



Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

Кафедра «Механика»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

ПРАКТИКУМ

**для студентов технических специальностей
заочной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2018

УДК 774(075.8)
ББК 30.11я73
И62

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
заочного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 5 от 01.06.2017 г.)*

Составители: *И. Ф. Моисеенко, О. П. Мурашко, Е. В. Шматок*

Рецензент: проф. каф. «Металлургия и технология обработки материалов» ГГТУ им. П. О. Сухого д-р техн. наук *В. М. Верещакин*

Инженерная графика : практикум для студентов техн. специальностей заоч. формы обучения / И. Ф. Моисеенко, О. П. Мурашко, Е. В. Шматок. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 64 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-535-377-6.

Содержит краткий лекционный материал по дисциплине «Инженерная графика», а также примеры чертежей и эскизов типовых деталей для самостоятельного обучения, что способствует глубокому усвоению теоретического и практического материала.

Для студентов технических специальностей заочной формы обучения.

УДК 774(075.8)
ББК 30.11я73

ISBN 978-985-535-377-6

© Моисеенко И. Ф., Мурашко О. П., Шматок Е. В., составление, 2018
© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2018

1. ПРОЕКЦИИ ФИГУРЫ НА ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ

Чтобы построить проекцию какой-либо фигуры на плоскость проекций, необходимо через точки этой фигуры провести проецирующие лучи до их пересечения с плоскостью проекций.

Проекция всех точек фигуры (совокупность проекций всех точек) образуют проекцию заданной фигуры. Рассмотрим пример (рис. 1).

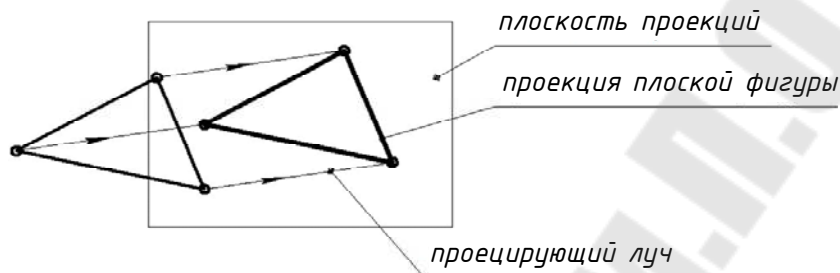


Рис. 1. Проекция точек

Рассмотрим построение проекций предмета (рис. 2).

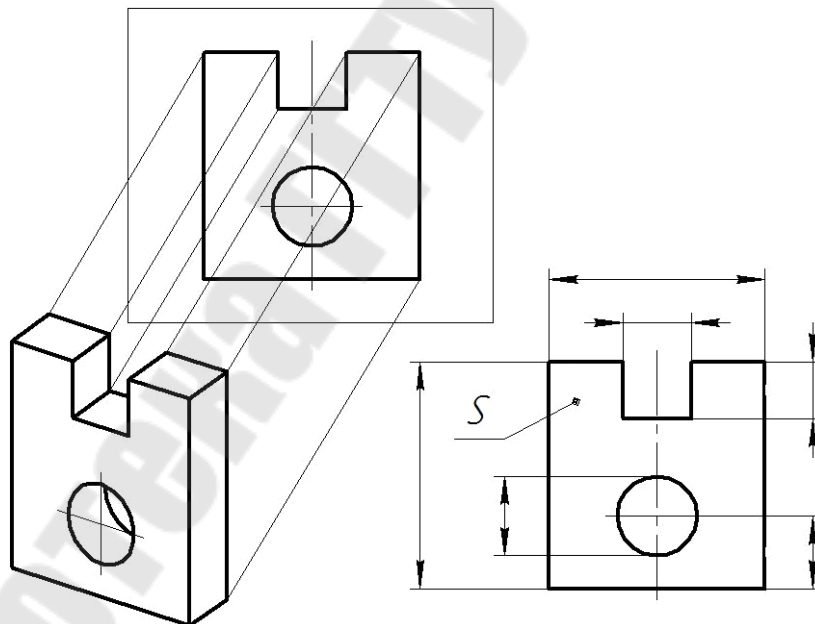


Рис. 2. Построение проекций детали

Выберем плоскость проекций параллельно наибольшей по площади грани предмета и мысленно проведем проецирующие лучи через вершины предмета и центр отверстия.

По полученной проекции мы можем судить лишь о двух измерениях предмета. Толщину по ним выявить нельзя. Иногда такие чертежи

дополняют указанием толщины S детали. Так поступают, если предмет несложной формы и не имеет выступов и впадин, т. е. его условно можно считать плоским. Одной проекции достаточно для предметов, представляющих собой тела вращения (рис. 3).

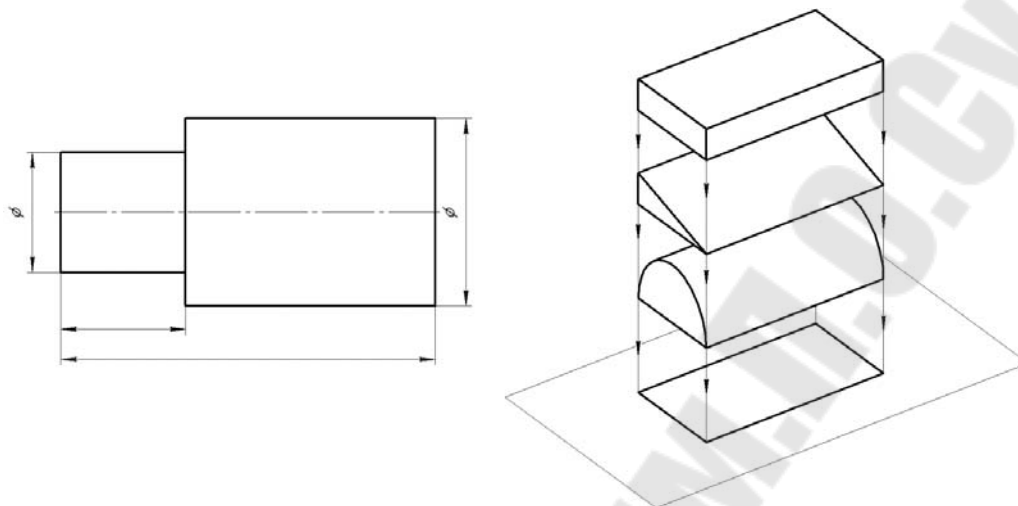


Рис. 3. Примеры проекций

Одна проекция не всегда однозначно определяет геометрическую форму предмета. Чтобы получить полное представление о форме и размерах предмета, его необходимо спроецировать на 2 или 3 плоскости проекций.

Изучив, как в прямоугольных проекциях изображают точки, отрезки прямых, плоские фигуры, т. е. элементы, которые образуют различные предметы, рассмотрим методы получения прямоугольных проекций самих предметов.

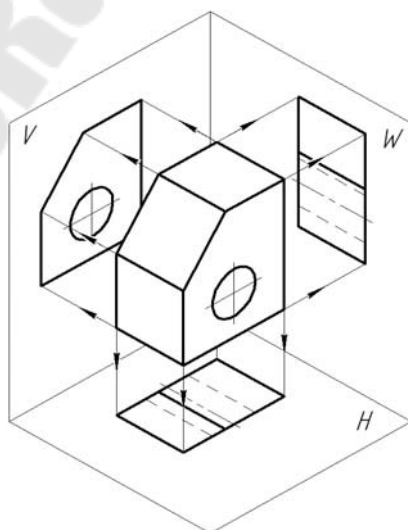


Рис. 4. Проецирование сторон детали в плоскости H , V , W

Изображаемый предмет располагают перед плоскостями трехгранного угла так, чтобы как можно большее число граней (сторон) предмета было параллельно плоскостям H , V , W (рис. 4).

2. КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ

Схема расположения видов детали относительно проекционных осей приведена на рис. 5.

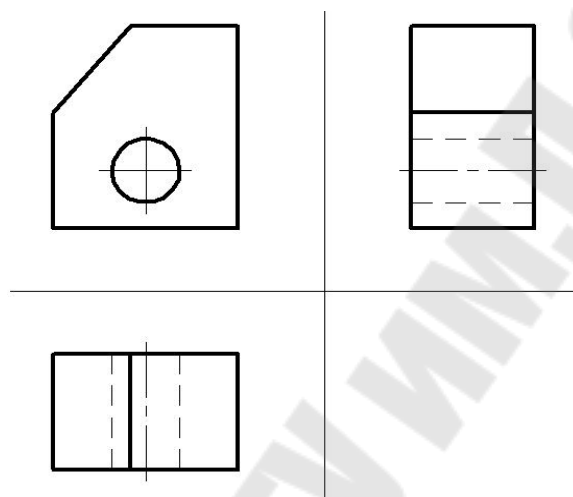


Рис. 5. Схема расположения видов детали относительно проекционных осей

Комплексным чертежом называют изображение предмета на совмещенных плоскостях проекций. При этом горизонтальная проекция располагается под фронтальной, а профильная – справа от фронтальной и на одном уровне с ней. Нарушать это правило расположения проекций нельзя (рис. 6).

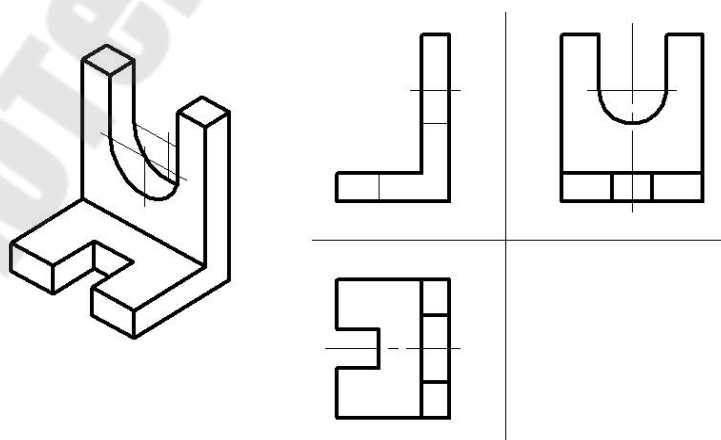


Рис. 6. Расположение проекционных видов детали

3. АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПРЕДМЕТА

Если присмотреться к окружающим нас предметам, можно заметить, что они имеют форму геометрических тел или представляют собой их сочетание. Каждое геометрическое тело (призма, пирамида, конус, шар и т. д.) имеет характерные признаки, отличающие его от других геометрических тел (рис. 7).

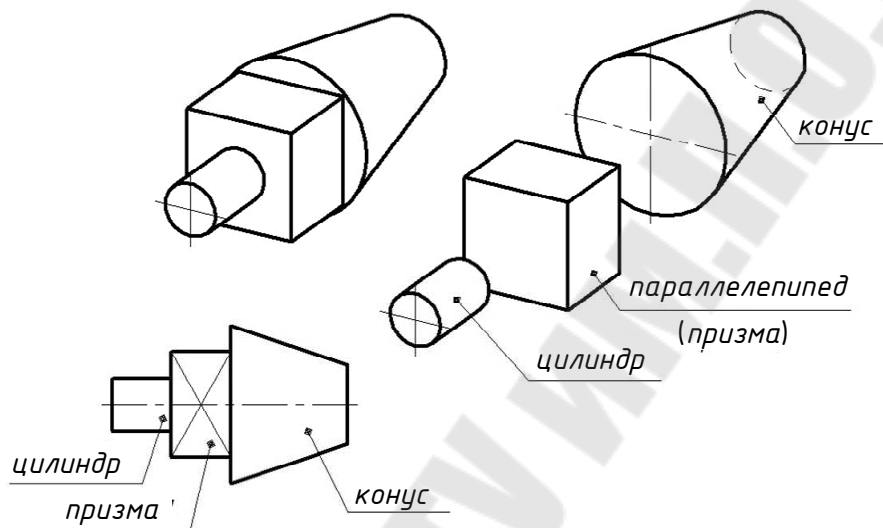


Рис. 7. Геометрические формы

4. ПРОЕКЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ. ГРАННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ. ПРИЗМАТИЧЕСКИЕ И ПИРАМИДАЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

Рассмотрим построение проекций прямых правильных призм. У правильной призмы основание – правильный многоугольник. Боковые ребра и грани перпендикулярны основанию. Горизонтальная проекция основания представляет собой многоугольник, каждая из сторон которого является проекцией боковой грани, а вершины – проекции боковых ребер. Плоскости оснований призмы параллельны горизонтальной плоскости проекций, поэтому фигуры оснований призмы проецируются на горизонтальную плоскость без искажения. Фронтальной проекцией призмы является прямоугольник, у которого верхние и нижние стороны есть проекции оснований, а боковые стороны – проекции ребер или боковых граней.

Каждую грань призмы следует рассматривать как некоторую плоскую фигуру, ребро – как отрезок прямой линии, пересечение ребер – как точку и т. д. При этом необходимо помнить, что грани

и ребра предмета на плоскостях проекций, которым они параллельны, изображаются в натуральную величину, а грань и ребра, перпендикулярные плоскостям проекций, изображаются на них в виде отрезков прямой линии или точек (рис. 8, а–в).

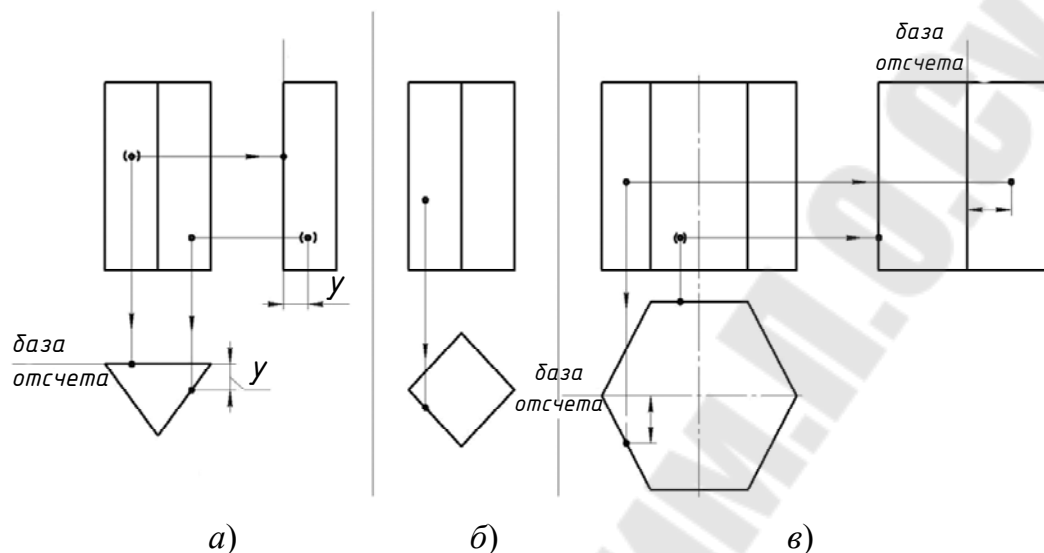


Рис. 8. Способы изображения граней призмы

Построение проекции призмы со сквозным вырезом

Для построения проекций призмы (как и любого геометрического тела) со сквозным вырезом необходимо:

- 1) построить проекции предмета без учета отверстия;
- 2) построить проекции линии пересечения каждой из поверхностей, ограничивающих отверстие, с каждой поверхностью исходного предмета (проекции линий входа и выхода отверстия);
- 3) построить проекции внутренних поверхностей, ограничивающих отверстие;
- 4) удалить те участки поверхностей исходного предмета (фигуры), которые оказались «вырезанными» отверстием (рис. 9).

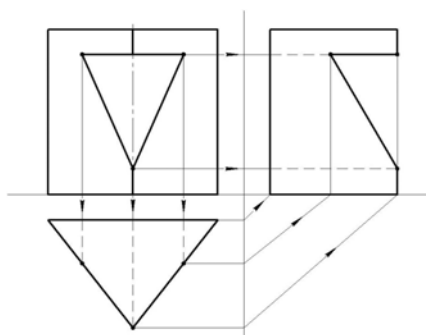


Рис. 9. Проекция призмы со сквозным отверстием

Построение трех проекций пирамиды. Точка. Линия на поверхности пирамиды

Построение трех проекций пирамиды (проекция точек на гранях пирамиды) представлено на рис. 10.

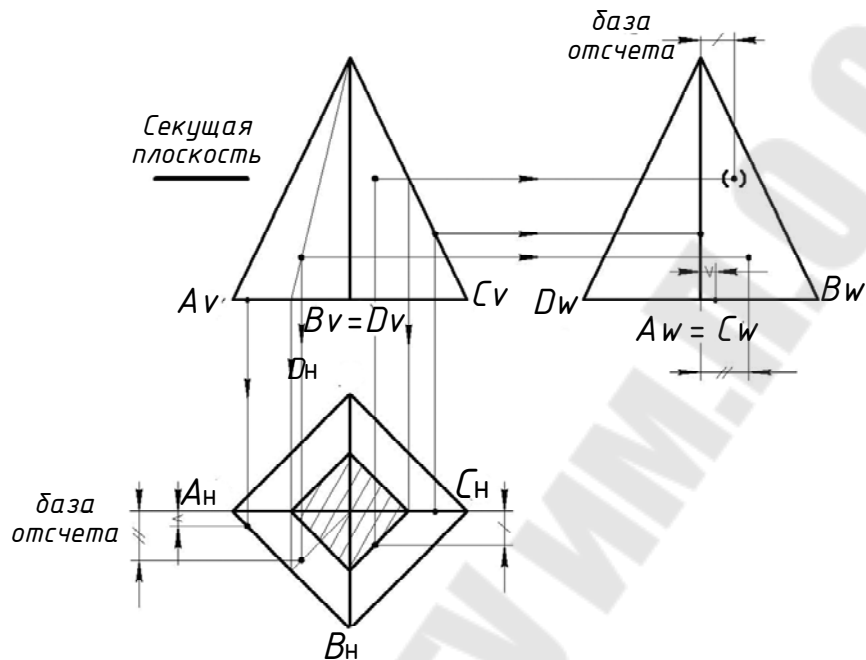


Рис. 10. Проекция пирамиды

Построение проекций пирамиды со сквозным вырезом

Построение проекций пирамиды со сквозным вырезом дано на рис. 11.

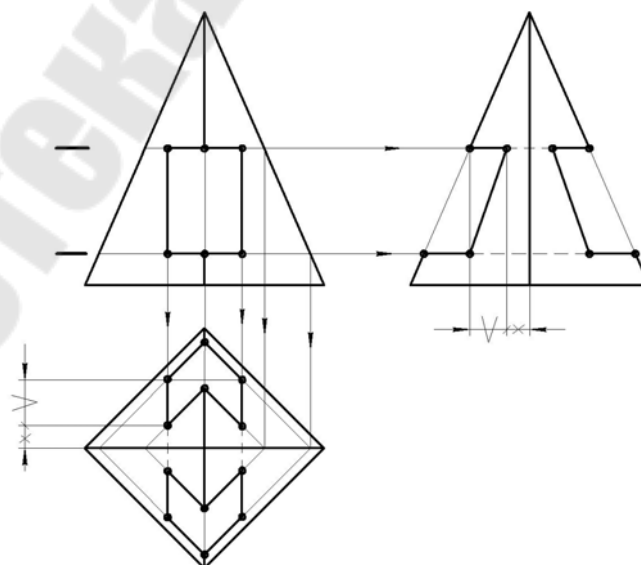


Рис. 11. Проекция пирамиды со сквозным вырезом

5. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ. ТОЧКА, ЛИНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ

Цилиндр (прямой круговой) представлен на рис. 12.

