

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНАЯ И МАШИННАЯ ГРАФИКА

Рекомендовано

*учебно-методическим объединением высших учебных заведений
Республики Беларусь по образованию в области природопользования
и лесного хозяйства в качестве учебно-методического пособия для студентов
высших учебных заведений по специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство»
и учебно-методическим объединением высших учебных заведений
Республики Беларусь по химико-технологическому образованию в качестве
учебно-методического пособия для студентов высших учебных заведений
по специальности 1-47 01 01 «Издательское дело»*

Минск 2010

УДК 744.4+004.92(075.8)
ББК 30.11я73
И62

Авторы:

В. Н. Стругов, В. С. Исаченков, С. В. Ращупкин, В. И. Гиль

Рецензенты:

кафедра инженерной графики Белорусского государственного
университета информатики и радиоэлектроники
(заведующий кафедрой кандидат технических наук, доцент *В. А. Столер*);
кандидат педагогических наук, доцент кафедры инженерной графики
и САПР Белорусского государственного аграрного
технического университета *О. В. Ярошевич*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Инженерная и машинная графика : учеб.-метод. пособие
И62 для студентов специальностей 1-75 01 01 «Лесное хозяйство»,
1-47 01 01 «Издательское дело» / В. Н. Стругов [и др.]. – Минск :
БГТУ, 2010. – 71 с.
ISBN 978-985-530-009-1.

Пособие содержит краткий теоретический материал, методические указания, примеры выполнения индивидуальных заданий и контрольные вопросы для проведения практических занятий и подготовки студентов к зачету по дисциплине «Инженерная и машинная графика».

Предназначено для студентов специальностей 1-75 01 01 «Лесное хозяйство», 1-47 01 01 «Издательское дело».

УДК 744.4+004.92(075.8)
ББК 30.11я73

ISBN 978-985-530-009-1

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2010

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика, включающая элементы начертательной геометрии и проекционного черчения, помогает обеспечить системное и грамотное изучение предметов окружающего нас мира, соотношения между ними, что в конечном счете создает условия для решения конкретных практических задач.

Начертательная геометрия как одна из ветвей геометрии имеет ту же цель, что и геометрия вообще – изучение окружающего нас мира. Вместе с тем начертательную геометрию выделяет то обстоятельство, что она для решения общегеометрических задач использует графический путь, при котором геометрические свойства фигур изучаются непосредственно по *чертежу*. В то время как в других ветвях геометрии чертеж является вспомогательным средством (так как с его помощью лишь иллюстрируются свойства фигур), в начертательной геометрии он – основное средство изучения свойств фигур.

Для того чтобы чертеж стал геометрически равноценным изображаемой фигуре (оригиналу), он должен быть построен по определенным геометрическим законам. В начертательной геометрии каждый чертеж строится при помощи *метода проецирования*, поэтому чертежи, применяемые в начертательной геометрии, называются проекционными. При их выполнении широко используются проекционные свойства фигур, благодаря чему изображение обладает такими геометрическими свойствами, по которым можно судить о свойствах самого оригинала.

Как и всякая другая наука, инженерная графика, основой которой является начертательная геометрия, возникла из практической деятельности человечества.

Создание и развитие основ начертательной геометрии было тесно связано с возрастающими потребностями в разработке теории изображений. Поэтому новая наука сразу же завоевала прочное положение в технической школе как одна из основных дисциплин инженерного образования.

Таким образом, содержанием инженерной графики является:

- исследование способов построения проекционных чертежей;
- решение геометрических задач, относящихся к пространственным фигурам;
- приложение способов начертательной геометрии к исследованию практических и теоретических вопросов науки и техники.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

В учебно-методическом пособии приведены примеры и рассмотрен порядок выполнения четырнадцати заданий, которые в полном объеме охватывают изучаемый по дисциплине материал. Студенты специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» выполняют все задания; специальности 1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии» и 1-26 02 03 «Маркетинг» – все, кроме № 11 и 12; специальности 1-47 01 01 «Издательское дело» – только задания № 1, 7, 8, 9, 11, 13 и 14.

Задание № 10 приведено как факультативное для всех специальностей.

В задании № 1 рассмотрена задача построения по наглядному изображению (аксонометрическому чертежу) трех проекций предмета (детали) с рекомендациями по их рациональному размещению на формате чертежа, требованиями при определении главного вида детали, пояснениями по нанесению размеров.

В заданиях № 2 и 3 подробно с необходимыми пояснениями рассмотрены вопросы построения точек и линий, расположенных на поверхностях многогранников и поверхностях вращения.

В заданиях № 4, 5, 6 изучаются особенности и принципы построения проекций поверхностей многогранников и поверхностей вращения, рассеченных плоскостями частного положения (фронтально- и профильно-проецирующих и плоскостями уровня), порядок построения разверток боковых поверхностей призмы, пирамиды, цилиндра и конуса, рассеченных плоскостями частного положения, а также построение аксонометрических чертежей перечисленных фигур.

В заданиях № 7 и 8 рассмотрены и теоретически обоснованы правила выполнения простых и сложных разрезов, возможные варианты их вычерчивания.

В задании № 9 теоретически и практически рассмотрены примеры выполнения аксонометрических чертежей деталей, перечислены виды аксонометрических проекций, установленные ГОСТ 2.317-69.

В задании № 10 подробно показан пример построения линий перехода на поверхностях вращения, имеющих двойное проницание.

В задании № 11 на примере чертежа вала анализируется выполнение сечений, выносных элементов, местных разрезов.

В задании № 12 подробно рассмотрены вопросы образования и классификации резьб, их вычерчивания и обозначения на чертеже.

В задании № 13 изучаются эскизный чертеж, варианты и последовательность выполнения эскизных чертежей деталей.

В заключительном задании сконцентрирован достаточно объемный и в то же время доходчивый материал, касающийся детализации сборочных чертежей.

Перед выполнением индивидуальных заданий необходимо, прежде всего, ознакомиться с их содержанием, проработать по материалам лекций или рекомендованной учебной литературе теоретический материал по конкретному заданию.

При выполнении заданий по начертательной геометрии нужно придерживаться следующих общих указаний:

1. Начертательную геометрию следует изучать строго последовательно и систематически.

2. Изученный материал должен быть глубоко усвоен, при необходимости проверен ответами на вопросы для самоподготовки, приведенными в учебной литературе и настоящем учебном пособии.

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ, ВХОДЯЩИХ В ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание № 1

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХ ВИДОВ ДЕТАЛИ ПО ЕЕ НАГЛЯДНОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ, НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Методические указания

Изучить общие правила выполнения чертежей, изложенные в ГОСТ 2.301-68, ГОСТ 2.302-68, ГОСТ 2.303-68, ГОСТ 2.304-81, ГОСТ 2.305-68 (разделы 1, 2), ГОСТ 2.307-68 (разделы 1, 2).

Сначала нужно ознакомиться с конструкцией и особенностями формы детали; выбрать главный вид с учетом того, что он должен давать наиболее полное представление о форме и размерах детали; определиться с расположением проекций детали (главного вида, вида сверху и вида слева) и масштабом вычерчивания детали, имея в виду, что проекциями должно быть занято не менее 75% формата А3.

Для рационального расположения проекций детали на чертеже целесообразно предварительно тонкими линиями вычертить в виде прямоугольников главный вид (длина и высота детали), вид сверху (длина и ширина детали) и вид слева (ширина и высота детали). Перемещая прямоугольники, необходимо добиться их оптимального расположения на формате чертежа.

Далее тонкими линиями вычерчивается видимый и невидимый контуры детали и на ее проекциях наносятся выносные и размерные линии. Видимый контур детали обводится сплошной основной линией толщиной 0,8–1,0 мм, невидимый – штриховой линией толщиной 0,4–0,5 мм, выносные и размерные линии – сплошной тонкой линией толщиной 0,2–0,3 мм.

Анализ объемного изображения детали, представленной на рис. 1, показывает, что она имеет достаточно сложную форму при проецировании ее на фронтальную плоскость. Поэтому проекцию на фронтальную плоскость нужно принять за главный вид (рис. 2). Учитывая габаритные размеры детали (длина 100 мм, высота 90 мм и ширина 70 мм), размеры формата чертежного листа (420×297 мм), необходимость вычерчивания трех проекций и простановки размеров, принимается масштаб вычерчивания 1 : 1.

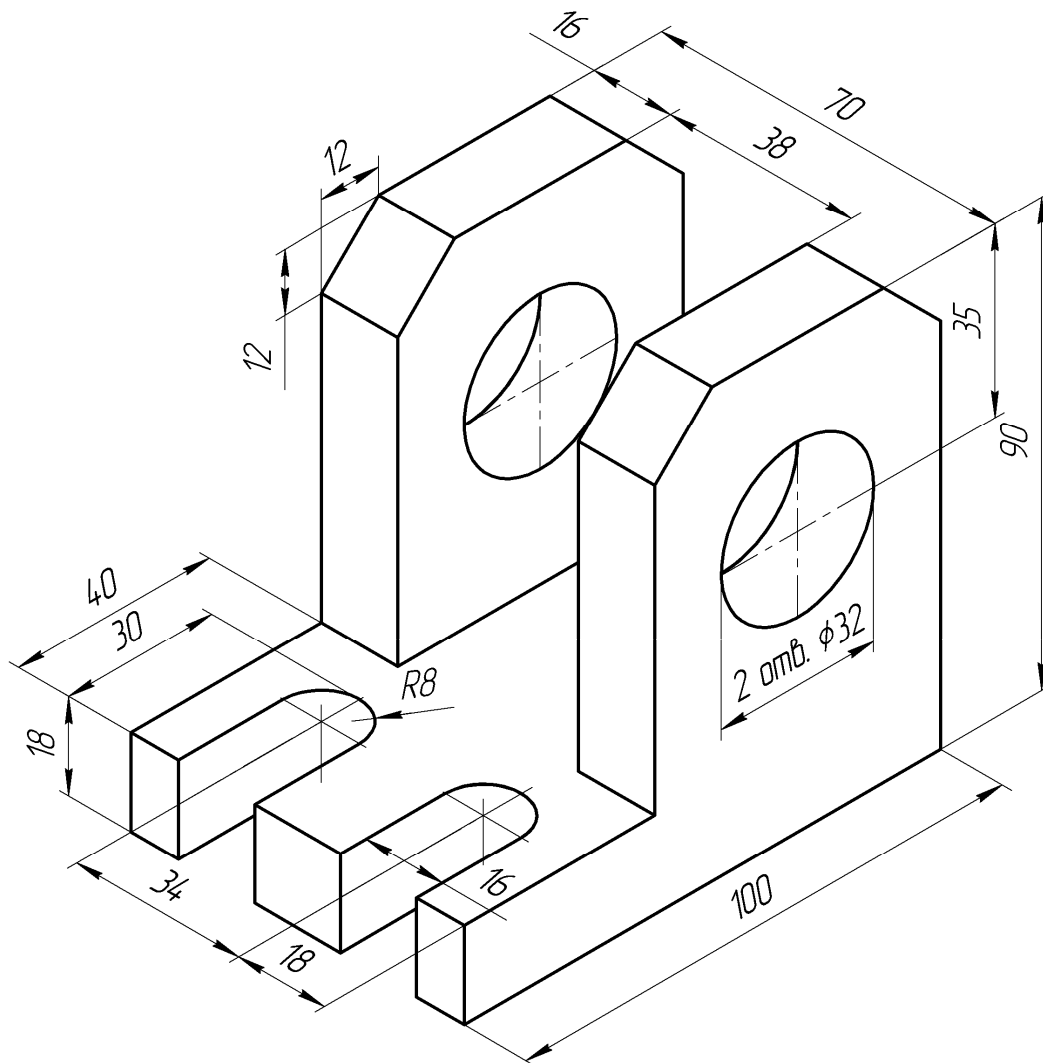


Рис. 1

На рис. 2 представлены три проекции детали, которые в полной мере определяют ее конструкцию.

