

Саратовский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского

Е.И. Ерохина, В.Ф. Кабанов

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.
АКСОНОМЕТРИЯ. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ**

Учебно-методическое пособие
для студентов Саратовского государственного университета

Саратов 2015

УДК 744(075)
ББК 30.11
С

Ерохина Е.И., Кабанов В.Ф.

С Инженерная графика. Аксонометрия. Сборочные чертежи:
учеб.-метод. пособие для студ. Саратовского гос. ун-та. – Саратов,
2015. - 49 с.

ISBN

В пособии даются основные понятия и принципы аксонометрических проекций предметов и их применения при выполнении чертежей. Рассматриваются правила выполнения и чтения чертежей сборочных единиц.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов факультета nano- и биомедицинских технологий, а также для студентов физических и инженерных специальностей других факультетов и институтов Саратовского государственного университета.

Рекомендует к публикации

Кафедра физики полупроводников
факультета nano- и биомедицинских технологий
Саратовского государственного университета

УДК 744(075)
ББК 30.11

ISBN

© Ерохина Е.И., Кабанов В.Ф., 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть 1. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	4
1.1. Основные понятия.....	4
1.2. Построение плоских фигур, лежащих в координатных плоскостях.....	7
1.2.1. Аксинометрические проекции многоугольников.....	8
1.2.2. Аксинометрические проекции окружности.....	10
1.2.3. Построение аксинометрических проекций геометрических тел.....	13
1.2.4. Разрезы в аксинометрии.....	15
ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	17
Часть 2. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ.....	22
2.1. Основные правила выполнения сборочных чертежей.....	22
2.2. Эскизы деталей.....	24
2.2.1. Последовательность эскизирования деталей.....	25
2.3. Рабочие чертежи деталей.....	30
2.3.1. Требования к рабочим чертежам деталей.....	30
2.3.2. Условности и упрощения в рабочих чертежах.....	32
2.3.3. Размеры и предельные отклонения на рабочих чертежах.....	34
2.3.4. Шероховатость поверхностей.....	36
2.4. Спецификация	38
2.5. Основные приемы чтения сборочных чертежей.....	43
ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	45
СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	47

Часть 1. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

АксонOMETрические проекции представляют собой наглядные изображения предметов и применяются обычно как вспомогательные. Они могут пояснять чертеж, помогая представить форму изображения детали, или служить основой при разработке новых конструкций. Такие проекции чаще всего применяются как вспомогательные, они сравнительно просты по выполнению и позволяют определять размеры предмета.

Слово «аксонOMETрия» происходит от двух греческих слов: «аксон» - ось и «метрео» - измеряю, то есть означает измерение по осям.

Базовое понятие аксонOMETрического проецирования заключается в том, что изображаемый объект (вместе с осями прямоугольных координат) проецируется на некоторую плоскость, которая называется плоскостью аксонOMETрических проекций (Рис. 1.1.).

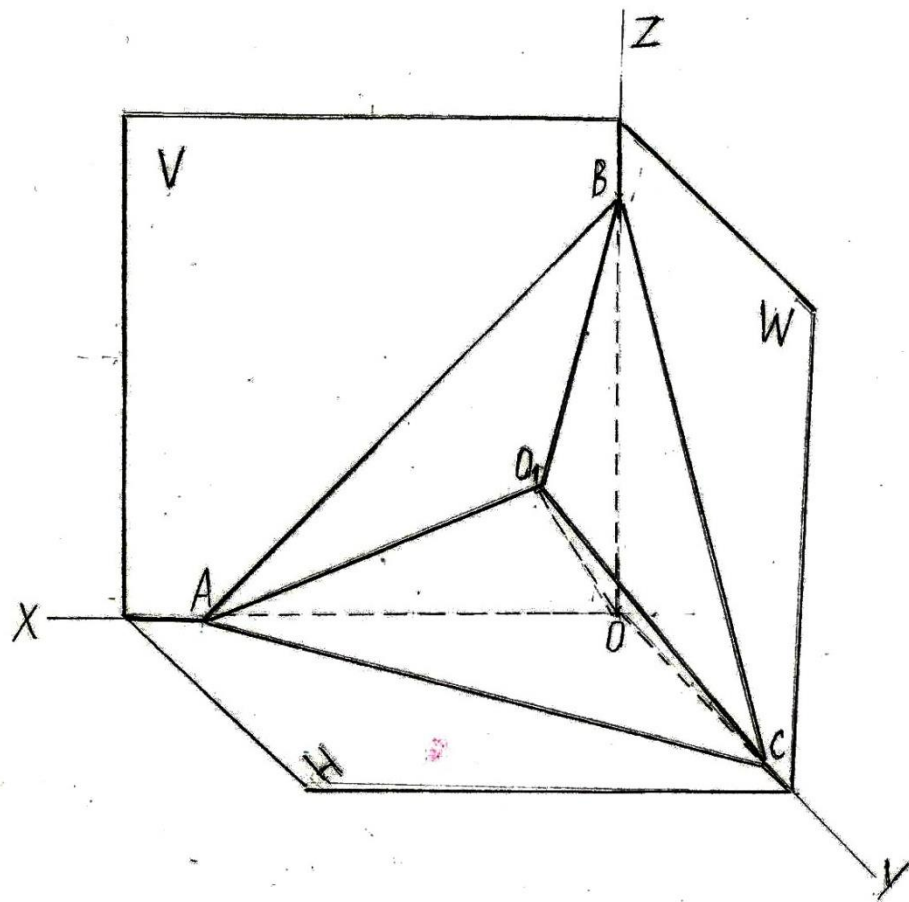


Рис. 1.1.

Схема образования аксонометрической проекции

Каждая координатная ось и расположенное на ней изображение объекта отображаются с некоторым искажением, величина которого определяется отношением длины проекции отрезка к его натуральной величине и называется коэффициентом или показателем искажения. Проекции или изображения пространственных координатных осей на выбранную плоскость называются аксонометрическими осями. Коэффициенты искажения по соответствующим аксонометрическим осям принято обозначать: k (по оси OX), m (по оси OY), n (по оси OZ):

$$AO_1/AO = k,$$

$$BO_1/BO = m,$$

$$CO_1/CO = n.$$

Принято, в зависимости от соотношения коэффициентов искажения, разделять аксонометрические проекции на три вида.

1. Изометрические проекции. Искажение по всем осям одинаково и все коэффициенты равны: $k = m = n$.
2. Диметрические проекции. Искажение одинаково по двум аксонометрическим осям: $k = m \neq n$.
3. Триметрические проекции. Коэффициенты искажения различны по всем осям: $k \neq m \neq n$.

Каждый из видов аксонометрии может быть реализован прямоугольным и косоугольным проецированием. Проекция называется прямоугольной, если направление проецирования перпендикулярно плоскости, и косоугольной, если имеется наклон к плоскости проекций, отличный от 90 градусов. Необходимо отметить, что не все аксонометрические проекции одинаково применимы, так как некоторые из них дают значительное искажение изображений и не удовлетворяют запросам практики. Прямоугольные аксонометрические проекции дают наиболее наглядные изображения и поэтому применяются чаще всего. В дальнейшем будут рассматриваться только прямоугольные изометрические проекции в соответствии с ГОСТ 2.305.

Коэффициенты искажения для прямоугольной аксонометрии определяются соотношением $k^2 + m^2 + n^2 = 2$, из которого определяется теоретическая величина искажения по аксонометрическим осям. Для изометрии эта величина составляет 0,82 по любой из осей (для диметрии – 0,94 по двум осям и 0,47 по третьей). Часто на практике используют не теоретические, а приведенные показатели, что значительно упрощает построение изображений. Наибольший из коэффициентов искажения принимают равным единице. В этом случае аксонометрические изображения получаются увеличенными для изометрии – в $1/0,82 = 1,22$ раза.

Значение величины углов между осями прямоугольной аксонометрии определяется положением плоскости аксонометрических проекций

относительно координатных осей. В этом случае она имеет одинаковый наклон ко всем трем осям, поэтому все углы между аксонометрическими осями равны между собой, и каждый из них составляет 120° (Рис. 1.2.).

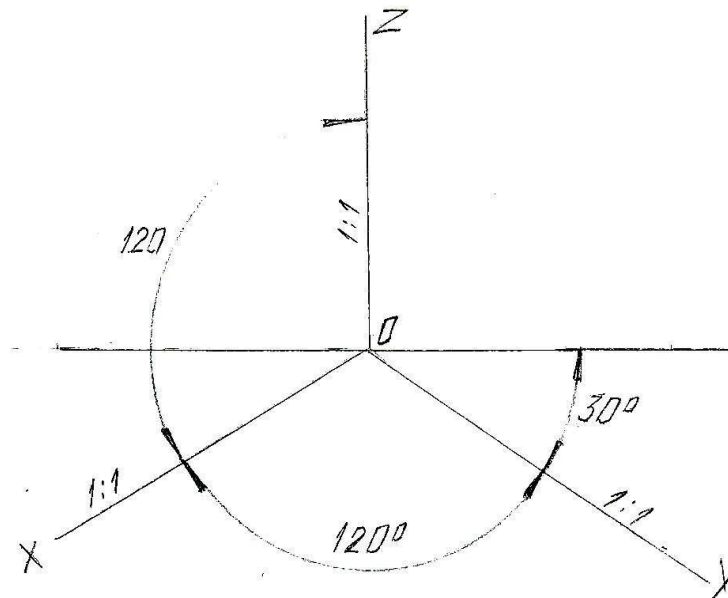


Рис. 1.2.

Прямоугольная изометрическая проекция: положение осей

1.2. ПОСТРОЕНИЕ ПЛОСКИХ ФИГУР, ЛЕЖАЩИХ В КООРДИНАТНЫХ ПЛОСКОСТЯХ

Для наглядного изображения деталей (Рис.1.3.) необходимо знать, каким образом происходит построение аксонометрических проекций плоских фигур, важнейшим из которых являются многоугольники и окружности.

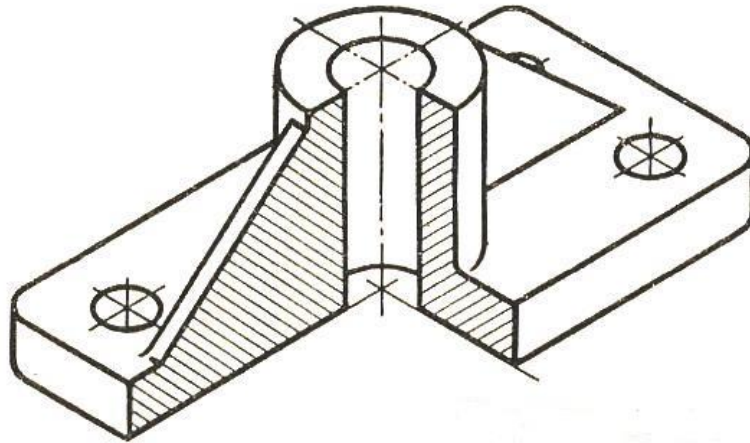


Рис. 1.3.
Пример изометрической проекции детали

1.2.1. Аксонометрические проекции многоугольников

Многоугольники в аксонометрических проекциях строят по координатам их вершин. Необходимо отметить, что если стороны изображаемого многоугольника параллельны между собой, то в аксонометрии они также изображаются параллельными отрезками. Если сторона многоугольника расположена параллельно аксонометрической оси, то величина проекции ее зависит от показателя искажения по этой оси. Для построения наклонных отрезков строят по координатам их крайние точки и соединяют прямыми линиями (Рис. 1.4.).