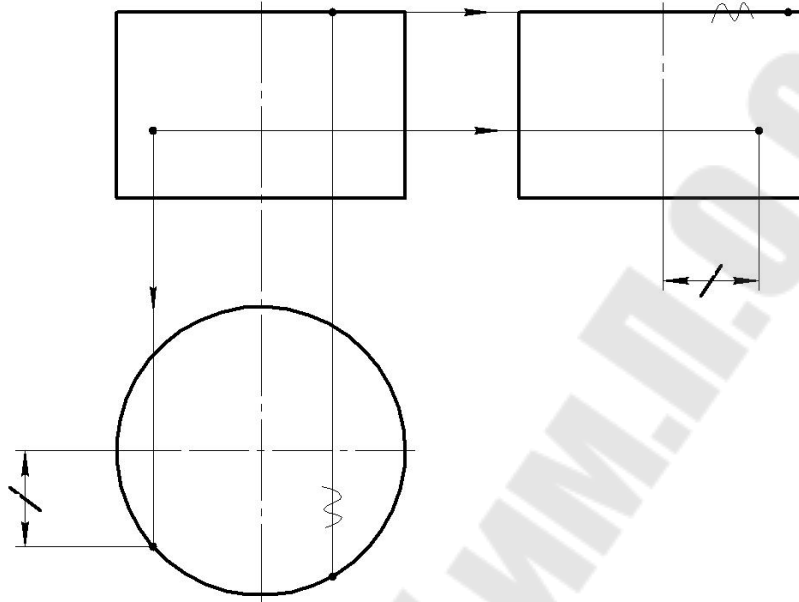


Рис. 12. Цилиндр (прямой круговой)

Цилиндрические сечения

Цилиндрические сечения приведены на рис. 13.

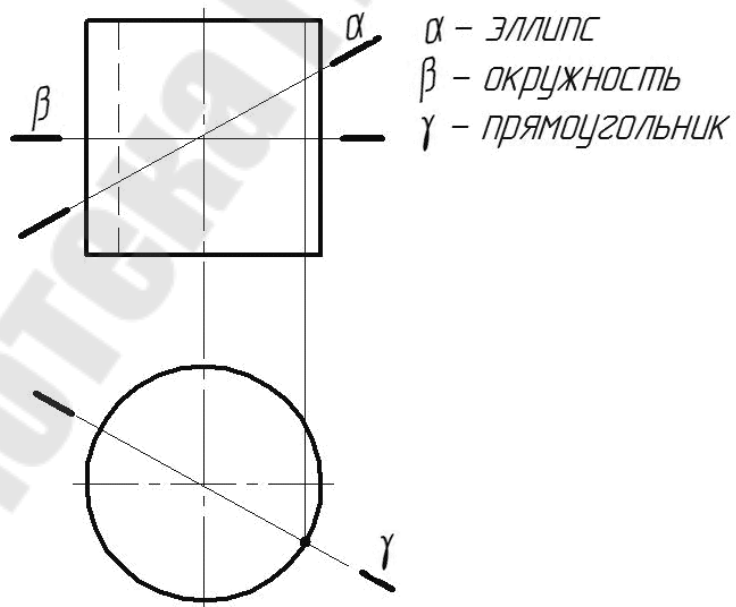


Рис. 13. Сечения цилиндра

Цилиндр со сквозным вырезом представлен на рис. 14.

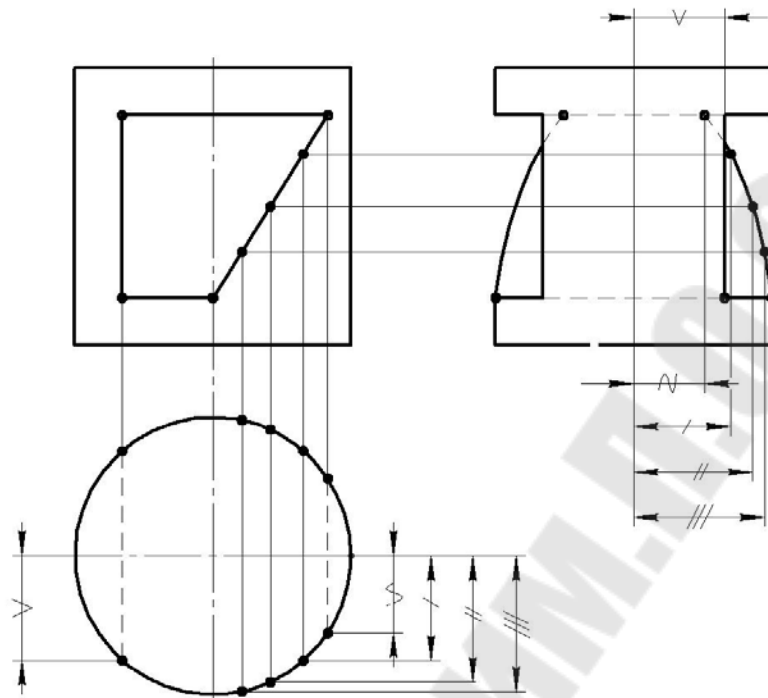


Рис. 14. Цилиндр со сквозным вырезом

Построение проекций сферы (шара)

Проекции сферы (шара) даны на рис. 15.

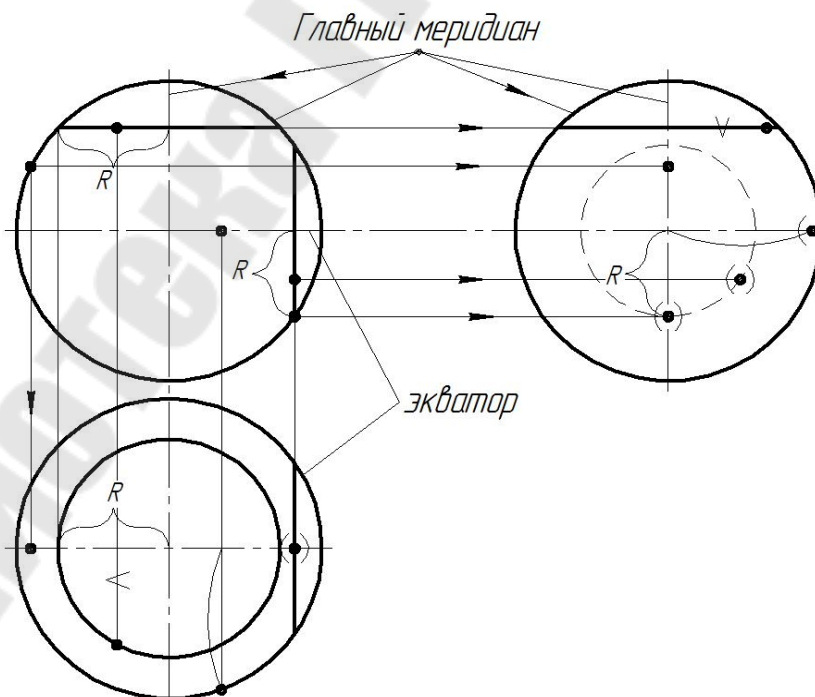


Рис. 15. Проекция сферы

Проекции усеченной сферы приведены на рис. 16.

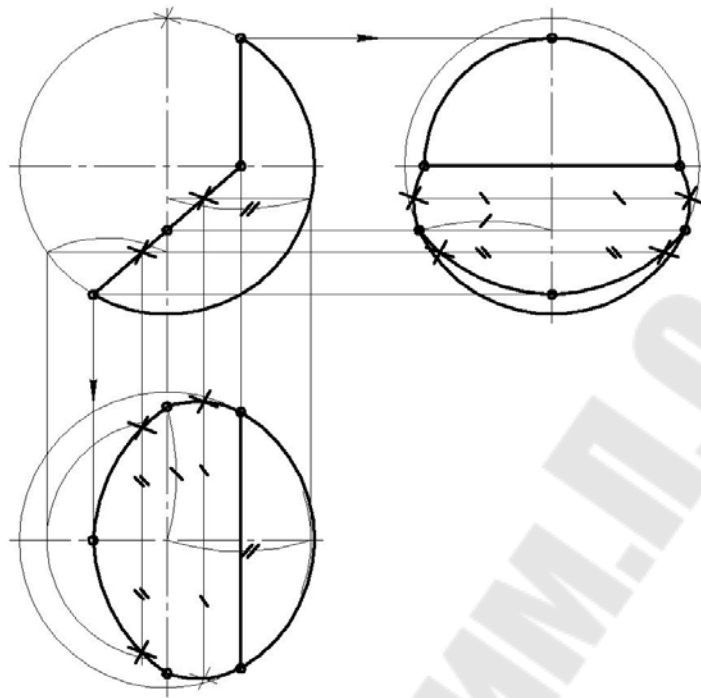


Рис. 16. Проекция усеченной сферы

Построение проекций конуса

Построение проекций конуса представлено на рис. 17.

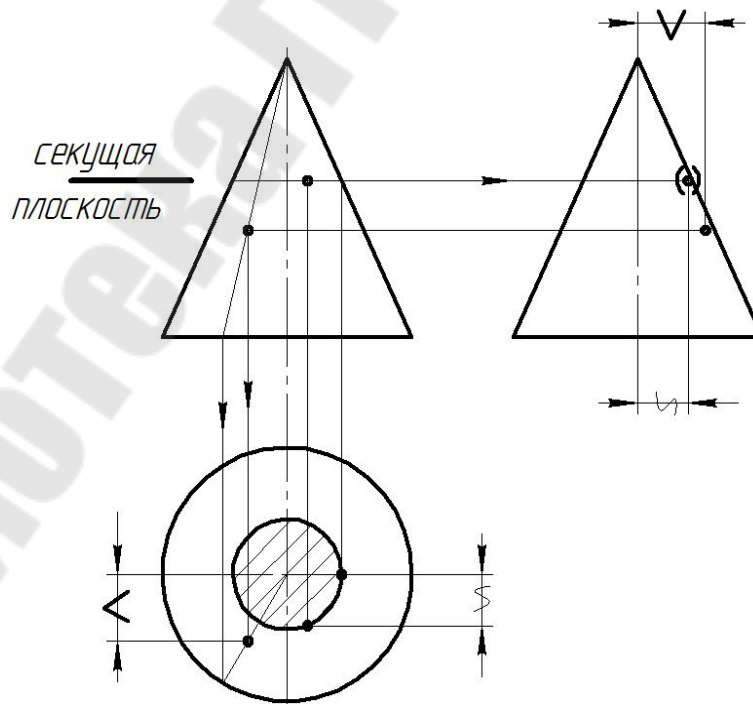


Рис. 17. Конус

Конические сечения

Конические сечения даны на рис. 18.

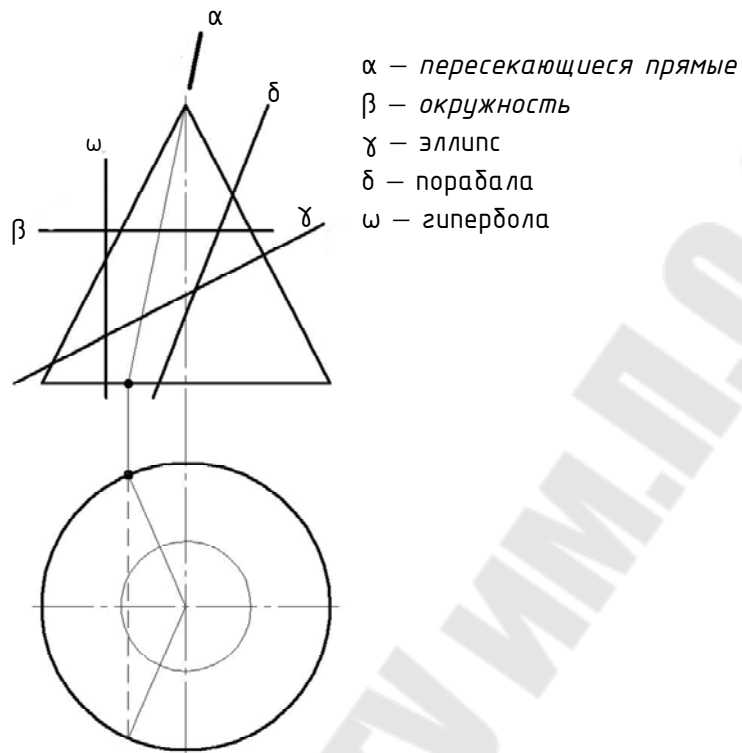


Рис. 18. Конические сечения

Конус со сквозным отверстием представлен на рис. 19.

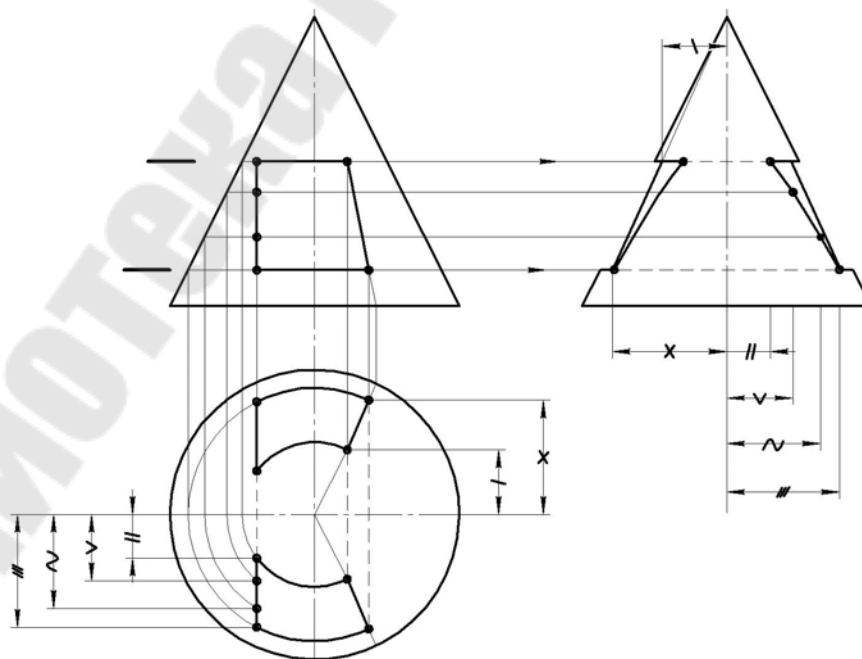


Рис. 19. Конус со сквозным отверстием

6. ИЗОБРАЖЕНИЯ

Чертеж содержит изображения, которые в зависимости от их содержания делят на виды, разрезы, сечения. Изображения предмета выполняют, применяя метод прямоугольного проецирования, предполагая, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций.

За основные плоскости проекций принимают рассмотренные ранее взаимно перпендикулярные плоскости H , V , W и параллельные им, образующие грани куба. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимают на чертеже в качестве главного. Оно должно давать наиболее полное представление о форме и размерах изделия (рис. 20).

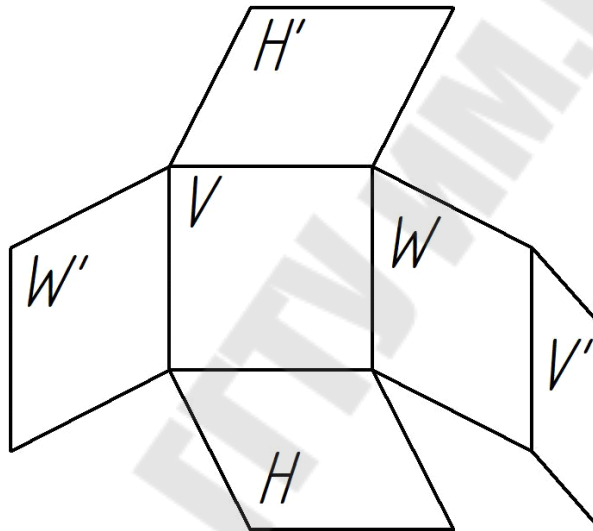


Рис. 20. Плоскости проекций

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части изделия или предмета. Невидимые части допускается показывать штриховыми линиями.

По характеру выполнения и содержанию виды разделяют на основные, местные и дополнительные.

Основные виды – виды, полученные на основных плоскостях проекций. В зависимости от плоскости проекций, на которых изображается основной вид, установлены названия, представленные на рис. 21.

Если основные виды располагаются в проекционной связи, то они не обозначаются и не подписываются.

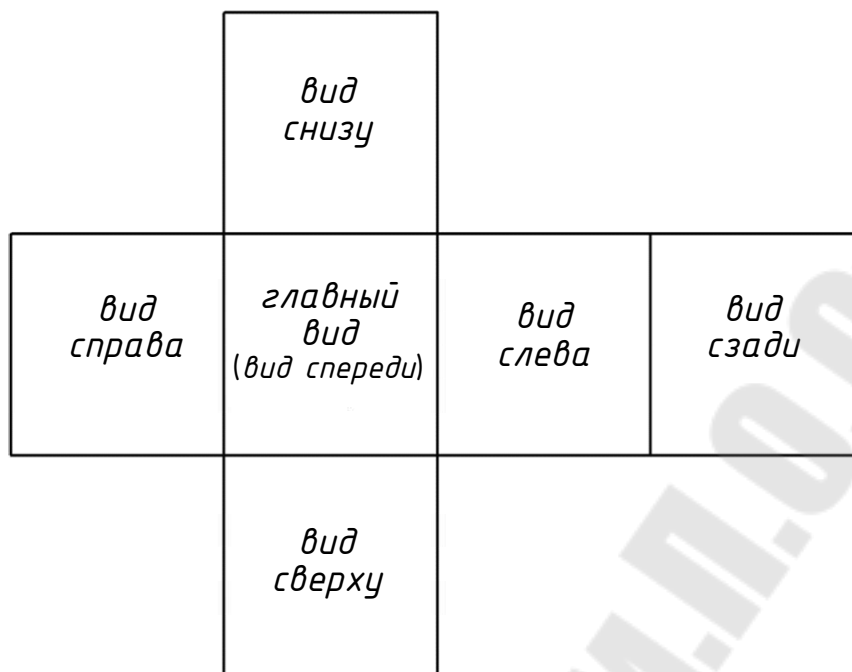


Рис. 21. Схема расположения видов

Если какой-либо вид размещен на чертеже вне проекционной связи, то его необходимо обозначить при помощи направления взгляда и буквенного обозначения (рис. 22).

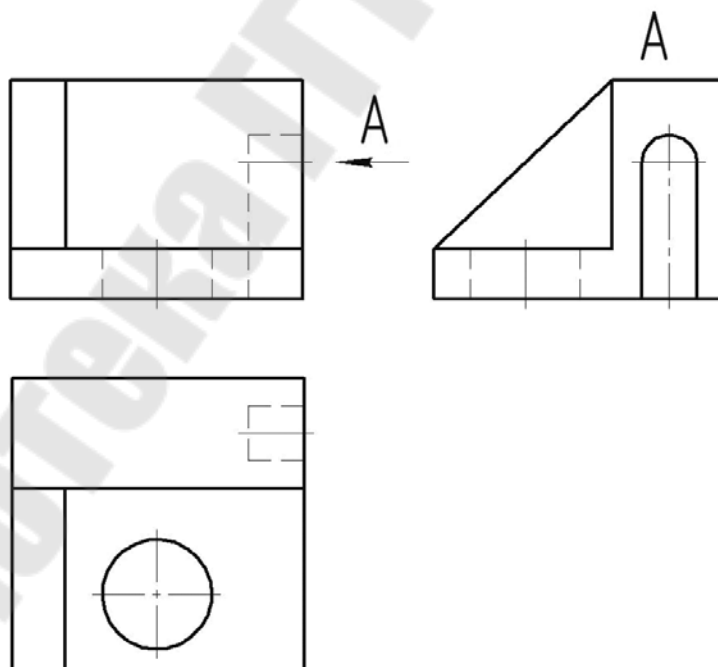


Рис. 22. Обозначение видов

Количество видов на чертежах должно быть минимальным, но достаточным для полного выявления формы и размеров предмета.

Местные виды

Местным видом называется изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета.

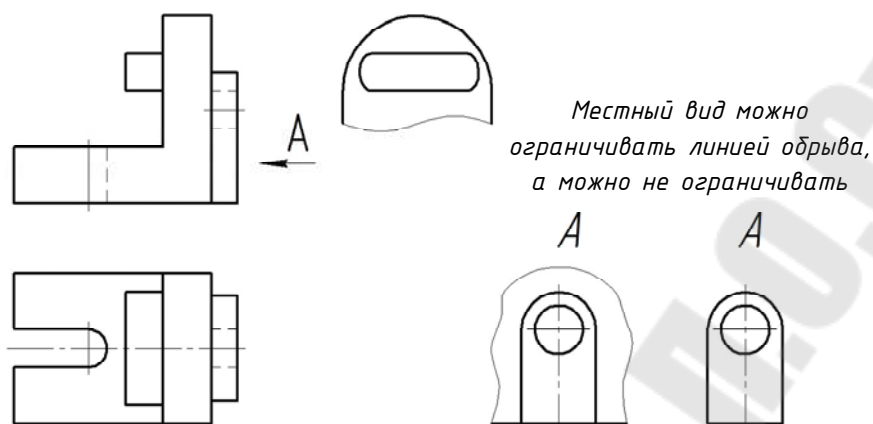


Рис. 23. Обозначение местных видов

Если местный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, то над ним не наносят никаких пояснительных надписей, если же проекционная связь нарушается, то над видом наносится буквенное обозначение, а на чертеже указывается направление взгляда (рис. 23).

