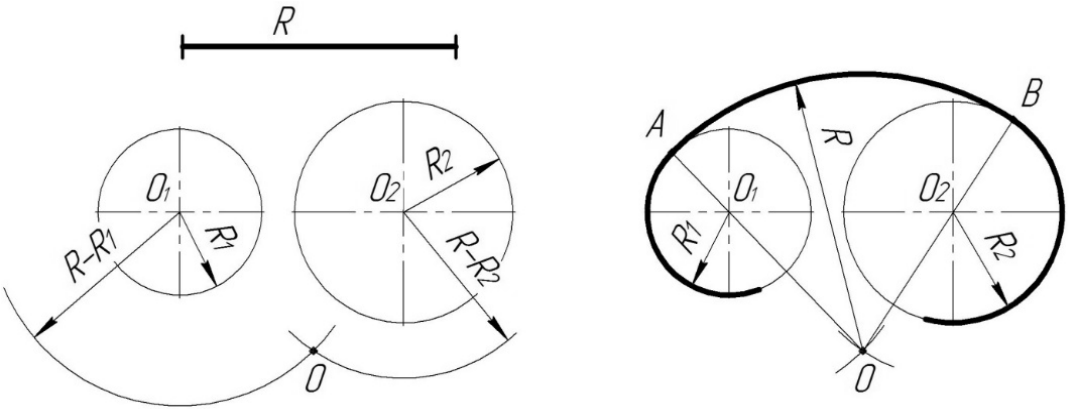


Рисунок 2.8 – Построение внутреннего сопряжения двух окружностей

По итогам УСР выполняется индивидуальное задание № 1 «Геометрическое черчение» на листе формата А3 согласно выданному бланку.

2.2 Построение основных видов

В общем случае чертеж любого предмета содержит графические изображения его видимых и невидимых поверхностей [1, 15]. Эти изображения получаются путем прямоугольного (ортогонального) проецирования предмета на шесть граней куба, которые принимаются за основные плоскости проекций: фронтальную, горизонтальную, профильную и параллельные им.

ГОСТ 2.305–2008 устанавливает правила выполнения всех упомянутых изображений. Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы полностью раскрыть форму предмета и найти все его размеры.

Видом называется изображение, на котором показана обращенная к наблюдателю видимая часть поверхности предмета.

ГОСТ 2.305–2008 [6] устанавливает шесть названий *основных видов*: вид спереди (главный вид), вид справа, вид сверху, вид снизу, вид слева, вид сзади (рисунок 2.9).

Главный вид должен давать наиболее полное преставление о форме и размерах детали.

Виды должны, по возможности, располагаться в проекционной связи. В таких случаях на чертеж не наносят какие-либо надписи, разъясняющие наименования видов (рисунок 2.10). В целях уменьшения количества изображений допускается показывать на видах штриховыми линиями невидимые контуры предмета.

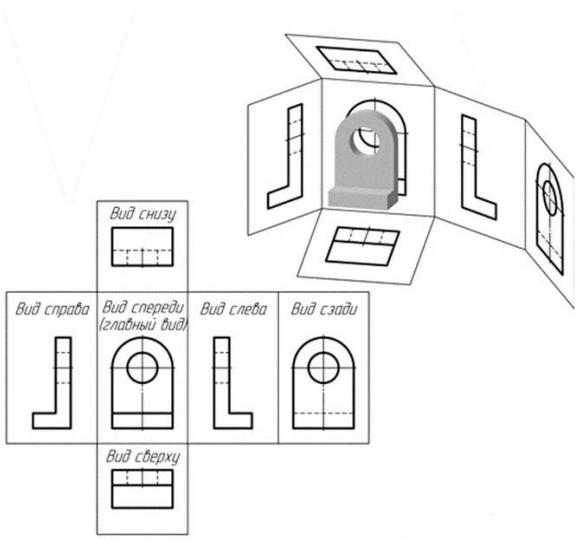


Рисунок 2.9 – Расположение основных видов

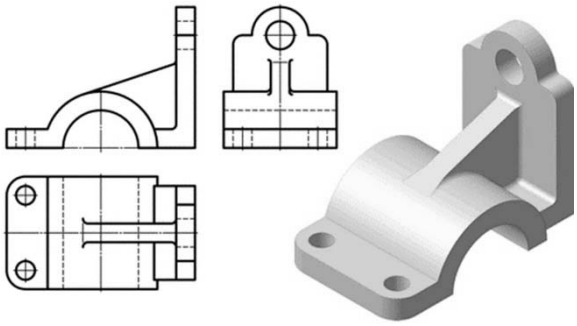


Рисунок 2.10 – Пример расположения трех основных видов (виды спереди, слева, сверху)

Если нарушается проекционная связь между видами, их необходимо обозначить: наносится стрелка, указывающая направление взгляда на предмет, а вид, который получен при взгляде на предмет, должен быть отмечен на чертеже буквой в порядке алфавита.

2.3 Построение простых разрезов и сечений

Разрез – это изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. Если секущая плоскость одна – разрез простой (рисунок 2.11), две и более – сложный.

На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости, и то, что расположено за ней.

Разрезы в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разделяют на:

– *горизонтальные* – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;

– *вертикальные* – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (*фронтальный*, *профильный*);

– *наклонные* – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут размещаться на месте соответствующих основных видов и на свободных местах чертежа. В продольных разрезах ребро жесткости не штрихуется (см. рисунок 2.11).

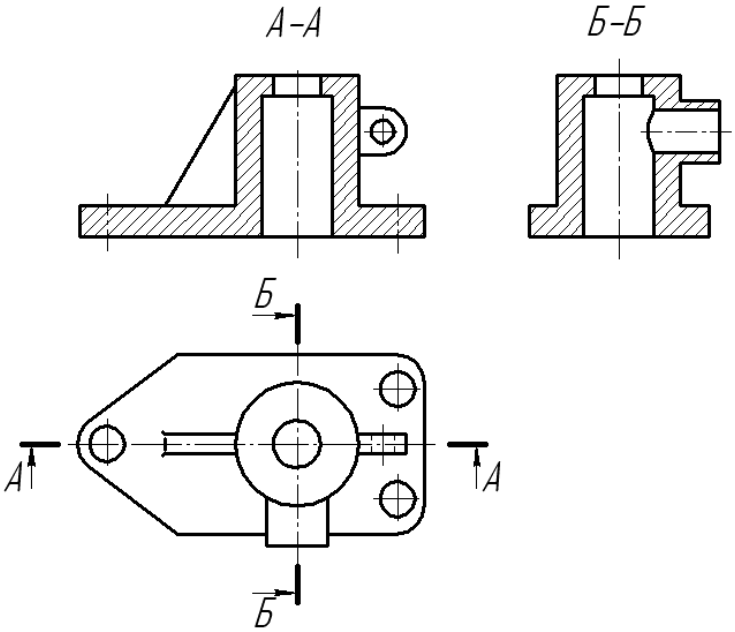


Рисунок 2.11 – Простые разрезы

Материал, попадающий в плоскость разреза, необходимо заштриховать.

Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом 45° к линиям рамки чертежа, к линии контура изображения или к его оси.

Для смежных сечений двух деталей следует брать наклон линий штриховки для одного сечения вправо, для другого – влево (встречная штриховка). В смежных штриховках одинакового наклона и направления следует изменять расстояние между линиями штриховки или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла их наклона (рисунок 2.12).

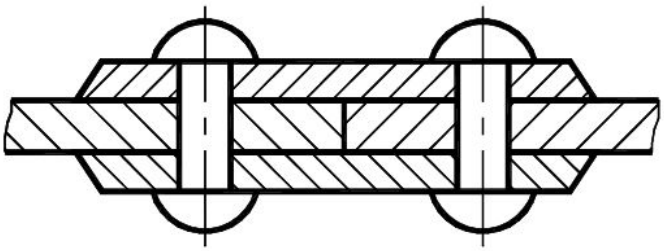


Рисунок 2.12 – Штриховка смежных деталей

Если деталь симметричная и разрез выполнен на месте какого-либо основного вида, то допускается соединять часть вида с частью разреза. Границей между ними служит штрихпунктирная тонкая линия, т. е. ось симметрии (рисунок 2.13).

Если на оси симметрии расположена линия видимого или невидимого контура, то видимость ее сохраняют, дополнительно проводя волнистую линию левее или правее оси симметрии (рисунок 2.14).

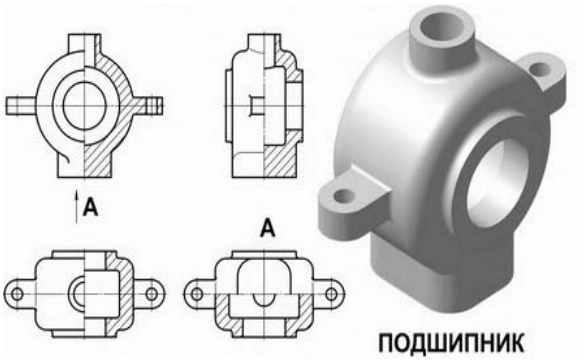


Рисунок 2.13 – Соединение половины вида и половины разреза

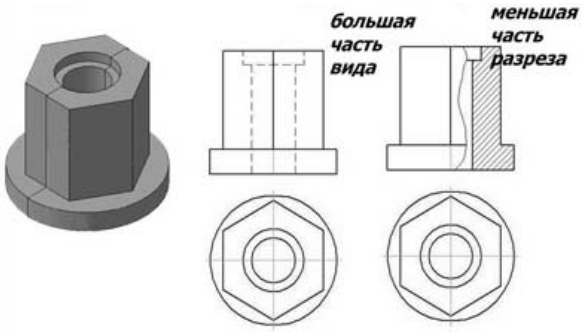


Рисунок 2.14 – Соединение части вида и части разреза

Не обозначаются разрезы (горизонтальные, фронтальные, продольные):

– если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом;

– соответствующий разрез расположен на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи с основными изображениями и не отделен от них какими-либо другими изображениями.

При обозначении разрезов положение секущей плоскости указывают на чертеже разомкнутой линией. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения.

На этих штрихах наносят стрелки на расстоянии 2…3 мм от внешних концов штриха. Стрелки указывают направление взгляда на разрез (рисунок 2.15). У начала и конца линии сечения (около стрелок) наносят одну и ту же прописную букву русского алфавита, а над выполненным разрезом пишут ту же букву дважды через тире. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть на два размера больше размерных чисел, нанесенных на том же чертеже.

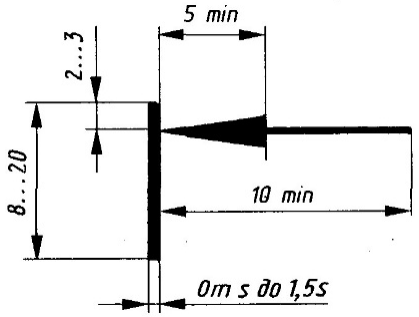


Рисунок 2.15 – Обозначение разреза

По итогам УСР выполняется индивидуальное задание № 2 «Проекционное черчение», которое состоит из двух листов формата А3.

Лист 1. По заданному наглядному изображению детали построить три проекции, нанести размеры.