При простановке размеров необходимо распределить их на всех проекциях, не допуская повторения одного и того же размера. Размерные линии проводятся на расстоянии не менее 10 мм от контурной линии. Расстояние между размерными линиями – не менее 8 мм, выносные линии должны выходить за стрелки не более чем на 2–3 мм.

Недопустимо, чтобы размерные и выносные линии пересекались. На горизонтальной проекции и виде слева деталь симметрична, что подтверждается проведением осевых линий симметрии. Осевые линии выходят за пределы контурной линии на 4–6 мм.

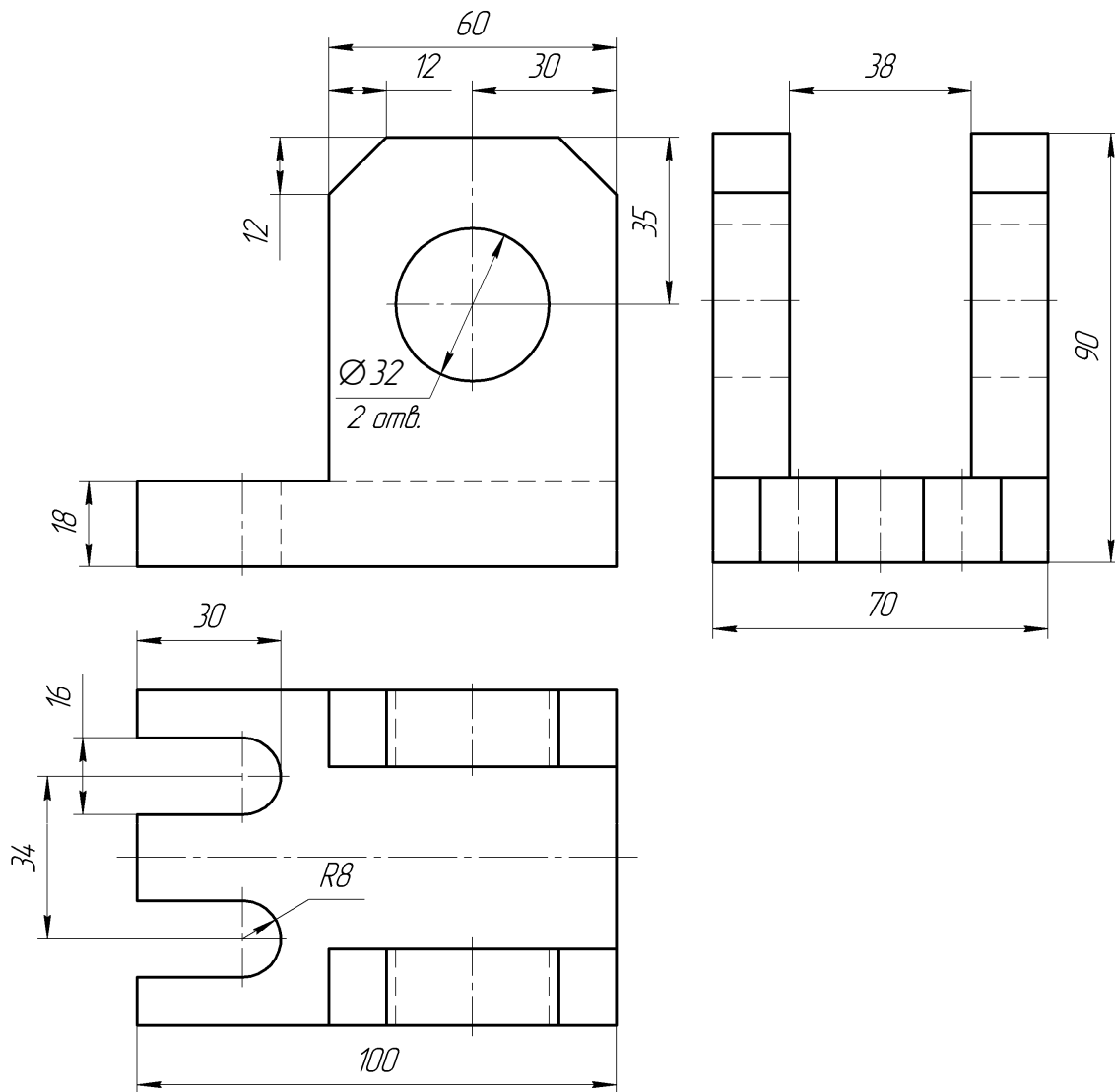


Рис. 2

Если деталь по оси симметрии имеет вырезы (пустоты), то осевая линия проводится в пределах контурной линии (рис. 2, вид слева). Осевые линии на отверстиях проводятся в обязательном порядке на всех проекциях, где они обозначены.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем суть метода прямоугольного параллельного проецирования?
2. Что называется видом? По каким критериям выбирается главный вид?
3. Перечислите шесть основных видов проекций. Как они располагаются на чертеже?

4. Что такое дополнительный вид, в каких случаях он выполняется?
5. Перечислите основные линии чертежа. Каково их назначение?
6. Каковы начертание и толщина основных линий чертежа?
7. Какие группы размеров должен содержать чертеж?
8. Какие размеры относятся к линейным и угловым?
9. Какие условные знаки используются при нанесении размеров?
10. Каковы правила выполнения размерных линий и написания размерных чисел?
11. Назовите расстояние между размерными и контурными линиями на чертеже.

Задание № 2

ПОСТРОЕНИЕ НЕДОСТАЮЩИХ ПРОЕКЦИЙ ТОЧЕК И ЛИНИЙ НА ЗАДАННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ МНОГОГРАННИКОВ

Методические указания

Изучить разделы: «Поверхность», «Способы задания поверхности», «Гранные поверхности».

Поверхность – это множество всех последовательных положений движущейся линии, называемой *образующей*, по закону, определяемому другой линией, называемой *направляющей*.

Гранные поверхности – поверхности, образованные перемещением прямолинейной образующей по ломаной линии (в большинстве случаев представляющей из себя многоугольник). Гранные поверхности могут быть призматическими и пирамидальными.

Призматическая поверхность – поверхность, образованная движением прямолинейной образующей по ломаной направляющей, при этом образующая перемещается параллельно некоторому наперед заданному направлению.

Призма – многогранник, у которого две грани (основания) одинаковые и взаимно параллельные многоугольники, а остальные грани (боковые) – параллелограммы.

Призма называется прямой, если линии пересечения ее граней перпендикулярны к плоскости основания, и наклонной – если не перпендикулярны.

Пирамидальная поверхность – поверхность, образованная движением прямолинейной образующей по ломаной направляющей, при этом одна точка образующей (вершина) неподвижна.

Элементы пирамидальной поверхности: образующая, направляющая, вершина, грань и ребра (линии пересечения смежных граней).

При выполнении задания необходимо иметь в виду, что поверхность не имеет ни толщины, ни массы и она непрозрачна. Точки, лежащие на поверхности, при проецировании на плоскости проекций находятся на проекциях граней (на рис. 3 точки 3 и 7) или ребер (на рис. 3 точки 1, 2, 4, 5, 6).

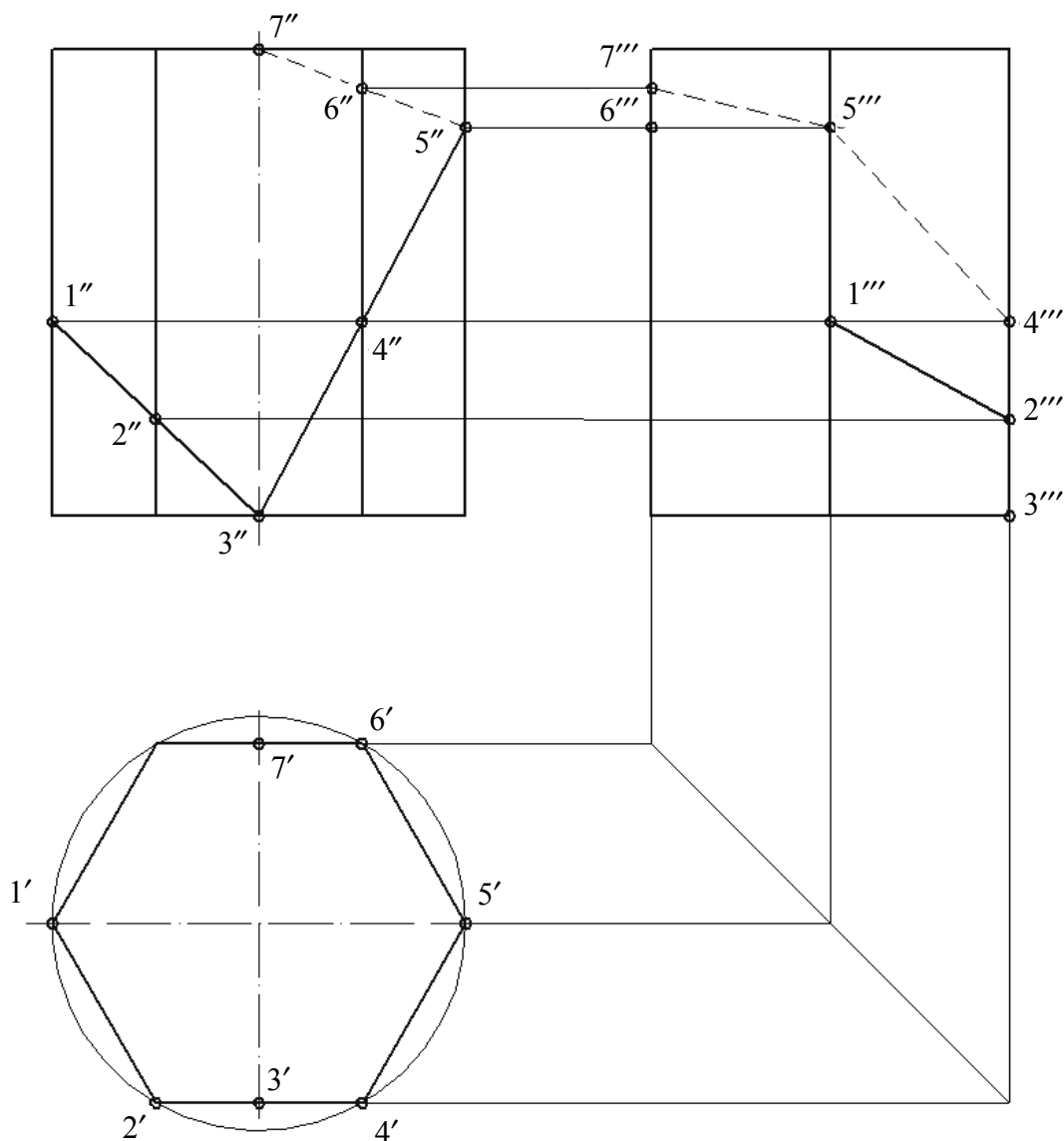


Рис. 3

При определении проекций точек, принадлежащих призматической поверхности (рис. 3), горизонтальные проекции находят на основании призмы, а профильные – на пересечении линий связи, проведенных по

принятым в начертательной геометрии правилам, с фронтальной и горизонтальной проекциями (с использованием постоянной Монжа).