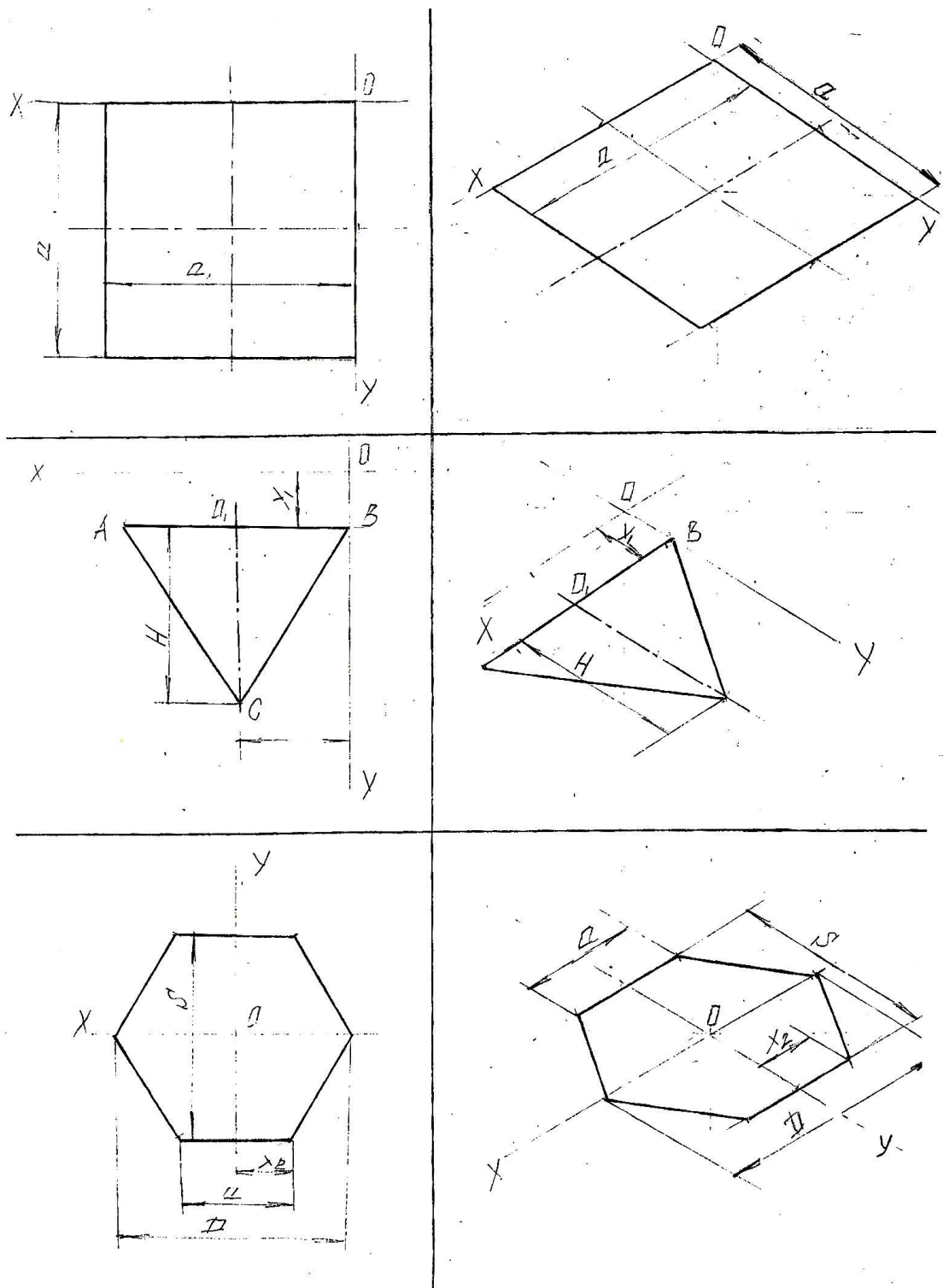


Рис. 1.4.
 Построение аксонометрических проекций многоугольников

1.2.2. Аксонометрические проекции окружности

При аксонометрическом проецировании окружность в общем случае отображается эллипсом; части окружности – в виде частей эллипса. Фактически построение аксонометрической проекции окружности сводится к построению эллипса.

С точки зрения правильной ориентации эллипса на чертеже необходимо знать направление его взаимно перпендикулярных осей, называемых главными – большой и малой осей эллипса. В прямоугольных аксонометрических проекциях большая ось эллипса всегда перпендикулярна «противостоящей» аксонометрической оси, т.е. той оси, которая не лежит в плоскости, содержащей изображаемую окружность. Малая ось эллипса при этом будет параллельна направлению «противостоящей» оси.

При построении эллипса выполняют следующие действия. Прежде всего, необходимо найти центр фигуры по координатам, затем проводят две аксонометрические оси, определяющие плоскость расположения эллипса, и наносят его главные оси – малую и большую. С учетом приведенных показателей искажения на главных осях эллипса находят его вершины, на аксонометрических – четыре точки, принадлежащие диаметрам окружности. Для изометрии окружность на каждой координатной плоскости изображается одинаковым по форме и размерам эллипсом, но с различным расположением его главных осей. Большая ось эллипса равна $1,22 d$, малая - $0,7 d$, где d – диаметр изображаемой окружности, который откладывается без искажения по аксонометрическим осям (Рис. 1.5,а).

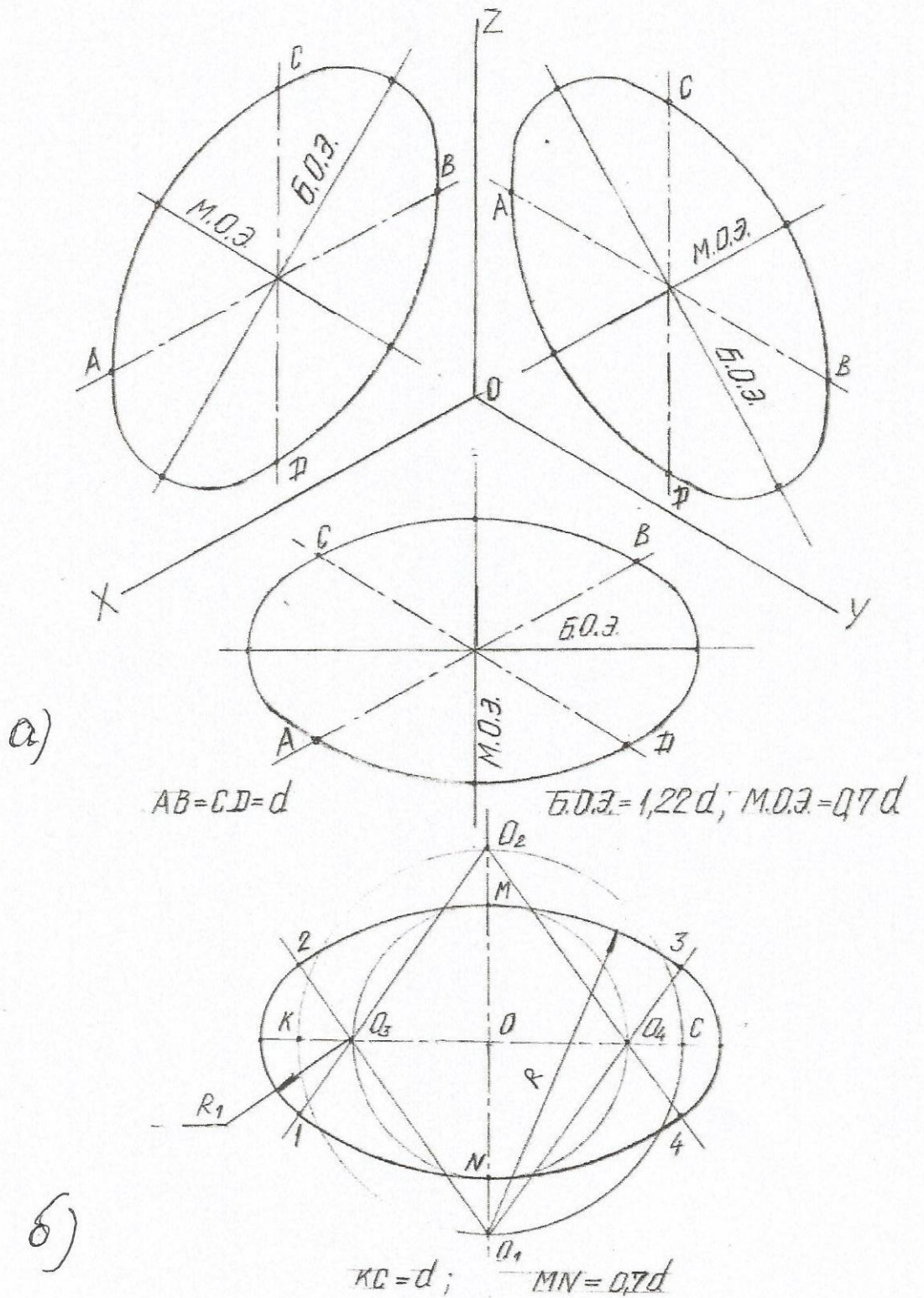


Рис. 1.5.
 Построение окружности (а) и овала (б) в прямоугольной изометрии

Эллипсы относительно небольших размеров рекомендуется вычерчивать по восьми указанным точкам при помощи лекала. Эллипсы с большими размерами осей на аксонометрических чертежах рекомендуется заменять овалами, которые очерчивают дугами окружностей (Рис. 1.5,б). Построение эллипсов на технических рисунках деталей во всех случаях выполняются от руки; кривую проводят через восемь характерных точек, каждую из которых находят на аксонометрических или главных осях эллипса посредством отложения равных отрезков пропорционально размерам его полуосей.

Сопряжения в аксонометрии. При построении сопряжений в аксонометрии вместо сопрягающих дуг окружностей необходимо проводить дуги эллипсов вместо сопрягающихся дуг окружностей. Порядок выполнения задачи на сопряжение в аксонометрии практически не отличается от аналогичных геометрических построений на плоскости.

При выполнении аксонометрического изображения плавного перехода одной прямой линии в другую сначала строят по координатам центр дуги сопряжений и определяют место положения точек плавного перехода линий, затем проводят дугу сопрягающего эллипса и касательно к ней – прямые линии, подлежащие сопряжению (Рис. 1.6.).

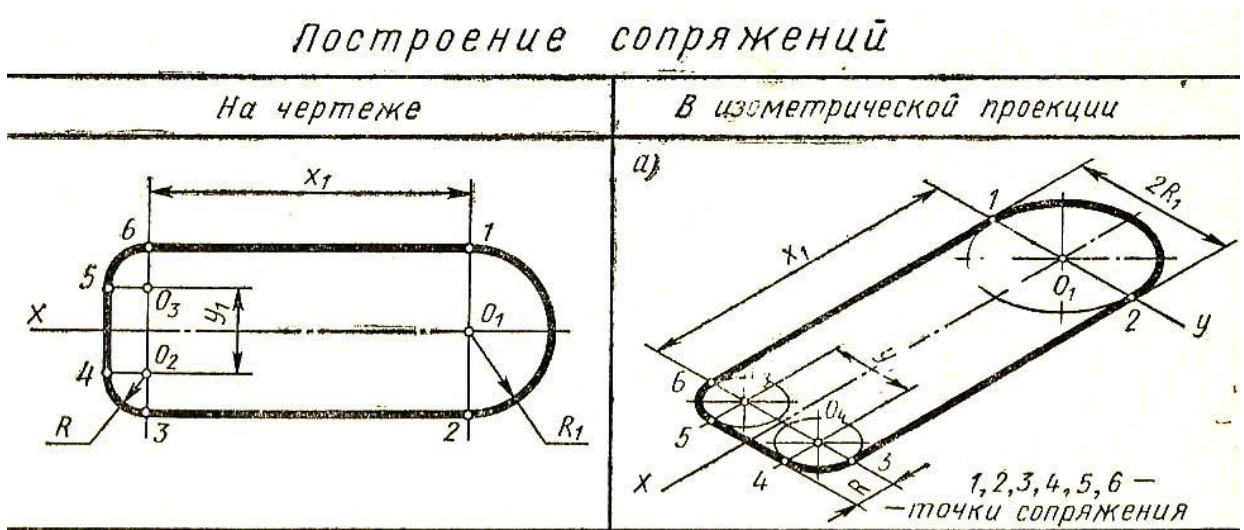


Рис. 1.6.
Пример построения сопряжений

1.2.3. Построение аксонометрических проекций геометрических тел

Очень часто при построении наглядных изображений деталей приходится решать вопросы, связанные с построением цилиндра и параллелепипеда. Основания этих тел обычно располагаются той или иной координатной плоскости. В аксонометрии для изображения геометрического тела с плоскими основаниями сначала строят одно из его оснований в виде проекции многоугольника или окружности, затем на расстоянии высоты или длины тела изображают второе его основание, параллельное первому. Боковую поверхность геометрического тела изображают путем нанесения всех ребер или образующих (для цилиндра они проводятся касательными к эллипсам двух оснований).