Лист 2. По двум данным проекциям модели построить третью. Выполнить фронтальный и профильный разрезы (соединение половины вида с половиной разреза).

2.4 Методы преобразования чертежа (*замена плоскостей проекций*)

Задача 1. Дана пирамида *SABC.* Способом перемены плоскостей проекций определить угол между гранью *ABS* и основанием пирамиды [14].

Решение

Двугранный угол измеряется линейным углом, полученным в пересечении граней двугранного угла плоскостью, перпендикулярной к двум граням, а следовательно, и к линии их пересечения. Линию пересечения из прямой общего положения необходимо преобразовать в проецирующую прямую (рисунок 2.16):

– вводим плоскость H_1 параллельно ребру AB;

– строим новые горизонтальные проекции точек A, B, C, S;

– вводим плоскость V_1 перпендикулярно ребру AB;

– строим новые фронтальные проекции.

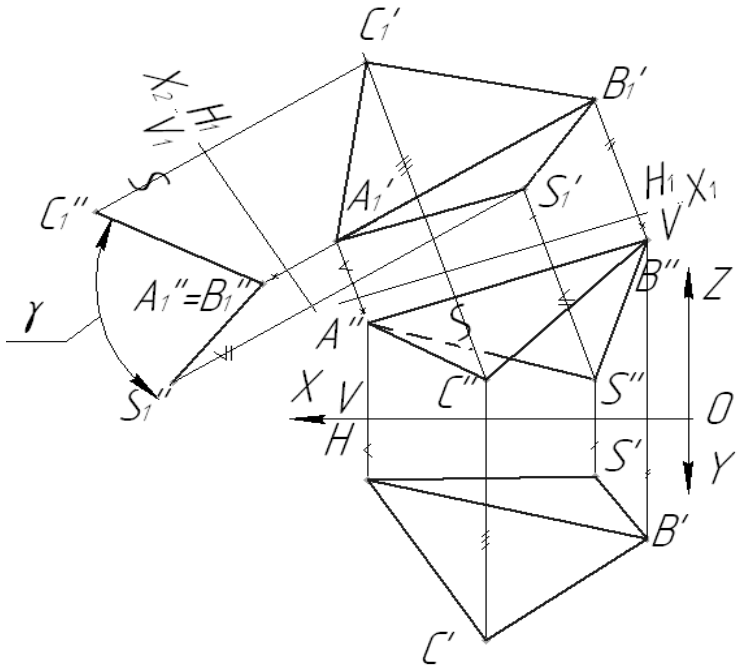


Рисунок 2.16 – Решение задачи 1

Задача 2. Дана пирамида $SABC$. С помощью линии наибольшего наклона определить угол наклона основания к плоскостям V и H [14].

Решение

1 Линия наибольшего наклона плоскости к горизонтальной плоскости проекций (линия ската) перпендикулярна к любой горизонтали плоскости. Линия наибольшего наклона плоскости к фронтальной плоскости проекций перпендикулярна к любой фронтали плоскости. Проводим в плоскости основания горизонталь и фронталь. Строим линии наибольшего наклона к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций. Определяем углы наклона плоскости основания к плоскостям H и V.

2 Проводим горизонталь *АК* в плоскости основания *АВС*.

3 Строим линию наибольшего наклона к горизонтальной плоскости проекций *ВЕ*.

4 Используя способ прямоугольного треугольника, определяем натуральную величину линии наибольшего наклона к плоскости *Н* и угол α.

5 Проводим фронталь *BD* в плоскости основания *АВС*.

6 Строим линию наибольшего наклона к фронтальной плоскости проекций *АМ*.

7 Используя способ прямоугольного треугольника, определяем натуральную величину линии наибольшего наклона к плоскости *V* и угол наклона β (рисунок 2.17).

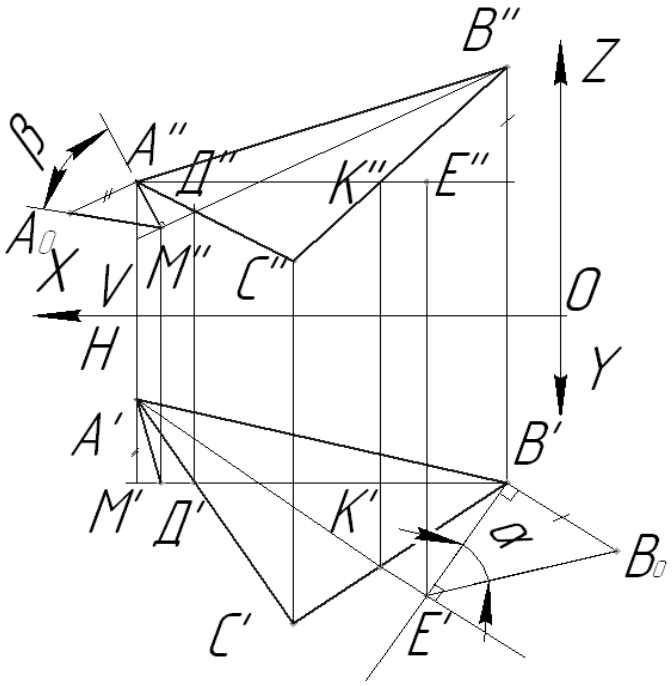


Рисунок 2.17 – Решение задачи 2

По итогам УСР выполняется индивидуальное задание № 3 «Метрические задачи» на листе формата А3.

2.5 Пересечение поверхностей (*одна из которых проецирующая*)

В общем случае линия пересечения двух поверхностей представляет собой пространственную кривую, которая может распадаться на несколько частей.

Линию пересечения поверхностей обычно строят по ее отдельным точкам, принадлежащих одновременно заданным поверхностям. Форма линий пересечения зависит от формы и взаимного расположения поверхностей.

Прежде чем приступить к построению линии пересечения поверхностей, необходимо внимательно изучить задачи, т. е. выяснить какие поверхности пересекаются.

Если одна из поверхностей является проецирующей, то решение задачи упрощается, т. к. на одной из проекций линия пересечения совпадает с проекцией поверхности. И задача сводится к нахождению 2-й проекции линии.

При решении задачи следует отметить в первую очередь характерные точки: точки на крайних образующих, точки, делящие линию на видимую и невидимую часть, верхние и нижние точки и др.

Они позволяют определить границы линии пересечения, между которыми и следует определять промежуточные точки. Для нахождения промежуточных точек вводятся вспомогательные секущие посредники. Количество промежуточных точек должно быть достаточным для определения линии пересечения поверхностей. Построенные точки соединяют плавной кривой линией с учетом их видимости. На рисунке 2.18 приведен пример решения задачи.

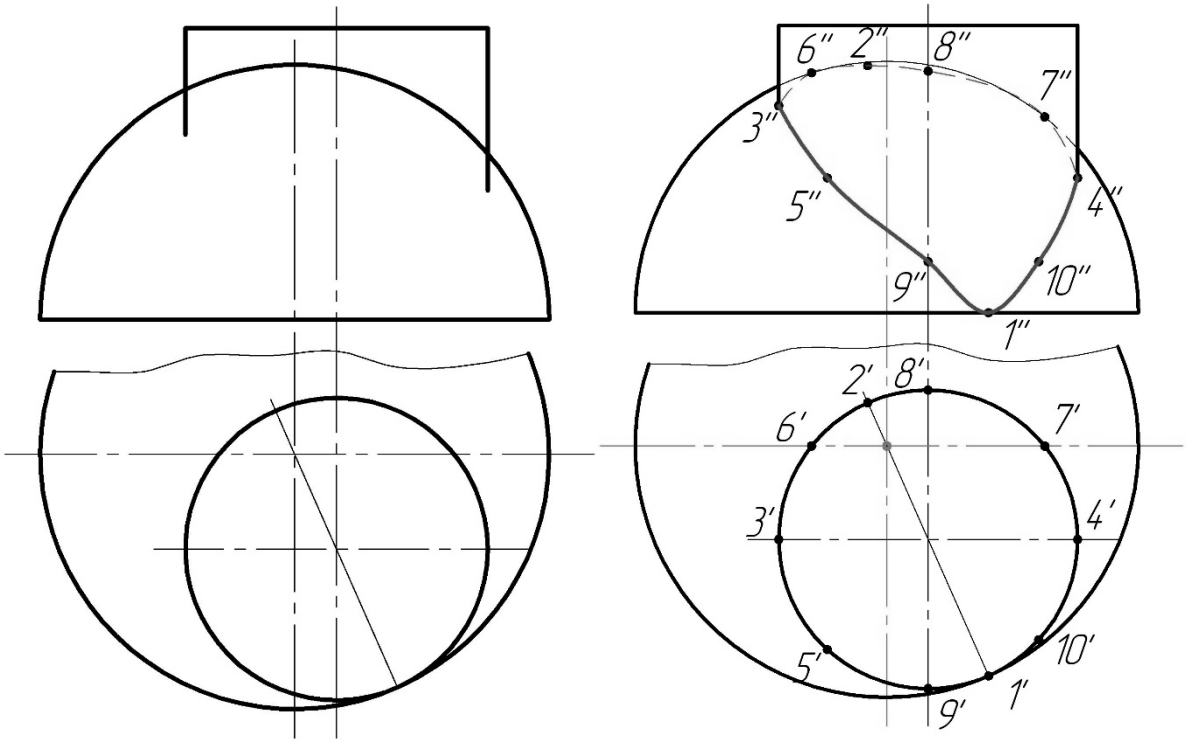


Рисунок 2.18 – Условие и решение задачи

2.6 Пересечение поверхностей (*метод вспомогательных секущих плоскостей*)

Пусть требуется определить линию пересечения поверхности сферы с поверхностью тора (рисунок 2.19). Так как обе заданные поверхности являются поверхностями вращения, то линия их пересечения представляет пространственную кривую, для построения которой нужно найти ряд точек.

Для получения этих точек следует воспользоваться такими вспомогательными плоскостями, чтобы проекции линий пересечения с заданными поверхностями были бы наиболее простого вида.

Такими плоскостями в данном случае являются горизонтальные плоскости (α, β, γ, σ), которые пересекают заданные поверхности по окружностям, проецирующимся на горизонтальную плоскость проекций без искажения.

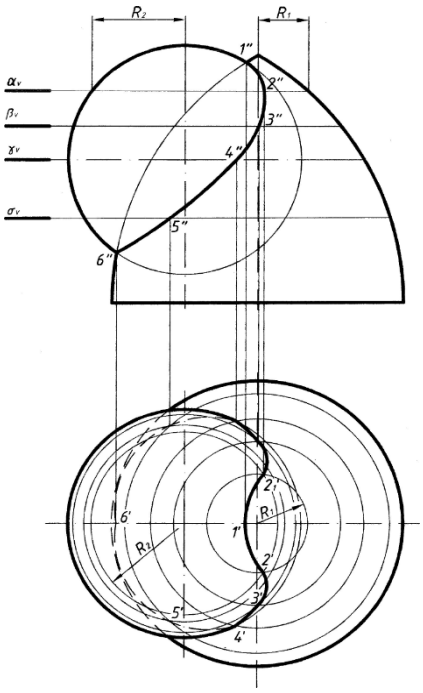


Рисунок 2.19 – Пересечение сферы и тора

Взаимное пересечение горизонтальных проекций указанных окружностей определяет горизонтальные проекции точек, принадлежащих линии пересечения. Сначала находим точки *1* и *6*. Это так называемые «опорные» или «характерные» точки линии пересечения. Эти точки определяют сразу на фронтальной проекции без дополнительных построений как результат пересечения очерковых образующих заданных поверхностей (можно представить, что мы рассекаем обе поверхности так называемой «осевой» плоскостью ω, тогда на фронтальной плоскости проекций получим очерки заданных поверхностей, которые пересекаются в точках *1″* и *6″*). В данном случае точки *1* и *6* являются высшей и низшей точками линии пересечения и теперь понятен диапазон, в котором следует проводить вспомогательные плоскости. Так, в частности, в результате пересечения поверхностей сферы и тора горизонтальной плоскости α получены окружности радиусами R_1 и R_2.