При нахождении проекций точек необходимо учитывать, что все видимые на фронтальной проекции точки лежат ниже горизонтальной оси на горизонтальной плоскости проекций (на рис. 3 точки $1'$, $2'$, $3'$, $4'$ и $5'$), а все невидимые на фронтальной проекции точки – выше этой оси (на рис. 3 точки $6'$ и $7'$). Все видимые проекции точек на профильной проекции лежат левее вертикальной оси на горизонтальной плоскости проекций (на рис. 3 точки $1'''$ и $2'''$), а невидимые – правее этой оси (на рис. 3 точки $3'''$, $4'''$, $5'''$, $6'''$ и $7'''$).

Нахождение проекций точек, лежащих на поверхности пирамиды (рис. 4), осуществляется двумя способами.

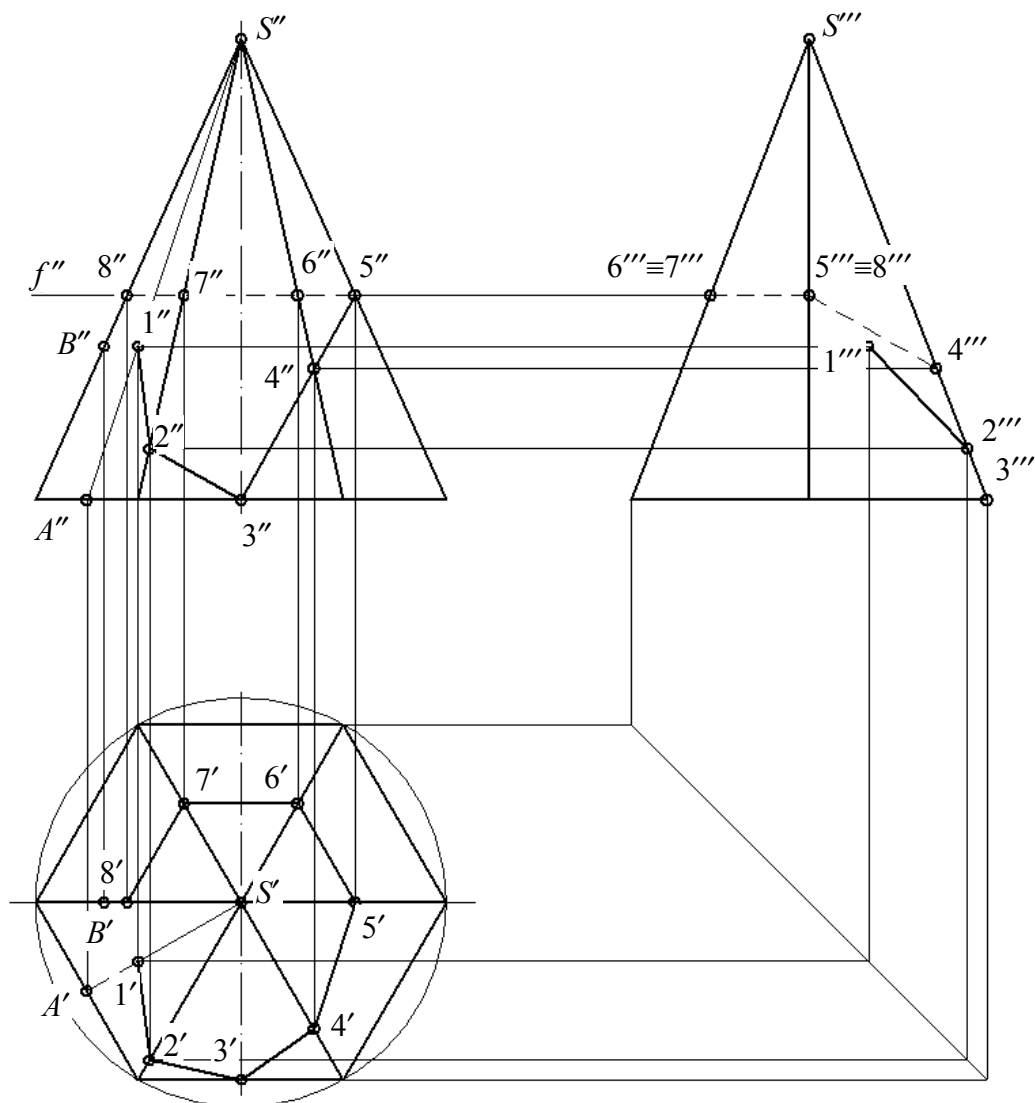


Рис. 4

1. Проведением через вершину пирамиды и проекцию точки образующей, нахождением горизонтальной (или фронтальной) проекции этой образующей и проведением линии связи из заданной проекции точки до пересечения с построенной проекцией образующей.

В приведенном на рис. 4 примере по рассматриваемому способу найдена горизонтальная проекция точки 1. Через фронтальные проекции вершины S (S'') и точки 1 ($1''$) проведена прямая $S''1''$ до пересечения с основанием пирамиды в точке A'' .

Далее с помощью вертикальной линии связи находится горизонтальная проекция точки A (A'). Точка $1''$ на фронтальной проекции видима, поэтому линия связи проведена до пересечения с видимой стороной основания пирамиды.

Соединяем прямой линией проекции точек A' и S' , а затем из проекции $1''$ проводится линия связи до пересечения с прямой $A'S'$. В точке пересечения прямой $A'S'$ и линии связи находится проекция $1'$.

2. Проведением через фронтальные проекции точек горизонтальных плоскостей уровня, которые пересекают поверхность с образованием в сечении многоугольника, подобного многоугольнику основания, но меньших размеров. Учитывая, что точка, через которую проведена плоскость, одновременно принадлежит и поверхности, и плоскости, на горизонтальной проекции тонкими линиями вычерчивается часть многоугольника, образовавшегося в сечении. Из фронтальной проекции точки проводится вертикальная линия связи до пересечения с горизонтальной проекцией грани, на которой расположена точка.

В рассматриваемом примере секущая плоскость уровня (обозначена следом f'') проведена через проекцию точки $1''$ и пересекает левое ребро призмы в точке B'' . Точка B'' является одной из вершин многоугольника, образовавшегося в сечении.

Из точки B'' проводим вертикальную линию связи до пересечения с проекцией ребра (расположено горизонтально) в точке B' . Из точки B' проводим линию, параллельную основанию, до пересечения с вертикальной линией связи, проведенной из фронтальной проекции $1''$. В точке пересечения этих линий находится проекция $1'$.

Соединив последовательно одноименные проекции точек прямыми линиями, получим проекции отрезков прямых на фронтальной и горизонтальной плоскостях проекций.

Профильные проекции точек и отрезков прямых находим с использованием линий связи и постоянной Монжа.

Вопросы для самоконтроля

1. Как обозначаются проекции точки на плоскостях проекций?
2. Какие условия определяют принадлежность точки данной плоскости?
3. Что такое поверхность? Какие вы знаете способы задания поверхности?
5. Гранные поверхности. Виды гранных поверхностей.
6. Какую поверхность называют призматической? Пирамидальной?
8. Что называют вершиной, гранью, ребром многогранника?
9. В чем сущность способа образующих при нахождении проекций точек на гранных поверхностях?
10. В чем сущность способа плоскостей уровня при нахождении проекций точек на гранных поверхностях?

Задание № 3

ПОСТРОЕНИЕ НЕДОСТАЮЩИХ ПРОЕКЦИЙ ТОЧЕК И ЛИНИЙ НА ЗАДАННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ

Методические указания

Изучить разделы: «Поверхности вращения», «Построение проекций точек и линий на поверхностях вращения».

Поверхности вращения – поверхности, образованные вращением линии (образующей) вокруг прямой (оси вращения) по заданной направляющей.

Цилиндрическая поверхность вращения – поверхность, образованная вращением прямолинейной образующей вокруг параллельной ей прямой – оси.

Коническая поверхность вращения – поверхность, образованная вращением прямолинейной образующей вокруг пересекающейся с ней прямой – оси.

Сферическая поверхность – поверхность, образованная вращением окружности (полуокружности) вокруг ее диаметра.

Методика нахождения проекций точек, лежащих на поверхности цилиндра, практически не отличается от последовательности нахождения проекций точек на поверхности призмы, рассмотренной в методических указаниях к заданию № 2. Разница заключается лишь в том, что у призмы основание – многогранник, а у цилиндрической

поверхности – окружность. Проекции точек на поверхности конуса находятся так же, как это рассмотрено применительно к пирамиде – используя образующие и секущие плоскости уровня.

При нахождении проекций точек на сфере применяется только метод секущих плоскостей уровня.

Необходимо обратить внимание, что профильные проекции линий, лежащих на поверхности цилиндра, а также горизонтальные и профильные проекции линий, лежащих на поверхности конуса и сферы, – кривые линии. Поэтому при построении проекций линий на фронтальной проекции фиксируются промежуточные точки (в количестве 10–12); на образующих и оси симметрии точки фиксируются в обязательном порядке.

Примеры выполнения задания: рис. 5 – цилиндрическая поверхность; рис. 6 – коническая поверхность; рис. 7 – сферическая поверхность.