Основные приемы построения геометрических тел в изометрии приведены на Рис. 1.7. Нужно отметить, при построении показаны все невидимые контуры тел, в то время как на технических деталях в аксонометрии невидимые контуры обычно не изображают.

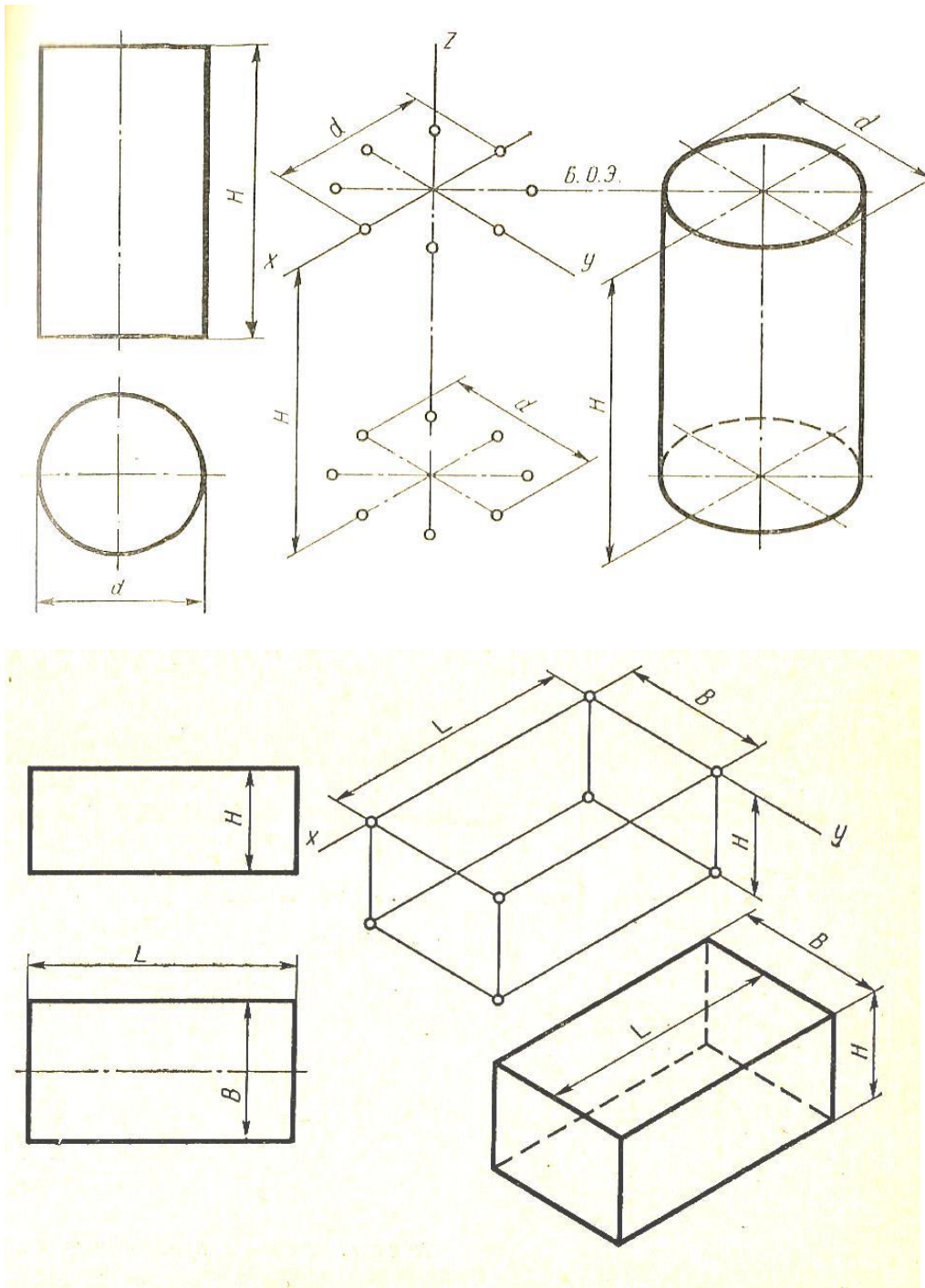


Рис. 1.7.

Приемы построения геометрических тел в изометрической проекции

Пример изображения цилиндра в изометрии приведен на Рис. 1.8.

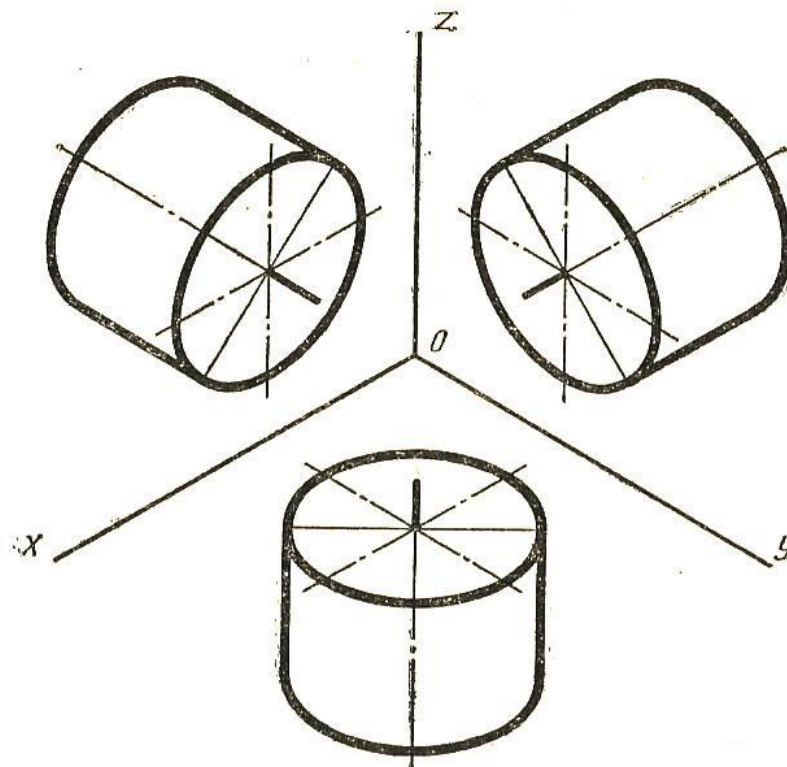


Рис. 1.8.
Изометрические проекции цилиндра

1.2.4. Разрезы в аксонометрии

Разрезы деталей в аксонометрии служат для выявления внутренних форм деталей и осуществляются двумя или тремя плоскостями, каждая из которых располагается параллельно координатной плоскости. Чаще всего секущие плоскости совпадают с плоскостями симметрии детали.

На аксонометрических изображениях не рекомендуется применять полные разрезы; обычно удаляют условно одну четвертую или восьмую часть детали. Выбор разреза определяется требованием изображения внутреннего устройства детали и получением наиболее наглядного изображения ее наружной формы.

Угол, образованный секущими плоскостями, всегда должен быть «раскрыт», т.е. каждое сечение детали должно быть видимым. Штриховка на разрезах в аксонометрии наносится с различным направлением для каждого

сечения, при этом линии штриховки должны быть проведены с учетом показателей искажения по осям (угол, являющийся проекцией угла 45° в изометрии, равен 60° (Рис. 1.9.)). Если секущая плоскость проходит через ребра жесткости, сплошные выступы или тонкие стенки, то эти элементы детали всегда штрихуют, т.е. изображают разрезанными.

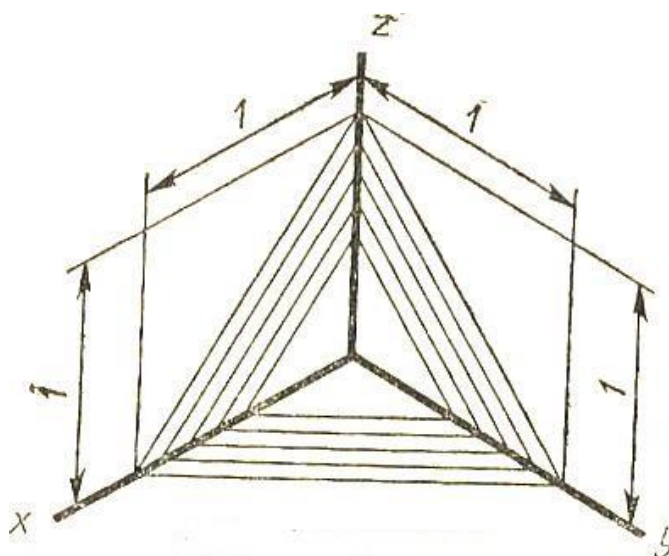


Рис. 1.9.
Направление линий штриховки в изометрии («треугольник штриховки»)

Задание для самостоятельной работы

1. На листах формата А3 или А4 в масштабе 1:1 или 1:2 по двум заданным видам построить три вида: главный вид, вид сверху и вид слева (Рис. 1.10.).
2. При необходимости выполнить разрезы на главном виде и виде слева.
3. Нанести размерные линии и проставить размерные числа.
4. Выполнить изометрическую проекцию (Рис. 1.11., 1.12.).
5. Вырезать $\frac{1}{4}$ часть детали (если деталь симметричная). В случае если деталь несимметричная – по договоренности с преподавателем.
6. Под изометрическим изображением построить «треугольник штриховки».
7. Заштриховать секущие плоскости (Рис. 1.13.).
8. Заполнить основную надпись.

Работа выполняется на одном или двух листах.