Эти окружности на горизонтальной проекции пересекаются в точках *2′* и $2_1'$, затем находим их на фронтальной плоскости по линии связи на следе α_V.

Проведя ряд горизонтальных вспомогательных плоскостей, аналогичным образом найдем и другие точки, принадлежащие линии пересечения.

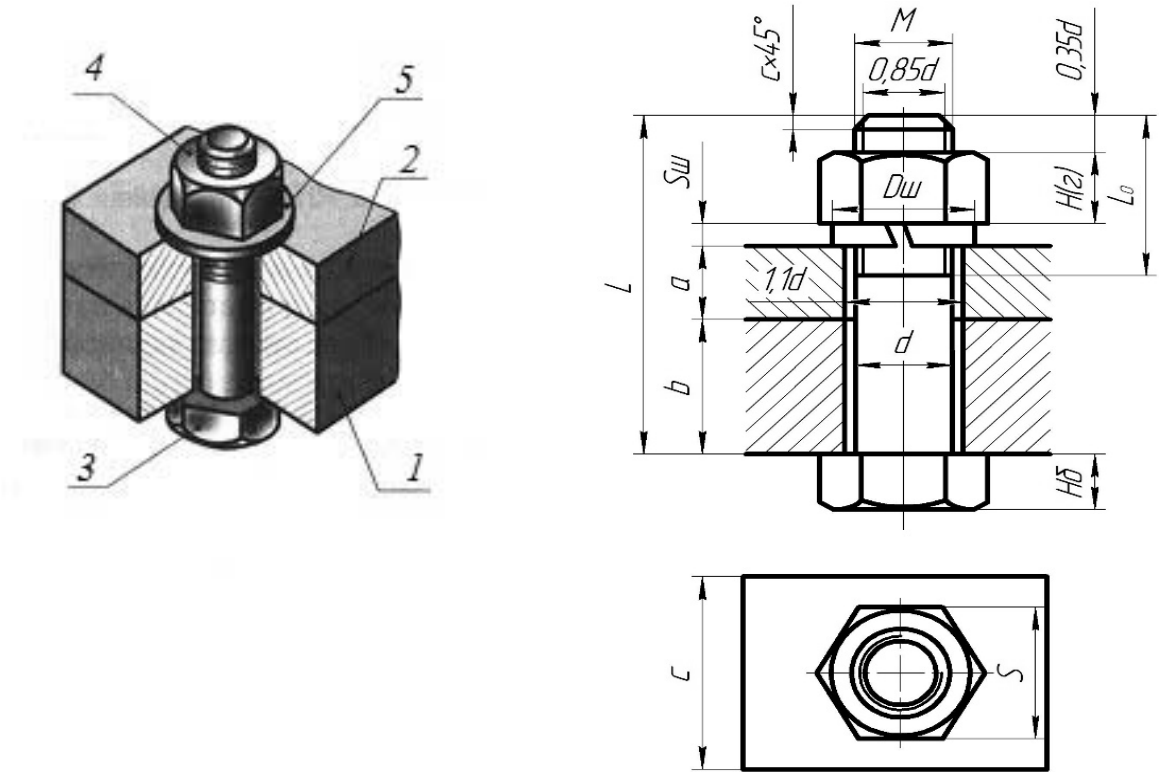
Точка *4* определена в пересечении поверхностей плоскостью γ, проходящей через экватор сферы и являющейся границей видимости на горизонтальной проекции.

Все найденные точки следует последовательно соединить друг с другом плавной кривой линией.

2.7 Расчет и вычерчивание болтового соединения

Болт представляет собой цилиндрический стержень, снабженный на одном конце головкой, на другом – резьбой, на которую навинчивается гайка.

На рисунке 2.20 показаны наглядное изображение соединения деталей болтом и соединение болтом по действительным размерам.



1 – корпус; *2* – крышка; *3* – болт; *4* – гайка; *5* – шайба

Рисунок 2.20 – Изображение соединения болтом

Исходным параметром болта является его наружный диаметр резьбы *d*. Расчетная длина болта: $Lp = a + b + Sш + H(г) + 0{,}35d$. Размеры *a* и *b* берутся из схемы согласно выданному варианту. Размеры пружинной шайбы *Sш*, *Dш* подбираются по ГОСТ 6402–70. Высота шестигранной гайки *H(г)* и размер «под ключ» *S* – из ГОСТ 5915–70. Стандартная длина болта *L* подбирается после расчета *Lp* по ГОСТ 7798–70.

Величина фаски *c* зависит от шага резьбы.

Гайка – деталь, имеющая отверстие с резьбой.

Для построения гайки по действительным размерам необходимо знать диаметр d резьбы гайки. В соответствии с диаметром резьбы определяют диаметр описанной окружности *e* (рисунок 2.21).

На виде спереди строят проекции шестигранной призмы заданной высоты m, которая равна размеру *H(г)* с рисунка 2.21. Далее определяют диаметр *dw* окружности, ограничивающей торцовые плоскости гайки: $dw = (0{,}9\ldots0{,}95)\,S$.

Вычерчивание проекций гипербол условно заменяют упрощенным вычерчиванием дуг окружностей. Для нахождения центров радиусов дуг окружностей используют три точки: вершину гиперболы и две точки концов гиперболы.

Через точку *4″* радиусом $R = 1{,}5d$, центр которого будет лежать на оси гайки, проводят дугу до пересечения с боковыми ребрами гайки.

Соединив полученные точки, определяют центры O_1'' радиусов R_2, которые будут находиться посередине между ребрами гайки. Из центра O_1'' радиусом R_2 проводят дуги на боковых гранях гайки.

Заканчивают построение гайки изображением резьбы на виде сверху.

Параметры гайки выбирают, руководствуясь ГОСТ 5915–70.

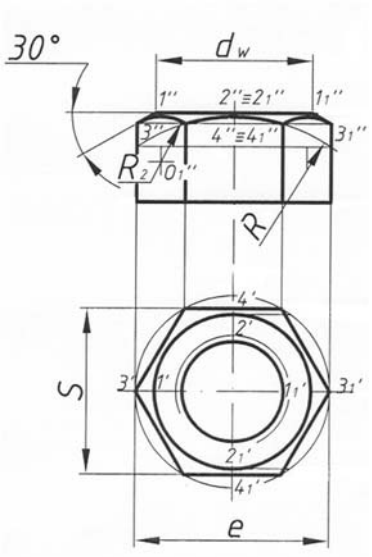


Рисунок 2.21 – Пример построения шестигранной гайки нормальной точности

Шайба – деталь резьбового соединения в виде тонкого плоского или фасонного диска с отверстием круглой формы. Стандартные плоские шайбы подкладываются под гайки или головки болтов (винтов) с целью предохранения свинчиваемых деталей от повреждения или увеличения опорной поверхности гайки или головки. Для предотвращения резьбовых соединений от самоотвинчивания широко применяются пружинные шайбы. Данные для построения шайб приведены в ГОСТах.

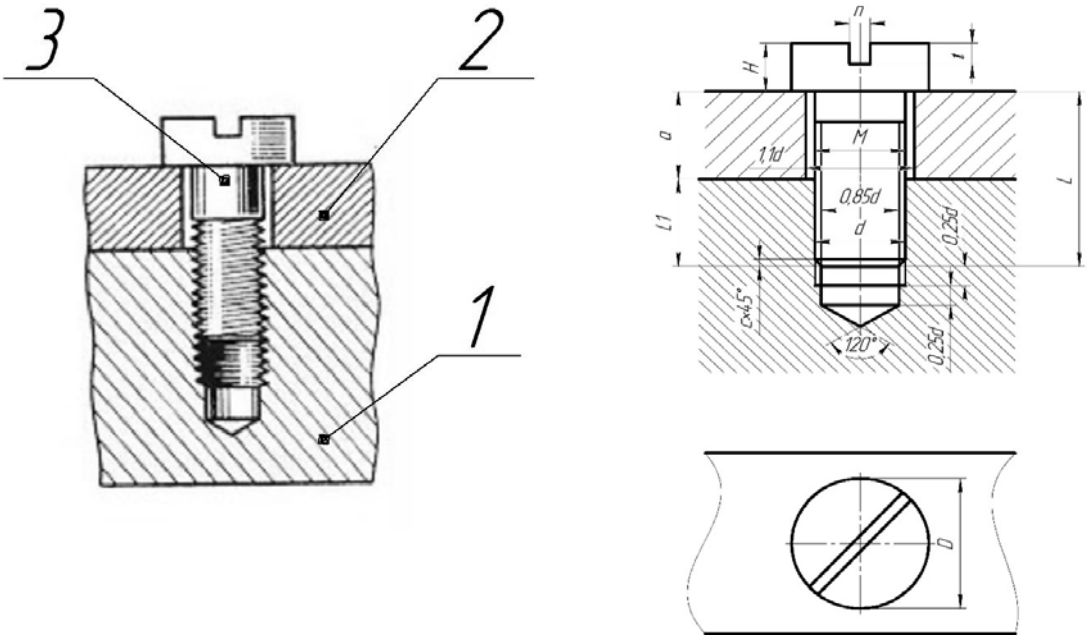
2.8 Расчет и вычерчивание винтового соединения

Крепежный винт – деталь, которая служит для разъемного соединения и представляет собой цилиндрический стержень с резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей и головкой различных форм «под ключ» или с прорезью «под отвертку».

На рисунке 2.22 показаны наглядное изображение винтового соединения и винт, начерченный по действительным размерам.

Винтовое соединение расчитывают исходя из заданного диаметра резьбы d, толщины привинчиваемой детали a, марки материала детали с резьбовым гнездом ($L1$ зависит от материала корпуса).

На сборочных чертежах шлицы (под отвертку) на головках винтов вычерчиваются под углом 45° относительно рамки чертежа.



1 – корпус; *2* – крышка; *3* – винт

Рисунок 2.22 – Изображение соединения винтом

Остальные размеры винта (*D*, *H*, *n*, *t*) выбирают, руководствуясь ГОСТом.

Если материал корпуса – пластмасса или легкий сплав, то под винт необходимо класть шайбу, размеры которой берутся из ГОСТ 11371–78.

По итогам УСР выполняется индивидуальное задание «Резьбовые соединения» на листе формата А3, которое включает в себя выполнение построений резьбовых соединений болтом и винтом по действительным размерам и в упрощенном виде; нанесение номеров позиций и необходимых размеров; заполнение спецификации (отдельный лист формата А4).