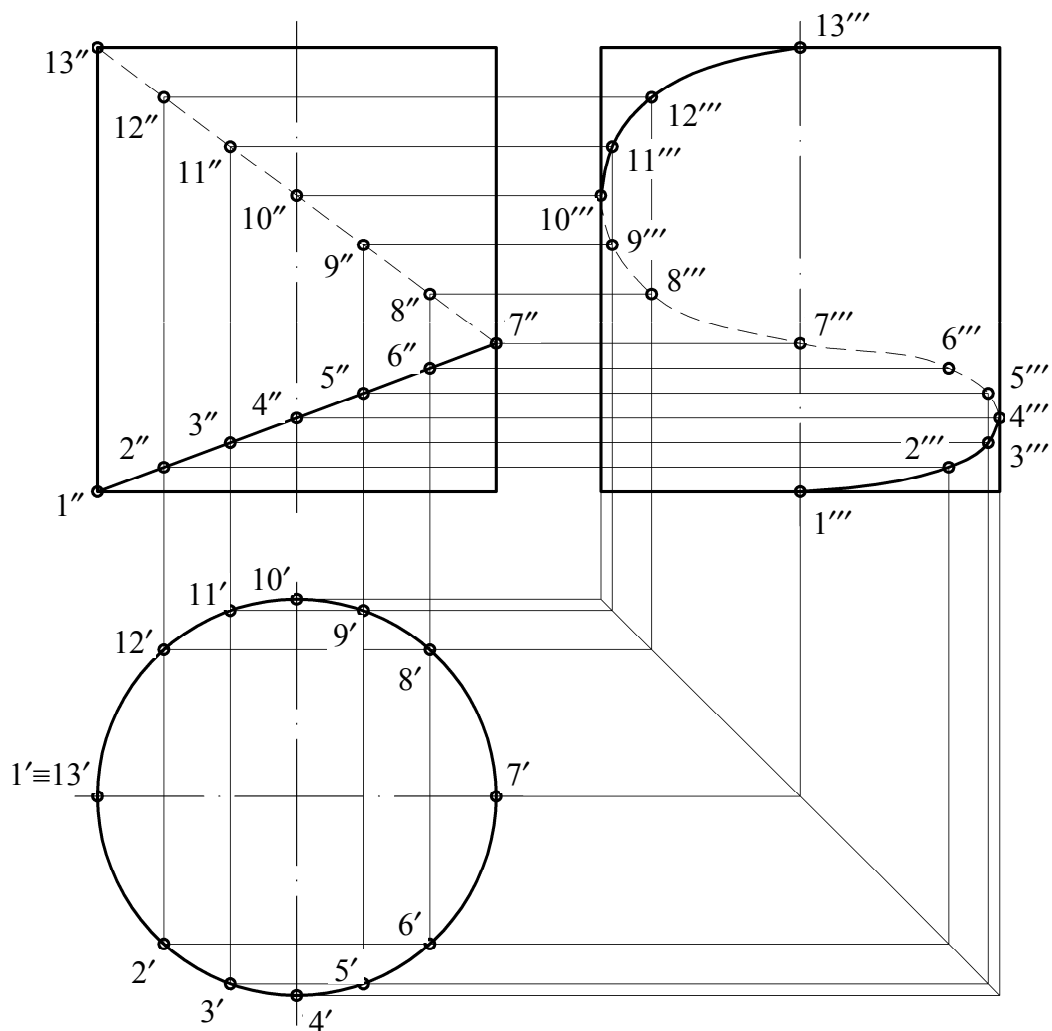


Рис. 5

На горизонтальной проекции цилиндрической поверхности (рис. 5) проекции точек расположены на окружности (направляющей): видимые на фронтальной проекции ниже горизонтальной оси симметрии, невидимые – выше.

Профильные проекции точек найдены с использованием постоянной Монжа. Видимые на профильной проекции точки расположены слева от вертикальной оси симметрии на горизонтальной проекции, невидимые – с правой стороны.

Профильные проекции точек соединяются последовательно с помощью лекала: видимые – сплошной линией, невидимые – штриховой.

На конической поверхности (рис. 6) горизонтальные проекции точек построены с использованием метода секущих плоскостей уровня.

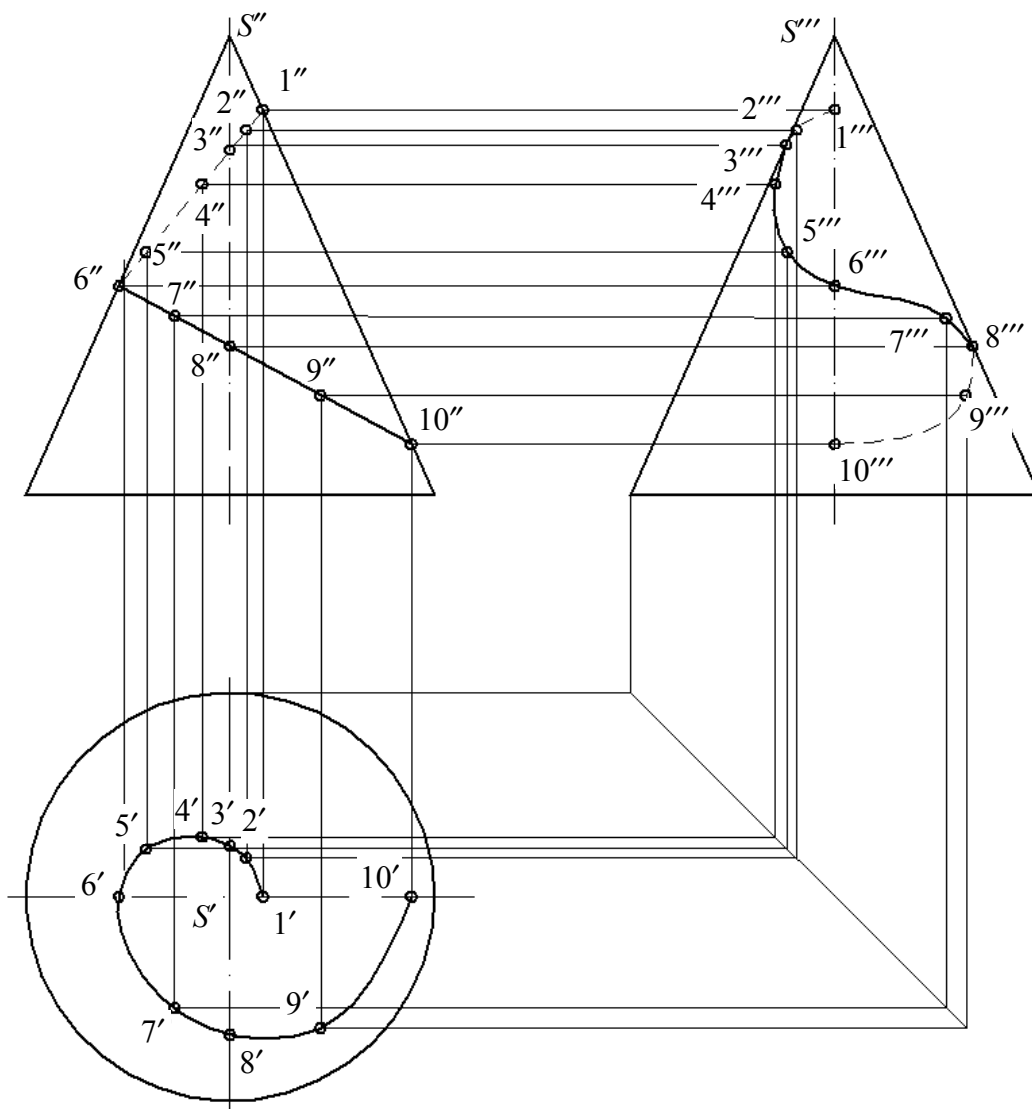


Рис. 6

Через фронтальные проекции точек проведены горизонтальные секущие плоскости уровня. В сечениях конуса образуются окружности, радиус которых равен расстоянию от оси симметрии до точки пересечения секущей плоскости с образующей конуса. Проекция точки, через которую проведена секущая плоскость, принадлежит одновременно поверхности конуса и секущей плоскости. Поэтому указанным радиусом на горизонтальной проекции проводится дуга (для видимой на фронтальной проекции точки ниже горизонтальной оси симметрии, для невидимой – выше). Далее из фронтальной проекции точки прочерчивается вертикальная линия связи до пересечения с дугой. Точка пересечения дуги с вертикальной линией связи и будет являться искомой горизонтальной проекцией.

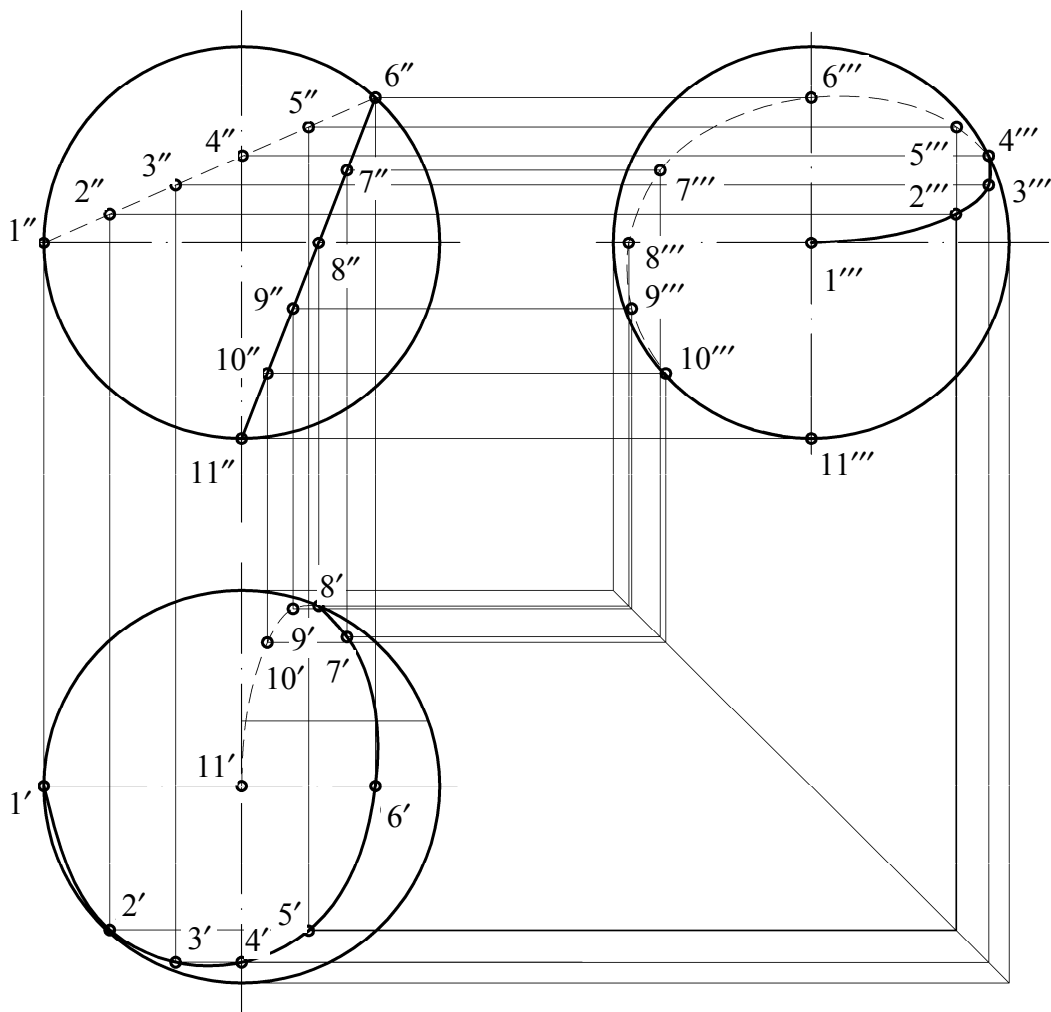


Рис. 7

Профильные проекции точек могут быть найдены и без использования постоянной Монжа (рис. 7). В данном случае на горизонталь-

ных линиях связи, проведенных с фронтальной проекции, от оси симметрии откладываются отрезки, равные расстояниям горизонтальных проекций точек до горизонтальной оси.

Видимые на профильной проекции точки лежат на горизонтальной проекции левее вертикальной оси симметрии, невидимые – правее.

Вопросы для самоконтроля

1. Способы образования поверхностей вращения (цилиндра, конуса, сферы). Линейчатые и нелинейчатые поверхности.
2. Каковы особенности нахождения проекций точек и линий с применением способов плоскостей уровня и способа образующих на конической и цилиндрической поверхностях?
3. Каковы особенности нахождения проекций точек и линий на сферической поверхности?
4. Какие точки называются опорными (характерными)? Понятие промежуточной точки. Особенности их выбора.

Задания № 4, 5, 6

ПОСТРОЕНИЕ НЕДОСТАЮЩИХ СЕЧЕНИЙ ЗАДАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛОСКОСТЯМИ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ, РАЗВЕРТКИ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ, АКСОНОМЕТРИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА ПОВЕРХНОСТИ

Методические указания

Изучить темы: «Пересечение поверхностей плоскостями и прямой», «Развертывание поверхностей», «АксонOMETрические чертежи поверхностей».