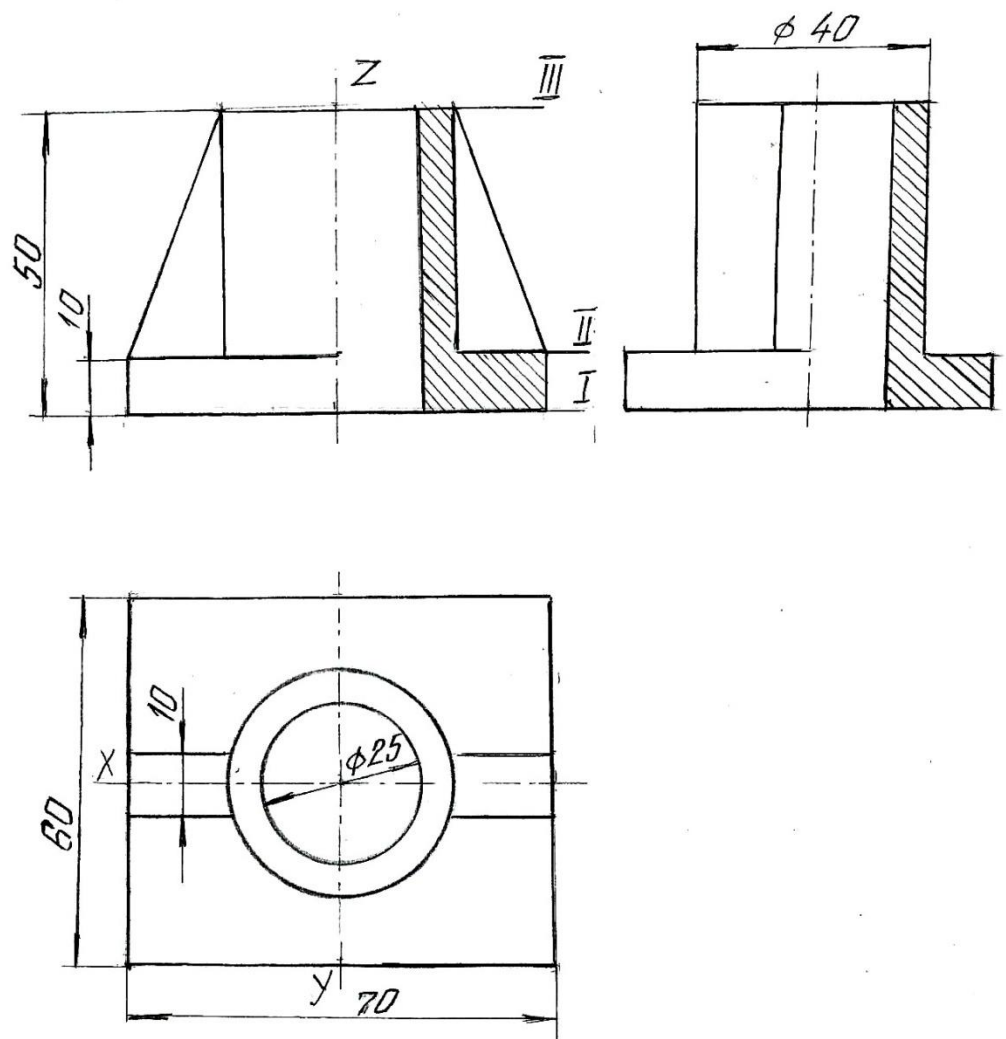


Рис. 1.10.
Чертеж детали в ортогональных проекциях

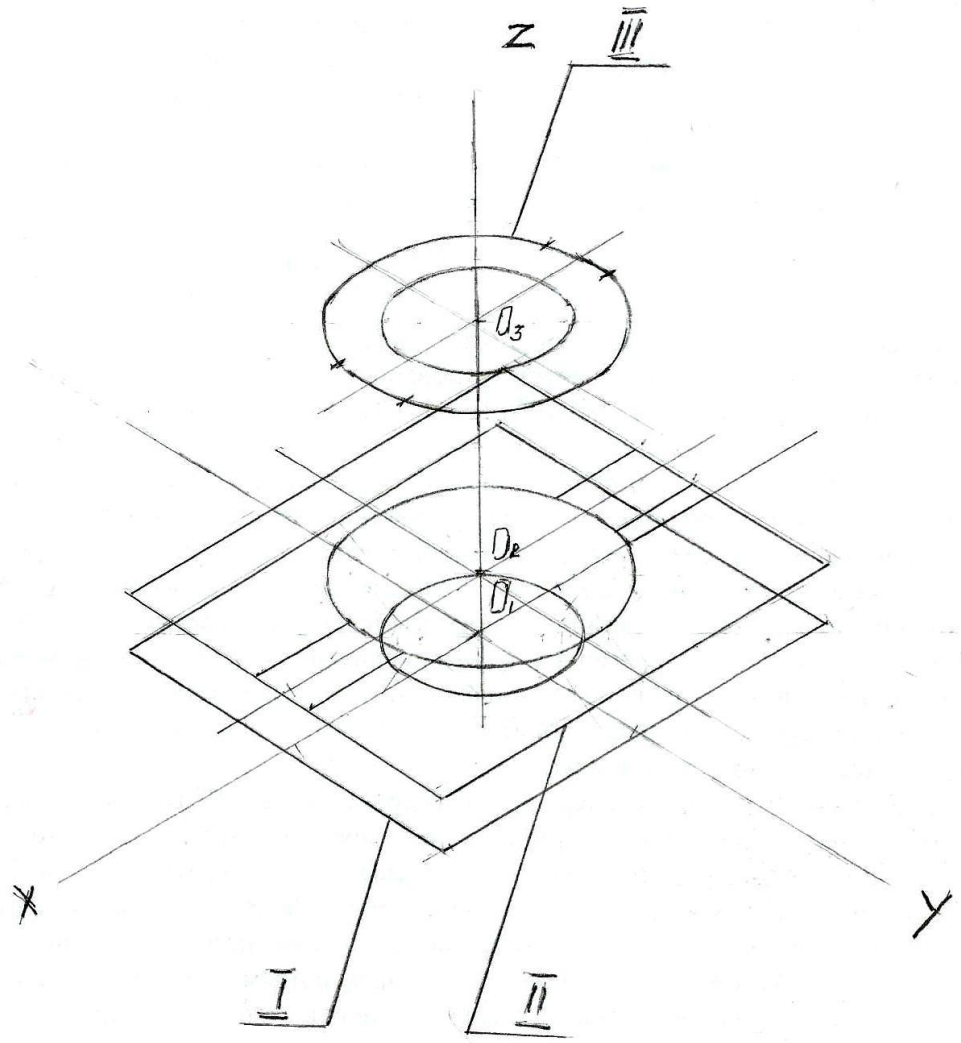


Рис. 1.11.
 Построение аксонометрических проекций контуров детали в
 выбранных плоскостях

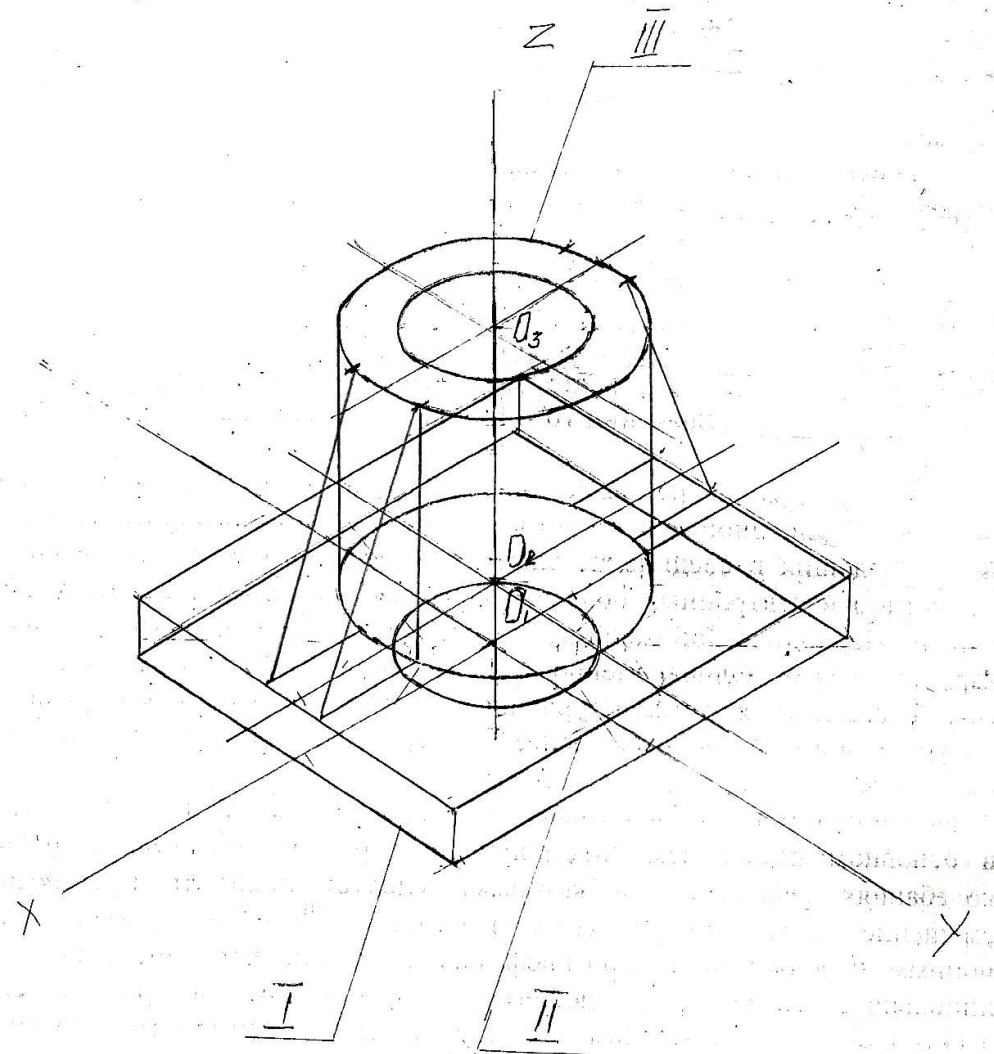


Рис. 1.12.
Построение аксонометрических проекций наружных контуров детали

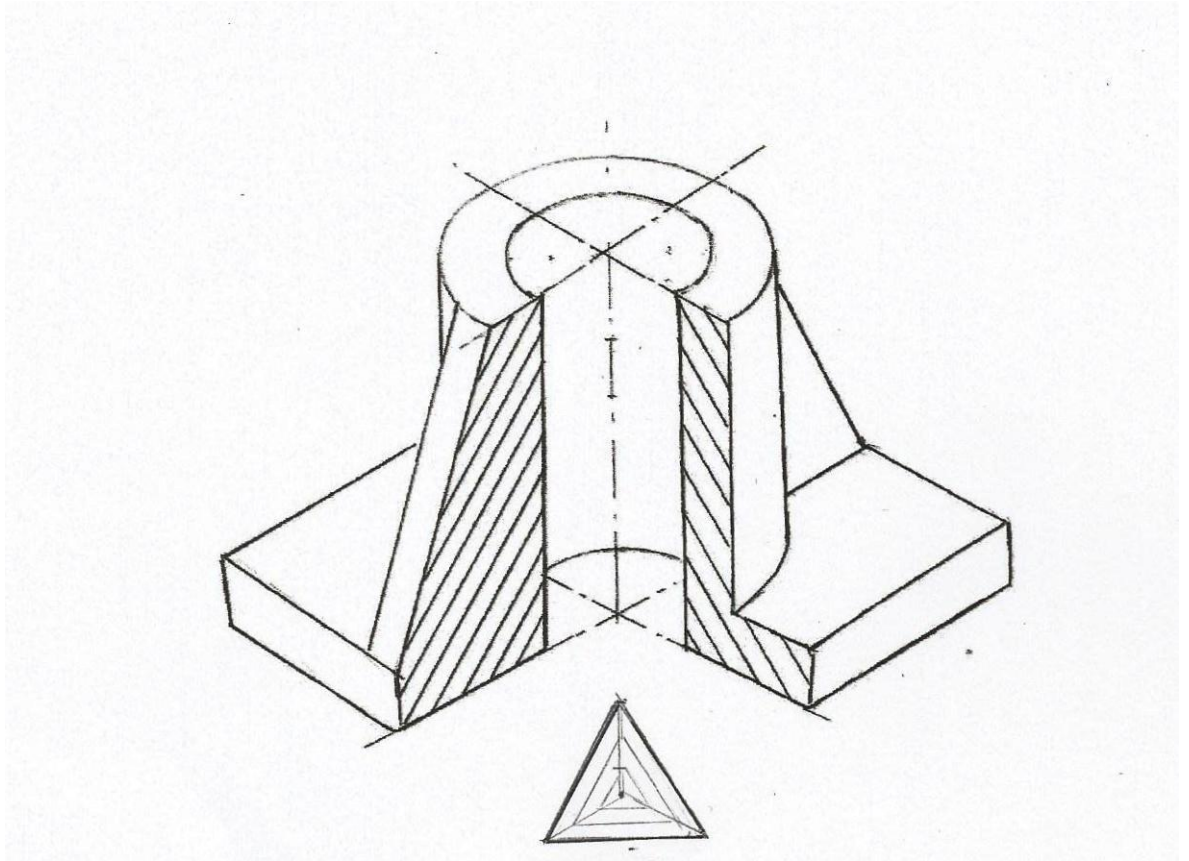


Рис. 1.13.
Построение и штриховка разреза в аксонометрической проекции
детали

Часть 2. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ

2.1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Сборочными называют чертежи, изображающие сборочные единицы или законченные изделия в собранном виде. Сборочные чертежи являются основными документами для технологического процесса сборки деталей. В зависимости от назначения сборочные чертежи могут иметь различное содержание. Сборочные чертежи, предназначенные для детализирования, дают представление не только о взаимодействии деталей и способах их соединения, но и о конструктивной форме всех деталей сборочной единицы.