2.9 Сварные соединения. Классификация и применение

Сваркой называют процесс создания неразъемного соединения деталей путем местного нагрева их до расплавленного или пластичного состояния. Соединение деталей сваркой называется сварным соединением (рисунок 2.23).

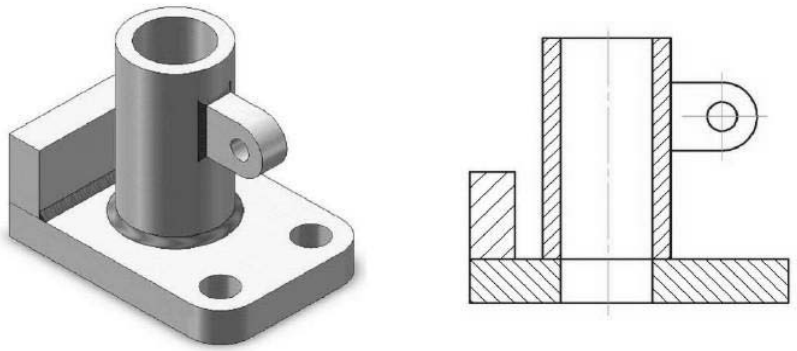


Рисунок 2.23 – Изображение соединения сваркой

Способы сварки определяются формой энергии для образования сварного соединения, видом источника энергии, техническими и технологическими признаками.

Основные типы и конструктивные элементы сварных соединений стандартизированы: ГОСТ 5264–80 – ручная дуговая сварка, ГОСТ 8713–79 – сварка под флюсом, ГОСТ 14771–76 – дуговая сварка в защитном газе, ГОСТ 15164–78 – электрошлаковая сварка и др.

Участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации, называется сварным швом.

Каждый стандартный сварной шов имеет буквенно-цифровое обозначение, полностью определяющее конструктивные элементы шва.

Буквенная часть обозначения определяется типом сварного соединения. Цифровая часть обозначения характеризует вид подготовки кромок, т. е. торцовых поверхностей, и интервал толщин свариваемых деталей.

Сварные соединения могут выполняться без скоса кромок, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок.

Скосы могут быть симметричными и несимметричными, прямолинейными и криволинейными. Между кромками свариваемых деталей предусматривается зазор величиной 0…5 мм. В зоне шва форму подготовки кромок под сварку показывают тонкими линиями.

Основными типами сварных соединений являются:

– стыковое соединение (С) – соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцовыми поверхностями (рисунок 2.24);

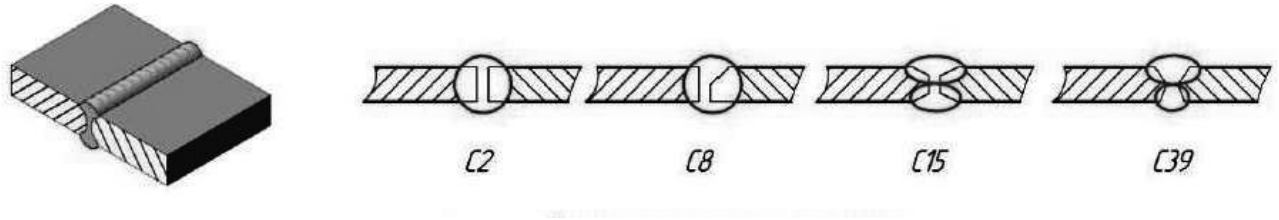


Рисунок 2.24 – Изображение стыкового соединения

– угловое соединение (У) – соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев (рисунок 2.25);

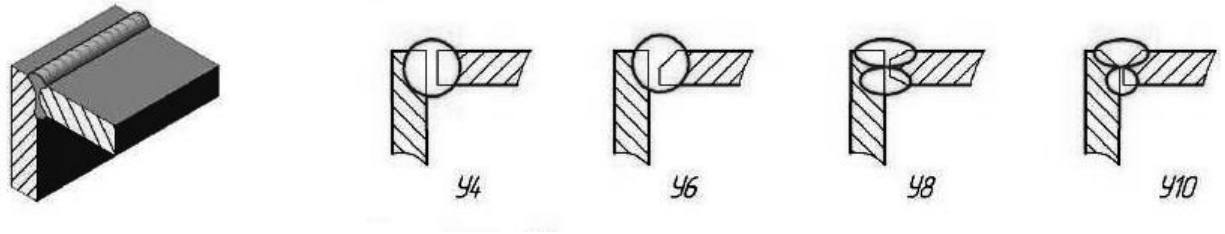


Рисунок 2.25 – Изображение углового соединения

– тавровое соединение (Т) – соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента (рисунок 2.26);

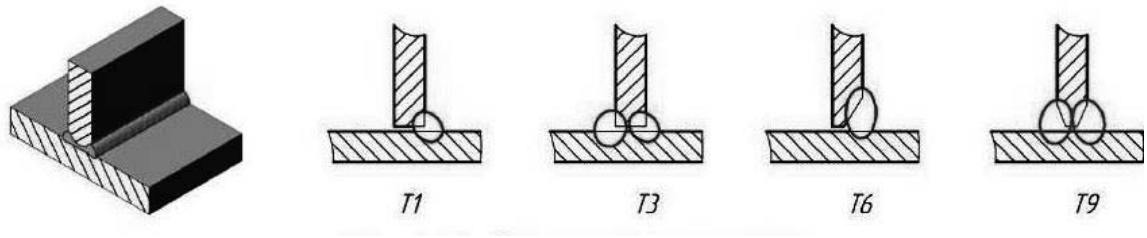


Рисунок 2.26 – Изображение таврового соединения

– нахлесточное соединение (Н) – соединение, в котором сваренные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга (рисунок 2.27).

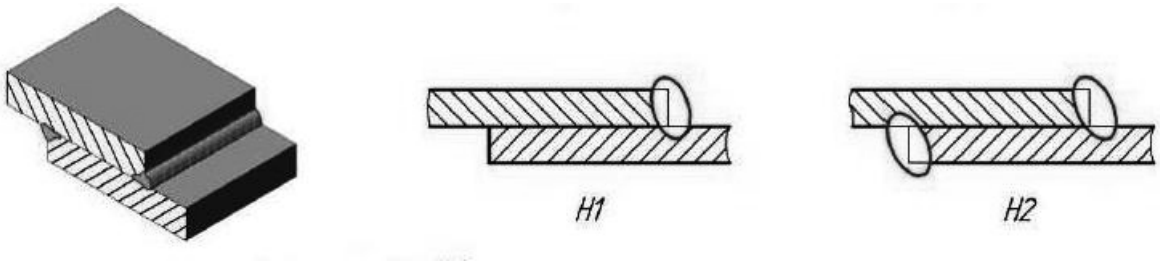
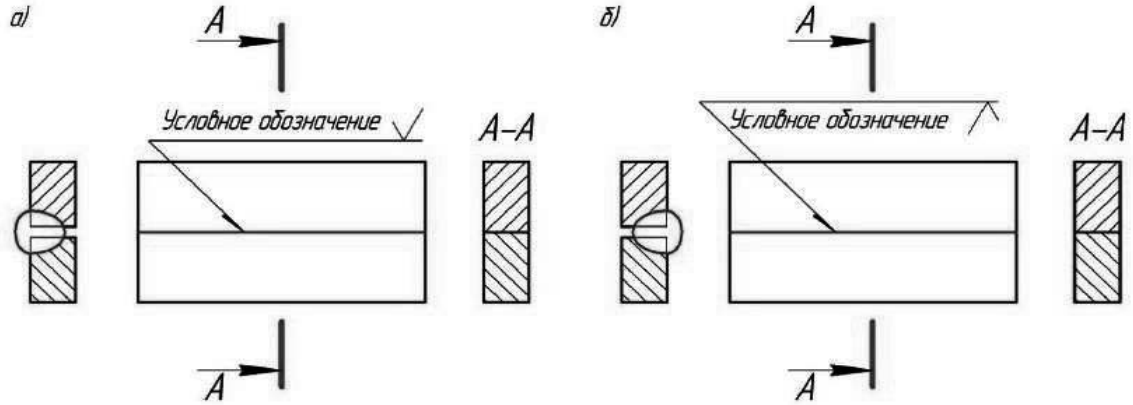


Рисунок 2.27 – Изображение нахлесточного соединения

Условное обозначение шва наносят над полкой линии-выноски для шва на лицевой стороне (*а*) и под полкой – для шва на оборотной стороне (*б*). Обозначение шероховатости механической обработанной поверхности шва наносят на полке или под полкой линии-выноски после условного обозначения шва (рисунок 2.28).



а – с лицевой стороны; *б* – с оборотной стороны

Рисунок 2.28 – Условное обозначение сварных швов:

Структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки представлена на рисунке 2.29.

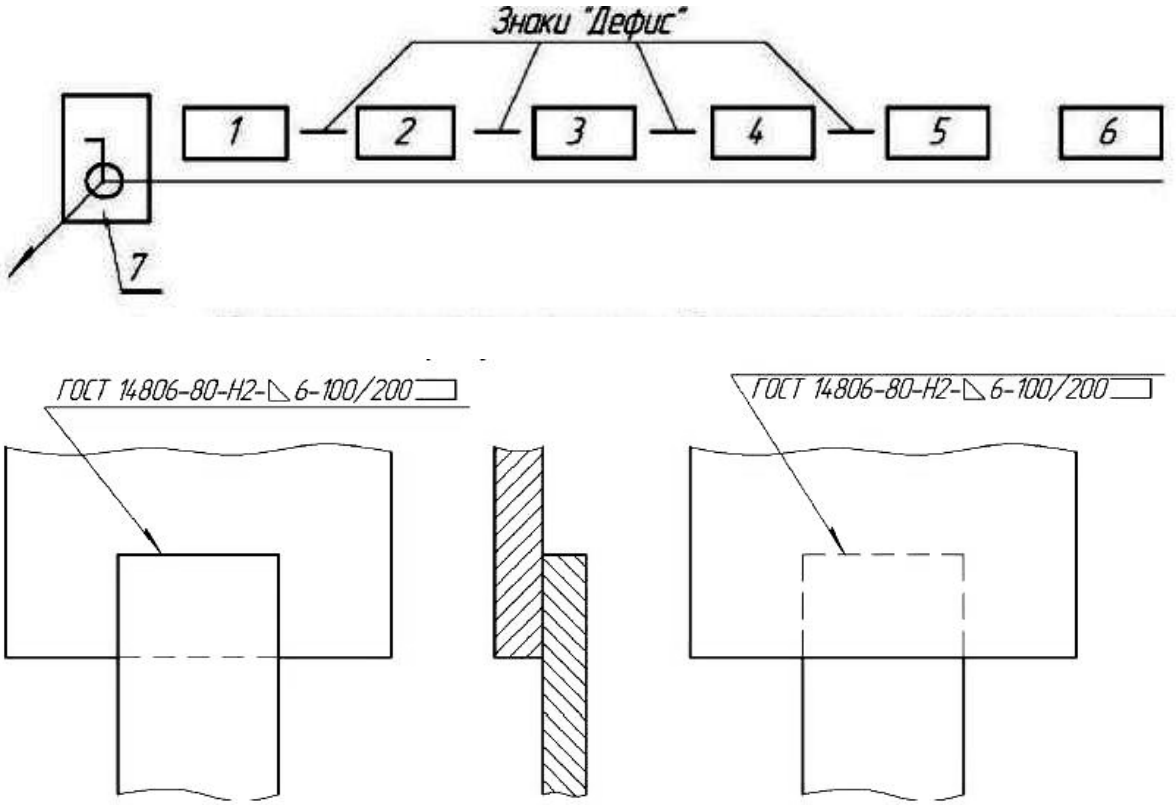


Рисунок 2.29 – Структура условного обозначения стандартного шва

На месте указанных прямоугольников записывают следующие данные:
1 – обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов;
2 – буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту;
3 – условное обозначение способа сварки по стандарту;
4 – знак и размер катета согласно стандарту;
5 – размеры и знаки;
6 – вспомогательные знаки.