В различных вариантах заданий использованы поверхности многогранников (призма и пирамида) и поверхности вращения (цилиндр и конус).

Сечение поверхностей осуществляется плоскостями частного положения (в заданиях фронтально-проецирующими).

Сечение поверхности многогранников (призмы и пирамиды) представляет собой плоскую фигуру (многогранник), ограниченную замкнутой линией, все точки которой принадлежат как секущей плоскости, так и поверхности. Для построения проекций данной фигуры сечения необходимо найти проекции точек пересечения секущей плоскости с ребрами призмы или пирамиды и соединить последние прямыми линиями.

В зависимости от расположения секущей плоскости при рассечении прямого кругового цилиндра в сечении можно получить окружность (сечение горизонтальной плоскостью уровня), эллипс или часть эллипса (секущая плоскость рассекает цилиндр под острым углом к оси), прямоугольник (секущая плоскость параллельна оси цилиндра).

При рассечении конической поверхности плоскостями частного положения в сечении можно получить окружность (сечение горизонтальной плоскостью уровня), эллипс (при пересечении поверхности плоскостью, расположенной под углом к оси конической поверхности), параболу (секущая плоскость параллельна образующей конической поверхности), гиперболу (секущая плоскость параллельна оси конической поверхности), треугольник (секущая плоскость проходит через вершину конической поверхности).

При выполнении заданий с пирамидой и конусом вначале необходимо построить горизонтальные проекции сечений, а затем профильные проекции.

На рис. 8 представлена трехгранная призма, рассеченная четырьмя плоскостями частного положения – профильными плоскостями уровня (по точкам 1, 2 и 3, 4), фронтально-проецирующей плоскостью (по точкам 2 и 3), а также горизонтальной плоскостью уровня (по точкам 4 и 5). Необходимо построить горизонтальную и профильную проекции призмы.

Учитывая, что грани призмы перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций, все точки, лежащие на поверхности этих граней, располагаются на сторонах горизонтальной проекции основания призмы. Горизонтальные проекции точек определяются в точках пересечения вертикальных линий связи с соответствующими проекциями граней: видимые – ниже горизонтальной оси симметрии, невидимые – выше. Точка 5 лежит на ребре призмы и проецируется на горизонтальную ось симметрии, с которой совпадает проекция ребра. Профильные проекции точек находятся на пересечении горизонтальных линий связи, проведенных из фронтальных проекций точек, с вертикальными линиями связи, проведенными через постоянную Монжа.

Развертка боковой поверхности призмы (рис. 9) выполняется следующим образом. Основание призмы условно размыкается в точке A и стороны основания AB , BC и CA вытягиваются в горизонтальную линию. Из вершин основания (точек A_0 , B_0 и C_0) проводятся вертикальные тонкие линии, на которых откладывается высота ребер призмы. Полученные точки соединяются тонкой линией. Далее находится положение точек 1, 2, 3, 4 и 5 на развертке. Точка 5 лежит на ребре A

на высоте, равной расстоянию от основания призмы до точки $5''$ на фронтальной проекции. Точка 4 лежит на той же высоте от основания призмы на расстоянии, равном $4'B'$ и $8'C'$ от ребер B и C .

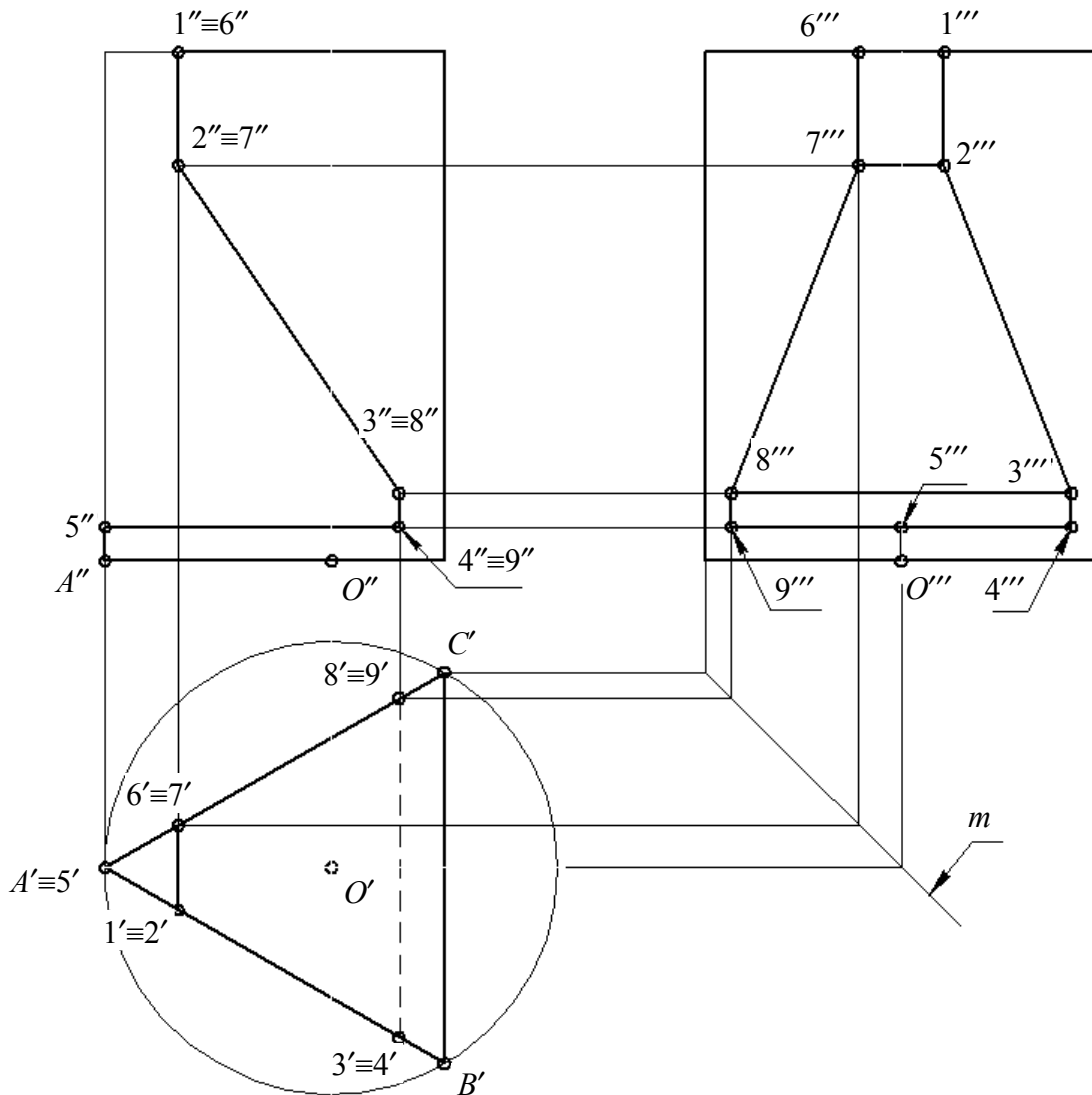


Рис. 8

Точки 1 и 6 лежат на верхней линии развертки на расстоянии $A'1'$ и $A'6'$ от ребра A . Точка 2 лежит на одной вертикали с точкой 1 на расстоянии $1'2'$. Соединив найденные точки, получим развертку боковой поверхности призмы.

АксонOMETрический чертеж призмы (рис. 9) выполняется в изометрической прямоугольной системе координат, в которой оси X , Y и Z расположены под углом 120° друг к другу. Линейные размеры переносятся с проекций плоского чертежа без искажения.

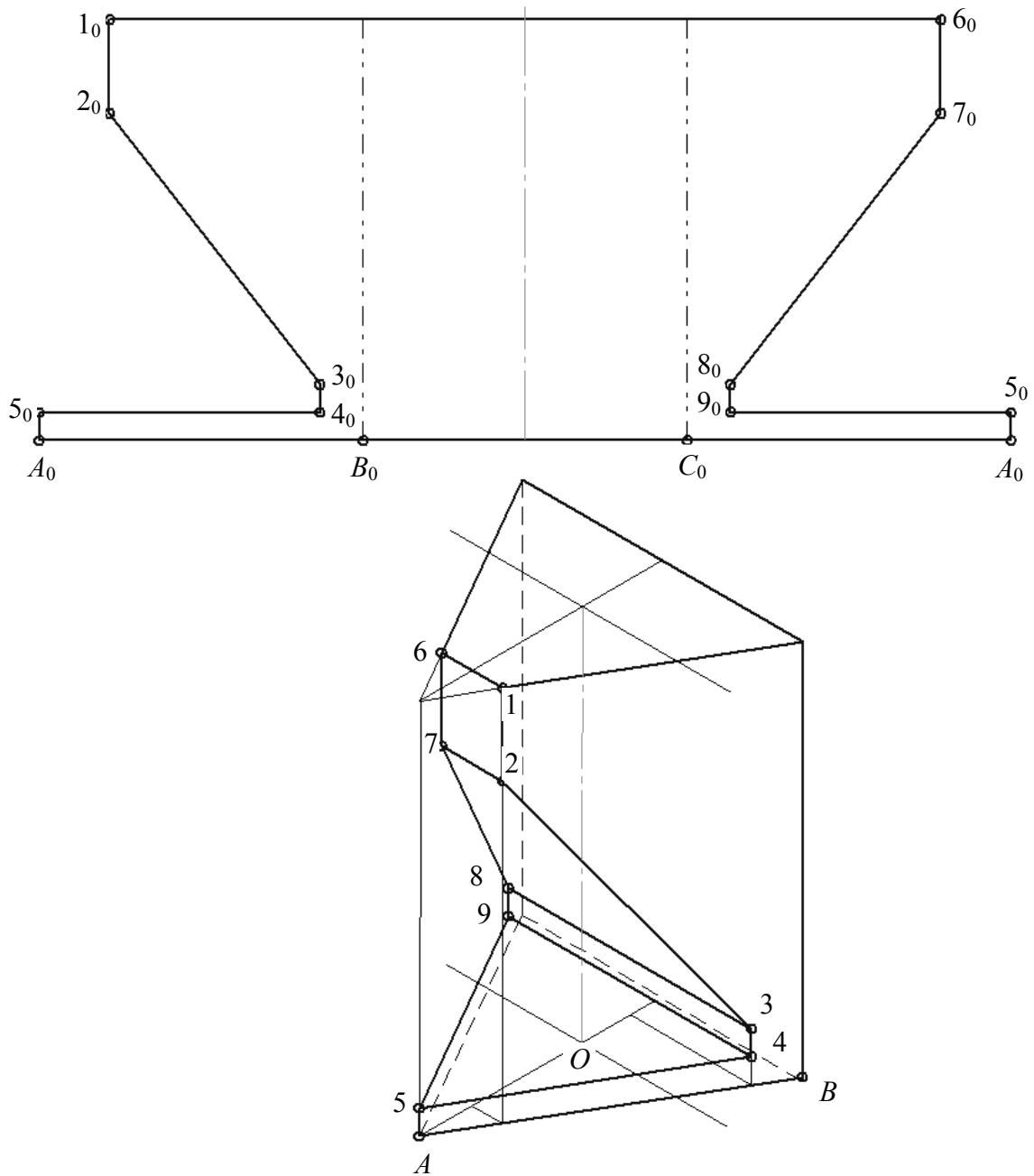


Рис. 9

На аксонометрическом чертеже ось X совпадает с горизонтальной осью на горизонтальной проекции плоского чертежа, ось Y совпадает с вертикальной осью симметрии на горизонтальной проекции, ось Z – с вертикальными размерами на фронтальной и профильной проекциях. Центром координат является точка O пересечения осей X , Y и Z .