Дополнительные виды

Отдельные элементы предмета могут быть изображены с искажением на основных видах. В этих случаях применяются дополнительные виды, получаемые проецированием предмета на плоскости проекций, не параллельные основным плоскостям проекций.

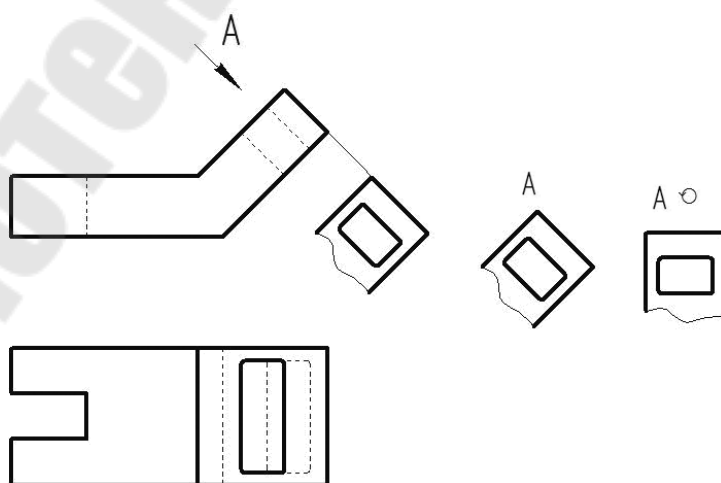


Рис. 24. Обозначение дополнительных видов

Если дополнительный вид расположен в проекционной связи с соответствующим изображением, никаких подписей на чертеже не делают (рис. 24).

Сечения

Сечением называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими секущими плоскостями. Секущие плоскости располагают перпендикулярно основным плоскостям проекций так, чтобы получить наименьшую площадь фигуры сечения.

На сечении показывают обычно только то, что попадает в секущую плоскость (рис. 25, в, г).

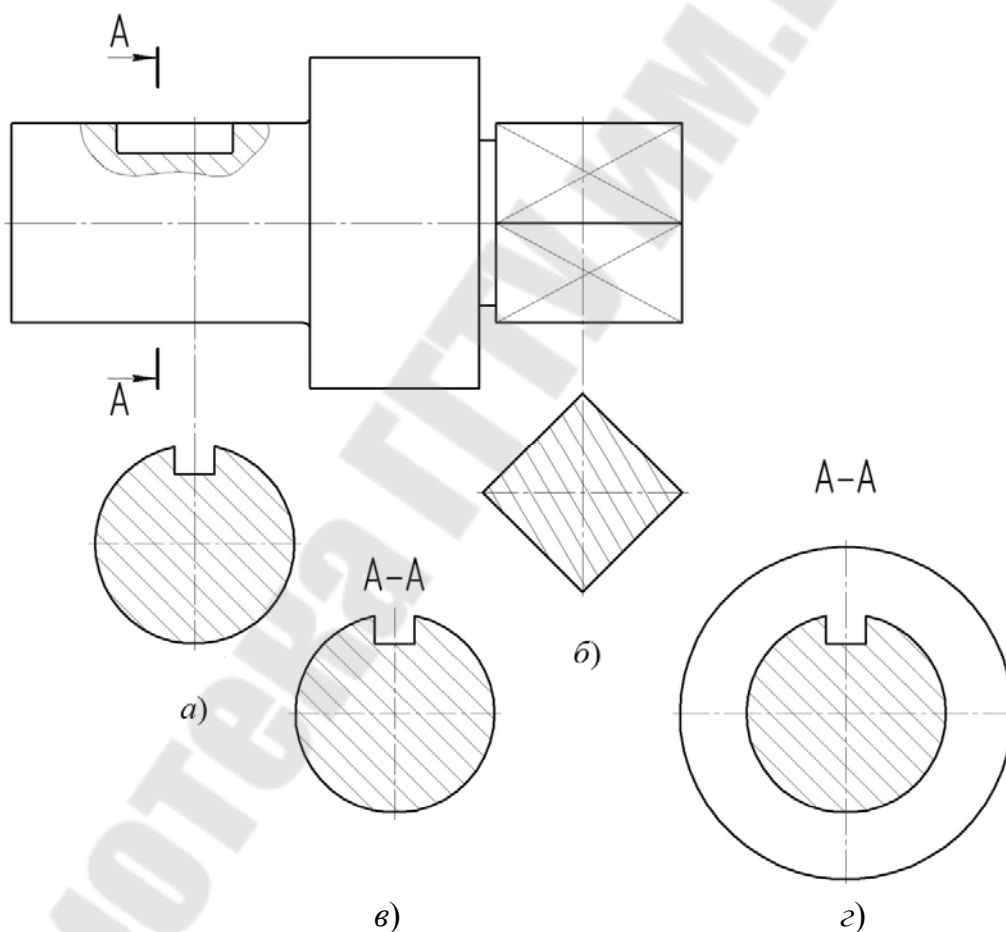


Рис. 25. Обозначение сечений и разрезов

Сечения могут быть простыми, сложными, нормальными и наклонными.

Контур вынесенного сечения выполняют сплошной основной линией, контур наложенного сечения – сплошной тонкой.

Наложенные симметричные сечения оформляют без нанесения линии сечения. Симметричные вынесенные сечения в разрыве основного вида также не обозначают. Вынесенные симметричные сечения, расположенные в непосредственной близости от изображения, на продолжении секущей плоскости тоже не обозначают (рис. 25, а, б).

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линии сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение, если при этом секущие плоскости располагают под разными углами, то знак «повернуто» не наносят (рис. 26, а).

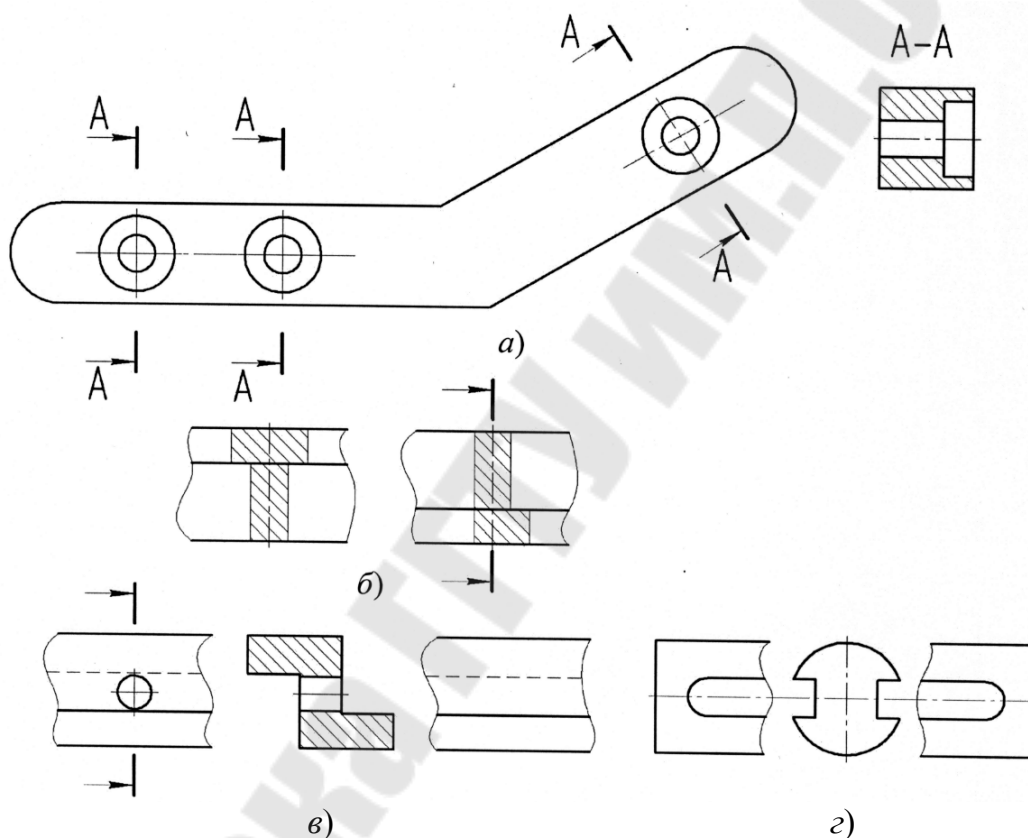


Рис. 26. Повторяющиеся сечения

Если наложенное сечение или сечение, расположенное в разрыве вида, несимметрично, то для него указывается только след секущей плоскости и направление взгляда. Буквенное обозначение не наносится (рис. 26, б).

Обозначаются сечения, так же как и разрезы, прописными буквами русского алфавита. Одинаковые буквы наносят с внешней стороны стрелок, эти же буквы пишутся над самим сечением (рис. 26, в, г).

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 27).

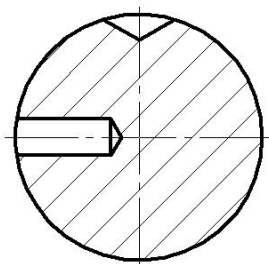


Рис. 27. Сечение отверстий

Если секущая плоскость проходит через сквозное некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то вместо сечения следует выполнять разрез (рис. 28).

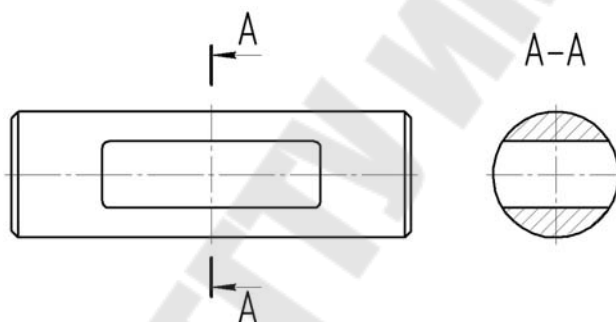


Рис. 28. Разрез некруглого сквозного отверстия

В сечениях в качестве секущей плоскости допускается применять цилиндрическую поверхность, разворачиваемую затем в плоскость (рис. 29). Обозначается такое сечение знаком «развернуто».

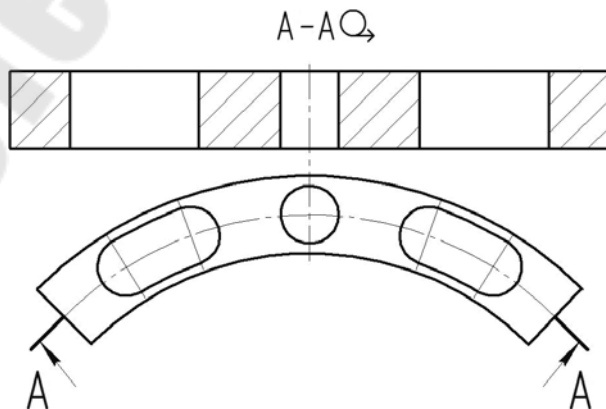


Рис. 29. Сечение цилиндрической поверхностью

Разрезы

Ранее говорилось, что невидимые (внутренние) очертания предмета допускается показывать на чертеже штриховыми линиями. Однако эти линии, особенно при их большом количестве, плохо выявляют форму детали, часто перекрываются линиями видимого контура. Кроме того, от штриховых линий не рекомендуется наносить размеры. Чтобы яснее показать внутреннюю форму детали, применяют разрезы.

Разрезом называют изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими секущими плоскостями, расположенными перпендикулярно плоскостям проекций. Часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удаляют, в результате чего закрывающиеся этой частью поверхности становятся видимыми.

В разрезе показывается та часть предмета, которая попадает в секущую плоскость, и та часть, которая расположена за ней.

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

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы делят на простые и сложные. Применяют также местные разрезы.

Разрезы бывают продольными, если направлены вдоль длины или высоты предмета, и поперечными, если секущие плоскости расположены перпендикулярно длине или высоте предмета.

Простые разрезы

Разрезы, полученные в результате применения одной секущей плоскости, называются простыми (см. рис. 31, *a*).

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы делят на горизонтальные (секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций); вертикальные (секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций) и наклонные.

Вертикальный разрез называют фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 31, *б-г*), и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (см. рис. 31, *е*).

В общем случае положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения, для которой применяют разомкнутую линию.

Перпендикулярно штрихам наносят стрелки, указывающие направление взгляда (рис. 30). Около стрелок с внешней стороны наносят прописную букву русского алфавита. Разрез сопровождают надписью, которая состоит из соответствующих букв, обозначающих положение секущей плоскости и написанных через тире: А–А, Б–Б и т. д. Надпись помещают над разрезом.

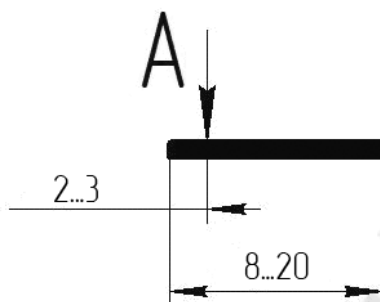


Рис. 30. Обозначение разреза

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены в непосредственной проекционной связи, на местах основных видов, не разделены какими-либо изображениями, то для горизонтального, фронтального и профильного простых разрезов положение секущей плоскости не указывается, а сам разрез не подписывают (см. рис. 31, а–е).

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается совмещать на одном изображении. Если соединяемые части вида и разреза представляют собой симметричные фигуры, то их отделяют друг от друга тонкой штрихпунктирной линией – осью симметрии соединяемых деталей (рис. 31, з, д).

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается совмещать на одном изображении, разделяя их сплошной волнистой линией.

Если с осью симметрии изображения совпадает какая-либо линия, например, проекция ребра, то вид от разреза отделяют сплошной линией, проводимой левее или правее оси симметрии.

Местные разрезы – разрезы, предназначенные для выявления конструктивных особенностей предмета в отдельном, ограниченном месте. Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией, которая не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения (рис. 31, е, ж). Если местный разрез выполняется на части предмета, представляющей собой тело вращения, то такой разрез можно отделить от вида тонкой штрихпунктирной линией, являющейся осью этой части предмета (рис. 31, ж).

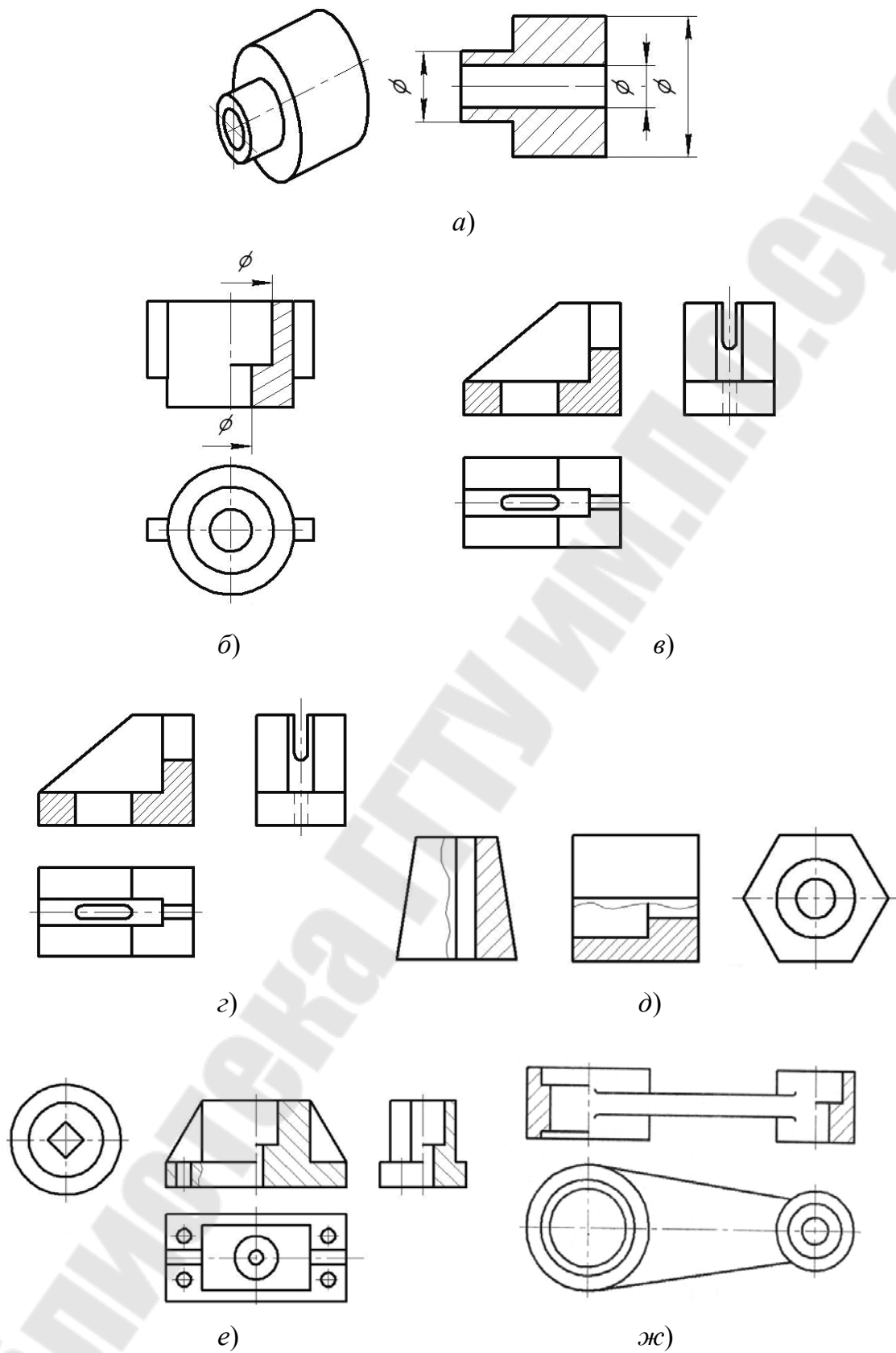


Рис. 31. Примеры выполнения разрезов

Сложные разрезы. Получают в результате применения нескольких секущих плоскостей.

Ступенчатые сложные разрезы. Сложный разрез называется ступенчатым, если образующие его секущие плоскости параллельны между собой (рис. 32).

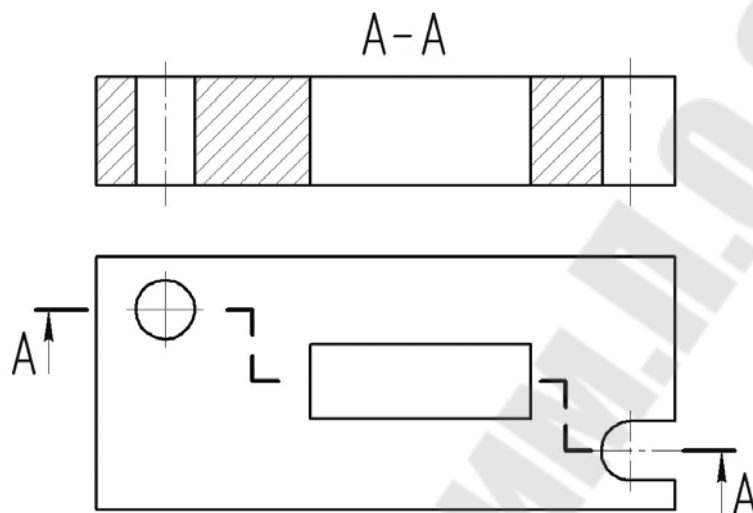


Рис. 32. Ступенчатый разрез

При выполнении ступенчатого разреза все сечения, расположенные в параллельных плоскостях, совмещают в одну плоскость. На ступенчатом разрезе наличие перегибов линии сечения не отражается, т. е. он оформляется как простой.