2.10 Особенности выполнения эскиза детали типа «вал»

Эскиз – это чертеж временного характера, выполненный, как правило, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с соблюдением пропорций частей детали. По содержанию он ничем не отличается от рабочего чертежа детали и выполняется с соблюдением правил и условностей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Вал – стержень, вращающийся в опорах и предназначенный передавать крутящий момент от одной детали к другой. В отличие от осей, которые только поддерживают детали, валы работают одновременно на изгиб и кручение. Иногда они несут дополнительно и сжимающие или растягивающие осевые нагрузки.

Составление эскизов валов с натуры проходит две стадии: подготовительную и основную [19].

Этапы подготовительной стадии выполнения эскиза вала.

1 Осмотреть вал, провести анализ его формы в целом и установить, из каких геометрических форм он состоит (например, в состав поверхностей вала могут входить цилиндр, конус, сфера, призма, тор и т. д.), т. е. расчленить его на отдельные геометрические тела и поверхности. Например, на рисунке 2.30 задан чертеж вала определенной формы.

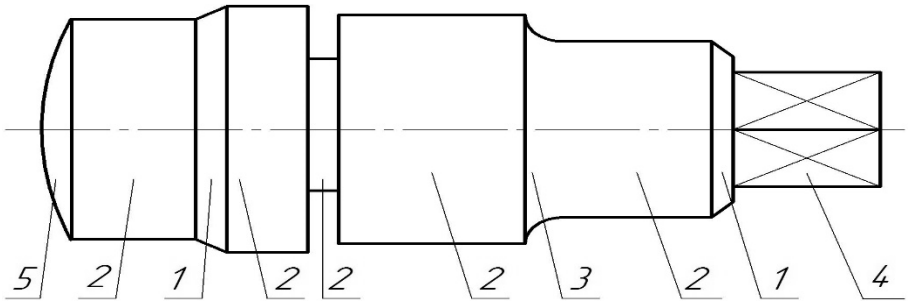


Рисунок 2.30 – Чертеж вала с указанием составляющих его поверхностей

Анализируя ее, можно расчленить вал на несколько простейших элементов, составляющих его форму (рисунок 2.31).

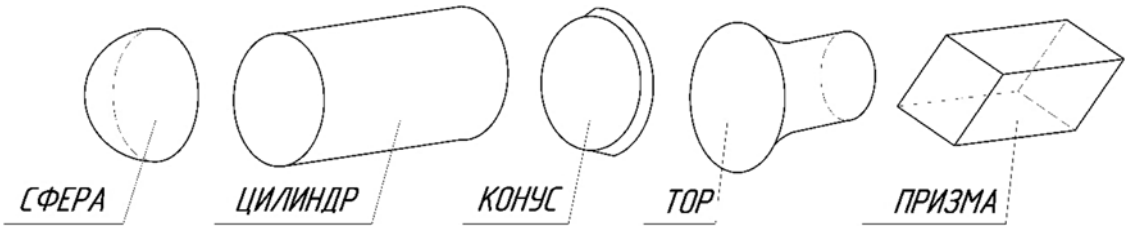


Рисунок 2.31 – Отдельные геометрические тела, из которых состоит вал

В машиностроении отдельным элементам валов принято присваивать названия, что в среде специалистов облегчает общение на техническом языке. На рисунке 2.32 приведены некоторые из них.

Буртик – кольцевое утолщение вала, составляющее с ним одно целое. Буртики препятствуют продольному перемещению оси вала. Плоские поверхности буртика называют *заплечиками*.

Галтель – криволинейная поверхность плавного перехода от меньшего сечения вала к плоской части заплечика или буртика. Галтели применяют для повышения прочностных свойств валов, осей в местах перехода от одного диаметра к другому.

Лыска – плоский срез на цилиндрической, конической или сферической части детали.

Отверстие центровое – отверстие в торце вала, применяемое для установки детали в центрах при обработке на токарных станках [12].

Паз – прорезь в виде фрезерованной канавки на деталях машин.

Проточка – кольцевой желобок на стержне или кольцевая выточка в отверстии, технологически необходимая для выхода резьбонарезного инструмента, шлифовального круга и т. п.

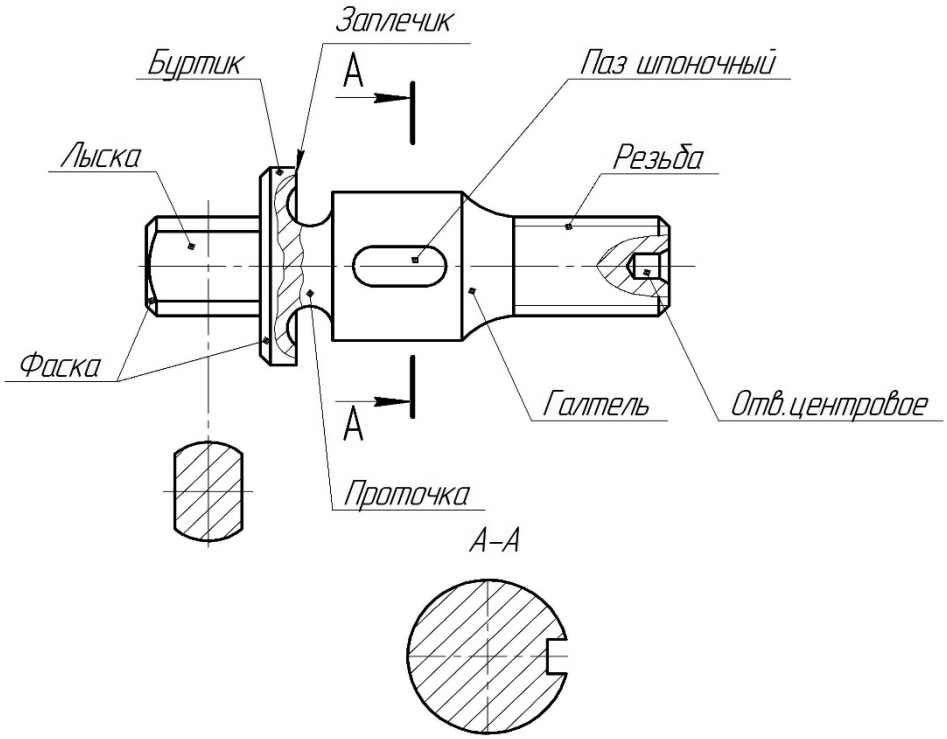


Рисунок 2.32 – Элементы вала

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура.

Рифление – насечка на наружной поверхности вала в виде прямых рисок или сетки [13]. Оно предотвращает проскальзывание пальцев руки при завинчивании детали.

Фаска – скошенная кромка стержня, бруска, листа или отверстия [11]. Например, фаска вала – это скошенная часть боковой поверхности у его торца, заплечика или буртика. Фаски применяют для облегчения процесса сборки, предохранения рук от порезов острыми кромками, придания изделиям более красивого вида.

2 Определить наименование детали, ее назначение, принцип работы в изделии и из какого материала она состоит.

3 Определить главное изображение вала, т. е. изображение на фронтальной плоскости проекций. При выборе главного изображения вала следует учитывать его положение при обработке на станке.

4 Определить необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений и выносных элементов). Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о форме и размерах вала. Использование дополнительных и местных видов, местных разрезов, сечений позволяет обойтись меньшим количеством основных видов, что делает чертеж более компактным.

5 Определить примерный глазомерный масштаб и соотношения, т. е. пропорции между отдельными элементами вала, и, с учетом принятого количества изображений, выбрать формат эскиза и его расположение.

Эскизы рекомендуется выполнять на миллиметровой бумаге или на писчей бумаге в клетку.

На рисунке 2.33 показан образец выполнения эскиза вала.

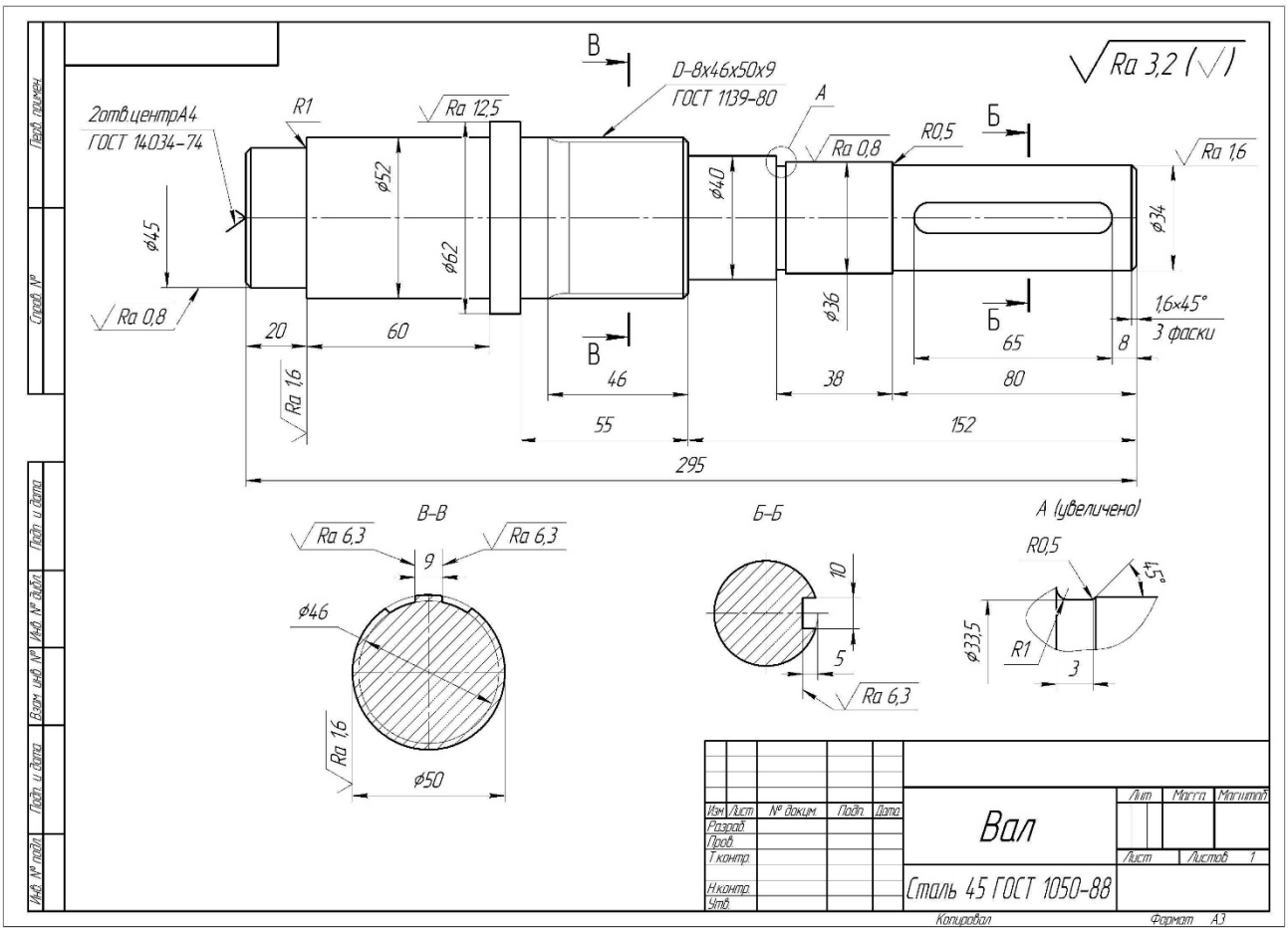


Рисунок 2.33 – Образец выполнения эскиза вала

Этапы основной стадии выполнения эскиза вала.