Аксонометрический чертеж выполняется в следующей последовательности. Строятся аксонометрические оси координат. На оси X и

Y переносится с плоского чертежа в тонких линиях основание призмы. На оси Z откладывается размер равной высоты призмы. Через полученную точку O_1 проводятся оси X и Y , на которых строится верхнее основание призмы. Из точек 1 и 6 верхнего основания проводятся вертикальные линии, на которых откладывается отрезок $1''2''$ (с фронтальной проекции), что позволяет определить положение точек 2 и 7. Для нахождения точки 5 из вершины A нижнего основания призмы проводится вертикальная линия, на которой откладывается отрезок $A''5''$ (фронтальная проекция).

Далее на оси X откладывается размер, равный расстоянию от центра точки O до линии связи точек $3'$ и $8'$, и через полученную точку проводится линия, параллельная оси Y , до пересечения со сторонами основания призмы. Из полученных точек проводятся вертикальные линии, на которых откладываются отрезки, равные расстоянию от основания призмы до точек $4''$ и $3''$. Таким образом найдены точки 3, 4 и 8, 9 на аксонометрическом чертеже.

Если соединить найденные точки прямыми линиями, получается аксонометрический чертеж призмы.

На рис. 10 показана пирамида, рассеченная фронтально-проецирующими плоскостями. Необходимо построить проекции сечений на горизонтальной и профильной плоскостях проекции.

На фронтальной проекции определяются точки пересечения секущих плоскостей с ребрами пирамиды $1''$, $2''$, $4''$ и $5''$. Точка пересечения плоскостей между собой обозначается цифрой $3''$.

Горизонтальные проекции точек $1'$, $2'$, $4'$ и $5'$ находятся на проекциях ребер и определяются с использованием вертикальных линий связи. Горизонтальные проекции точек $2'$ и $4'$ целесообразно находить с использованием профильной проекции. С помощью вертикальных и горизонтальных линий связи и постоянной Монжа легко определяются проекции точек $2'''$ и $4'''$ и им симметричные. Горизонтальные проекции точки 3 находятся путем проведения образующей через вершину S'' и проекцию точки $3''$.

Из точек пересечения образующей с основанием пирамиды N'' проводится вертикальная линия связи до пересечения со сторонами основания пирамиды в точках N' и N_1' . Соединяются точки N' и N_1' с вершиной S' . Точки пересечения прямых $S'N'$ и $S_1'N_1'$ с вертикальной линией связи, проведенной из точки $3''$, и будут искомыми горизонтальными проекциями $3'$ и $3_1'$.

Профильные проекции точек $1'''$, $3'''$ и $5'''$ находятся с использованием горизонтальных и вертикальных линий связи и постоянной

Монжа. Если соединить найденные проекции точек на горизонтальной и профильной проекциях прямыми линиями, получаются проекции искомых сечений.

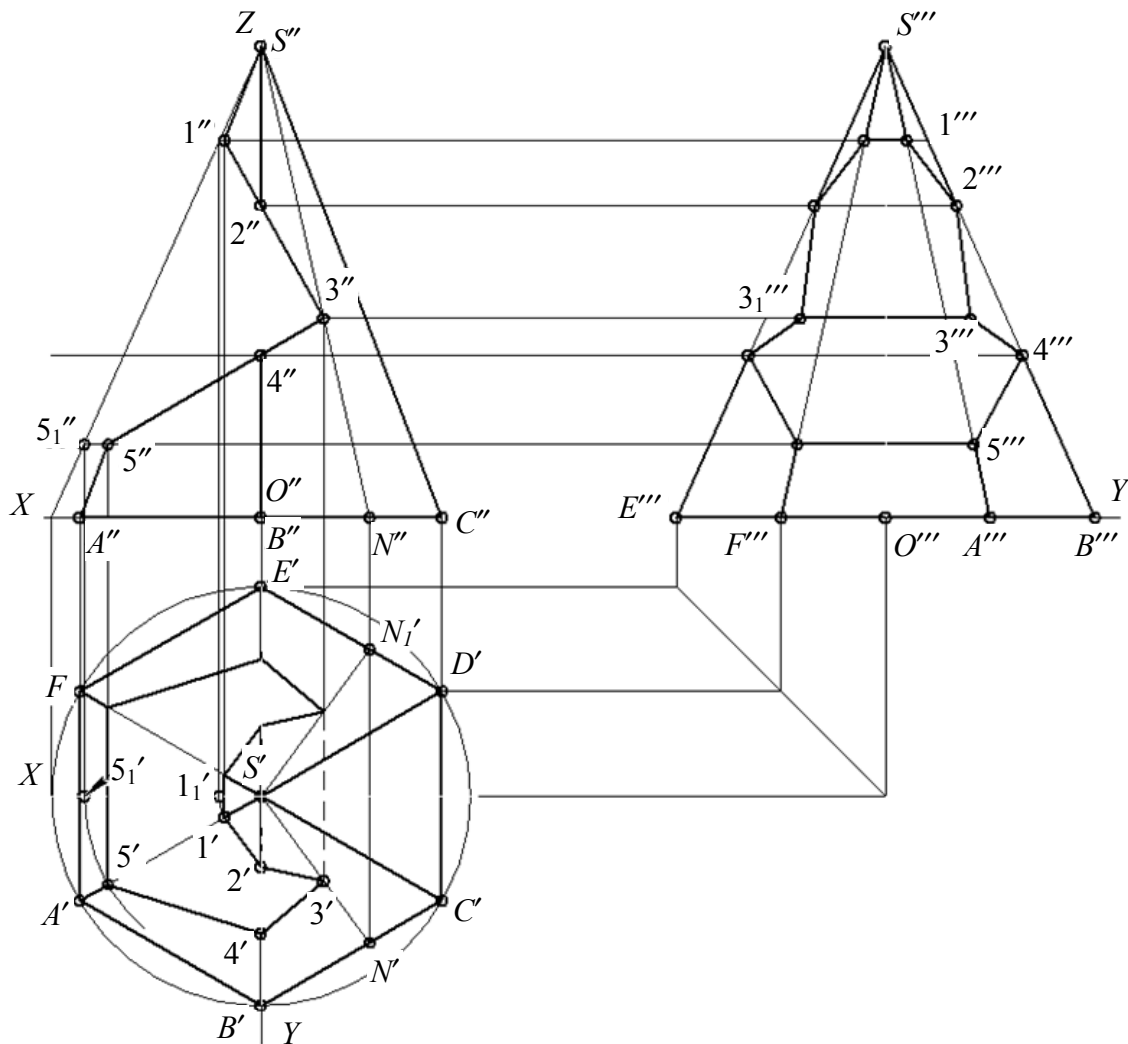


Рис. 10

Для построения развертки боковой поверхности пирамиды (рис. 11) выбирается в произвольном месте формата с учетом рационального размещения развертки точка S_0 , из которой радиусом, равным действительному размеру ребра пирамиды (на профильной проекции ребра $B'''S'''$ и $E'''S'''$) проводится дуга. Разрезание боковой поверхности выполняется по ребру AS . Выбирается на дуге произвольная точка A и от нее последовательно откладываются шесть сторон шестигранника. Полученные точки B_0, C_0, D_0, E_0, F_0 и еще раз A_0 соединяются с точкой S_0 тонкими линиями. Точка 5, лежащая на ребре AS , не может быть перенесена на развертку, так как ребро AS проецируется на фронталь-

ную плоскость с искажением. Действительное расстояние точки 5 от основания $E'''5'''$ измеряется до точки пересечения горизонтальной линии связи, соединяющей точки $5'''$ и $5_1'''$ с боковыми ребрами пирамиды на профильной проекции.

Точки 4 и 4_1 лежат на ребрах SB и SE , которые на профильной проекции имеют натуральную величину. На развертку наносятся размеры отрезка $B'''4'''$.

Точка 3 не лежит на ребрах пирамиды. Поэтому вначале из вершины S через проекции точек $3'$ и $3_1'$ проводятся линии до пересечения с основанием пирамиды в точках N' и N_1' .

Затем эти точки переносятся на основание развертки – точки N_0 и N_{01} . Натуральная величина расстояния точки 3 от основания пирамиды измеряется по ребру на профильной проекции от точки E''' до точки $3_1'''$.

После соединения отмеченных точек $S_0, 1_0, 2_0, 3_0, 4_0, 5_0$ и A_0 получается развертка боковой поверхности пирамиды. Линии перегиба на развертке вычерчиваются осевой линией с двумя точками.

Вычерчивание аксонометрического чертежа пирамиды (рис. 11) начинается перенесением ее основания на аксонометрические оси. Затем из центра основания по оси Z откладывается высота пирамиды, и вершины основания тонкой линией соединяются с вершиной пирамиды.

Для нахождения положения точки 5 на оси X аксонометрического чертежа откладывается отрезок, равный расстоянию от точки S до пересечения линии $5'5_1'$ с осью X . Через полученную точку проводим линию, параллельную оси Y , и на ней откладываются влево и вправо отрезки, равные половине длины отрезка $5'5_1'$. Из полученных точек проводятся вертикальные линии до пересечения с ребрами SA и SF и находятся искомые точки.

Точки 4 и 4_1 лежат на ребрах SB и SE и определяются следующим образом. От точки O влево и вправо откладывается отрезок, равный расстоянию от точки S' до точки $4'$.

Из полученных точек проводятся вертикальные линии до пересечения с ребрами SB и SE .

Точки 3 и 3_1 находятся по тому же алгоритму, что и точка 5, с той лишь разницей, что построения проводятся с правой стороны оси Y и откладываются отрезки, характеризующие положение точки.

Точки 2 и 2_1 находятся по алгоритму нахождения точки 4 с отложением по осям X, Y и Z отрезков, характеризующих положение искомой точки. Точки 1 и 1_1 лежат на ребрах AS и FS и их нахождение не вызывает затруднения.