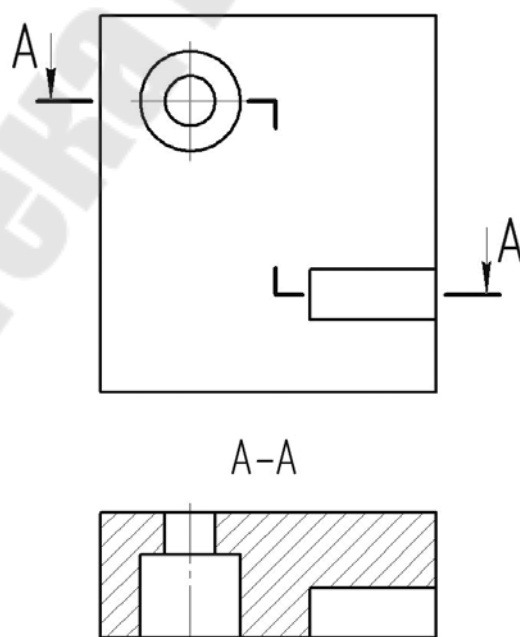


Рис. 33. Ступенчатый разрез

В зависимости от положения секущих плоскостей относительно горизонтальной плоскости проекций ступенчатый разрез может быть горизонтальным, вертикальным и наклонным. Ступенчатые разрезы допускается изображать на любом месте поля чертежа (см. рис. 33).

Ломаный разрез. Сложный разрез называют ломаным, если образующие его секущие плоскости пересекаются между собой под углом, отличным от 90° .

При построении ломаных разрезов обычно одну из секущих плоскостей располагают параллельно, а вторую секущую плоскость поворачивают до совмещения с ней.

Части предмета, расположенные за поворачиваемой секущей плоскостью, изображают так, как они проецируются на плоскость проекций, с которой поворачиваемую плоскость совмещают (рис. 34).

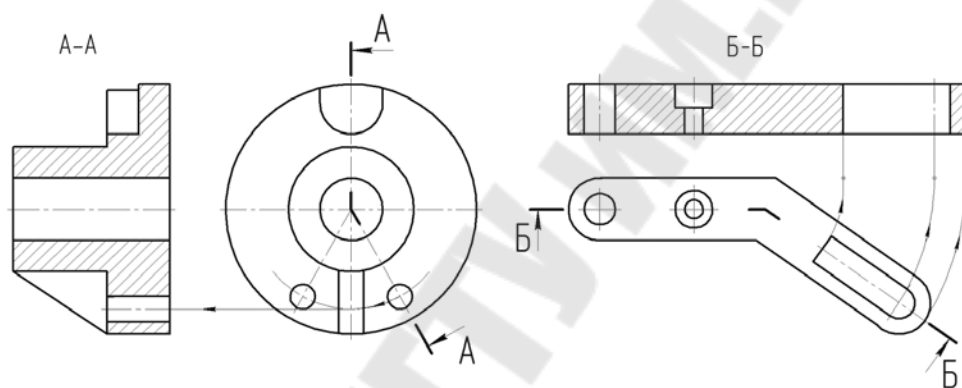


Рис. 34. Примеры ломаных разрезов

Графические обозначения материалов представлены на рис. 35.

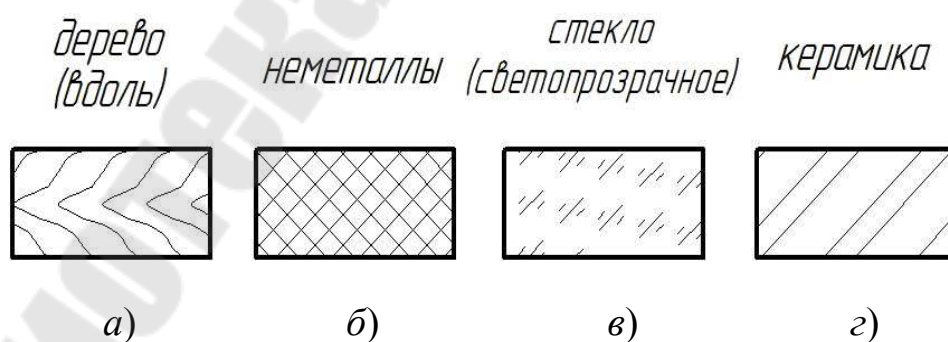


Рис. 35. Графические обозначения материалов

Нанесение штриховки. Часть предмета, попадающего в секущую плоскость, штрихуют в зависимости от материала детали (рис. 35, а-г).

Штриховку выполняют сплошными параллельными линиями под углом 45° к линии контура изображения или к его оси.

Исключение составляют случаи совпадения наклона линии штриховки с наклоном линий контура или осевых линий детали.

В этих случаях вместо 45° штриховку следует наносить под углом 30° или 60° (рис. 36, а–г).

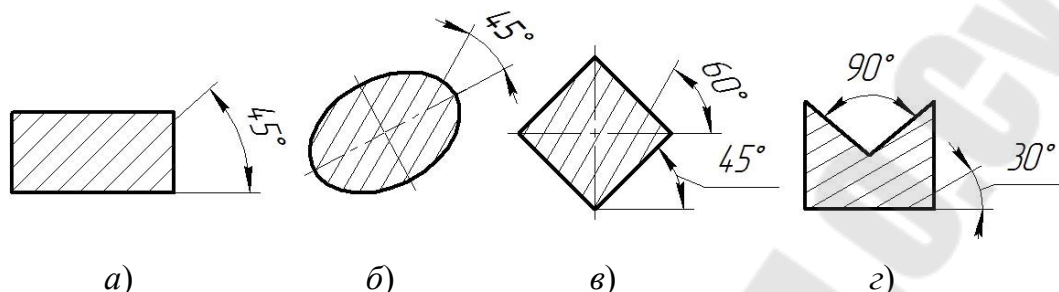


Рис. 36. Способы нанесения штриховки

Толщина линий штриховки равна $0,3-0,5S$, расстояния между линиями – $1-10$ мм (чаще $3-5$).

Для всех сечений данной детали, выполненных в одном масштабе, расстояние между соседними линиями штриховки принимают одинаковым. Линии штриховки наносят с наклоном влево или вправо, но в одну сторону на всех сечениях, относящихся к данной детали.

При больших площадях сечений штриховку производят лишь у контура сечения узкой полосой равномерной ширины (рис. 37).

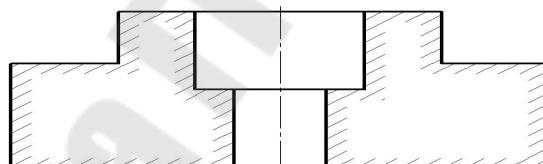


Рис. 37. Штриховка больших площадей

Узкие и длинные площади сечений деталей, ширина которых на чертеже равна $2-4$ мм, штрихуют на концах и у контуров отверстий полностью. Остальную площадь сечения штрихуют небольшими участками в нескольких местах. Сечение, имеющее на чертеже ширину менее 2 мм, допускается зачернять (ГОСТ 2.306–68) (рис. 38, а, б).

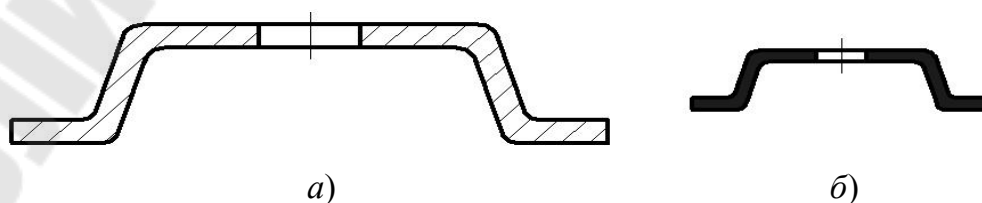


Рис. 38. Случай зачернения сечения

7. СОЕДИНЕНИЯ

Каждая машина состоит из деталей, число которых исчисляется сотнями, нередко и тысячами. Для выполнения определенных функций в машине детали соединяют, образуя подвижные или неподвижные соединения.

Подвижные соединения – это соединения двух или более деталей, которые в процессе работы совершают относительные перемещения, предусмотренные их функциональным назначением.

Под неподвижным понимают соединения деталей, которые не совершают во время работы относительного движения.

Неподвижные соединения, в свою очередь, подразделяются на разъемные и неразъемные.

Неразъемными называют соединения, которые невозможно разобрать без разрушения или повреждения составляющих их деталей.

Под разъемными соединениями понимают соединения, которые можно неоднократно собирать и разбирать, не повредив при этом составляющие их детали.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

Наиболее распространенными неподвижными разъемными соединениями являются резьбовые соединения.

Резьбовые соединения могут быть получены путем навинчивания одной детали на другую или посредством резьбовых изделий: болтов, шпилек, винтов, гаек и т. д.

Основным элементом резьбового соединения является резьба, которая получается путем прорезания на поверхности деталей канавок по винтовой линии.

Винтовую линию образует гипотенуза прямоугольного треугольника при наворачивании на прямой круговой конус (рис. 39).



Рис. 39. Образование винтовой линии

Если плоскую фигуру (прямоугольник, треугольник, трапецию и т. д.) перемещать по винтовой линии так, чтобы ее плоскость при движении всегда проходила через ось винта, то эта фигура образует резьбу соответствующего профиля. Эта плоская фигура называется профилем резьбы (рис. 40, а, б).

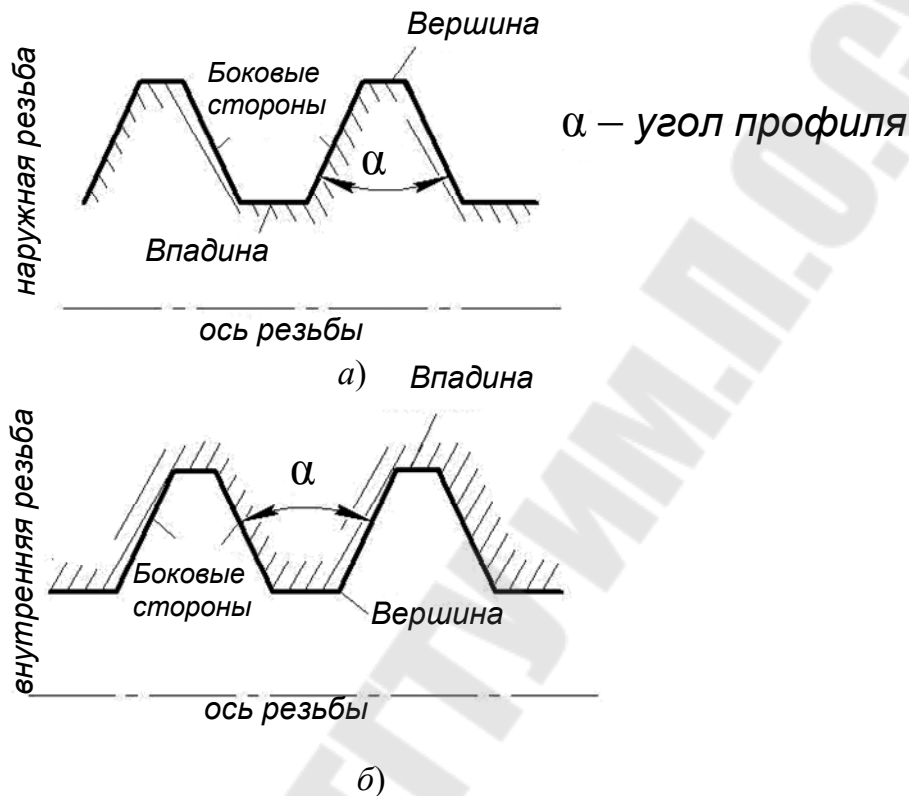


Рис. 40. Элементы профиля резьбы

Классификация резьб

Существуют следующие признаки классификации резьб:

1. По форме профиля: треугольная, трапецеидальная, упорная, прямоугольная, круглая.
2. По характеру поверхности, на которой нарезана: цилиндрическая, коническая.
3. По назначению: крепежная (метрическая, дюймовая); крепежно-уплотнительная; ходовая (трапецеидальная, упорная); специальные (трубная, коническая).
4. По расположению на поверхности детали: наружная, внутренняя.
5. По числу заходов: однозаходная, многозаходная.
6. По направлению: левая, правая (правая: если смотришь с торца детали, то винтовая линия поднимается слева-вверх-направо,

т. е. контур перемещается, вращаясь по часовой стрелке, двигаясь вдоль оси стержня от наблюдателя.)

Параметры резьбы. Профиль резьбы – контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось.

Угол профиля α – угол между боковыми сторонами профиля.

Наружный диаметр резьбы d – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней.

Внутренний диаметр резьбы d_1 – диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней.

Шаг резьбы S) – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

Ход резьбы t – расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы. В однозаходной резьбе ход равен шагу $t = S$.

Сбег резьбы – участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали l_1 (рис. 41).

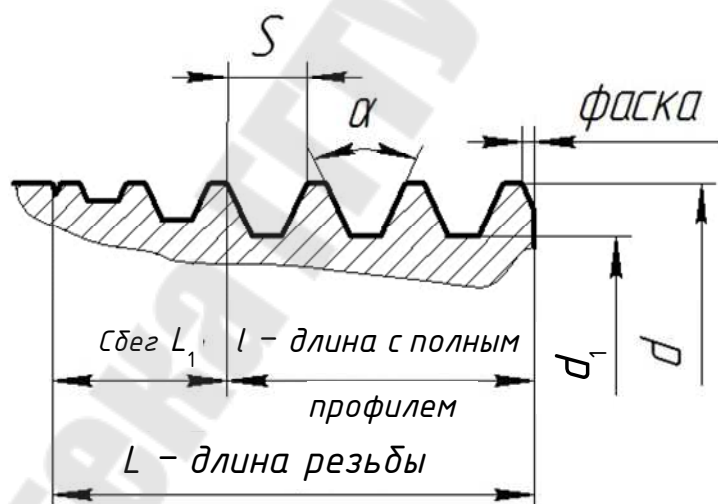


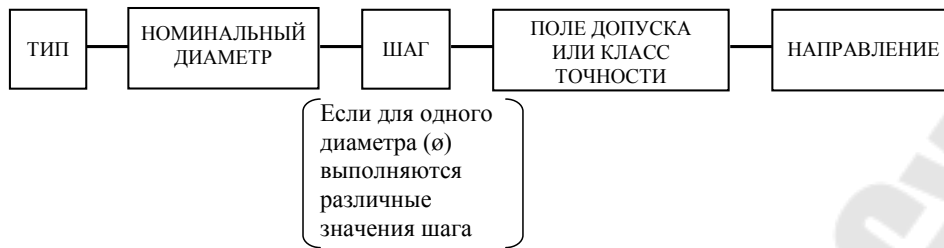
Рис. 41. Характеристики профиля резьбы

Длина резьбы l – длина участка, на котором резьба имеет полный профиль.

Угол подъема резьбы ψ – угол, образованный касательной к винтовой линии в точке, лежащей на среднем диаметре резьбы, плоскостью перпендикулярной к оси резьбы.

Номинальный диаметр – диаметр, условно характеризующий резьбу, используется при ее обозначении.

Условное обозначение резьбы



M20 × 1,5 – 6g
 G1/2 – A LH Tr 28 × 10(P5) – двухзаходная
 Tr 28 × 5 (ход) (шаг)
 S 32 × 6 – H4

На чертеже резьба изображается условно: наружный диаметр (диаметр вершин наружной резьбы или впадин внутренней) для стержня – сплошной основной линией.

Внутренний диаметр (диаметр впадин для стержня и вершин для отверстия) для стержня – тонкая линия, для отверстия – основная (рис. 42).

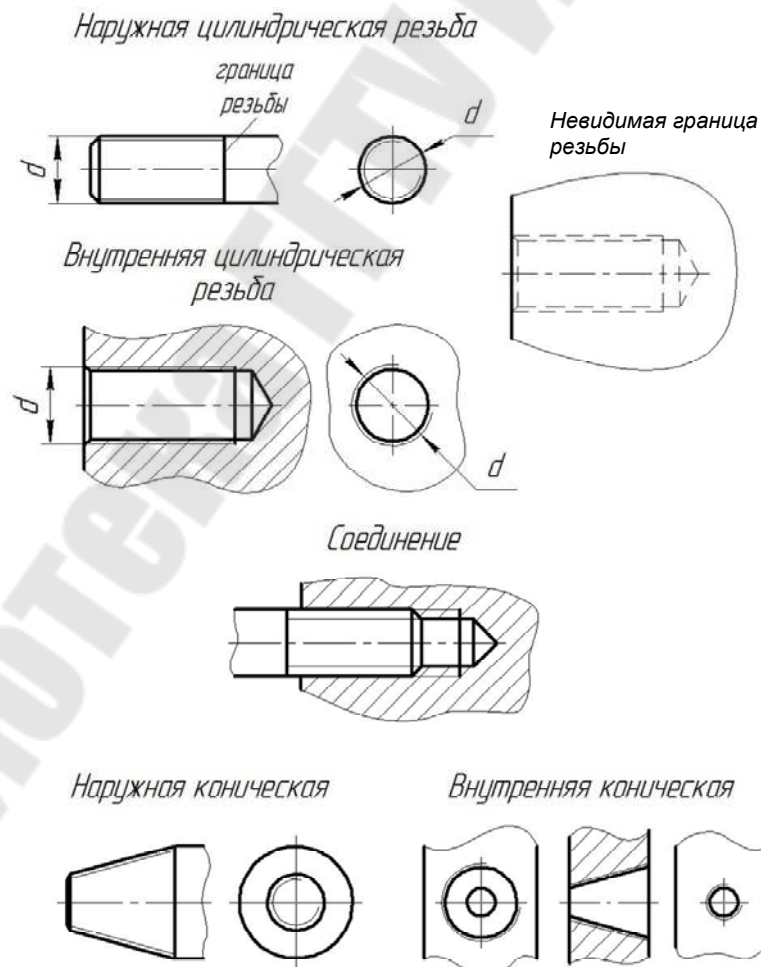


Рис. 42. Особенности изображения резьб на чертеже

Болтовое соединение. Расчет. Условное обозначение

Болт – цилиндрический стержень, с одной стороны которого расположена гранная головка (шестигранная, круглая, четырехгранная и т. д. в зависимости от ГОСТа), с другой стороны – нарезана метрическая резьба.

В болтовом соединении детали зажимаются между головкой болта с одной стороны и шайбой и гайкой – с другой. Высота головки в длину болта не входит. Стержень болта испытывает напряжение растяжения. Отверстие в детали под болт делается большим, чем диаметр болта, сам болт устанавливается с зазором. Гайку и шайбу подбирают по диаметру болта по заданному ГОСТу.

На упрощенном изображении не показывается ни фаска на стандартных изделиях, ни зазор между стержнем болта и отверстием. Резьба вычерчивается по всей длине стержня (рис. 43).

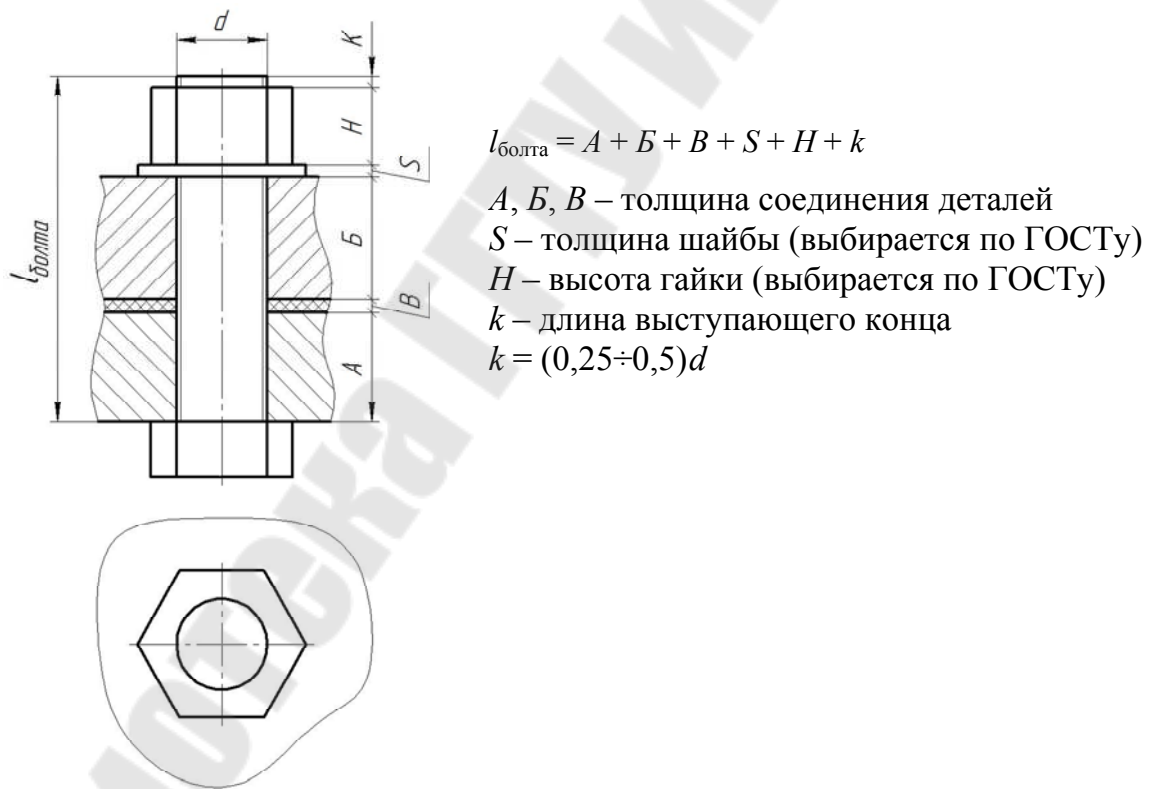


Рис. 43. Упрощенное изображение болта

Условное обозначение резьбовых изделий

1	2	3	4 ×	5	–	6	–	7	×	8	.	9	.	10	.	11	.	12	ГОСТ
Наименование изделия	Класс точности	Исполнение	Диаметр резьбы	Шаг (если мелкий)	Направление (левое)	Поле допуска	Длина изделия (кроме гаек)	Класс прочности	Указание о применении спокойной (С) или автоматной стали (А)	Указание о применении спокойной (С) или автоматной стали (А)	Вид и толщина покрытия								

Болт М 20 × 1,5 – g6 × 60.58. ГОСТ 7798–10.