1 Вычертить очертание внешнего контура вала, на виде спереди, выдерживая необходимые пропорции и соотношения между частями и элементами детали. При этом следует учитывать имеющиеся на валу конструктивные и технологические элементы – фаски, проточки, галтели, шпоночные пазы, резьбу и т. д. Так как большинство из этих элементов стандартизировано, то вычерчивать их следует в соответствии с требованиями соответствующих стандартов.

2 Вычертить дополнительные изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы), позволяющие наиболее полно представить изображаемый вал и уточнить отдельные его элементы.

3 Проверить выполненные изображения, удалить лишние линии, окончательно обвести линии основного контура мягким карандашом и заштриховать разрезы и сечения.

4 Нанесение размеров [7]. При нанесении размеров следует помнить, что размерные числа независимо от величины изображений должны соответствовать натуральной величине всех элементов вала. Каждый размер наносят только один

раз и на том изображении, где наиболее полно выражена форма соответствующего элемента вала. Общее количество размеров на эскизе вала должно быть минимальным и в то же время достаточным для изготовления и контроля данной детали.

5 Обмер деталей. Для определения действительных размеров вала используют различные мерительные инструменты. Для измерения размеров применяют металлическую линейку, треугольник, штангенциркуль, кронциркуль, нутромер, радиусомер и др.

6 Обозначение шероховатости поверхностей. Определить и нанести обозначения шероховатости отдельных поверхностей вала. В учебных условиях для этих целей используют эталоны шероховатости поверхностей. При нанесении обозначений шероховатости поверхностей следует руководствоваться ГОСТ 2.309–73.

7 Выполнить все необходимые надписи, заполнить основную надпись чертежа.

2.11 Особенности выполнения эскиза детали типа «зубчатое колесо»

Основные параметры цилиндрического зубчатого колеса показаны на рисунке 2.34 [16].

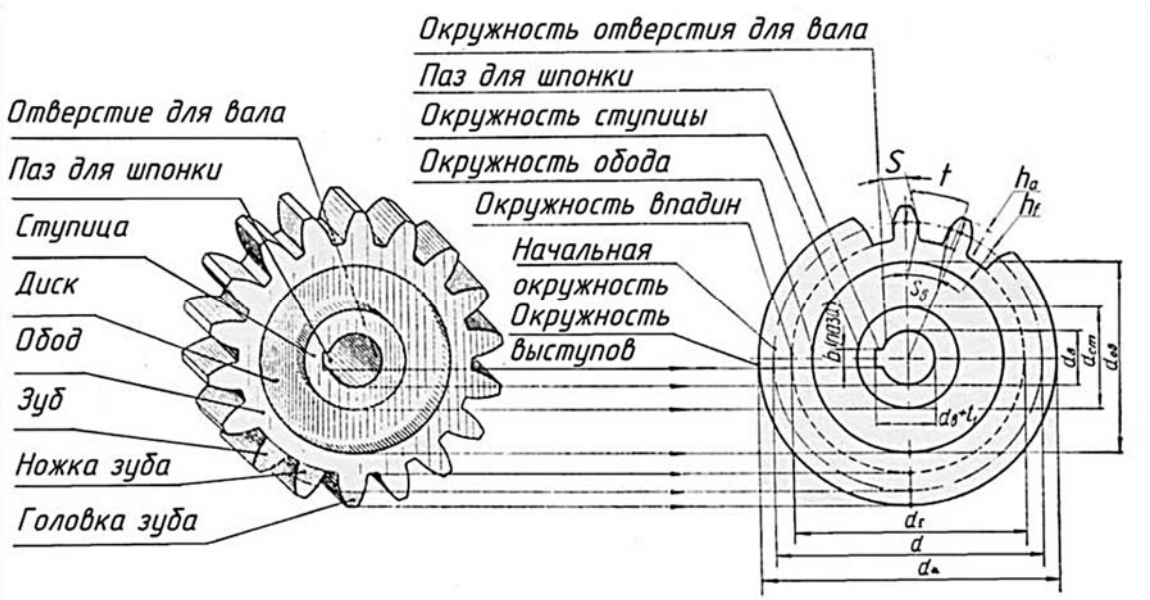


Рисунок 2.34 – Основные параметры цилиндрического зубчатого колеса

К основным параметрам зубчатых колес относятся:

– начальная окружность зубьев колеса – *d* (делительный диаметр). По этой окружности происходит соприкосновение колес зубчатой пары и качение их одна по другой без скольжения;

– число зубьев *z*;

– модуль *m* (является основным расчетным параметром зубчатого колеса). Модуль – величина стандартная и выбирается из ряда чисел, который устанавли-

вает ГОСТ 9563–60. Модуль есть длина (в миллиметрах) диаметра делительной окружности, приходящаяся на один зуб зубчатого колеса:

$$m = \frac{d}{z}, \tag{2.1}$$

где d – диаметр делительной окружности;

z – число зубьев зубчатого колеса;

– шаг зацепления p (t) – расстояние (в миллиметрах) между одноименными точками двух смежных зубьев, измеренное по делительной окружности;

– окружность выступов d_a ограничивает головку зубьев со стороны вершин;

– окружность впадин d_f проходит через основание впадин между зубьями;

– профиль зубьев колес чаще всего имеет форму эвольвенты.

Основные правила условного изображения зубчатых колес:

– на главном изображении зубчатого колеса следует его ось изображать горизонтально;

– зубья зубчатых колес изображают только на осевых разрезах и сечениях; в остальных случаях зубья не вычерчивают и изображаемые детали ограничивают поверхностями выступов (вершин);

– окружности и образующие поверхностей выступов зубьев показывают сплошными основными линиями;

– делительные окружности показывают на всех изображениях штрихпунктирными тонкими линиями;

– окружности впадин зубьев показывают сплошными основными линиями, на видах допускается эти элементы показывать сплошными тонкими линиями;

– если секущая плоскость проходит через ось зубчатого колеса, то в разрезах и сечениях зубья условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают не рассеченными;

– контуры невидимых элементов допускается не изображать.

Этапы выполнения эскиза колеса зубчатого.

1 На выбранном формате в правом верхнем углу вычертить таблицу параметров (рисунок 2.35), в правом нижнем – основную надпись.

2 На оставшемся поле формата зарисовать в виде прямоугольников клетки для намеченных изображений. Следует учитывать, что между изображениями должно быть свободное пространство, достаточное для нанесения размеров, надписей, обозначений шероховатостей поверхностей.

3 Нанести оси симметрии, центровые линии отверстий, пазов и т. д.

4 Вычертить очертания внешнего контура зубчатого колеса, выдерживая необходимые пропорции и соотношения между частями и элементами детали.

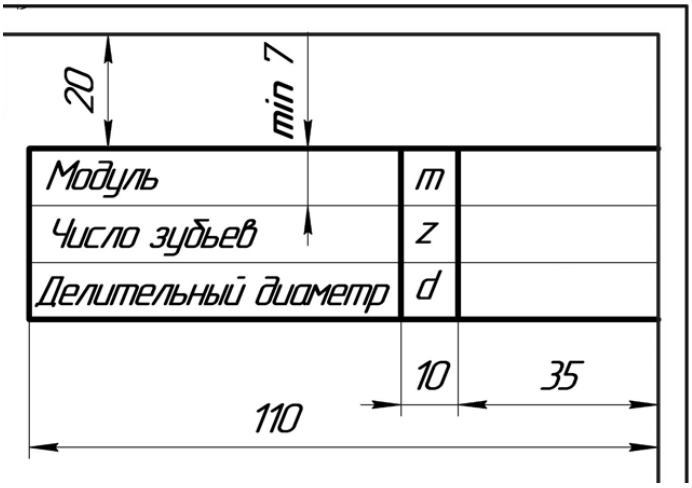


Рисунок 2.35 – Таблица параметров

5 Вычертить намеченные изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы).

6 Проверить выполненные изображения, удалить лишние линии, окончательно обвести линии основного контура мягким карандашом и заштриховать разрезы и сечения.

7 Нанесение размеров. При нанесении размеров следует помнить, что размерные числа независимо от величины изображений должны соответствовать натуральной величине всех элементов колеса. Каждый размер наносят только один раз и на том изображении, где наиболее полно выражена форма соответствующего элемента колеса. Общее количество размеров на эскизе должно быть минимальным и в то же время достаточным для изготовления и контроля детали.

На эскизе колеса зубчатого размеры наносятся с учетом конструктивных особенностей работы детали, технологии ее изготовления, а также необходимости контроля размеров. Так как студенты первого и второго курсов еще не изучали специальных дисциплин, позволяющих учесть все особенности конструирования, изготовления и контроля зубчатых колес, рассмотрим только порядок нанесения расчетных размеров и размеров, определяющих конструктивные особенности.

Начинать нанесение размеров следует с размерных линий, в первую очередь, основных: габаритных, размеров, определяющих параметры зубьев зубчатого колеса, затем размеров стандартизированных элементов – фасок, шпоночных пазов, шлицев, канавок для выхода шлифовального круга и др., руководствуясь требованиями ГОСТ 2.307–68, ГОСТ 2.403–75 и справочными данными.

8 Обмер деталей. Для определения действительных и расчетных размеров колеса зубчатого используют различные мерительные инструменты: металлическую линейку, штангенциркуль, микрометр, кронциркуль, нутромер и др.

8.1 Измерить с помощью штангенциркуля (рисунок 2.36) диаметр выступов (вершин) зубчатого колеса d_a.

Рисунок 2.36 – Замер диаметра выступов колеса зубчатого

8.2 Подсчитать число зубьев z зубчатого колеса.

8.3 Определить расчетную величину модуля:

$$d_a = m \cdot (z + 2); \tag{2.2}$$

$$m = \frac{d_a}{z + 2}. \tag{2.3}$$

Сравнить полученное число со стандартным рядом модулей и принять ближайшее значение модуля.