Чертежи, предназначенные для сборки готовых деталей в изделие, должны давать представление о последовательности сборки о характере связи между отдельными деталями и способах их соединения.

В соответствии с ГОСТ сборочный чертеж должен включать в себя:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу. Разрешено помещать на чертеже схему соединения или расположения составных частей изделия;
- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, выполнение и контроль которых должны быть реализованы в процессе сборки;
- основные характеристики изделия;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- сведения о характере сопряжения разъемных частей изделия; также могут быть приведены указания относительно способа соединения неразъемных частей;
- необходимые размеры: габаритные, установочные, присоединительные и др.

К сборочному чертежу прилагается спецификация, в которую вносят перечень составных частей, входящих в изделие, и необходимые конструкторские документы.

Выполнение сборочных чертежей с натуры

При выполнении сборочного чертежа с натуры рекомендуется соблюдать следующий порядок работы:

1. составление эскизов деталей сборочной единицы;
2. составление эскиза сборочной единицы в сборке;
3. выполнение сборочного чертежа по эскизам.

Для выполнения сборочного чертежа нужно иметь полное представление о работе и устройстве сборочной единицы и конструкции всех ее деталей. Сначала выясняют наименование сборочной единицы или изделия, его назначение и принцип действия. Затем производят внешний осмотр изделия и последовательную разборку его. При разборке изделия определяют, какие детали непосредственно связаны между собой и каково их взаимодействие при работе. Для этого рассматривают связь попарно соединяемых деталей и выясняют, по какой поверхности осуществляется сопряжение деталей, какое соединение получается в результате этой связи (подвижное или неподвижное) и какие стандартные крепежные детали при этом использованы.

После этого переходят к составлению эскизов всех деталей, кроме стандартных крепежных элементов. Эскиз каждой детали изделия выполняют на отдельном формате. Если в состав изделия входит несколько одинаковых деталей, то эскизируют только одну из них.

После окончания эскизирования необходимо проверить эскиз каждой детали и полностью собрать сборочную единицу в натуре по ее первоначальной схеме. Затем приступают к составлению эскиза сборки. В зависимости от сложности устройства сборочной единицы устанавливают число необходимых проекций, местных и дополнительных видов и разрезов.

После этого определяют главное изображение, которое должно давать наибольшее представление о конструкции сборочной единицы.

При выборе масштаба нужно руководствоваться стандартом (предпочтительно выполнять сборочные чертежи в натуральную величину, если это возможно).

2.2. ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ

Эскизом детали называют ее графическое изображение, выполненное от руки в глазомерном масштабе. По содержанию эскиз ничем не отличается от чертежей и выполняется с соблюдением всех условностей машиностроительного черчения.

При выполнении эскизов требуется максимальная внимательность и аккуратность в работе. Любая ошибка в размере или передаче формы детали может повториться на чертеже и привести к браку детали.

При эскизировании с натуры необходимо, прежде всего, внимательно изучить деталь и только затем перейти к выполнению ее эскиза. При изучении детали в процессе эскизирования помимо ознакомления с ее формой, нужно определить материал и способ изготовления детали, шероховатость и отделку ее поверхностей, установить свободные и сопрягаемые поверхности детали.

Построение изображений на эскизе выполняют от руки, на глаз, без применения чертежных инструментов; при этом пропорция отдельных элементов и проекционная связь между ними сохраняются как обязательное требование и должны быть выдержаны в пределах глазомерной точности. Крупные (но не сложные по форме) детали выполняют на эскизе в уменьшенном виде, мелкие – в увеличенном. Простановка размеров выполняется в два приема: сначала наносят размерные линии для всех необходимых размеров, а затем обмеряют деталь и проставляют размерные числа.

2.2.1. Последовательность эскизирования деталей

Выполнение эскизов деталей с натуры сводится к следующим основным этапам:

1. подготовка к выполнению эскиза;
2. выполнение изображения детали;
3. простановка размеров и обозначений шероховатости поверхностей.

На первом этапе выясняют название детали, ее назначение и условие работы, определяют по внешним признакам материал детали и его марку; знакомятся с конструкцией детали: внимательно осматривают деталь, выявляют все отверстия, углубления и внутренние полости; устанавливают наличие симметрии в детали и необходимое для ее изображения число проекций – видов, разрезов и сечений; выбирают главное изображение детали; намечают глазомерный масштаб выполнения эскиза, учитывая, что на крупном изображении легче показать все элементы детали и нанести необходимые размеры; готовят формат бумаги – наносят линии формата, рамки и основную надпись чертежа.

На втором этапе (выполнение изображений детали) на поле чертежа размещают проекции с учетом наиболее равномерного заполнения. Определяют глазомерное соотношение габаритных размеров детали и наносят тонкими линиями габаритные прямоугольники для каждого вида; между проекциями оставляют место для нанесения размерных линий. В габаритных прямоугольниках наносят оси симметрии, а также осевые и центровые линии основных элементов детали. На всех видах выполняют наружные очертания детали, намеченные разрезы и сечения, условные изображения резьбы и наносят все конструктивные особенности детали. Затем проверяют правильность отображения формы детали, удаляют с эскиза ненужные линии и обводят изображения в соответствии с требованиями стандарта (Рис. 2.1 а, б.).

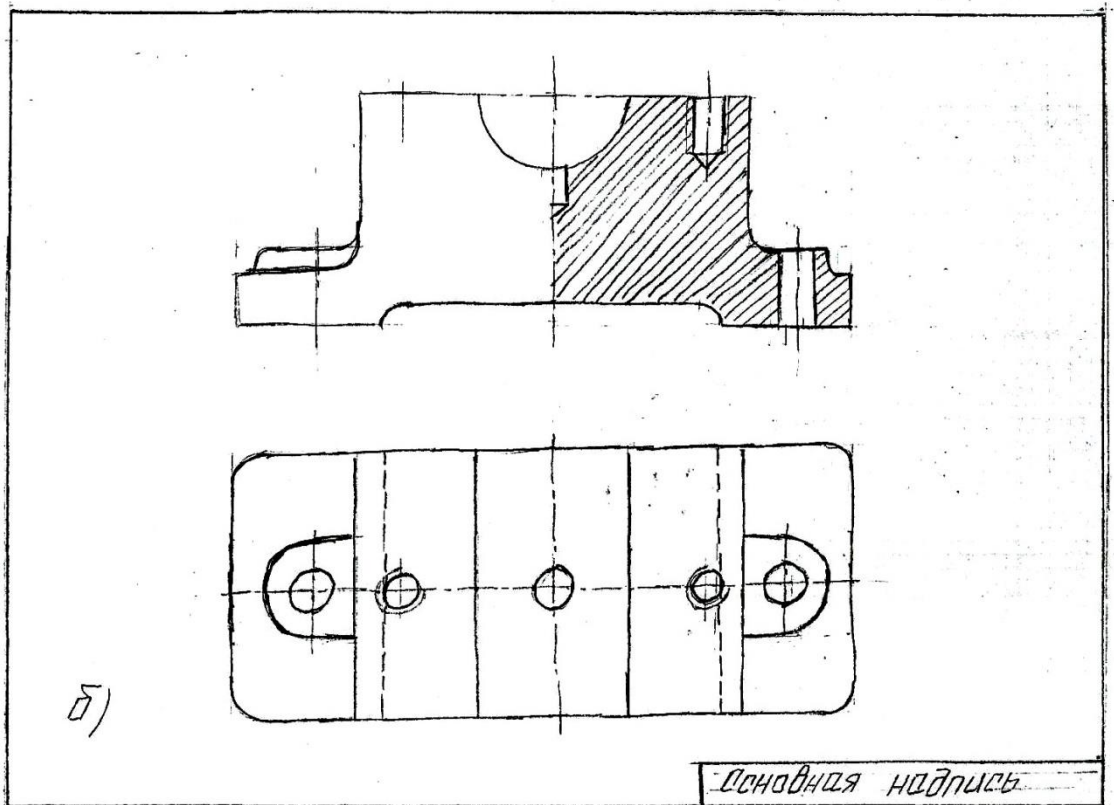
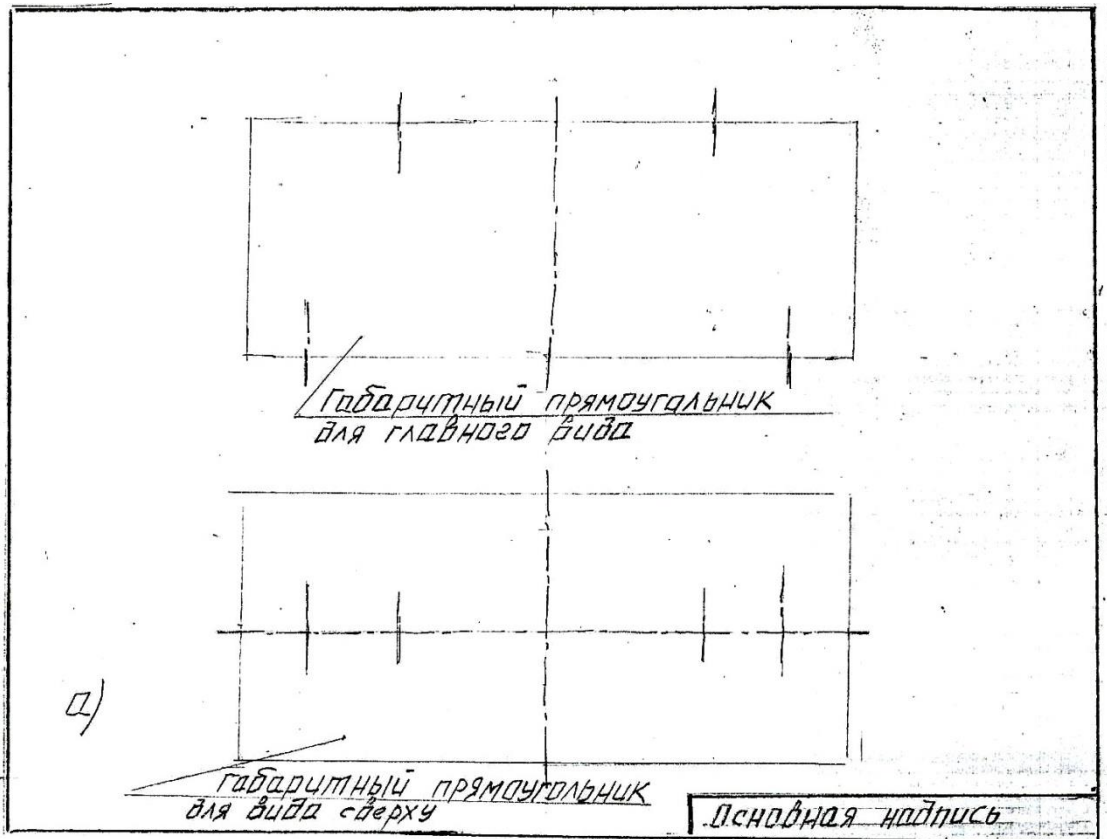


Рис. 2.1 а, б.
Начальные этапы выполнения сборочного чертежа

На третьем этапе – сначала наносят размерные линии для габаритных размеров, а также для размеров, определяющих величину отдельных элементов детали и их взаимное расположение. После этого обмеряют деталь и проставляют размерные числа (рис. 2.1 в, г.).