Болт точности Б, 1-го исполнения \varnothing 20, с мелким шагом 1,5 мм, правой резьбой, полем допуска g6, длиной 60 мм, классом прочности 58.

Болт А2 М 20 – g6 × 60.58 ГОСТ 7798–10.

Тип А, исполнение 2, крупный шаг.

Соединение шпилькой

Шпилькой называют цилиндрический стержень, оба конца которого имеют резьбу (рис. 44).

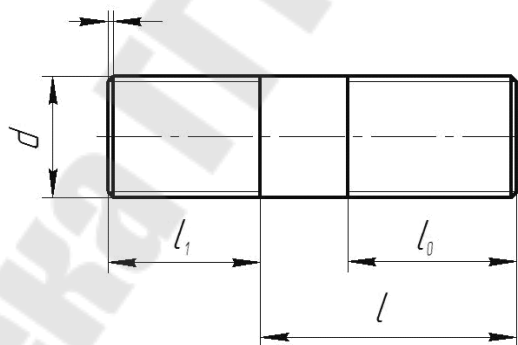


Рис. 44. Шпилька

Длина ввинчиваемого конца l_1 зависит от материала детали, в которую ввинчивают шпильку. Так, для резьбовых отверстий в деталях из стали, латуни и бронзы $l_1 = d$; для деталей из ковкого и серого чугуна $l_1 = 1,25d$ или $l_1 = 1,6d$; для деталей из легких сплавов и пластмассы $l_1 = 2d$ или $l_1 = 2,5d$.

Длиной шпильки l называют длину части шпильки без ввинчиваемого конца l_1 .

Длину гаечного конца шпильки l_0 принимают равной $2d + 6$ мм (при $l \leq 120$ мм) или выбирают из таблицы соответствующего ГОСТа.

В зависимости от точности изготовления различают шпильки нормальной и повышенной точности. Форму шпильки передает один вид (см. рис. 44).

Конструкция и размеры шпилек общего применения регламентированы соответствующими стандартами: ГОСТ 22032–76÷22071–76.

Условное обозначение шпильки

Шпилька М20 × 1,5 – g6 × 70.58. ГОСТ 22034–76.

Шпилька нормальной точности $\varnothing 20$, метрической резьбой с мелким шагом, полем допуска g6, длиной 70 мм, классом точности 5.8.

Геометрические параметры шпильки представлены на рис. 45.

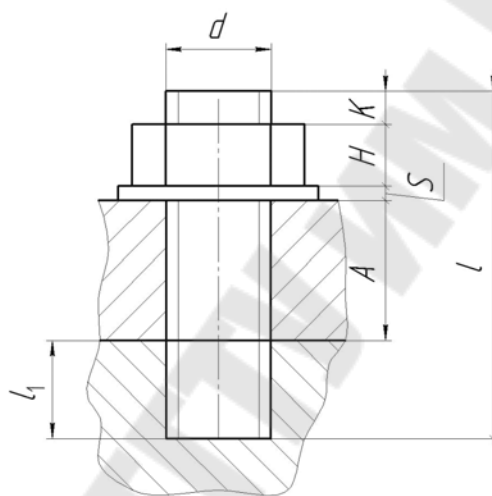


Рис. 45. Геометрические параметры шпильки

Расчет глубины гнезда под шпильку

Отверстие под шпильку показано на рис. 46.

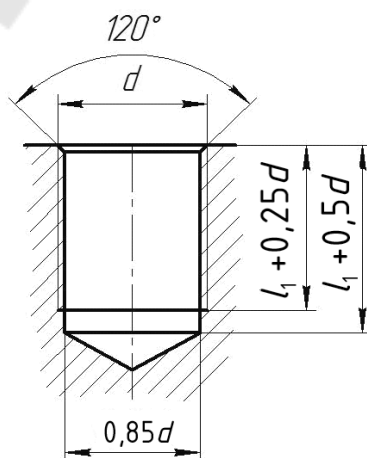


Рис. 46. Отверстие под шпильку

Соединения шпоночные

Шпоночное соединение – соединение 3-х деталей, предназначенное для передачи вращательного движения. Эти соединения применяют в случаях, когда к точности не предъявляются особые требования.

Соединения шпонкой могут быть неподвижными или подвижными вдоль оси вала, при этом шпонка примерно на половину высоты входит в паз вала и на половину – в паз ступицы колеса.

Боковые (рабочие) грани шпонки передают вращение от вала к колесу или обратно. Форма и размеры большинства шпонок стандартизированы.

По форме стандартные шпонки бывают: призматические, клиновые, сегментные, тангенциальные с прямоугольным поперечным сечением.

На продольных разрезах все шпонки показывают нерассеченными. Размеры сечений шпонок и пазов выбирают в зависимости от диаметра вала.

Соединение призматическими шпонками (ненапряженное соединение)

Призматические шпонки классифицируют следующим образом:

1. Обыкновенные и высокие (без крепежного отверстия); предназначены для неподвижных соединений ступиц с валами.

2. Направляющие с креплением на валу (ГОСТ 8790–79) применяются в случае, когда ступицы должны иметь возможность перемещения вдоль вала.

3. Скользящие сборные, соединяющиеся со ступицей при помощи выступа (пальца) и перемещающиеся вдоль вала вместе со ступицей.

Стандартизированы три исполнения призматических шпонок без крепежных отверстий: с двумя закругленными торцами, с плоскими торцами, с одним закругленным торцом (рис. 47, а–в).

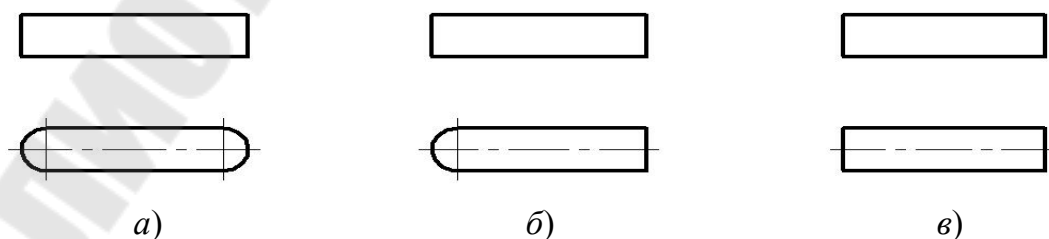


Рис. 47. Три исполнения призматических шпонок

Условное обозначение призматической шпонки

Шпонка 2 – 10 × 8 × 40. ГОСТ 23360–86.

Шпонка исполнения 2, шириной 10 мм, высотой 8 мм, длиной 40 мм.

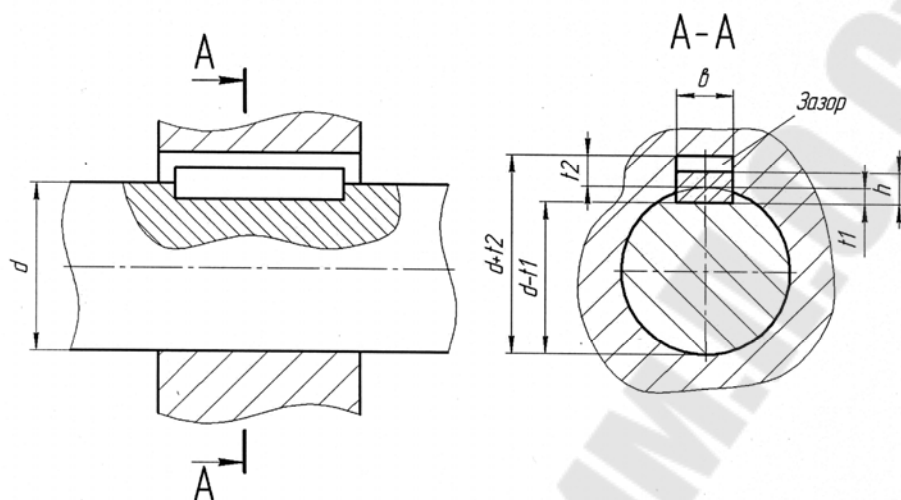


Рис. 48. Изображение соединения призматической шпонкой на чертеже

*Соединение сегментными шпонками
(ненапряженное соединение)*

Применяют при сравнительно коротких ступицах. Шпонки выполняют в виде сегмента, что делает их наиболее технологичными, и, как следствие, – простота фрезерования шпоночного паза, а также удобство сборки соединений. Однако относительно большая глубина шпоночного паза уменьшает прочность вала, поэтому их применяют для передачи небольших крутящих моментов или для фиксации элементов соединения (рис. 49).

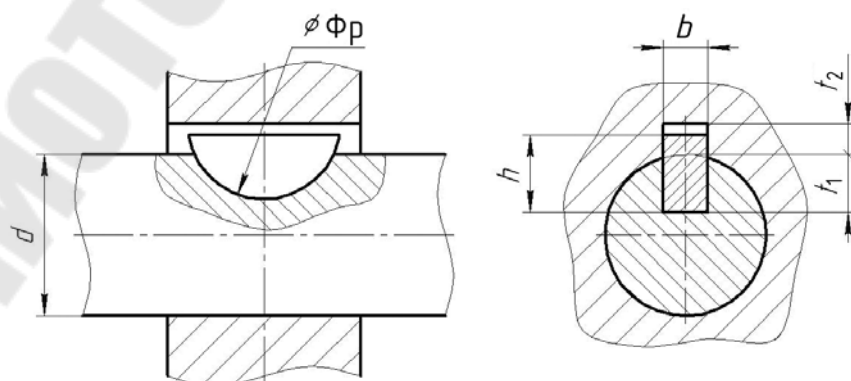


Рис. 49. Изображение сегментной шпонки на чертеже

Условное обозначение сегментной шпонки

Шпонка 5 × 9. ГОСТ 24071–97.

(в) (h)

Соединения клиновыми шпонками (напряженное соединение)

Применяют реже, так как после их установки возникает небольшой перекося, создающийся при забивании шпонки в паз. Форма клиновой шпонки – скошенная с одной стороны призма с уклоном 1 : 100. Клиновая шпонка устанавливается в пазы вала и втулки с боковыми зазорами. Клиновые шпонки подразделяются на закладные и забивные.

ГОСТ 24068–80 предусмотрены 4 исполнения: с головкой, без головки с двумя закругленными торцами, прямыми торцами и одним закругленным.

Головка предназначена для забивки и извлечения шпонки из паза.

Длина паза на валу и длина закладной шпонки одинаковы. Эта шпонка закладывается в паз, а втулка затем надвигается на вал и шпонку. Паз на валу для залегания шпонки более длинный, чем сама шпонка, так как шпонка в этом случае вводится тогда, когда втулка колеса уже насажена на вал (рис. 50).

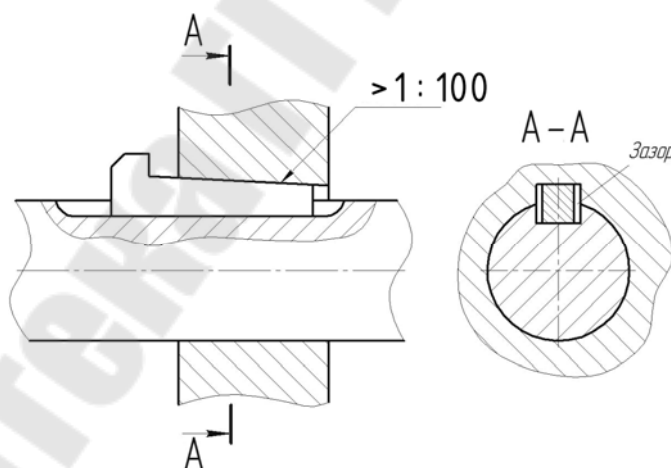


Рис. 50. Изображение клиновой шпонки на чертеже

Шлицевые (зубчатые) соединения

По сравнению со шпоночными передают бóльшие крутящие моменты, имеют бóльшую усталостную прочность и более высокую точность центрирования.

Центрирование – совпадение осей вала и втулки.

Шлицы – продольные выступы, выполненные заодно с валом. Шлицевые соединения выполняют с зубьями прямоугольной, эвольвентной и треугольной формы.

Стандартом предусмотрены три серии соединений – легкая, средняя, тяжелая, отличающиеся высотой и количеством зубьев. Легкую применяют для неподвижных и слабонагруженных соединений, тяжелую – для наиболее тяжелых условий работы.

Прямобоочные шлицевые соединения

Применяют три способа центрирования (полного контакта поверхности зубьев со впадиной):

а) по верхнему диаметру D шлица, при этом образуется радиальный зазор по внутреннему диаметру d шлицев (рис. 51):

$$D - z - d \times D \times b \text{ (ГОСТ);}$$

б) по внутреннему диаметру d , при этом радиальный зазор образуется по наружному диаметру:

$$d - z - d \times D \times b \text{ (ГОСТ);}$$

в) по боковым сторонам шлицев, зазор образуется по обоим диаметрам:

$$b - z - d \times D \times b \text{ (ГОСТ).}$$

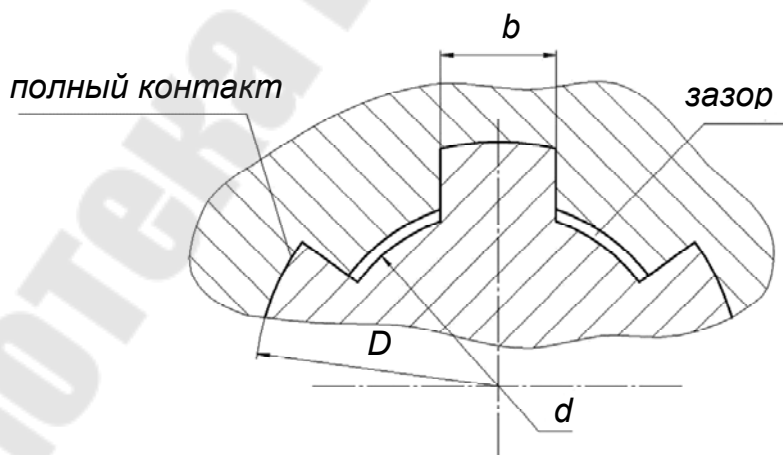


Рис. 51. Прямобоочные шлицевые соединения

Центрирование по D и d обеспечивает высокую степень центрирования (соосность втулки и вала) и применяется в механизмах, где требуется высокая кинематическая точность.

Центрирование по d целесообразно, когда втулка имеет высокую твердость и ее нельзя обработать протяжкой, или когда могут возникнуть значительные искривления длинных валов после термообработки. Шлицевой участок вала при таком центрировании необходимо выполнять с опорной площадкой. Чаще используется для подвижных соединений (рис. 52).

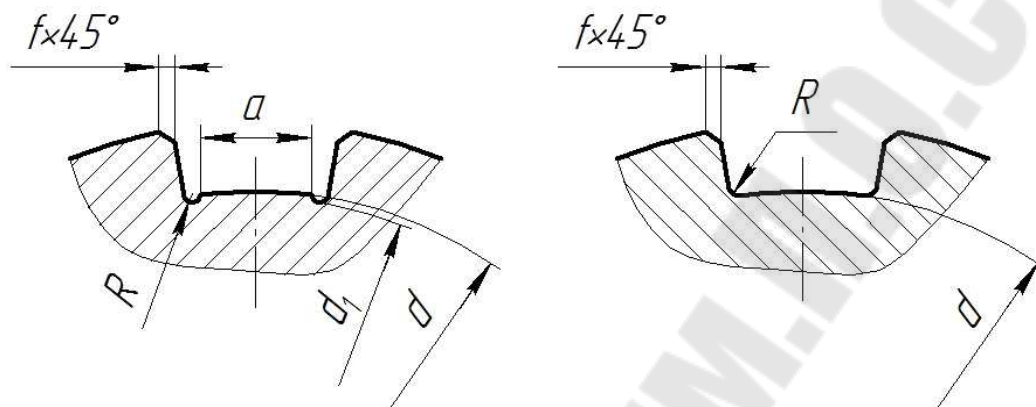


Рис. 52. Опорная площадка при центрировании по d

Центрирование по D является технологически наиболее простым и экономичным. Его применяют для неподвижных соединений, так как в них отсутствует износ от осевых перемещений; можно применять и для подвижных, но воспринимающих небольшие нагрузки.

Центрирование по боковым сторонам применяется, когда точность совпадения осей не имеет существенного значения, но требуется обеспечить высокую прочность соединения при эксплуатации, или, когда требуются минимальные зазоры по ширине шлица « b » (знакопеременные нагрузки, большие крутящие моменты, при реверсивном движении). Этот метод способствует более равномерному распределению нагрузки между зубьями. Применяется реже, чем центрирование по D и d .

Преимущества эвольвентных шлицев

Эвольвентные шлицы обладают рядом преимуществ:

- 1) более совершенная технология изготовления шлицевого вала;
- 2) повышенная прочность вследствие утолщения эвольвентных зубьев к их основанию;
- 3) лучшее центрирование сопрягаемых деталей и способность эвольвентных втулок самоустанавливаться на валу под нагрузкой.

Центрируют по D и по боковым граням.

Треугольные шлицы

Применяются для неподвижных соединений и передачи небольших крутящих моментов.

Центрируются только по боковым сторонам зубьев.

Неразъемные соединения

Сварка – технологический процесс создания неразъемного соединения твердых тел путем местного сплавления.

В настоящее время существует большое число видов сварки и способов их осуществления. Столь же многочисленны и условные обозначения швов сварных соединений и способов сварки. Поэтому, изучая эту тему, ознакомимся только с основными понятиями этого вида неразъемного соединения, некоторыми условными обозначениями.

Сварной шов – затвердевший после расплавления металл, соединяющий свариваемые детали.

Совокупность деталей, соединенных сварным швом, называется *сварным соединением*.

По способу исполнения различают сварку плавлением и сварку давлением.

Сварку плавлением разделяют на дуговую, электрошлаковую, газовую, газоплазменную, электроннолучевую, термитную.

К сварке давлением относится электрическая контактная сварка, газопрессовая сварка, сварка с нагревом трением, холодная сварка.

По способу взаимного расположения свариваемых изделий различают соединения стыковые (С), угловые (У), тавровые (Т), внахлестку (Н) (рис. 53, а–г).

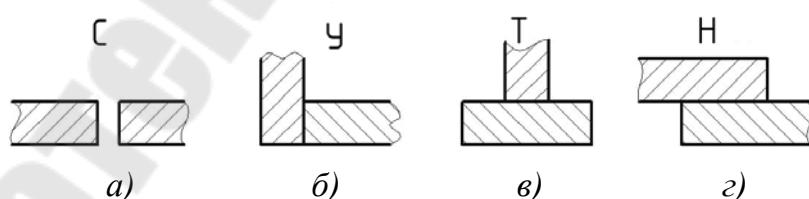


Рис. 53. Виды взаимного расположения швов

В стыковых соединениях свариваемые изделия соединяются торцами, а поверхности одной части детали являются продолжением поверхности другой части.