Пересчитать диаметр окружности выступов d_a.

8.4 По принятому стандартному модулю определить:

– делительный диаметр

$$d = m \cdot z; \tag{2.4}$$

– диаметр впадин

$$d_f = m \cdot (z - 2{,}5). \tag{2.5}$$

8.5 Измерить остальные размеры отдельных элементов колеса, уточняя полученные данные с данными соответствующих ГОСТов.

8.6 Заполнить таблицу параметров зубчатого колеса.

9 Обозначение шероховатости поверхностей. При нанесении обозначений шероховатости поверхностей следует руководствоваться ГОСТом.

10 Выполнить все необходимые надписи, заполнить основную надпись чертежа по следующему образцу.

На рисунке 2.37 представлен образец выполнения эскиза колеса зубчатого.

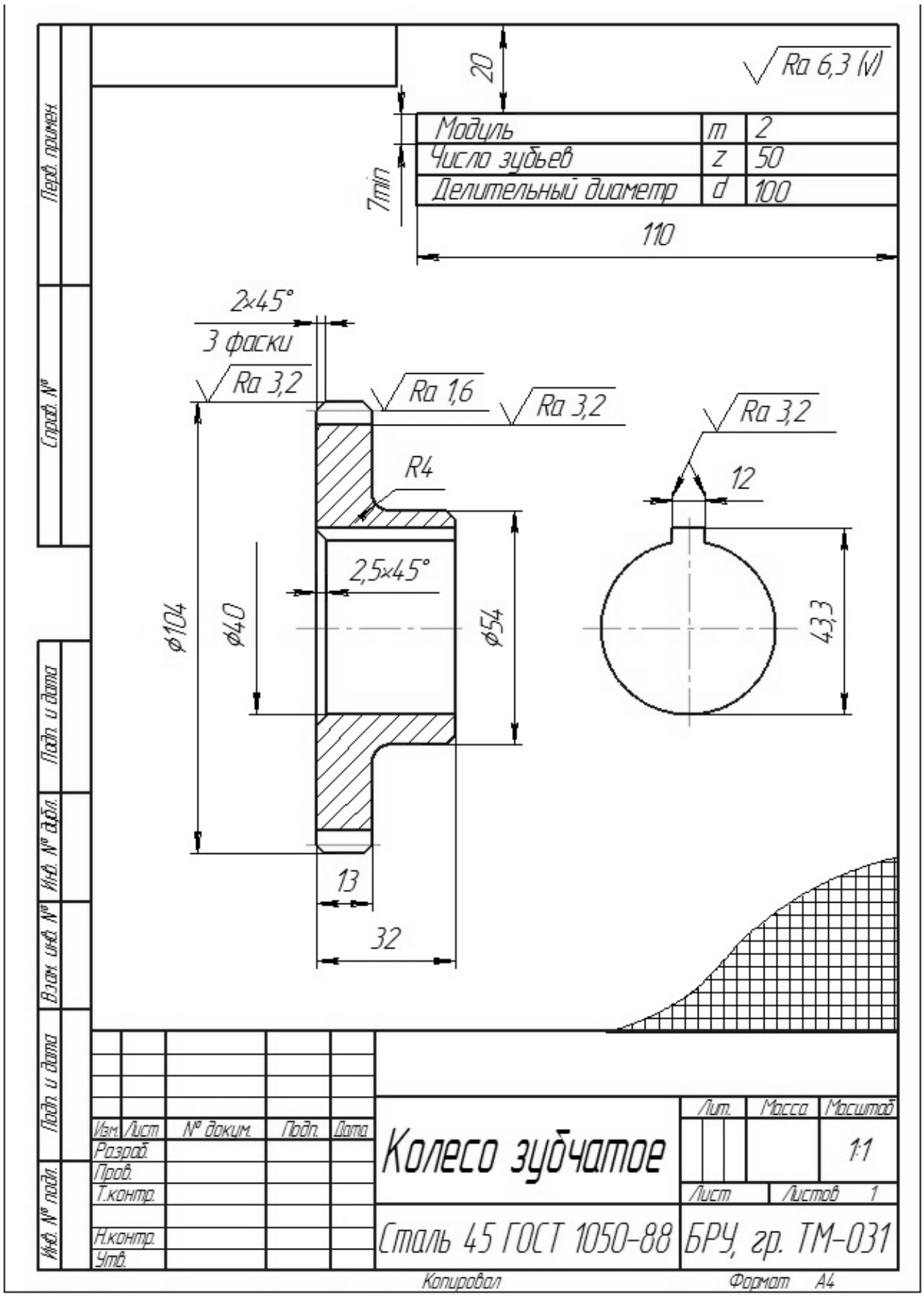


Рисунок 2.37 – Образец выполнения эскиза колеса зубчатого

По итогам УСР выполняется индивидуальное задание «Эскизы» на миллиметровой бумаге (форматы А3 и А4).

2.12 Рабочие чертежи деталей узла (по натуральному образцу)

Одним из основных конструкторских документов является рабочий чертеж детали, на котором приводятся сведения о конструктивных размерах, выбранных посадках, информация о других данных, необходимых для последующей разработки конструкторской документации.

Рабочие чертежи выполняются только на нестандартные детали. Для стандартных изделий форма, размеры и условные обозначения оговорены соответствующими стандартами.

Рабочие чертежи деталей в совокупности с техническими условиями должны содержать все необходимые данные, определяющие форму, размеры, допуски, материал, термическую обработку, отделку и другие сведения, необходимые для изготовления и контроля деталей.

Правила составления рабочих чертежей устанавливает ГОСТ 2.109–73.

Примеры рабочих чертежей представлены на рисунках 2.38 и 2.39.

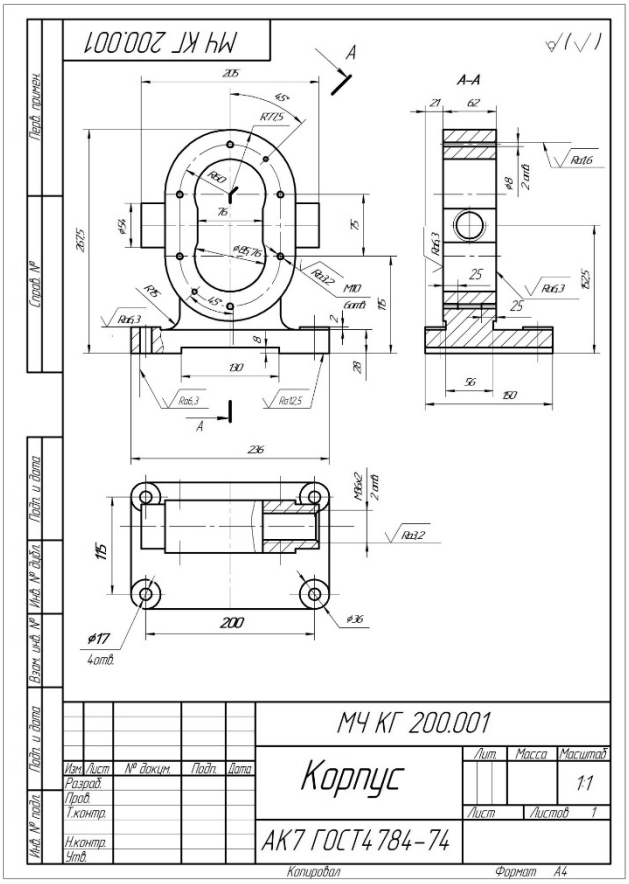


Рисунок 2.38 – Рабочий чертеж «Корпус»

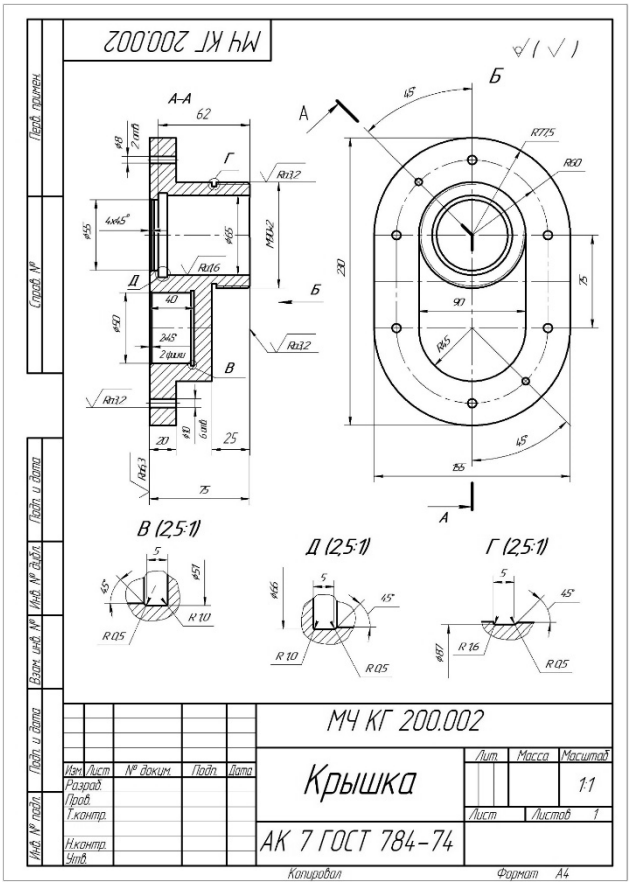


Рисунок 2.39 – Рабочий чертеж «Крышка»

При выполнении рабочего чертежа детали необходимо придерживаться следующей последовательности.

1 Определить необходимое количество изображений детали, которое должно быть минимальным, но достаточным для полного представления ее

формы и размеров. Особое значение имеет правильный выбор главного изображения. В качестве его выбирают такое, которое дает наиболее полное представление о форме и размерах детали. Оно должно располагаться в проекционной связи с остальными изображениями, что способствует быстрому и легкому чтению чертежа. Целесообразно, чтобы главное изображение давало представление и о внутренней форме детали.

2 Установить масштаб чертежа детали. Предпочтительно применять масштаб 1:1, дающий представление о действительных размерах детали.

3 Выбрать формат листа бумаги.

4 Скомпоновать изображения детали на листе. Намеченные виды, разрезы и сечения выполняются тонкими сплошными линиями.

5 Нанести необходимые размеры и условные знаки.

6 Оформление рабочего чертежа. Обвести сплошной линией контуры всех изображений. Нанести штриховку на разрезах и сечениях в соответствии с материалом детали. Разрезы или сечения одной и той же детали на всех ее изображениях заштриховываются в одном направлении. Заполняют графы основной надписи чертежа с занесением обозначения детали, наименования детали, обозначения марки материала и номера стандарта.

На рабочем чертеже может присутствовать и текстовая часть, содержащая технические требования или технические характеристики; таблицы с размерами и другими параметрами.

Составление сборочного чертежа

Соединение деталей в сборочные единицы, а затем в готовые изделия выполняется по сборочным чертежам, которые входят в комплект рабочей документации и предназначены для производства.