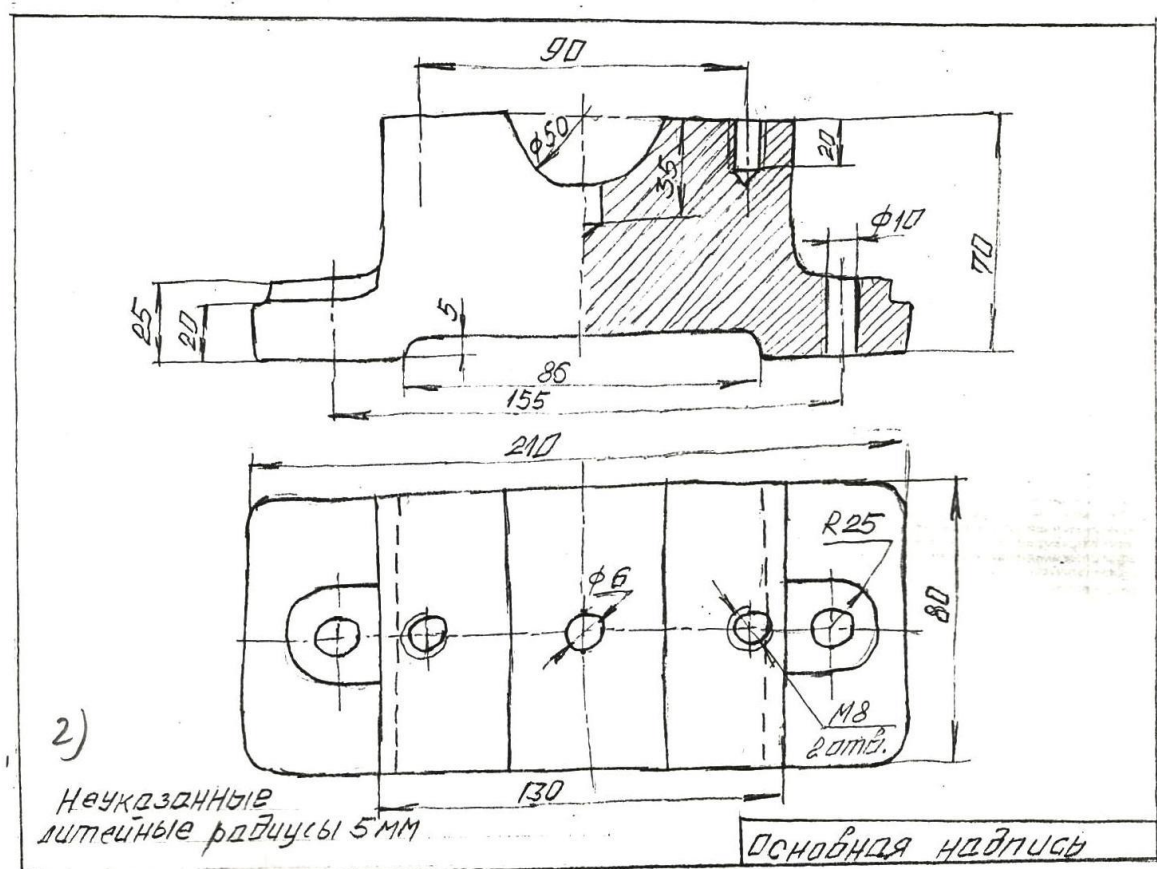
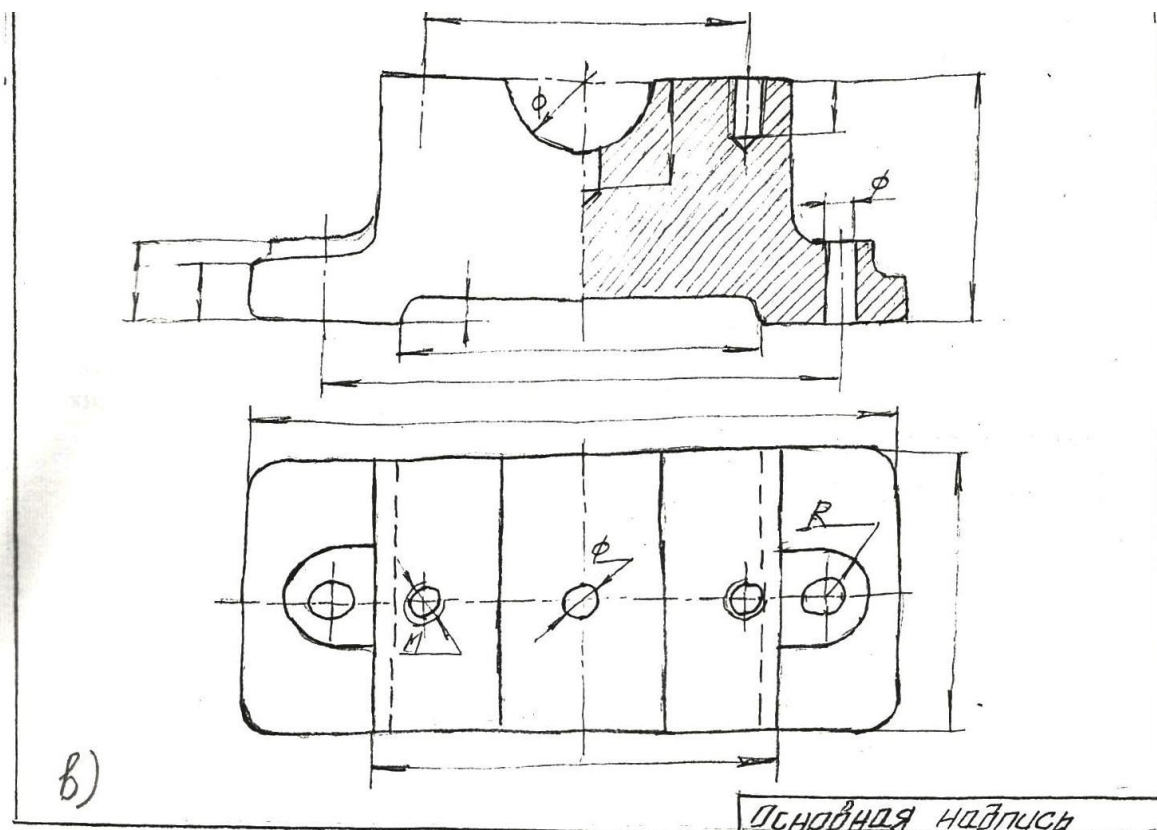


Рис. 2.1 в, г.
Завершающие этапы выполнения сборочного чертежа

Шероховатость обработанных поверхностей определяют исходя из назначения поверхностей детали и их наружного вида.

После окончания выполнения эскиза нужно заполнить основную надпись.

Теперь сформулируем основные пункты конкретных действий при выполнении эскиза.

Порядок выполнения эскиза

1. Нужно выяснить название детали, ее назначение и материал, из которого она изготовлена.
2. Определить главный вид детали и ее положение на чертеже.
3. Определить необходимое число видов, разрезов и сечений для определения особенностей формы детали.
4. Определить глазомерно примерное соотношение габаритных размеров.
5. В зависимости от размера детали, количества видов и дополнительных изображений, определить формат листа и расположение основной надписи.
6. Для всех видов и изображений нанести оси симметрии и другие ориентирующие линии.
7. Вычертить тонкими линиями контуры детали в глазомерном масштабе с соблюдением пропорций частей детали (без ее обмера).
8. Провести осевые и центровые линии элементов формы детали.
9. Выполнить необходимые разрезы и сечения. Необходимо обратить внимание, что при выполнении симметричных разрезов на половине вида не следует показывать линиями невидимого контура очертания внутренних поверхностей детали, а на половине разреза – линиями невидимого контура очертания наружных поверхностей детали.
10. Нанести штриховку в разрезах и сечениях.

11. Нанести выносные, размерные линии и условные знаки, характеризующие форму поверхностей. Рекомендуемый порядок нанесения размеров:
 - а) габаритные,
 - б) координаты центров,
 - в) высоты, длины,
 - г) параметры резьбы,
 - д) остальные размеры.
12. Произвести обводку линий чертежа.
13. Произвести обмер детали и нанести размерные числа.
14. Выполнить основную надпись.

2.3. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

Рабочий чертеж детали является основным техническим документом, на основании которого разрабатывается технологический процесс ее изготовления. Рабочим чертежом детали называют ее изображение, которое содержит совместно с техническими требованиями все указания, необходимые для изготовления и контроля детали. Все сведения должны быть технически грамотно и четко отображены на чертеже детали. Чертеж каждой детали выполняется на отдельном стандартном формате, оформление и содержание которого устанавливает ГОСТ 2.119 и ГОСТ 2.120.

2.3.1. Требования к рабочим чертежам деталей

Основной набор требований к рабочим чертежам принято сводить к трем базовым.

1. Форма детали должна быть изображена в минимально необходимом, но достаточном количестве проекций – видов, разрезов, сечений с применением условных изображений, упрощений и обозначений, установленных стандартами.

2. Все размеры, необходимые для изготовления и контроля детали, должны быть заданы геометрически достаточно и технологически правильно.
3. Чертеж должен содержать все необходимые технические требования, предъявляемые к готовой детали – шероховатость поверхностей, сведения о покрытиях и термообработке, указания о материале, из которого должна быть изготовлена деталь, предельные отклонения формы и взаимного расположения поверхностей.

Правильный выбор и сочетание различных изображений обеспечивает максимальную наглядность и удобство при чтении чертежа. Число необходимых проекций зависит от степени сложности детали; чем сложнее форма детали, тем больше различных изображений. При выборе необходимых проекций нужно исходить из того, что число изображений должно быть минимально необходимым и достаточным для полного представления о форме и размерах детали.

Главный вид должен давать наиболее полное представление о форме и размерах детали. Для сплошных деталей главный вид будет видом спереди; для пустотелых – фронтальный разрез, дающий представление о форме и величине полости. Выбор необходимых изображений детали зависит от ее конструкции и способа изготовления; поэтому главный вид должен соответствовать положению детали при механической обработке по основным технологическим операциям. Главный вид должен также обеспечивать наибольшую наглядность всех других выбранных изображений при оптимальном использовании поля чертежа. Равномерное заполнение поля чертежа является одним из важнейших факторов при выборе главного изображения (Рис. 2.2.).