В угловых соединениях свариваемые части изделий расположены под углом и соединяются по кромкам. В зависимости от конструкции

угол может быть прямым или отличным от него. В тавровых соединениях торец одного изделия соединяется с поверхностью другого, в соединениях внахлестку поверхности частично перекрывают друг друга.

Сварные швы классифицируются:

- 1) по протяженности: непрерывные, прерывистые (с шахматным и цепным расположением, точечные);
- 2) по положению в пространстве: нижние, вертикальные, горизонтальные, потолочные;
- 3) по внешней форме шва: выпуклые, плоские, вогнутые;
- 4) по числу проходов: однопроходные или многопроходные;
- 5) по форме подготовки кромок: без скоса кромок, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок, с симметричным скосом и т. д.;
- 6) по характеру выполнения швы бывают односторонние и двусторонние (рис. 54).

Обозначается способ обработки цифрой после буквы способа взаимного расположения деталей.



Рис. 54. Односторонние и двусторонние швы

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений приведены на рис. 55.

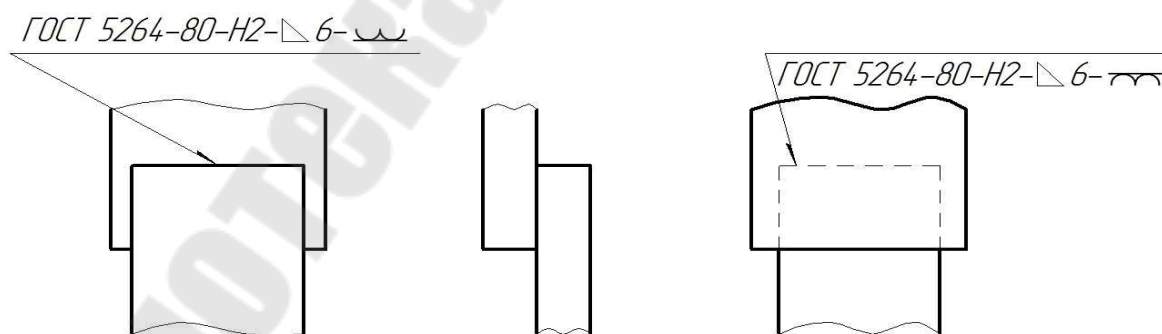


Рис. 55. Изображение и обозначение сварных соединений

Согласно ГОСТ 2.312–72, видимый шов изображается сплошной основной линией, а невидимый – штриховой. Видимую одиночную сварную точку отмечают знаком «+», выполняемым сплошными основными линиями. Невидимые одиночные точки не изображаются.

Условное изображение шва наносится или на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва или одиночной сварной точки с лицевой стороны, или же под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны.

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

Штифты

Штифт – гладкий стальной стержень цилиндрической или конической формы.

Штифт применяют для тесного соединения деталей или для обеспечения точной установки деталей при повторной сборке.

Отверстия под штифты в соединяемых деталях обрабатывают совместно. Штифты удерживаются в соединении силами трения, создаваемыми упругими деформациями материала деталей при сборке штифтового соединения (рис. 56).

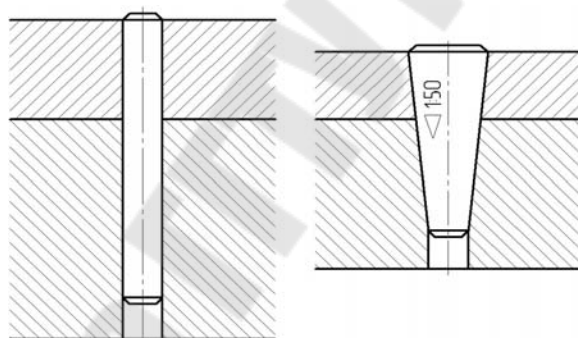


Рис. 56. Штифтовое соединение

Соединения шплинтами

Шплинты применяют для стопорения корончатых гаек и для ограничения осевого перемещения деталей (рис. 57).

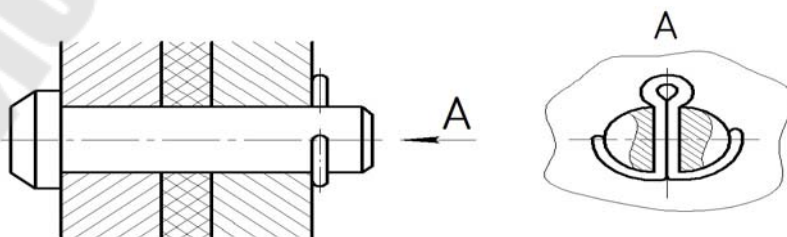


Рис. 57. Соединения шплинтами

Шплинт – деталь, изготовленная из проволоки полукруглого сечения и сложенная вдвое, – петля, образуемая в месте перегиба проволоки, и служит головкой шплинта. На сборочных чертежах соединения шплинтом изображаются в разрезе, но в продольных разрезах шплинт не штрихуется.

8. СОСТАВЛЕНИЕ ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Деталь – изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций.

Сборочная единица – изделие, составные части которого соединяют между собой сборочными операциями (редуктор, клапан, кран, ...).

Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и необходимые данные для ее изготовления и контроля.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображения изделия и другие необходимые данные для его изготовления и сборки.

Чертеж общего вида определяет конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняет принцип работы изделия.

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Эскиз детали – чертеж временного характера, выполненный в произвольном масштабе, «от руки», т. е. без применения чертежных инструментов.

По содержанию эскиз ничем не отличается от чертежа и выполняется с соблюдением всех правил и условностей, предъявляемых ГОСТом к чертежу.

В учебном процессе эскизы выполняются на бумаге в клетку (миллиметровке) стандартных форматов.

Стадии разработки эскизов

Разработка эскизов проходит несколько стадий:

I. *Подготовительная стадия* включает в себя:

1. Осмотр и визуальное изучение детали. При этом необходимо мысленно расчленить деталь на составляющие ее геометрические тела. Такое расчленение помогает представить технологию изготовления данной детали, следовательно, правильно нанести размеры (рис. 58).

2. Определение назначения и принципа работы детали в узле или механизме, материала детали.

3. Подбор главного вида детали.

При этом надо учитывать положение детали при обработке.

Главным является изображение на фронтальной плоскости проекций.

Деталь необходимо располагать относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах детали.

Для деталей типа «оси», «валы», «втулки», «кольца», «винты», «шпильки», «болты» и т. д. осевые линии располагаются на эскизе параллельно основной надписи, так как эти детали располагаются в процессе обработки на станке горизонтально.

Для деталей, получаемых литьем, главный вид выполняется так, как они располагаются в процессе сборки или разметки на разметочной плите. К таким деталям относятся корпуса машин, крышки, стойки и т. д. Штампованные детали на главном виде располагаются в соответствии с их расположением в процессе штамповки.

4. Определение необходимого и достаточного количества видов, разрезов, сечений и выносных элементов.

Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного понимания формы и размеров детали.

В этом случае использование местных видов и разрезов позволяет обойтись меньшим числом основных видов и делает чертеж более компактным.

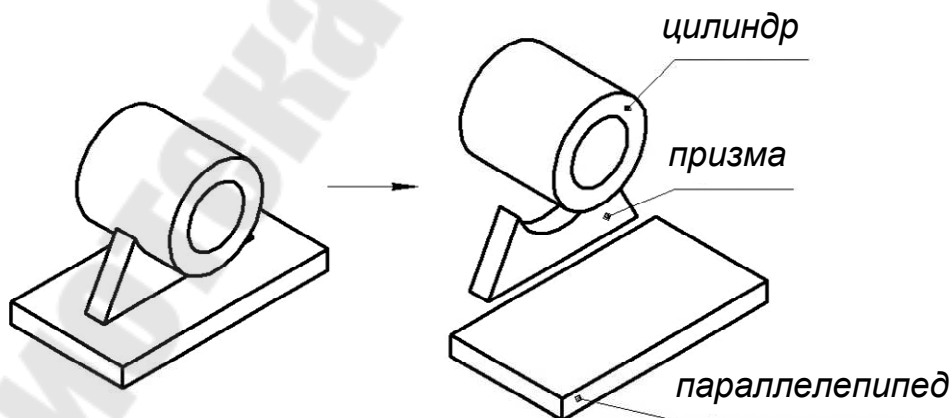


Рис. 58. Составные части детали

II. Основная стадия включает следующее:

1. Выбор соответствующего формата места для эскиза той или иной детали. Мелкие детали изображают в увеличенном виде, сохра-

няя пропорциональное соотношение размеров детали. Наносится рамка чертежа и границы основной надписи.

2. Определяют на глаз соотношение габаритных размеров детали, наносят оси симметрии, изображают в виде □ и Δ основные виды, разрезы, сечения и т. д. Необходимо между изображениями оставить свободное место для последующего нанесения размеров.

3. Нанести центровые линии отверстий, пазов, выступов.

4. Вычертить очертания внешнего контура детали на выбранных видах, учитывая конструктивные и технологические элементы – скругления, фаски, проточки, канавки, уклоны и т. д.

5. Выполнить разрезы и сечения, чтобы выявить внутреннее строение детали.

6. Выполнить необходимые дополнительные и местные виды, выносные элементы.

7. Проверить правильность выполненных изображений и обвести чертеж.

8. Нанести сетку выносных и размерных линий и проставить размеры, предварительно измерив их с помощью измерительного инструмента.

9. Выполнить необходимые надписи и заполнить основную надпись.

Основные требования к нанесению размеров

Рассмотрим основные требования к нанесению размеров.

1. Общее количество размеров на эскизе должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля детали.

2. Не допускается наносить размеры в виде замкнутой цепи, за исключением, когда один размер указан как справочный (рис. 59).

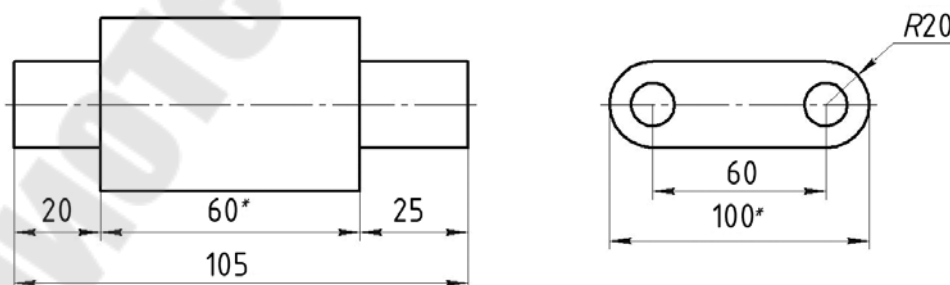


Рис. 59. Пример простановки размеров

3. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения, чтобы не затруднять чтение чертежа.

4. Если вид или разрез симметричной детали изображают только до оси симметрии или/и обрывом, то размерные линии проводят с обрывом размерной линии дальше оси или линии обрыва изображения (рис. 60).

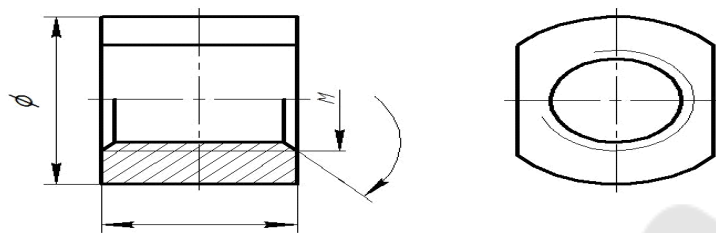


Рис. 60. Простановка размеров на симметричной детали

5. Необходимо избегать пересечения размерных линий между собой (рис. 61).

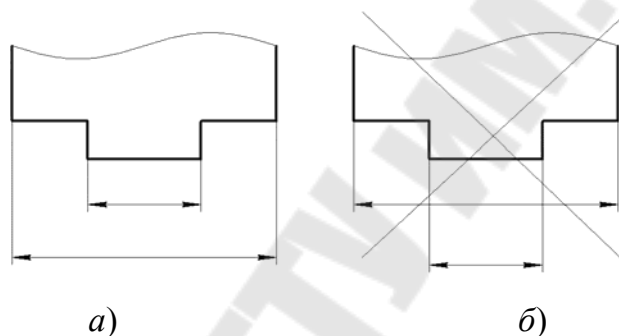


Рис. 61. Пример простановки размеров:
а – правильно; б – неправильно

6. Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу, рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно. Например, размеры шпоночной канавки (рис. 62).

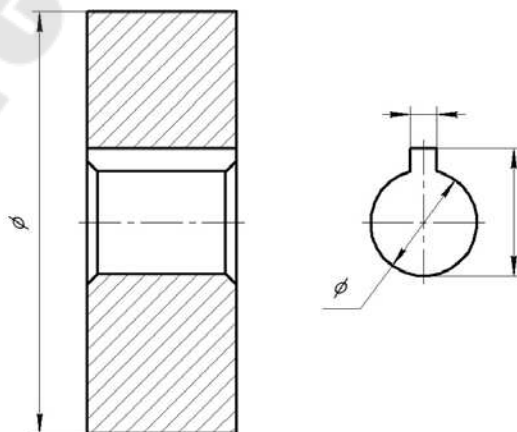


Рис. 62. Группирование размеров отдельных элементов

7. При нанесении размеров на эскизах деталей, имеющих сложную форму, следует группировать отдельно размеры, характеризующие внутренние очертания (рис. 63).

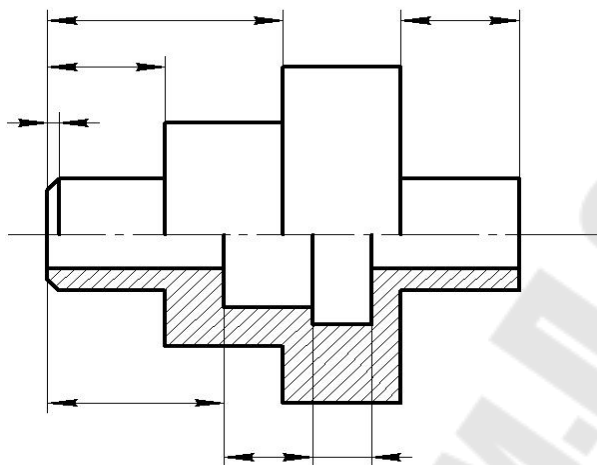


Рис. 63. Группирование размеров внутренних и внешних очертаний детали

8. Для деталей, представляющих тела вращения, размеры диаметров следует наносить на изображениях, где эти поверхности проектируются образующими (рис. 64).

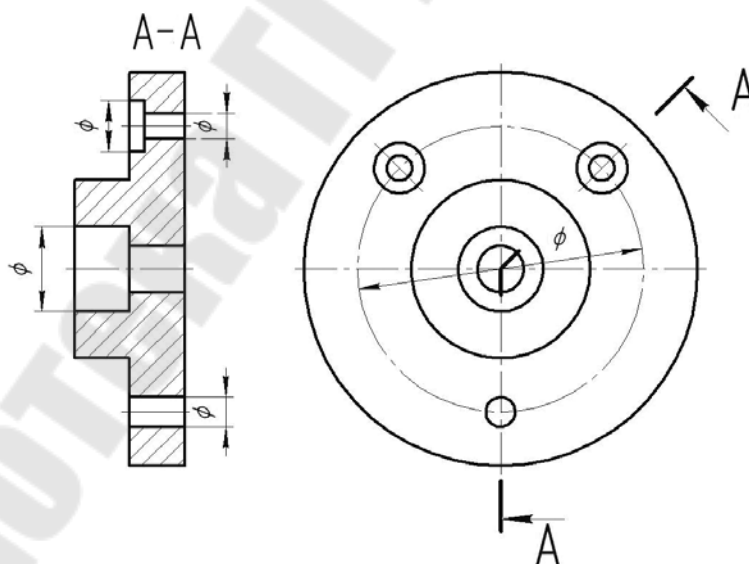


Рис. 64. Нанесение размеров тел вращения

9. Размеры наносят на чертеж только один раз и на том изображении, где наиболее понятно, какую поверхность этот размер описывает (рис. 65).

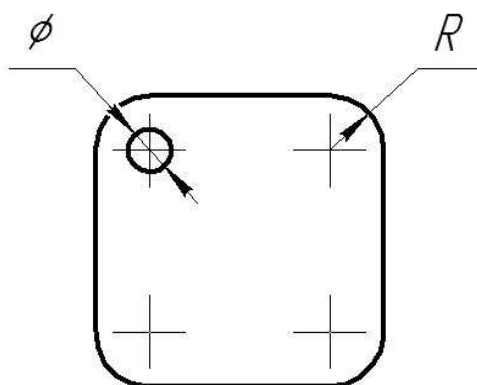


Рис. 65. Нанесение размеров повторяющихся элементов

10. Размеры повторяющихся элементов при симметричном их расположении указывают только для одного элемента (рис. 65).

11. Для повторяющихся размеров, определяющих расстояния между одинаковыми элементами предмета (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепочек наносить один размер между соседними элементами с указанием в записи под размерной линией между крайними элементами количества промежутков и размера промежутка (рис. 66).

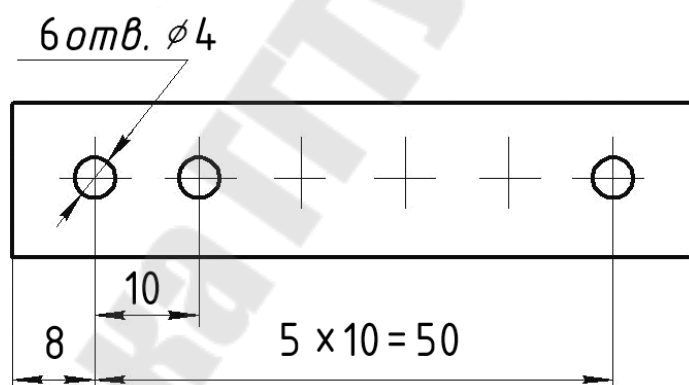


Рис. 66. Указание повторяющихся размеров

Вместо многократного повторения размеров одинаковых элементов (отверстий, пазов и т. д.) рекомендуется наносить размер одного элемента с указанием количества таких элементов (запись 6-го отверстия $\phi 4$).

12. Если отверстия расположены по окружности на одинаковом расстоянии друг от друга, то размеры между их центрами обычно не проставляются (рис. 67).

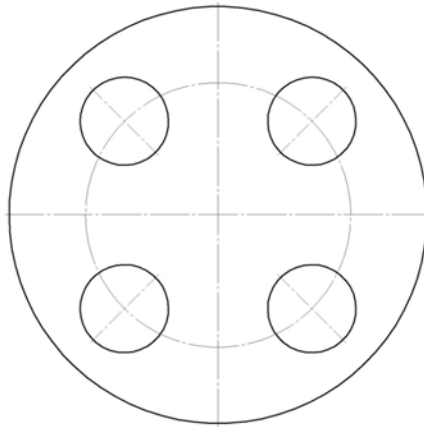


Рис. 67. Изображение отверстий, равномерно расположенных по окружности

13. При нанесении размеров отверстий, имеющих одинаковый диаметр, можно вычертить только одно отверстие, а остальные обозначить центровыми линиями.

Не допускается:

1. Проставлять размеры от невидимого контура.
2. Использовать в качестве размерных линий контурные, осевые, центровые и выносные линии.
3. Разделять или пересекать размерные числа какими бы то ни было линиями.
4. Наносить размерные числа в месте пересечения двух линий (в случае необходимости допускается прервать осевую линию для простановки размерного числа).

Способы простановки размеров:

- 1) цепной;
- 2) базовый;
- 3) комбинированный.

Цепной способ обеспечивает точность расположения каждого последующего элемента относительно предыдущего. Однако точность расположения элементов относительно некоторой общей базы A последовательно уменьшается.

База – поверхность, линия, точка, по отношению к которой данная деталь ориентируется в механизме (конструкторская база) или при обработке (технологическая база).

Цепной способ применяют, например, для простановки размеров межосевых расстояний отверстий для валов в корпусах зубчатых передач, где важны именно эти расстояния (рис. 68).