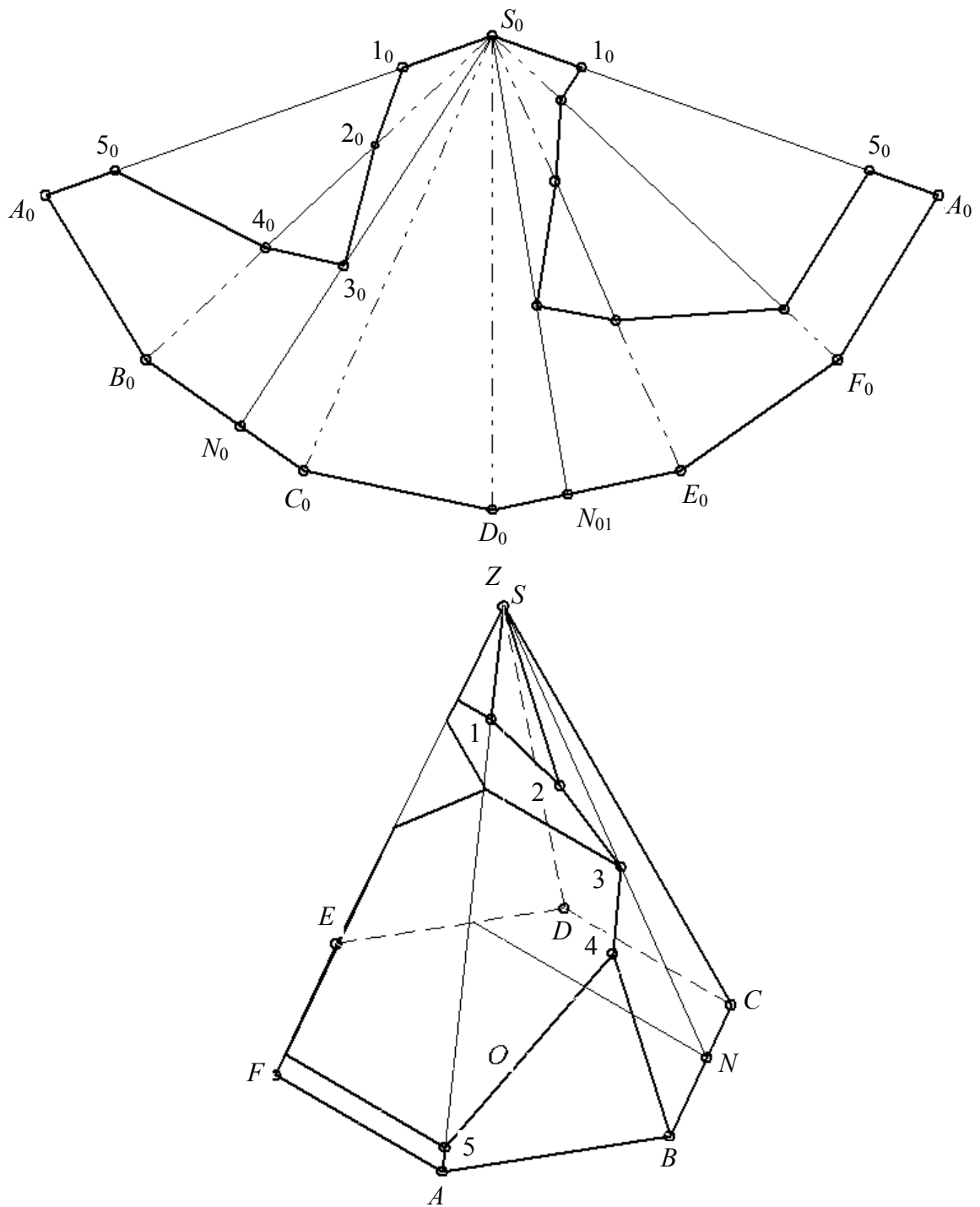


Рис. 11

На рис. 12 представлена цилиндрическая поверхность, рассеченная тремя плоскостями частного положения – горизонтальной плоскостью уровня, фронтально-проецирующей и профильной плоскостью уровня.

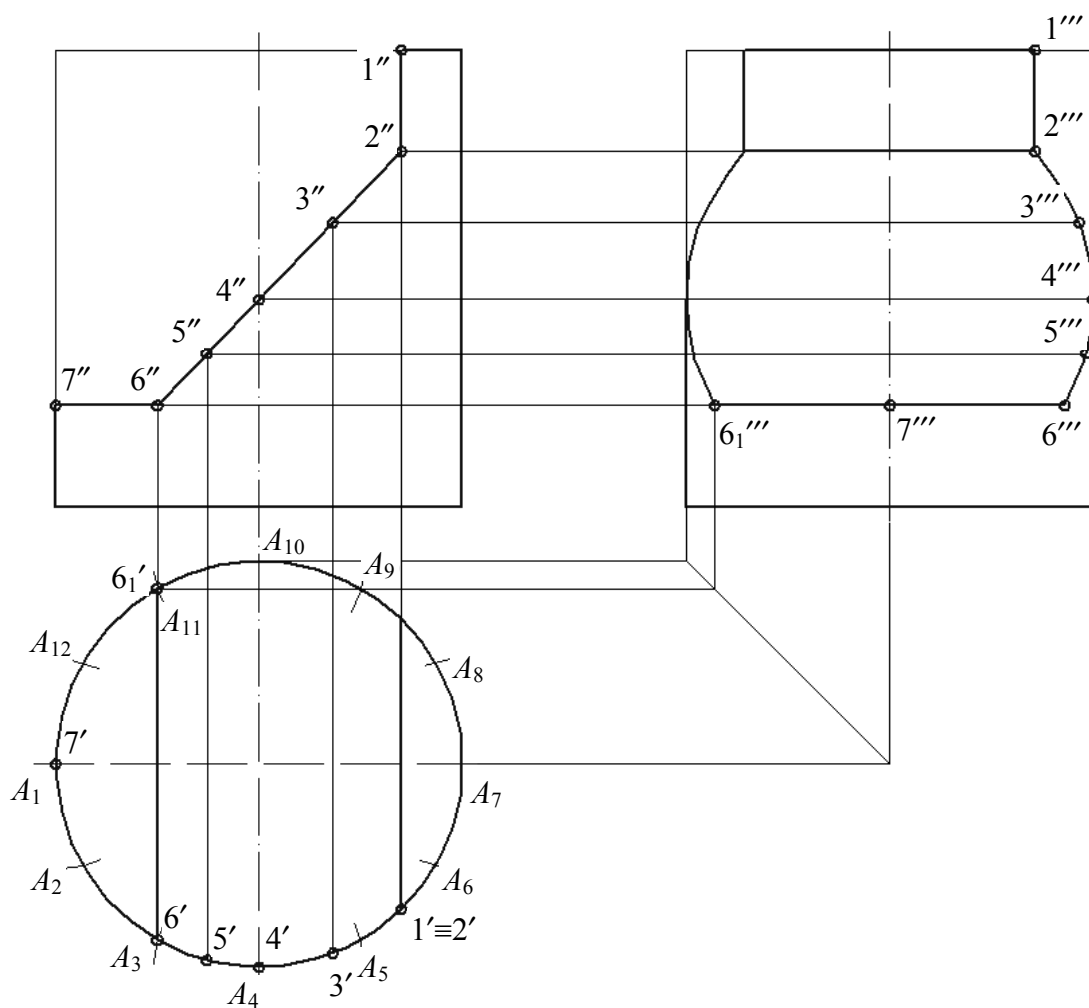


Рис. 12

Учитывая, что на профильной проекции линии сечения поверхности цилиндра фронтально-проецирующей плоскостью представляют собой части эллипса, необходимо для их точного построения использовать кроме базовых и промежуточные точки.

Следуя определению, что все точки, лежащие на поверхности цилиндра, на горизонтальной плоскости проекции обязаны находиться на его направляющей, определяются горизонтальные проекции точек при помощи вертикальных линий связи в точках их пересечения с окружностью основания (видимые – ниже горизонтальной оси симметрии, невидимые – выше).

Профильные проекции точек находятся с использованием горизонтальных и вертикальных линий связи, проведенных с фронтальной и горизонтальной плоскостями проекции, и постоянной Монжа (показано на примере построения проекции точки б).

Для построения развёртки боковой поверхности цилиндра (рис. 13) на горизонтальной линии откладываются двенадцать отрезков, равных расстоянию между двумя смежными контрольными точками, на которые разделена окружность.

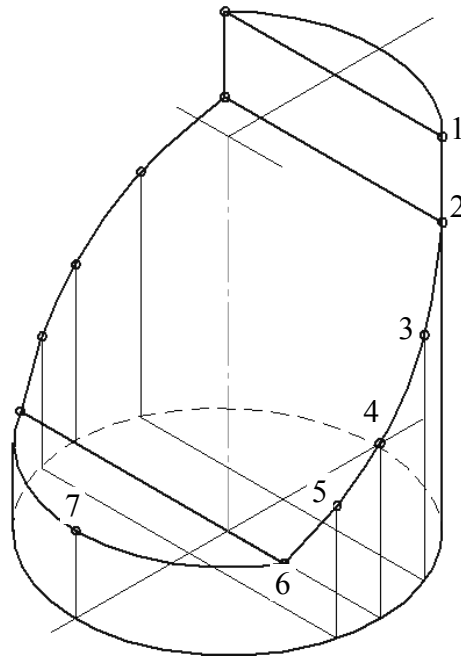
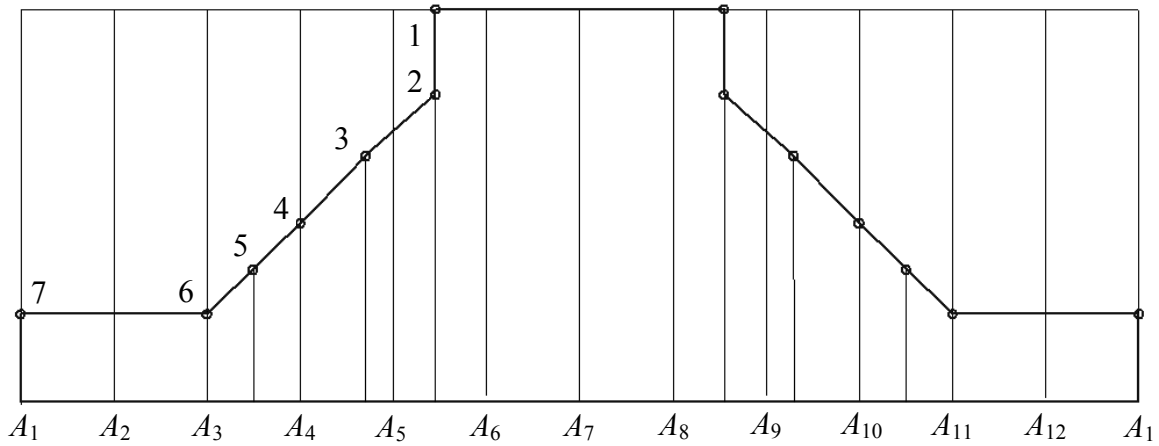


Рис. 13

Точки деления обозначаются буквой A и ее порядковым номером. Из полученных точек на развёртке проводятся тонкие вертикальные линии, высота которых принимается равной высоте цилиндрической поверхности. На вертикальных линиях откладываются отрезки, равные расстоянию каждой точки до основания цилиндрической поверхности (для удобства измеряются на фронтальной проекции). Если го-

горизонтальная проекция искомой точки не совпадает с базовой точкой A , то определяется ее расстояние от ближайшей базовой точки, которое переносится на горизонтальную линию развертки (точки 1, 2 и 5). Из полученных засечек проводятся вертикальные линии, на которых откладываются высоты проекций точек $1''$, $2''$ и $5''$.

Построение аксонометрического чертежа цилиндрической поверхности (рис. 13) начинается с вычерчивания овала основания цилиндра. Вначале определяются размеры большей ($1,22d$) и меньшей ($0,71d$) осей овала и направление большей оси. Большая ось всегда направлена перпендикулярно оси, отсутствующей в данной плоскости проекций (в горизонтальной – оси Z , во фронтальной – оси Y , в профильной – оси X). После определения четырех точек, принадлежащих большой и малой осям овала, находятся еще четыре дополнительные точки путем откладывания отрезков, равных радиусу цилиндра, на осях X и Y . Полученные восемь точек соединяются плавной кривой.

Далее из центра овала по оси Z откладывается высота цилиндра и через полученную точку вновь проводятся оси X и Y , большая и меньшая оси овала и определяются контуры овала верхнего основания цилиндра.