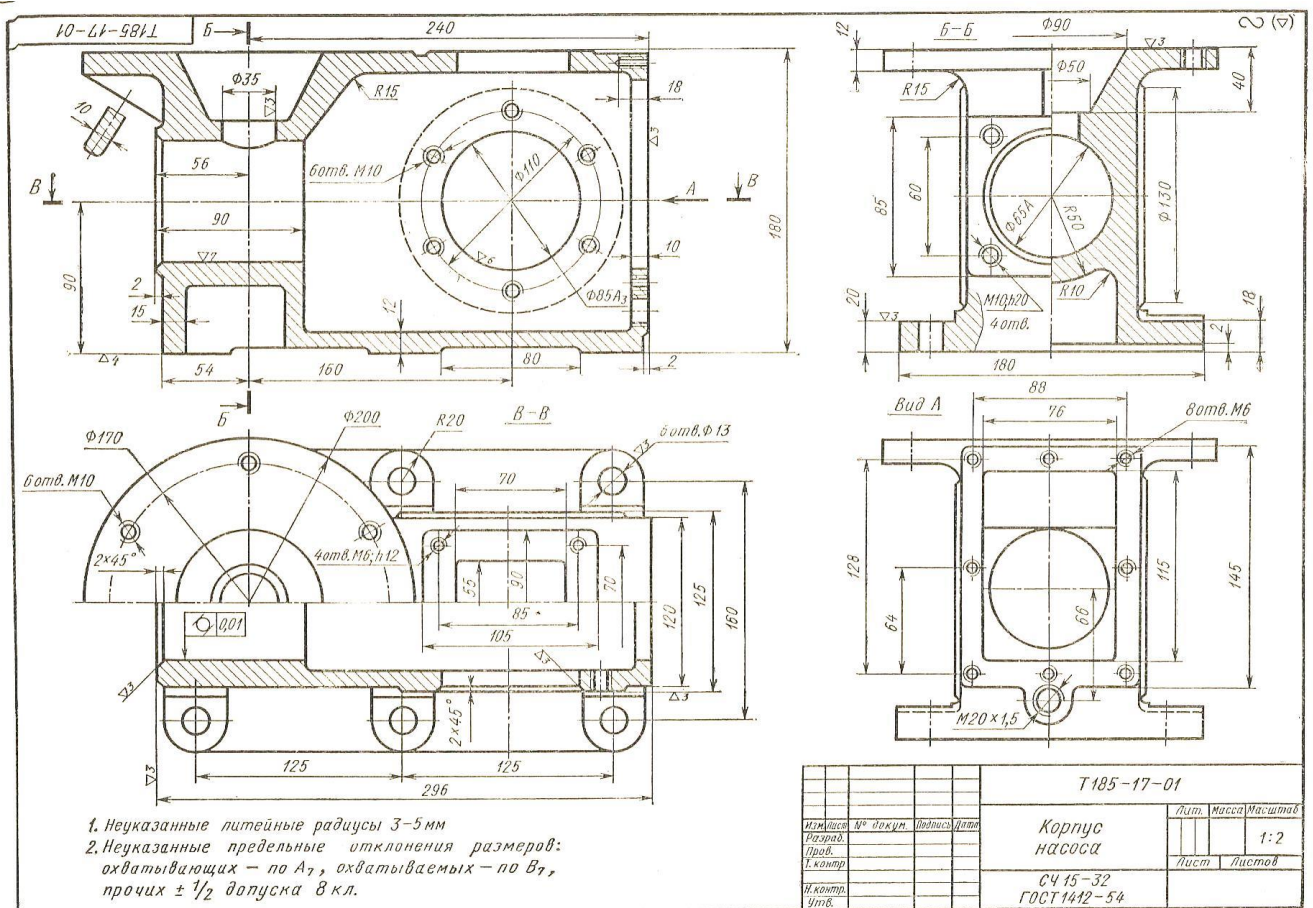


Рис. 2.2.
 Пример рабочего чертежа

2.3.2. Условности и упрощения в рабочих чертежах

При выполнении рабочих чертежей применяют условности и упрощения, которые позволяют сократить объем графической работы и облегчить чтение чертежа.

- В том случае, если вид, разрез или сечение представляют симметричную фигуру, допускается вычерчивать половину или немного более половины изображения (Рис. 2.3.).
- При наличии нескольких одинаковых равномерно расположенных элементов (отверстий, пазов и т.п.) допускается изображать один-два таких элемента. А остальные показывать упрощенно или условно. Отверстия отмечают центровыми линиями, и указывается их количество. Допускается упрощенно

изображать линии пересечения поверхностей, если не требуется точное их построение (Рис. 2.4.).

- Ребра жесткости показывают рассеченными, но незаштрихованными в случае, если секущая плоскость проходит вдоль ребра или оси. Если в подобных элементах детали имеется отверстие, необходимо выполнить местный разрез.
- Детали с постоянным или закономерно изменяющимся поперечным сечением, имеющие значительную длину, допускается изображать с разрывами.
- Плавный переход от одной поверхности к другой показывают условно тонкой линией или совсем не показывают.
- Сетки, орнаменты, накатки допускается изображать частично с возможными упрощениями.
- Болты, винты, заклепки, шпонки, рукоятки и аналогичные части деталей в продольном разрезе показывают нерассеченными. Для сокращения количества изображений допускается применять сложные разрезы.

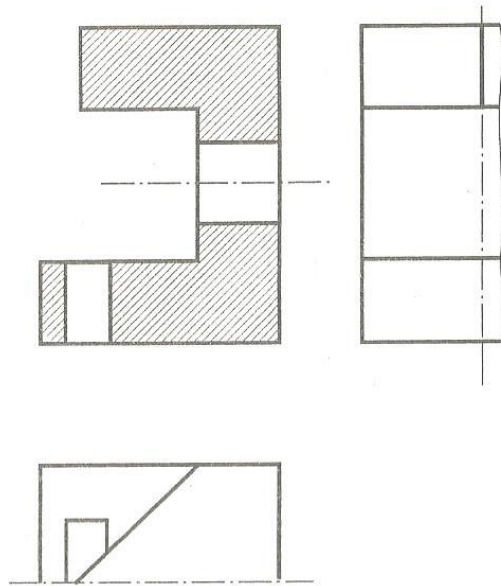


Рис. 2.3.
Упрощенное изображение симметричной детали

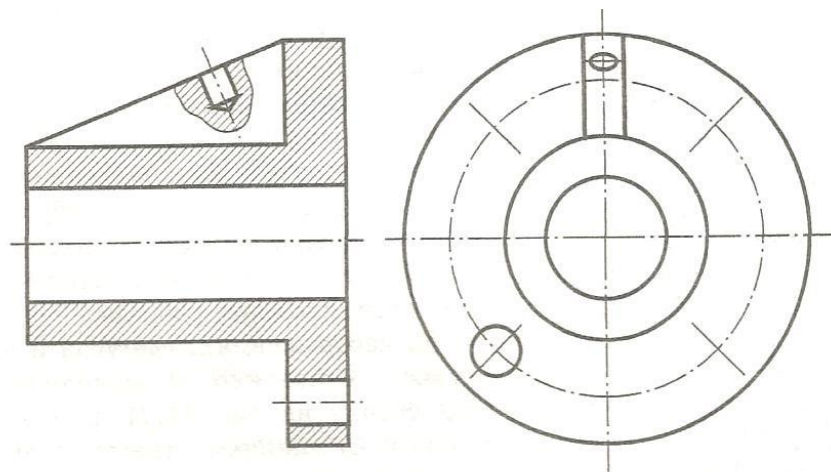


Рис. 2.4.
Упрощенное и условное изображение отверстий

2.3.3. Размеры и предельные отклонения на рабочих чертежах

Условно все размеры принято делить на три группы: конструктивные, стандартные и технологические. В указанном порядке они и проставляются на чертежах.

1. *Конструктивные размеры* указываются на чертежах общего вида и определяют положение деталей в механизме. Должны быть соотнесены с размерами других деталей, входящих в сборочную единицу, в связи с тем, что необходимо обеспечить сборку, необходимую точность механизма и другие эксплуатационные свойства.
2. *Стандартные размеры* проставляются на чертежах с использованием соответствующих стандартов. Сюда относятся все размеры на стандартные детали, размеры на конструктивные элементы (резьба, фаски, шпоночные пазы и т.д.).
3. *Технологические размеры* проставляются с учетом технологии изготовления деталей, которая учитывается при выборе метода нанесения размеров (цепной, базовый, комбинированный).

Номинальным размером называется расчетный размер, устанавливаемый при проектировании деталей и проставляемый на чертеже. Точно изготовить деталь по этому размеру практически невозможно (неточность оборудования, технология обработки и т.д.), поэтому рассматривают *фактический размер*, который называют *действительным*. Размеры, между которыми допускается изменение действительного размера, называются *предельными*. Разность между предельным и номинальным размерами называется *предельным отклонением размера*. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называют *допуском*, а поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями – *полем допуска*.

При обработке детали также имеет место отклонения от заданной геометрической формы и расположения относительно других элементов.

Допуск формы это наибольшее допускаемое отклонение формы элемента от формы идеальной (номинальной) поверхности, заданной чертежом.

Допуск расположения это отклонение реального расположения рассматриваемого элемента (плоскости, поверхности, оси) от его номинального расположения.

Допуски формы и расположения поверхностей указываются на чертежах условными обозначениями, в соответствии с ГОСТ 2.308-79 (рис. 2.5.).

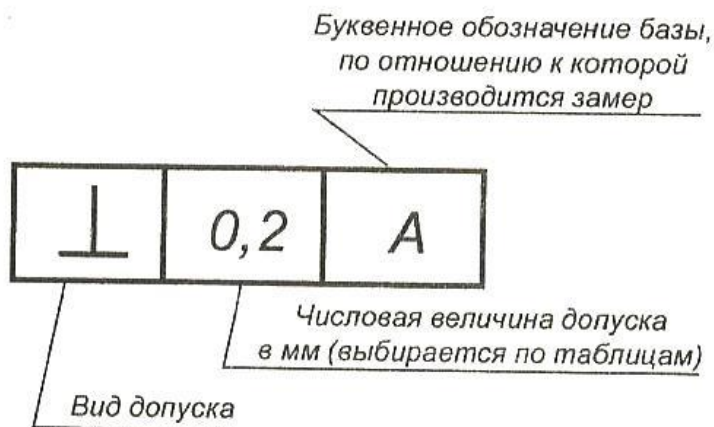


Рис. 2.5.

Условное обозначение допуска формы и расположения поверхностей

2.3.4. Шероховатость поверхностей.

При механической обработке деталей невозможно получить идеально гладкую поверхность: она всегда будет носить следы обработки в виде выступов и впадин, которые носят названия микронеровностей. Поперечное сечение этих неровностей образует профиль поверхности. Совокупность микронеровностей называют шероховатостью поверхности, которая оказывает большое влияние на эксплуатационные качества деталей.

Для оценки шероховатости по ГОСТ 2789-73 установлены 14 классов шероховатости, определяемых критериями R_a - среднее арифметическое отклонение профиля и R_z - высота неровностей в микронах (мкм). Чем выше класс чистоты, тем меньше шероховатость поверхности. Максимальные числовые значения шероховатости приведены в таблице 1.

Таблица 1

Класс чистоты поверхности	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a в мкм	Высота неровностей R_z в мкм	Длина измеряемого участка профиля в мм	Класс чистоты поверхности	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a в мкм	Высота неровностей R_z в мкм	Длина измеряемого участка профиля в мм
	не более				не более		
1	80	320	8	8	0,63	3,2	0,8
2	40	160	8	9	0,32	1,6	0,25
3	20	80	8	10	0,16	0,8	0,25
4	10	40	2,5	11	0,08	0,4	0,25
5	5	20	2,5	12	0,04	0,2	0,25
6	2,5	10	0,8	13	0,02	0,1	0,08
7	1,25	6,3	0,8	14	0,01	0,05	0,08

Примечание. Для классов с 6 по 12 основной является шкала R_a ; для классов с 1 по 5, 13 и 14 — шкала R_z .

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на Рис.

2.6.



Рис. 2.6.

Необходимые данные для обозначения шероховатости поверхности

Обозначение шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях или на полках линий-выносок. Если все поверхности изделия имеют одинаковую шероховатость, то в правом верхнем углу поля чертежа помещают общий знак (Рис. 2.7.). На чертежах шероховатость поверхности обозначается в соответствии с ГОСТ 2.309.