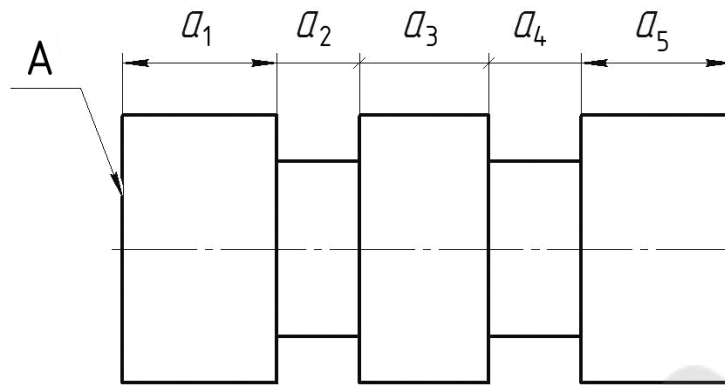


Рис. 68. Цепное расположение размеров

При координатном способе размеры проставляют от одной базы А. Этим обеспечивается точность расстояний всех элементов от базы, но снижается точность расстояний между самими элементами. Например, ошибка расстояния между вторым и третьим элементами будет равна сумме ошибок размеров a_2 и a_3 (рис. 69).

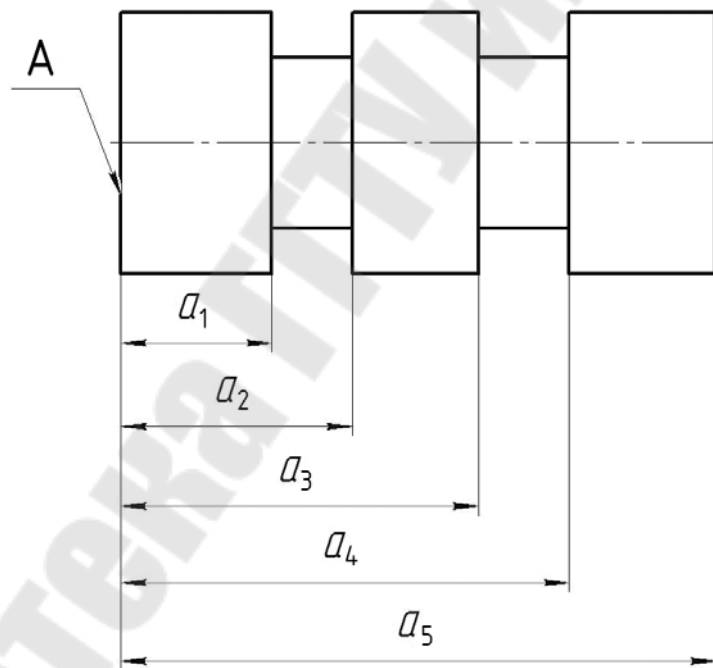


Рис. 69. Координатный способ расположения размеров

Комбинированный способ состоит из цепного и координатного. Его используют для уменьшения ошибок в наиболее точных размерах.

Выбор рационального способа простановки размеров определяется конструктивными и технологическими требованиями в каждом конкретном случае (рис. 70).

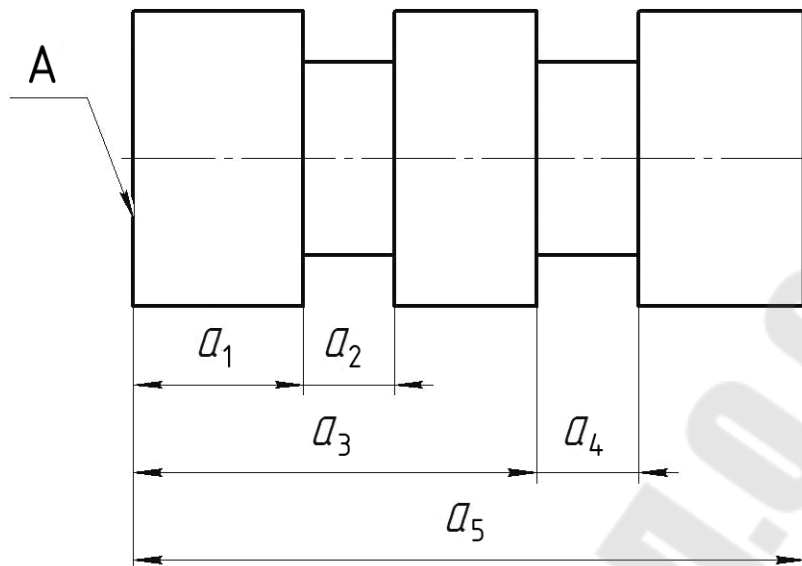


Рис. 70. Комбинированное расположение размеров

Составление эскизов типовых деталей машин.

Эскиз зубчатого колеса

Зубчатое колесо – это элемент зубчатой передачи, который является наиболее распространенным видом механических передач.

Зубчатая передача состоит из двух сцепляющихся элементов – зубчатых колес. Зубчатое колесо с меньшим количеством зубьев называют шестерней, с большим – колесом. При одинаковом числе зубьев ведущее колесо – шестерня, ведомое – колесо.

Зубчатые колеса бывают цилиндрическими (передают вращение между параллельными осями); коническими (передают вращение между перпендикулярными осями); червячными (передают вращение между скрещивающимися осями вращения). По форме зубьев: прямозубые, косозубые, шевронные.

Параметры зубчатого зацепления

Представим два цилиндрических катка, которые вращаются навстречу без скольжения (рис. 71).

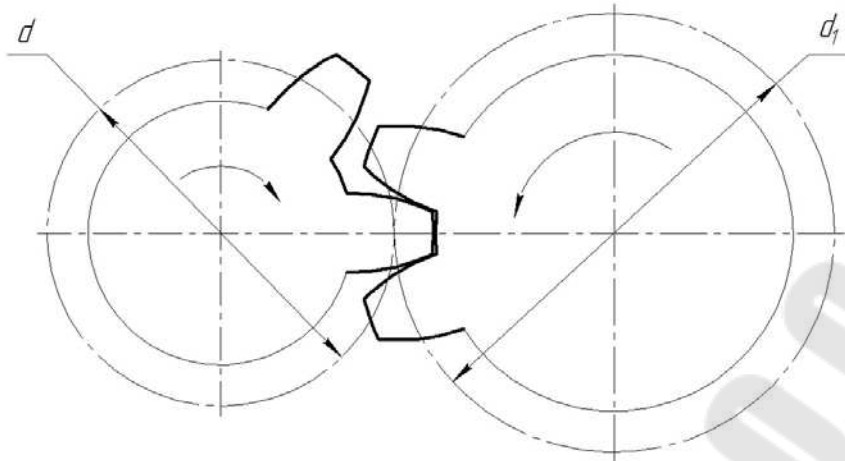


Рис. 71. Эскиз зубчатого зацепления

Выполним на поверхности катков выступы и впадины с эвольвентным профилем. Окружности d и d_1 называются делительными или начальными

Межцентровое расстояние (рис. 72):

$$A = (d + d_1) / 2.$$

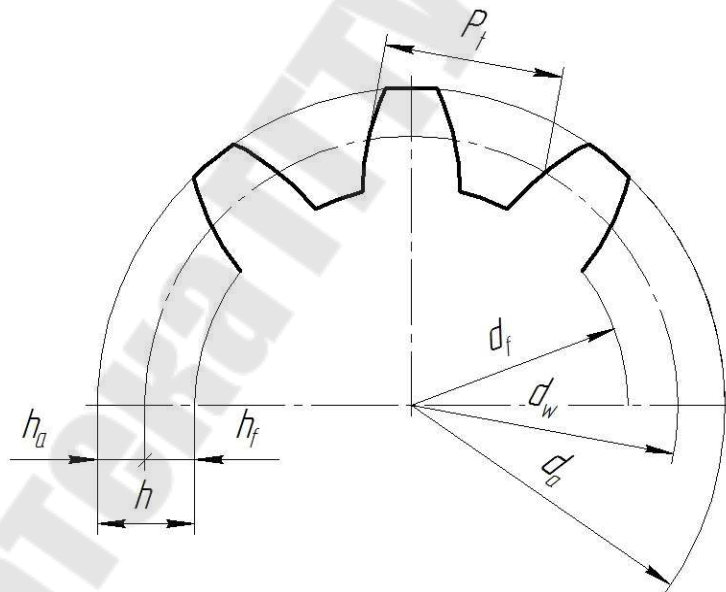


Рис. 72. Параметры зубчатого венца

Модуль – длина делительной (начальной) окружности, приходящаяся на один зуб:

$$m = P_t / \pi.$$

Остальные размеры в зубчатом колесе находятся из соотношений:

$$d = mz; \quad d_a = m(z + 2); \quad d_f = m(z - 2,5);$$

$$h_a = m; \quad h_f = 1,25m; \quad h = 2,25m,$$

где z – число зубьев; d_a – окружность выступов проходит через вершины зубьев; d_f – окружность впадин проходит через основание зубьев; P_t – шаг зацепления – расстояние между соответствующими точками на смежных зубьях, измеренное по начальной окружности.

ГОСТом предусмотрены 2 ряда стандартных модулей. В зубчатом зацеплении могут участвовать колеса только с одинаковым модулем.

На эскизах и чертежах зубчатые колеса выполняются в разрезе фронтальной плоскостью на главном виде. На виде слева изображаются отдельные элементы, размеры которых не могут быть нанесены на главном виде. В случае особо сложных конструкций колес (наличие спиц, сложный диск с отверстиями, сложная ступица) выполняется вид слева. В этом случае зубья не вычерчивают, а изображают условно.

Окружность выступов – сплошная основная; впадин – сплошная тонкая; делительная – штрихпунктирная тонкая линия.

Конструктивные элементы зубчатых колес

Конструктивные элементы зубчатого колеса даны на рис. 73.

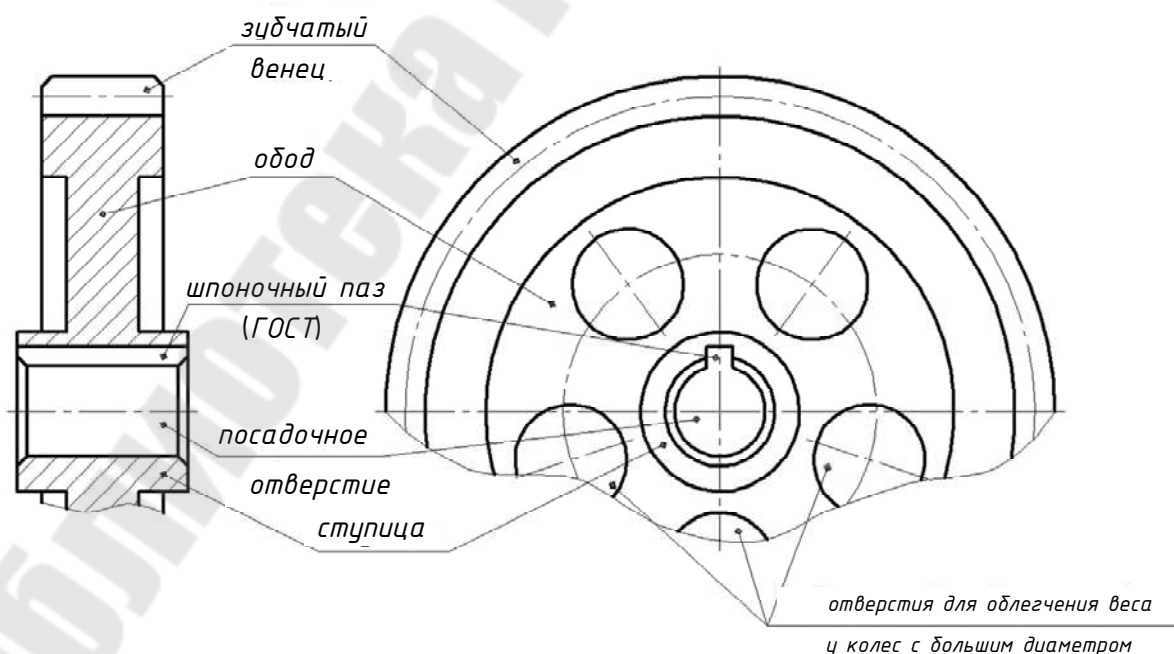


Рис. 73. Конструктивные элементы зубчатого колеса

Зуб показывают нерассеченным, т. е. незаштрихованным, как при четном, так и при нечетном количестве зубьев.

Профилирование зуба выполняется стандартным режущим инструментом, поэтому сложные построения профиля зубьев для рабочих чертежей деталей не применяются. Размеры профиля зубьев не указываются. В табличной форме приводятся основные параметры. Таблицу располагают в правом верхнем углу чертежа. Размеры и положение таблицы на чертеже определяется ГОСТом.

Выполнение эскиза вала

Поверхности, ограничивающие вал, кроме торцевых, представляют поверхности вращения.

Перед выполнением эскиза вала мысленно разбиваем его на составляющие поверхности вращения с отдельными конструктивными элементами (шпоночные канавки, проточки, буртики, отверстия, лыски). При этом нужно продумать последовательность технологической обработки вала. Так как вал обрабатывается преимущественно на токарных станках, его ось на листе располагается параллельно основной надписи.

Эскиз вала выполняется в следующей последовательности:

1. Проводится продольная ось вала.
2. Тонкими линиями обводится граница участков, на которые мысленно был расчленен вал (соблюдая пропорциональное соотношение «диаметр—длина»).
3. Выполняются все выносные элементы, сечения, разрезы.
4. Наносится штриховка.
5. Наносится сетка выносных и размерных линий.
6. Производится обводка чертежа.
7. Деталь обмеряется и проставляются размерные числа с соответствующими условными знаками. Основной базой вала служит правая торцевая плоскость, от которой отсчитаны все линейные размеры.
8. Заполняются таблицы, технические требования.
9. Оформляется основная надпись.

Если вал, помимо наружных поверхностей вращения, ограничен соосными с ним внутренними поверхностями вращения, то в качестве главного вида обычно принимают фронтальный разрез.

В тех случаях, когда вал имеет ступенчатое отверстие, главный вид располагают так, чтобы ступени большего диаметра располагались правее ступеней меньшего диаметра. Главное изображение вала,

имеющего отверстия конической формы, располагают так, чтобы вершина конической поверхности находилась слева.

Формы проточек для выхода фрезеобразующего инструмента и канавки для выхода шлифовального круга уточняются на выносных элементах (рис. 74).

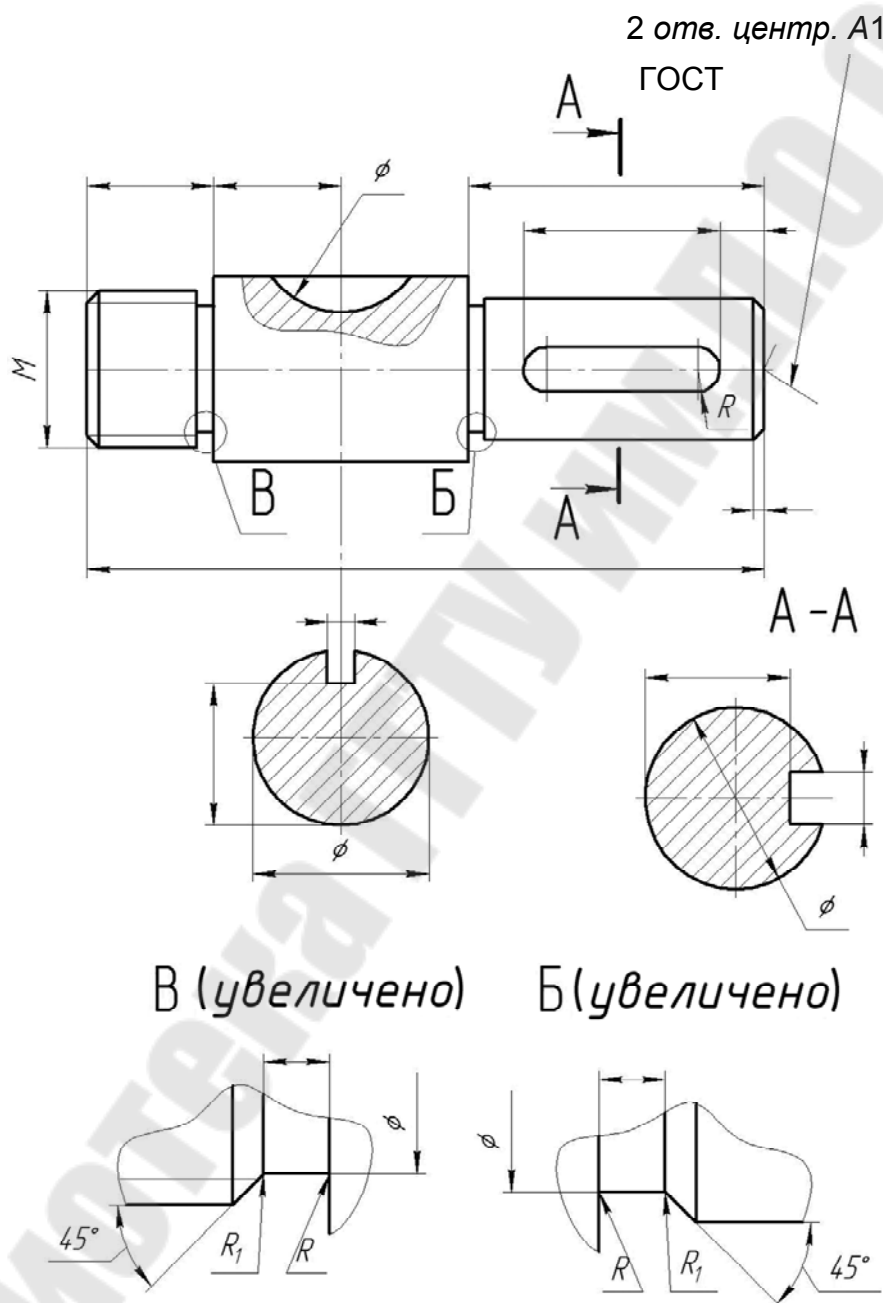


Рис. 74. Выполнение эскиза вала

Если у вала имеются одинаковые выносные элементы, то обозначаются все, а вычерчивается один из них (рис. 75).

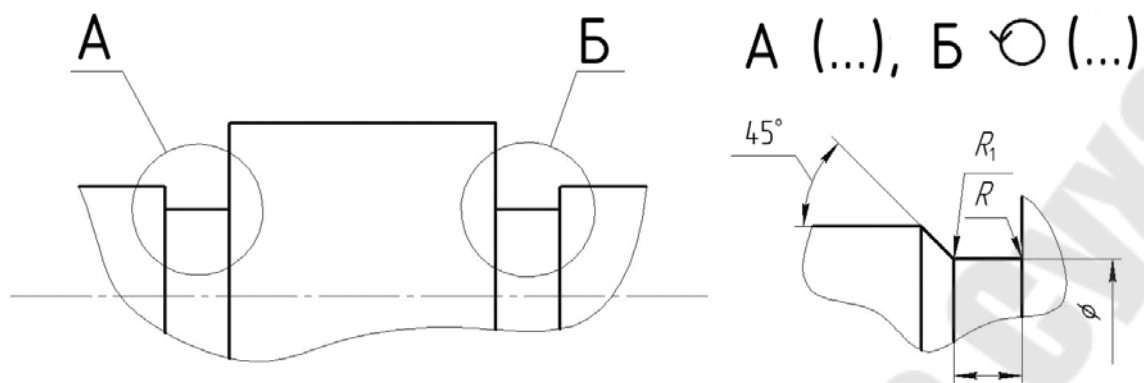


Рис. 75. Изображение одинаковых выносных элементов

Порядок выполнения эскиза детали нетиповой формы был рассмотрен ранее.

9. СЪЕМКА ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ И ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА

Правила выполнения эскизов деталей были рассмотрены выше. Поговорим о составлении чертежа общего вида (ЧОВ).

ЧОВ содержит изображение сборочной единицы с ее видами, разрезами, сечениями, текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия, а также данные о составе изделия. По ЧОВ возможна разработка чертежей деталей и сборочных единиц без дополнительных разъяснений.

Число необходимых изображений на ЧОВ выбирают, исходя из сложности изделия.

Главное изображение на ЧОВ должно давать наиболее полное представление об устройстве, форме и размерах изделия. Сборочная единица на главном изображении должна быть расположена в функциональном рабочем положении.

Минимальное число изображений равно числу изображений самой сложной детали сборочной единицы. Чаще всего это корпус. Затем определяют, какие еще дополнительные изображения необходимо выполнить, чтобы показать конструкцию деталей, не выявленную при изображении минимального количества видов. Остановившись на определенном количестве изображений, выбирают масштаб чертежа и формат, на котором будут выполнять ЧОВ.