Сборочный чертеж должен содержать:

– изображения изделия (сборочной единицы), дающие представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающие возможность сборки и контроля;

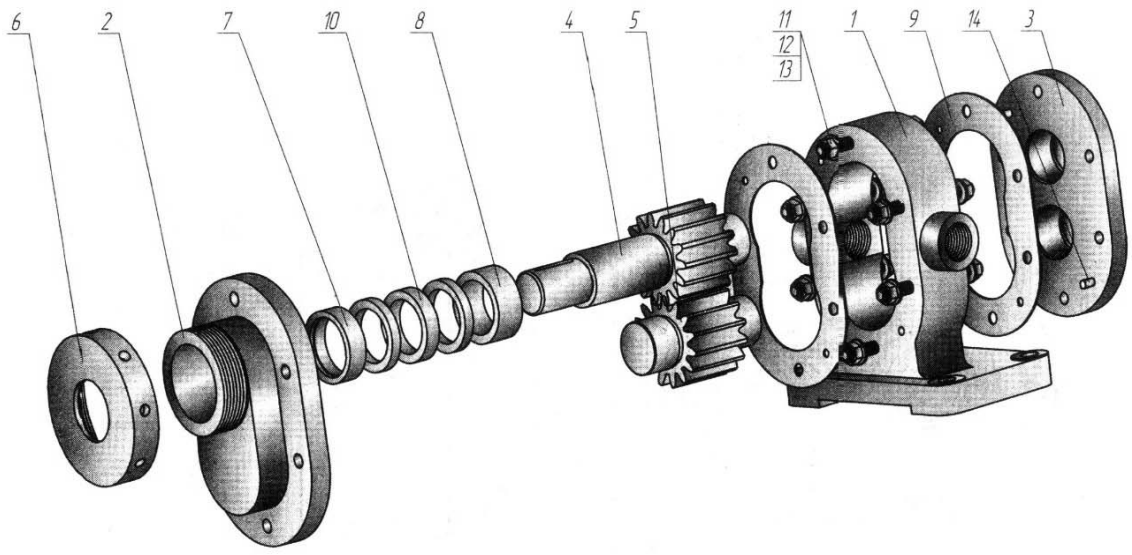
– размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые выполняют и контролируют по данному чертежу; можно указывать в качестве справочных размеров детали, определяющие характер сопряжения;

– указания о характере сопряжения и методах его осуществления, а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

– номера позиций составных частей, входящих в изделие (сборочную единицу);

– габаритные, установочные и присоединительные размеры.

Прежде чем приступить к составлению сборочного чертежа, необходимо подробно ознакомиться с назначением изделия и взаимодействием всех его частей, поэтому его условно разбирают на составляющие (рисунок 2.40).



1 – корпус; *2* – крышка сквозная; *3* – крышка; *4* – вал-шестерня; *5* – колесо ведомое; *6* – гайка круглая; *7*, *8* – втулки; *9* – прокладка; *10* – кольцо; *11* – гайка; *12* – шайба; *13* – шпилька; *14* – штифт

Рисунок 2.40 – Подетальное расчленение узла

Последовательность составления сборочного чертежа:

1) выбор числа изображений;
2) выбор масштаба изображений;
3) выбор формата листа;
4) компоновка изображений;
5) выполнение изображений;
6) нанесение размеров;
7) выполнение текстового материала;
8) заполнение основной надписи;
9) расстановка позиций и составление спецификации.

На чертежах сборочных единиц, кроме основных видов, широко используются разрезы, сечения, местные разрезы, дополнительные виды, выносные элементы.

Большое значение при выполнении сборочного чертежа имеет выбор главного изображения. Сборочную единицу на главном изображении желательно располагать в рабочем положении, как и на чертеже общего вида. Главное изображение в основном выполняется в разрезе. Разрез на сборочном чертеже представляет собой совокупность разрезов отдельных деталей, входящих в сборочную единицу.

Смежные детали в разрезах и сечениях выделяют разной по направлению и плотности штриховкой, одинаковой для каждой детали на всех изображениях, или сдвигают линию штриховки в одном сечении по отношению к другому.

Перемещающиеся части изделий допускается изображать в крайнем или промежуточном положении с соответствующими размерами. Краны трубопроводов изображают открытыми. Вентили изображают в закрытом положении.

На рисунке 2.41 приведен чертеж общего вида шестеренного насоса. Спецификация в данном случае размещена на самом чертеже.

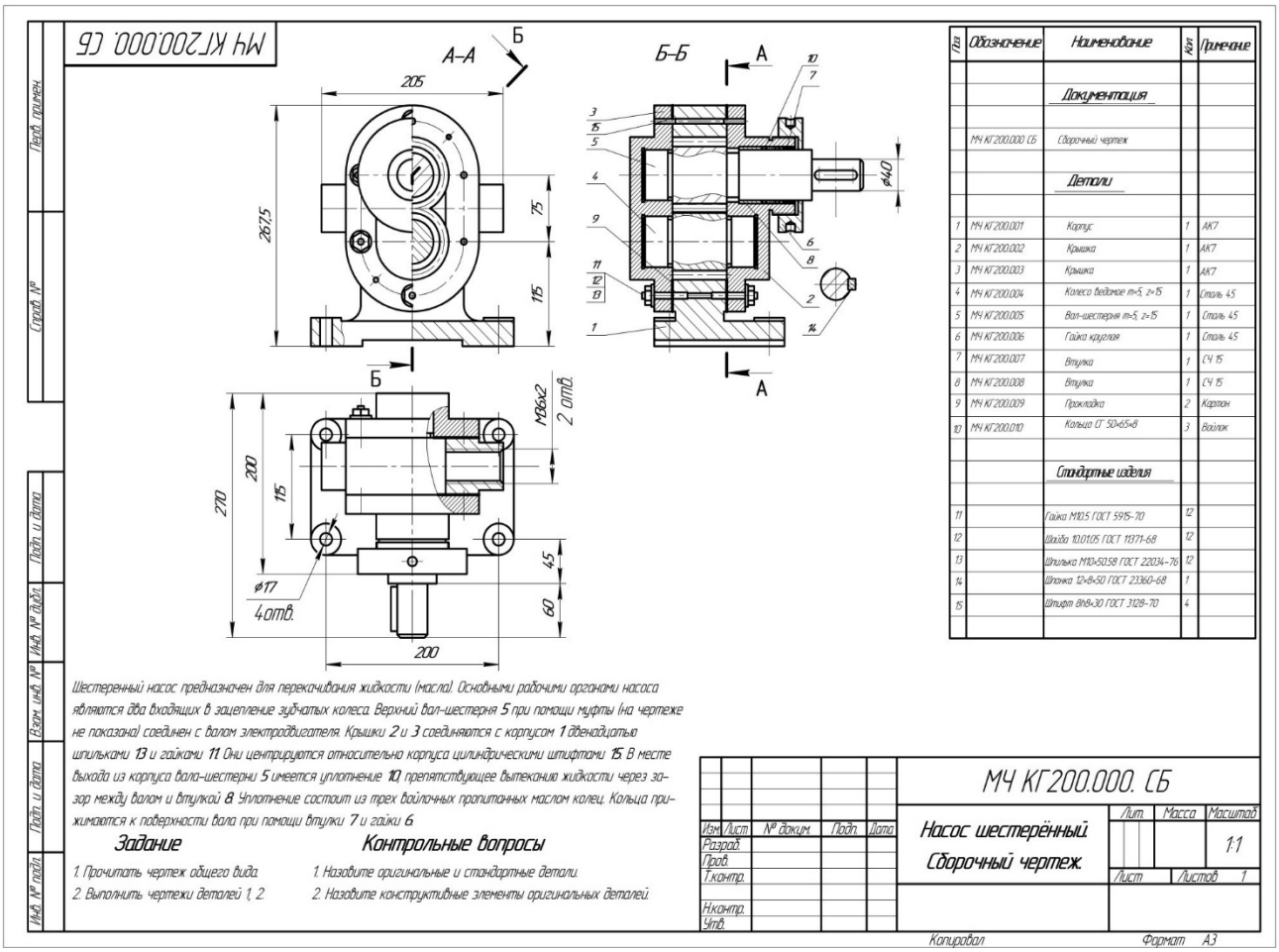


Рисунок 2.41 – Пример сборочного чертежа

По итогам УСР выполняется индивидуальное задание «Сборочный чертеж» согласно выданному бланку.

Список литературы

1 **Зеленый, П. В.** Инженерная графика. Практикум по проекционному черчению: учебное пособие / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова; под ред. П. В. Зеленого. – Минск: БНТУ, 2014. – 200 с.

2 **Чекмарев, А. А.** Инженерная графика. Машиностроительное черчение: учебник / А. А. Чекмарев. – Москва: ИНФРА-М, 2015. – 396 с.

3 **ГОСТ 2.301–68**. Форматы. – Минск: Госстандарт, 2010. – 4 с.

4 **ГОСТ 2.303–68**. Линии. – Минск: Госстандарт, 2010. – 8 с.

5 **ГОСТ 2.304–81**. Шрифты чертежные. – Минск: Госстандарт, 2010. – 23 с.

6 **ГОСТ 2.305–2008**. Изображения – виды, разрезы, сечения. – Минск: Госстандарт, 2010. – 28 с.

7 **ГОСТ 2.307–2011**. Нанесение размеров и предельных отклонений. – Минск: Госстандарт, 2011. – 28 с.

8 **ГОСТ 2.309–73**. Обозначения шероховатости поверхностей. – Минск: Госстандарт, 2010. – 9 с.

9 **ГОСТ 2.311–68**. Изображение резьбы. – Минск: Госстандарт, 2010. – 7 с.

10 **ГОСТ 1139–80**. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски. – Минск: Госстандарт, 2011. – 9 с.

11 **ГОСТ 10948–64.** Радиусы закруглений и фаски. Размеры. – Москва: Изд-во стандартов, 1986. – 2 с.

12 **ГОСТ 14034–74.** Отверстия центровые. Размеры. – Минск: Госстандарт, 2008. – 124 с.

13 **ГОСТ 21474–75.** Рифления прямые и сетчатые. Форма и основные размеры. – Москва: Изд-во стандартов, 1985. – 3 с.

14 Метрические задачи. Инженерная графика. Начертательная геометрия и компьютерная графика: методические рекомендации для студентов всех специальностей и направлений подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», 27.03.05 «Инноватика» / Сост. В. М. Акулич. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2019. – 22 с.

15 Проекционное черчение. Инженерная графика: методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки / Сост. О. А. Воробьева, Ж. В. Рымкевич. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2018. – 25 с.

16 Эскиз зубчатого колеса. Инженерная графика: методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника». 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» / Сост. О. А. Воробьева, Ж. В. Рымкевич. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2019. – 21 с.

17 Чертеж сборочной единицы. Деталирование. Инженерная графика. Начертательная геометрия и компьютерная графика. Начертательная геометрия и инженерная графика: методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки очной и заочной форм обучения / Сост. Н. Н. Гобралев [и др]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2018. – 43 с.

18 Шпоночные и шлицевые соединения. Инженерная графика: методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»; 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» / Сост. О. А. Воробьева, Ж. В. Рымкевич. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2019. – 24 с.

19 Эскиз вала. Инженерная графика: методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» / Сост. Ю. А. Гуща. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2019. – 24 с.