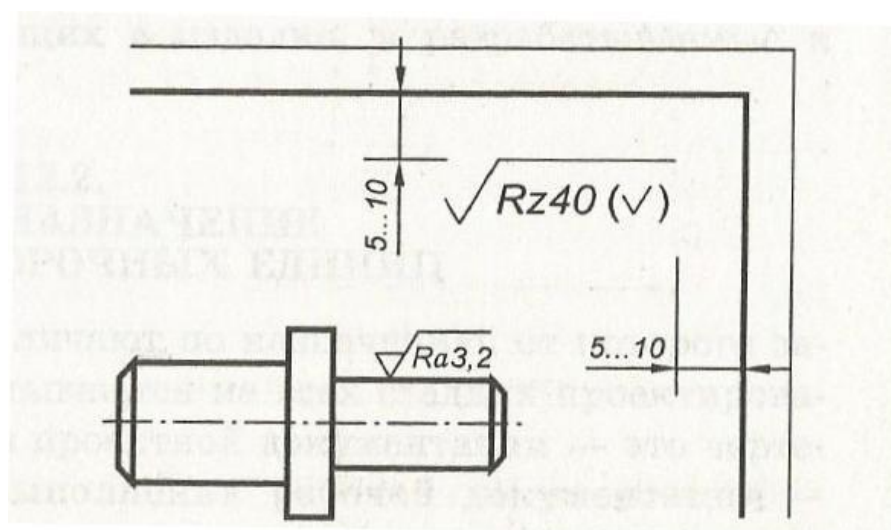


Рис. 2.7.

Изображение знака шероховатости в случае одинаковой шероховатости части поверхностей изделия

2.4. СПЕЦИФИКАЦИЯ

Спецификация – это текстовый конструкторский документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса и комплекта (Рис. 2.8.). В спецификацию вносят перечень составных частей, входящих в изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию.

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности:

1. документация;
2. комплексы;
3. сборочные единицы;
4. детали;
5. стандартные изделия;
6. прочие изделия;
7. материалы;
8. комплекты.

Код документа	Код	Кол-во	Обозначения	Наименование	Кол-во	Примечание
				Документация		
А3			ГР 44.06.12.000 СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3	1		ГР 44.06.12.001	Корпус	1	
А4	2		ГР 44.06.12.002	Клапан	1	
А4	3		ГР 44.06.12.003	Шпиндель	1	
А4	4		ГР 44.06.12.004	Крышка	1	
А4	5		ГР 44.06.12.005	Втулка нажимная	1	
А4	6		ГР 44.06.12.006	Ручка	1	
А4	7		ГР 44.06.12.007	Прокладка	1	
Б4	8		ГР 44.06.12.008	Прокладка $\varnothing 40/\varnothing 33, s2$ Паронит ПОН ГОСТ 481-80	1	
				Стандартные изделия		
	9			Гайка М6 ГОСТ 5927-70	1	
	10			Шайба 6.01 ГОСТ 11371-78	1	
	11			Штифт 3 x 16 ГОСТ 3128-70	1	
				Материалы		
	12			Набивка сальника Волокно пеньковое		0,001 кг
				КЛАПАН ЗАПОРНЫЙ		

Рис. 2.9.
Пример заполнения спецификации

В раздел «Документация» вносят названия документов, составляющих основной комплект конструкторских документов изделия (например: сборочный чертеж, схемы, пояснительные записки ит.д.). Все записи в

строках выполняются только в один ряд. Расстояния от рамки до границ текста следует оставлять следующие: в начале строк – не менее 5 мм, в конце строк – не менее 3 мм.

В разделе «Детали» записывают наименования деталей, входящих в изделие. Сначала вносят составные части, входящие в сборочную единицу, на которую выпущены самостоятельные чертежи, далее записывают детали, которые не имеют чертежей, но выполняются по данным, указанным в сборочном чертеже и спецификации.

Графы спецификации заполняются следующим образом:

- в графе «Формат» указывают размер формата, на котором выполнен чертеж детали;
- в графе «Зона» указывается обозначение зоны, в которой находится номер позиции составной части изделия (заполняется, если чертеж разделен на зоны);
- в графе «Поз.» указываются порядковые номера составных частей изделий в последовательности, представленной в спецификации;
- в графе «Обозначение» указывают обозначение документа;
- в графе «Наименование» указывают: для документов – только их наименование; для деталей – их наименование в соответствии с основной надписью на чертежах этих деталей;
- в графе «Кол.» указывают количество составных частей, входящих в одно изделие, для материалов – количество материала на одно изделие с указанием единицы измерения;
- в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения, относящиеся к изделиям и документам, внесенным в спецификацию.

В пределах каждой категории записи производятся по группам изделий в алфавитном порядке, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов.

После каждого раздела спецификации рекомендуется оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей.

2.5. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ЧТЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

Навыки чтения чертежа характеризуют квалификацию специалиста. Чтение чертежей сводится к трем этапам:

1. чтение изображения детали;
2. чтение проставленных размеров;
3. чтение технических требований к детали.

В первую очередь нужно ознакомиться с изображением детали, выяснить, сколько и каких проекций (видов) выполнено на чертеже. Затем прочесть основную надпись чертежа и узнать: название детали, марку материала и масштаб изображения. После этого определить, какое изображение детали принято за главный вид, т.е. то, которое дает о ней наиболее полное представление.

Чтение чертежа начинают с главного изображения. Сначала нужно представить себе внешнюю форму детали, затем, используя разрезы и сечения, выявить отверстия, углубления и ли внутренние полости изображаемой детали. При чтении разрезов необходимо установить, какое назначение имеет каждый разрез, где располагается на чертеже линия сечения, какая часть детали условно не показана на разрезе и где она изображена на других видах.

Используя проекционную связь чертежа, ведут поэлементное чтение, рассматривая все имеющиеся изображения. Выяснив контур искомого элемента детали на главном изображении, определяют, как и где он изображен на других проекциях.

После выяснения формы детали переходят к чтению ее размеров. Начиная с главного изображения, устанавливают, к какому элементу детали относится тот или иной размер и определяют, что показывает этот размер – величину элемента или положение его относительно других элементов. При чтении размеров (как и при чтении изображения) следует мысленно расчленять деталь на простые геометрические тела. В результате чтения размеров получают представление о величине всех элементов детали и их точном взаимоположении.

Можно сформулировать следующую последовательность чтения сборочного чертежа.

1. Необходимо ознакомиться с изделием: определить наименование изделия, обозначение чертежа, масштаб изображения, массу сборочной единицы.
2. Определить главный вид, другие виды, разрезы и сечения; выявить положение секущих плоскостей; выяснить направление проецирования при наличии дополнительных и местных видов.
3. Определить по спецификации количество и наименование входящих в сборочную единицу деталей, определить их форму, взаимное расположение и назначение. Найти изображение детали сначала на том виде, где указан номер позиции, а затем на остальных.
4. Установить способ соединения отдельных деталей между собой, взаимодействие составных частей в процессе работы, взаимосвязь с другими сборочными единицами и изделиями. Для разъемных соединений выявить все крепежные детали.
5. Установить характер соединения деталей, их функциональное взаимодействие в процессе работы, соединение и взаимодействие с другими сборочными единицами.
6. Определить порядок сборки и разборки изделия.

Задание для самостоятельной работы

Порядок составления сборочного чертежа

- I. Подготовительная работа.
 1. Выяснить наименование, назначение, принцип действия сборочной единицы.
 2. Произвести последовательную разборку и сборку изделия.
 3. Составить эскизы на все детали.
 4. Наметить необходимое количество изображений изделия.
 5. Выбрать главный вид изображения.
 6. Выбрать масштаб изображения изделия.
 7. Выбрать необходимый формат бумаги.

- II. Исполнительская работа.
 1. Оформить формат в соответствии с ГОСТ (рамка, основная надпись).
 2. Провести основные линии чертежа (осевые, базовые). Обратить внимание на равномерное расположение видов на чертеже. Оставить место для вынесенных разрезов, сечений, местных видов и т.д.
 3. Построить намеченные изображения основной детали тонкими линиями с учетом разрезов и сечений.
 4. Выполнить изображения остальных деталей в порядке сборки изделия.
 5. Выполнить штриховку в разрезах и сечениях в соответствии с ГОСТ. Штриховку для одной и той же детали следует выполнить на всех видах одинаковым образом.
 6. Провести выносные и размерные линии и нанести размеры.
 7. Составить спецификацию на изделие.
 8. Проставить позиции на чертеже.
 - a. Размер чисел на полочках должны быть на 1 – 2 размера больше размерных чисел.

- в. Выносные линии проводятся под любым углом, не совпадающим с углом штриховки.
9. Заполнить основную надпись на сборочном чертеже и на спецификации (если она выполнялась отдельно).
 10. Проверить изображения и сделать обводку чертежа.

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей: Сборник. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 159 с.
2. Инженерная графика. Основы построения чертежей: учеб.-метод. пособие для студентов Саратов. гос. ун-та / С. А. Сергеев, Е. И. Ерохина, Б. В. Сергеева; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов: ООО "Ред. журн. "Промышленность Поволжья", Изд. дом "GrishineL", 2009. - 83 с.
3. ГОСТ 2.001-93 ЕСКД. Общие положения.-
http://libgost.ru/gost/gost_nazv/54661
Tekst_GOST_2_001_93_ESKD_Obshie_polozheniya.html
4. Подборка документов по единой системе конструкторской документации:
http://www.doclist.ru/docs/eskd_edinaja_sistema_konstruktorskoj_dokumentatsii.html
5. Инженерная графика: Учебник / Под ред. Н.П. Сорокина.- СПб.: Изд-во «Лань», 2005.- 392 с.
6. Инженерная графика: учеб. для студентов учреждений высш. проф. образования / Э. М. Фазлулин, В. А. Халдинов. - 4-е изд. перераб. - Москва : Изд. центр "Академия", 2011. – 429 с.
7. Боголюбов С.К. Инженерная графика.- М.: Машиностроение, 2004. - 351 с.
8. Инженерная графика: учеб. для студентов немашиностроит. специальностей вузов / А. А. Чекмарев. - 6-е изд., стер. - Москва : Высш. шк., 2004. – 364 с.
9. Машиностроительное черчение [Электронный ресурс] : справочник / Попова Г. Н. - Санкт-Петербург : Политехника, 2011. - 474 с. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
10. Основы инженерной графики: учеб. пособие для студентов / В. М. Фетисов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2004. – 155 с.
11. Инженерная графика [Электронный ресурс] : Учебник / Виктор Павлович Куликов, Александр Владимирович Кузин. - Москва : Издательство "ФОРУМ", 2009. - 368 с. Книга находится в базовой версии ЭБС Инфра-М.
12. Геометрическое моделирование в начертательной геометрии [Электронный ресурс] / Лилия Ивановна Супрун. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 256 с. Книга находится в базовой версии ЭБС Инфра-М.
13. Горельская, Л. В. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсу «Инженерная графика» / Горельская Л. В. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2011. - 183 с. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

14. Костикова, Е. В. Теоретические основы инженерной графики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Костикова Е. В. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. - 150 с. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
15. Гущин Л. Я. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Гущин Л. Я. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2007. - 291 с. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Учебное издание

*Ерохина Евгения Ивановна
Кабанов Владимир Федорович*

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.
АКСОНОМЕТРИЯ. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ**

Учебно-методическое пособие
для студентов Саратовского государственного университета

Оригинал-макет подготовил *В.Ф. Кабанов*

Компьютерная верстка *В.Ф. Кабанова*

Издано в авторской редакции