Размеры на чертеже общего вида

Размеры на чертеже общего вида могут быть следующими:

1. Габаритные: высота, длина, ширина изделия. Если какой-то из этих размеров является переменным вследствие перемещения деталей, то следует указывать оба предельных значения размеров – наибольший и наименьший. Например, 120–180.

2. Установочные и присоединительные, указывающие положение сборочной единицы в изделии, например, расстояние между осями отверстий во фланцах для присоединения к другому изделию, расстояние между осями под фундаментные болты и т. п.

Если внешняя присоединительная связь осуществляется зубчатыми колесами, то указывают значение модуля и число зубьев.

3. Монтажные размеры необходимы для правильного монтажа составных частей изделия, например, расстояние между осями валов, величины зазоров, расстояние от оси до привалочной плоскости и т. д.

4. Эксплуатационные размеры, указывающие крайнее положение движущихся частей изделия, размеры «под ключ», резьба для присоединения приграничных деталей, размеры отверстий для прохода жидкости и прочие размеры, которые конструктор считает необходимым проставить для данной сборочной единицы.

В большинстве случаев ЧОВ выполняют с разрезами, позволяющими выявить характер соединения деталей.

Разрезы применяются простые и сложные, полные и местные. Если изображаемое изделие проецируется в форме симметричной фигуры, то рекомендуется в одном изображении совместить половину соответствующего разреза или вида и часть разреза.

Во многих случаях при выполнении ЧОВ или СБЧ (сборочных чертежей) в разрезе попадают сплошные непустотельные детали типа валов, болтов, шпилек, шпонок, шариков и т. д. Подобные детали условно считаются неразрезаемыми и при сечении в *продольном* направлении их не штрихуют, т. е. вычерчивают как виды. В *поперечном* направлении детали разрезают и штрихуют.

Штриховка одной и той же детали должна на всех ее изображениях выполняться в одну сторону с соблюдением одинакового расстояния между линиями.

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм (прокладки, шайбы и т. п.), допускается показывать зачерченными.

Штриховку в сечениях двух смежных деталей следует выполнять с наклоном в разные стороны, т. е. встречной штриховкой. В случае соприкосновения двух и более деталей следует изменить расстояние между линиями штриховки или сдвинуть эти линии относительно друг друга (рис. 76).

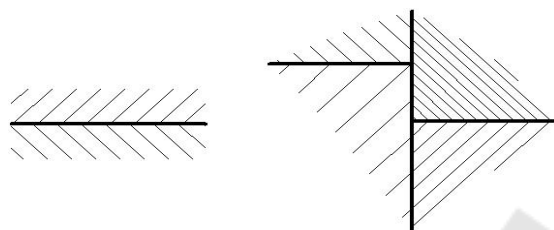


Рис. 76. Направление штриховки

Сварные, паяные, клеевые изделия штрихуются как монолитные, т. е. в одну сторону изображая границы между деталями сварного изделия сплошными основными линиями.

На разрезах нерассеченными допускается изображать изделия, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи. Допускается контурное очертание составных частей изделия, если их широко применяют в производстве. Например, типовые покупные изделия.

Существуют следующие условия, которые необходимо учитывать при выполнении ЧОВ (СБЧ).

1. Перемещающиеся части изделия можно изображать в крайнем или промежуточном положении. Допускается вычерчивать 2 крайних положения. При этом одно из них показывается штрихпунктирной линией. Иногда вместо вычерчивания одного из крайних положений указывают величину хода подвижной детали (рис. 77).

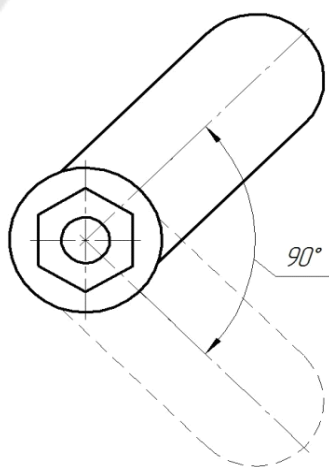


Рис. 77. Пример изображения перемещающихся частей изделия

2. Клапанные устройства вентилях, задвижек, насосов показывают в закрытом положении. Краны трубопроводов изображают открытыми. Тиски и другие зажимные приспособления можно показывать в промежуточном положении.

3. Крышки сальников, накладные гайки, зажимные втулки показывают в крайнем выдвинутом положении (недовинченными) (рис. 78).

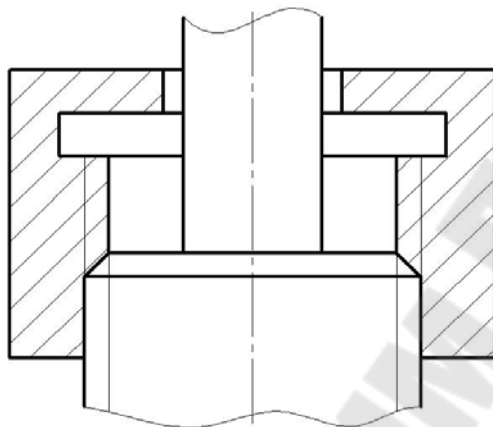


Рис. 78. Соединение с применением накладной гайки

Шестигранные гайки, головки болтов показывают на главном изображении тремя гранями (рис. 79).

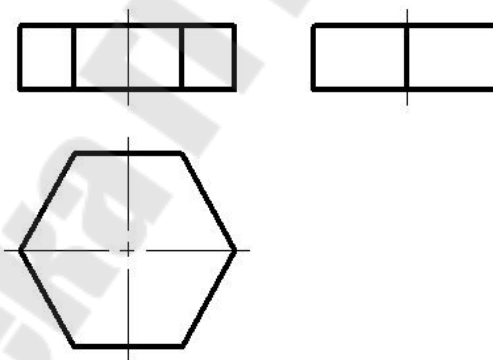


Рис. 79. Изображение шестигранных тел

Для сокращения количества изображений допускается изображать в разрезе отверстия и крепежные детали, расположенные на круглом фланце, когда они не попадают в секущую плоскость (рис. 80).

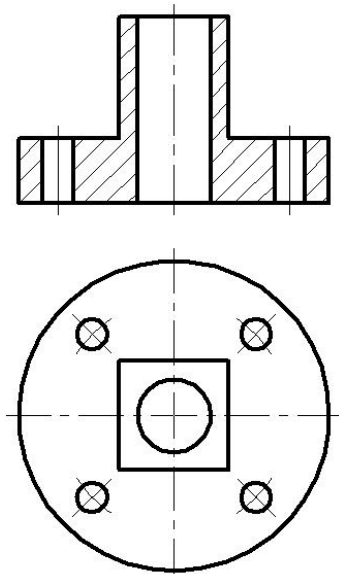


Рис. 80. Отверстия на круглом фланце

Условные изображения пружин на чертежах общего вида

Пружины сжатия в сборочных единицах, как правило, располагают в отверстиях или на стержне, которые служат направляющими их продольного перемещения и предохраняют от поперечного изгиба. Изделия, расположенные за пружиной, изображаются только до осевой линии (рис. 81).

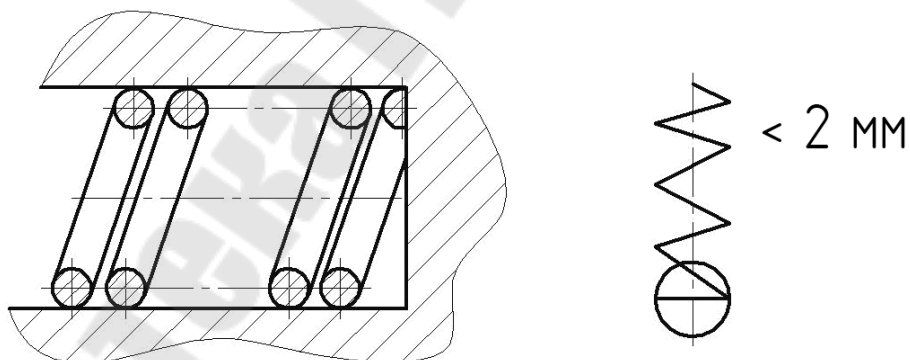


Рис. 81. Изображение пружин на чертежах общего вида и сборочном чертеже

При вычерчивании винтов пружины с числом витков более четырех показывают с каждого конца пружины 1–2 витка, кроме опорных. Остальные витки не изображают, а проводят осевую линию через центры витков. Допускается в разрезе изображать только сечения витков (рис. 82).

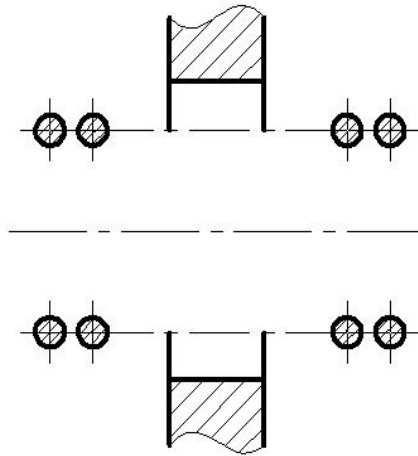


Рис. 82. Изображение сечений витков пружины

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные.

Фаски, проточки, скругления и другие мелкие элементы допускается не показывать, если их отсутствие не влияет на представление о форме детали.

Также можно не показывать крышки, щиты, кожухи, если необходимо показать расположенные за ними элементы. В этом случае под изображением делают надпись «Крышка не показана» или «поз. 3 не показана».

Порядок простановки позиций на чертежах общего вида

Каждая деталь сборочной единицы имеет на чертеже свой порядковый номер, называемый номером позиции.

Номера позиций наносят шрифтом на 1–2 номера больше, чем шрифт размеров на чертеже. Цифры ставятся на полках линий-выносок. Номера позиций наносятся на том изображении, где деталь считается видимой.

Номера позиций располагают в одну линию параллельно основной надписи, вне контура изображения или группируют в колонку. Линии-выноски не должны пересекаться между собой и не должны быть параллельны линиям штриховки. Заканчивается линия-выноска точкой на детали. Номер позиции наносится на чертеже, как правило, один раз. Если необходимо повторно указать номер позиции одинаковых частей, их выделяют двойной полкой (рис. 83).

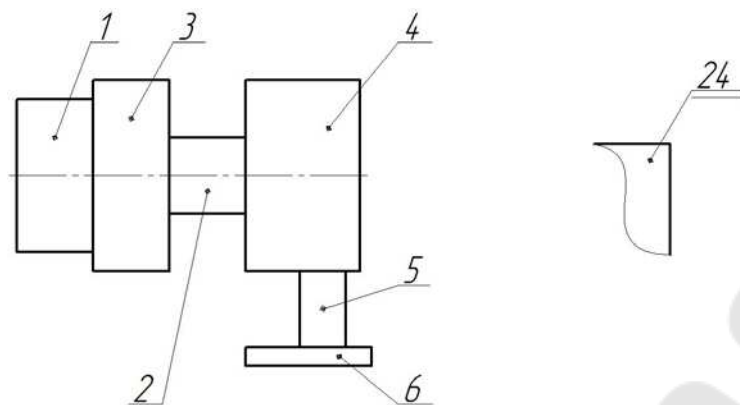


Рис. 83. Простановка номеров позиций

Для групп крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления, допускается делать общую линию выноски (рис. 84).

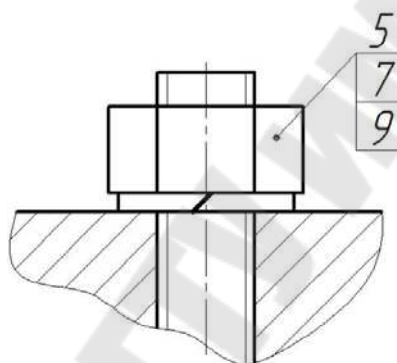


Рис. 84. Пример общей линии-выноски

Составление спецификации (ГОСТ 2.306–96)

Чертеж общего вида сопровождается спецификацией.

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы.

Состоит из следующих основных разделов: 1) документация; 2) комплексы; 3) сборочные единицы; 4) детали; 5) стандартные изделия; 6) прочие изделия; 7) материалы; 8) комплекты.

Наименование каждого раздела указывают в графе «Наименование» и подчеркивают сплошной тонкой линией. В графе «Формат» указываются форматы документов. В разделе «Детали» в учебных чертежах указываются наименования деталей по порядку сборки. В разделе «Стандартные изделия» указываются по группам функционального назначения (подшипники, крепежные изделия, электротехнические изделия и т. д.). В разделе «Материалы» – металлы черные, металлы цветные, провода, пластмасса, бумага и текстиль, резина и кожа.

10. ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА

Детализацией называется выполнение чертежей деталей по чертежам общего вида.

Порядок детализации следующий:

1. Ознакомиться с содержанием основной надписи, установить наименование, масштаб чертежа.
2. Ознакомиться с содержанием и особенностями чертежа, выяснить виды, разрезы, сечения, в которых представлено изделие.
3. Ознакомиться с описанием узла.
4. Ознакомиться с содержанием спецификации: наименование деталей и материалов, из которых они изготовлены.
5. Установить характер соединения отдельных частей между собой.
6. Выяснить порядок сборки и разборки изделия.

Чертеж общего вида изделия (сборочный чертеж) представлен на рис. 85.

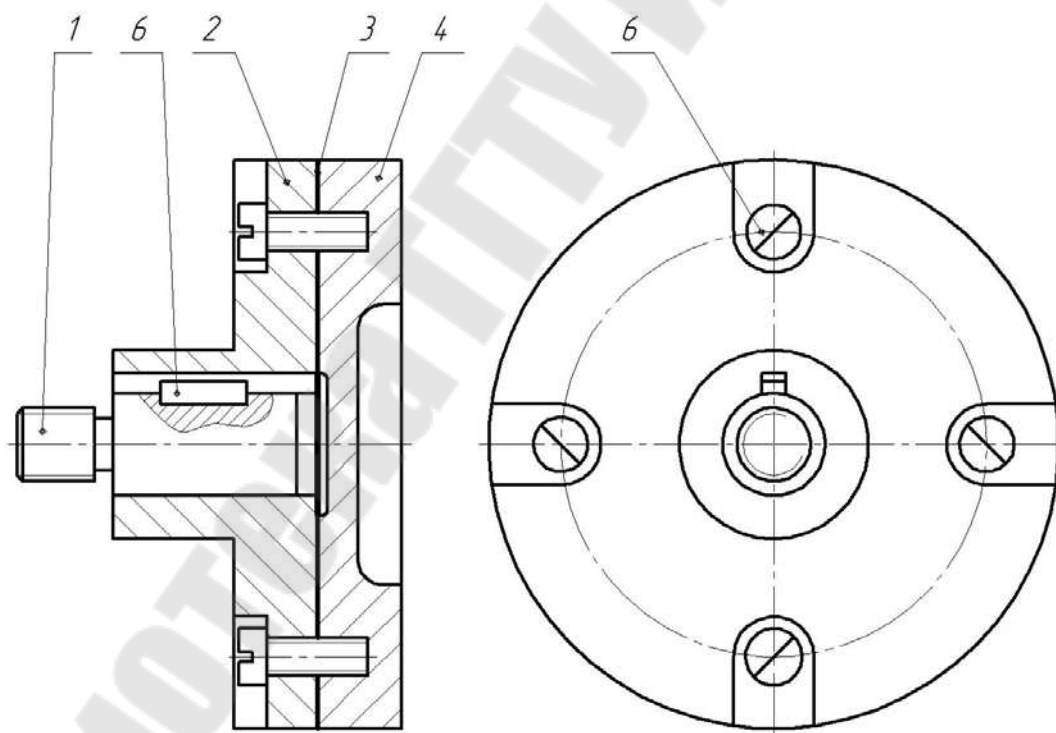


Рис. 85. Чертеж общего вида изделия (сборочный чертеж)

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.301–68. Форматы.
2. ГОСТ 2.104–68. Основные надписи.
3. ГОСТ 2.305–68. Изображения – виды, разрезы, сечения.
4. ГОСТ 2.307–68. Нанесение размеров и предельных отклонений.
5. ГОСТ 2.311–68. Изображение резьбы.
6. ГОСТ 2.317–69. Аксонометрические проекции.
7. ГОСТ 2.109–73. Основные требования к чертежам.
8. ГОСТ 2.401–68. Правила выполнения чертежей пружин.
9. ГОСТ 2.403–75. Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес.
10. ГОСТ 2.404–75. Правила выполнения чертежей зубчатых реек.
11. ГОСТ 2.409–74. Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений.
12. ГОСТ 12415–80. Отверстия под концы установочных винтов.
13. ГОСТ 14034–74. Центровые отверстия.
14. ГОСТ 1139–58. Соединения зубчатые (шлицевые) прямобочные.
15. ГОСТ 8820–69. Канавки для выхода шлифовального круга.
16. ГОСТ 10549–80. Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки, фаски.
17. ГОСТ 23360–78. ГОСТ 24071–80. ГОСТ 2323–76. Шпоночные пазы.
18. Новичихина, Л. И. Техническое черчение : справ. пособие / Л. И. Новичихина. – Минск : Выш. шк., 1983. – 222 с.
19. Федоренко, В. А. Справочник по машиностроительному черчению / В. А. Федоренко, А. И. Шошин. – М. : Машиностроение, 1983. – 328 с.
20. Машиностроительное черчение / под ред. Г. П. Вяткина. – М. : Машиностроение, 1985. – 368 с.
21. Суворов, С. Г. Машиностроительное черчение в вопросах и ответах : справочник / С. Г. Суворов, Н. С. Суворова. – М. : Машиностроение, 1984. – 268 с.
22. Козловский, Ю. Г. Аннотированные чертежи деталей машин / Ю. Г. Козловский, В. Ф. Кордаш. – Минск : Выш. шк., 1985. – 224 с.
23. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение / В. С. Левицкий. – М. : Высш. шк., 1988. – 351 с.
24. Новичихина, Л. И. Справочник по техническому черчению / Л. И. Новичихина. – Минск : Книж. дом, 2004. – 320 с.

25. Новичихина, Л. И. Техническое черчение : справ. пособие / Л. И. Новичихина. – Минск : Высш. шк., 2004. – 240 с.

26. Зеленый, П. В. Инженерная графика. Практикум по чертежам сборочных единиц / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова, О. Н. Кучура. – Минск : Новое знание, 2013. – 312 с.

Содержание

1. Проекция фигуры на плоскость проекций	3
2. Комплексный чертёж	5
3. Анализ геометрической формы предмета	6
4. Проекция геометрических тел. Гранные поверхности. Призматические и пирамидальные поверхности	6
Построение проекции призмы со сквозным вырезом.....	7
Построение трех проекций пирамиды. Точка. Линия на поверхности пирамиды.....	8
Построение проекций пирамиды со сквозным вырезом	8
5. Построение проекций поверхностей вращения. Точка, линия на поверхности	9
Цилиндрические сечения	9
Построение проекций сферы (шара)	10
Построение проекций конуса	11
Конические сечения.....	12
6. Изображения	13
Местные виды	15
Дополнительные виды.....	15
Сечения	16
Разрезы.....	19
Простые разрезы	19
7. Соединения	25
Классификация резьб.....	26
Болтовое соединение. Расчет. Условное обозначение	29
Соединение шпилькой.....	30
Соединения шпоночные	32
Шлицевые (зубчатые) соединения	34
Неразъемные соединения	37
Штифты	39
Соединения шплинтами	39
8. Составление эскизов деталей машин.....	40
Стадии разработки эскизов	40
Основные требования к нанесению размеров	42
Составление эскизов типовых деталей машин. Эскиз зубчатого колеса	48
Выполнение эскиза вала.....	51

9. Съемка эскизов деталей сборочной единицы и выполнение чертежа общего вида.....	53
Размеры на чертеже общего вида.....	54
Условные изображения пружин на чертежах общего вида.....	57
Порядок простановки позиций.....	58
Составление спецификации (ГОСТ 2.306–96).....	59
10. Детализация чертежа общего вида.....	60
Литература.....	61

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Практикум для студентов технических специальностей заочной формы обучения

Составители: **Моисеенко** Ирина Федоровна
Мурашко Ольга Петровна
Шматок Евгений Викторович

Электронный аналог печатного издания

Редактор
Компьютерная верстка

Т. Н. Мисюрова
Н. Б. Козловская

Подписано в печать 09.07.18.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 4,12.

Изд. № 38.

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение
Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого.
Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя
печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.
пр. Октября, 48, 246746, г. Гомель