Затем производится перенос точек с горизонтальной и фронтальной проекций плоского чертежа на аксонометрические координаты.

Например, точка 7, принадлежащая овалу и оси X , находится путем проведения через нее вертикальной линии связи и откладывания на ней отрезка, равного расстоянию от основания цилиндра до точки $7''$ (на фронтальной проекции).

Для нахождения точки 6 на оси X аксонометрического чертежа откладывается отрезок, равный расстоянию от центра окружности основания цилиндра до точки пересечения линии связи точек $6'$ и $6_1'$ с осью X (на горизонтальной проекции). Через полученную точку проводится линия, параллельная оси Y , до пересечения с овалом. Через образованные точки проводятся вертикальные линии, на которых откладываются отрезки, равные расстоянию от основания цилиндра до точки $6''$.

Подобным же образом строятся и все остальные точки сечения цилиндра.

На рис. 14 представлен конус, рассеченный тремя плоскостями частного положения – горизонтальной и профильной плоскостями уровня и фронтально-проецирующей плоскостью.

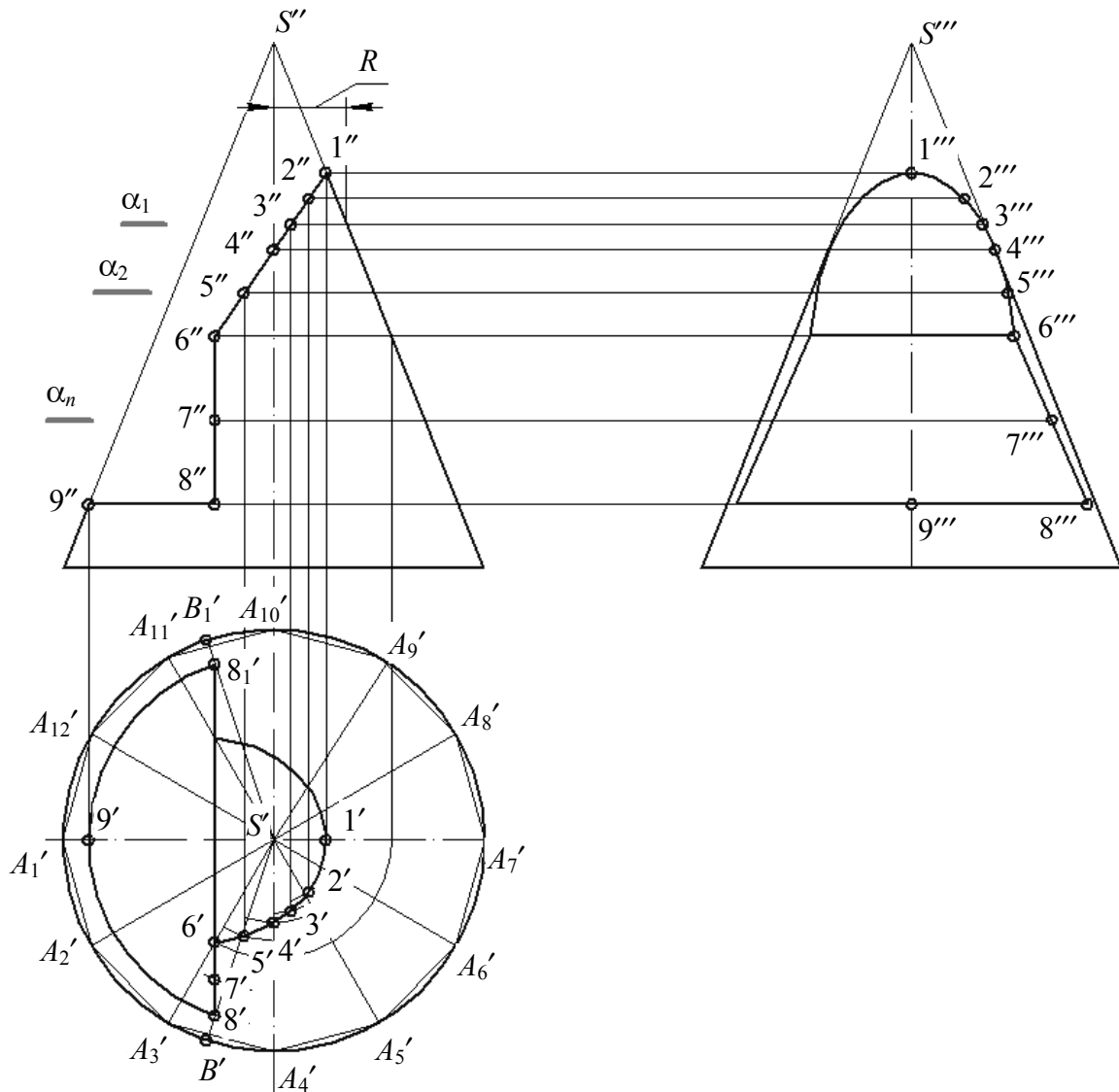


Рис. 14

Учитывая, что при рассечении профильной плоскостью уровня и фронтально-проецирующей плоскостью в сечениях образуются кривые линии (гипербола и часть эллипса), необходимо на фронтальной проекции указывать промежуточные точки. Всего взято девять точек.

Их горизонтальные проекции находятся следующим способом.

Точки 1 и 9 лежат на образующих конуса и определяются с помощью вертикальных линий связи. Проекция точек 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 находятся с помощью секущих горизонтальных плоскостей уровня, проведенных через фронтальные проекции этих точек. При рассечении конуса плоскостью уровня в сечении образуется окружность, радиус которой равен расстоянию от оси симметрии конуса до точки пересечения плоскости с образующей конуса. Поскольку искомые про-

екции точек лежат на окружностях, на горизонтальной проекции выполняются засечки радиусами окружностей сечения и на каждую из них из соответствующей фронтальной проекции точки проводится вертикальная линия связи.

Профильные проекции точек находятся общепринятыми в начертательной геометрии способами с использованием горизонтальных и вертикальных линий связи и постоянной Монжа или перенесением расстояний от оси X до проекций точек на горизонтальной проекции на линии связи на профильной проекции.

Развертка боковой поверхности конуса (рис. 15) строится следующим образом.

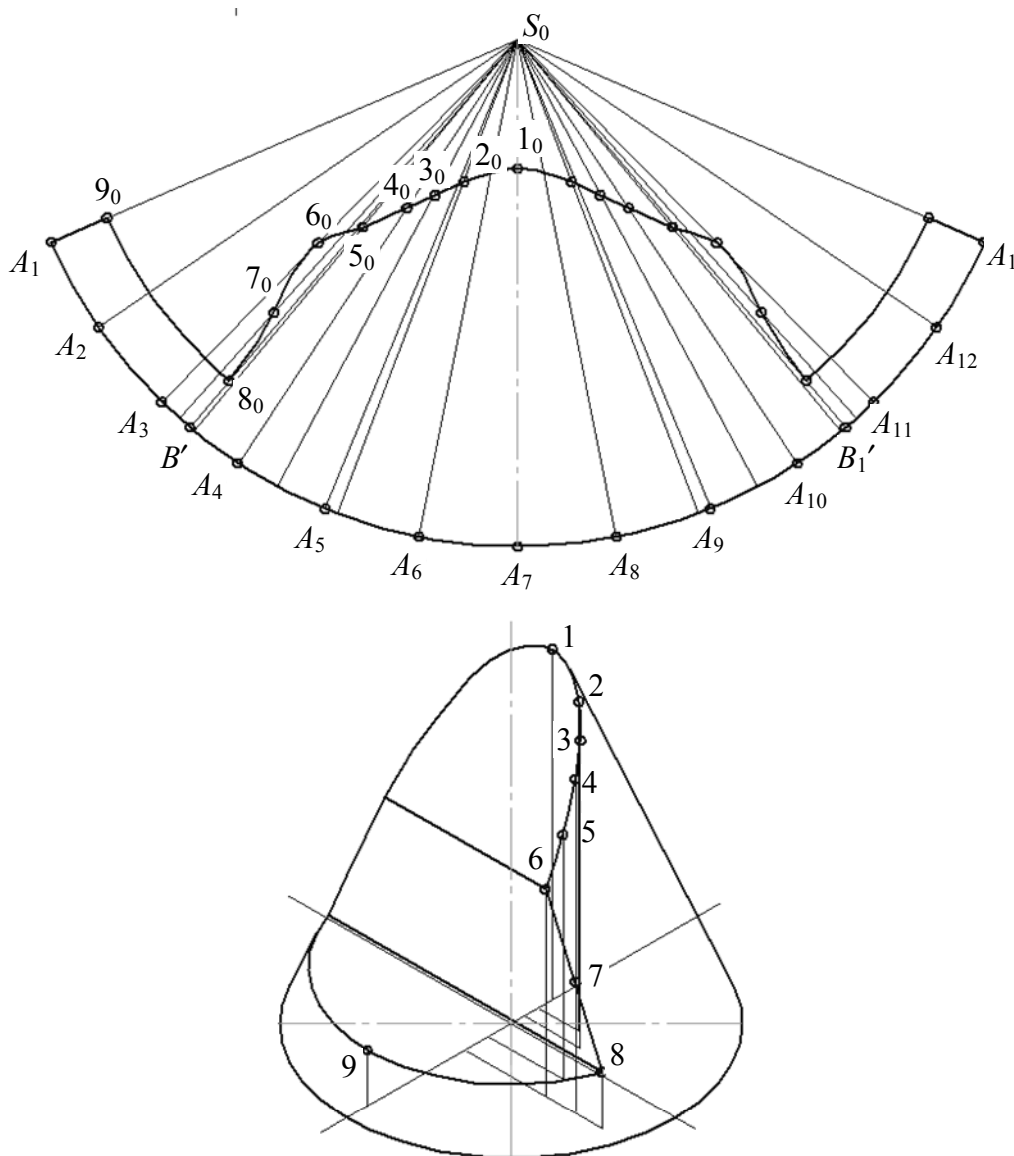


Рис. 15

Выбирается произвольная, обеспечивающая рациональное размещение на формате чертежа развертки точка S_0 . Из точки S_0 радиусом, равным длине образующей конуса, проводится дуга. Для симметричного расположения сторон развертки боковой поверхности из точки S_0 проводится вертикальная ось симметрии. Из точки пересечения оси с дугой, как из центра, влево и вправо откладываются по шесть хорд, полученных в результате деления основания конуса на двенадцать равных частей. Данные базовые точки – A_1, A_2, A_3 и т. д. – соединяются тонкими линиями с точкой S_0 . Далее необходимо перенести точки с горизонтальной и фронтальной проекций конуса на чертеж развертки.

Точка 9 лежит на образующей конуса (на развертке на линиях S_0A_1) и находится путем отложения на них от точек A отрезков, равных расстоянию от основания конуса до точки 9'' (измеряется на фронтальной проекции по длине образующей).

Для построения точки 8 необходимо на горизонтальной проекции конуса путем проведения прямой линии через вершину конуса S' и проекции точки $8'$ и $8_1'$ найти ее положение на основании конуса (точки B' и B_1' пересечения линий $S'8'$ и $S_1'8_1'$ с окружностью основания).

Далее замеряются расстояния от ближайшей базовой точки A_3 и A_{11} до точек B' и B_1' и переносятся на развертку. В рассматриваемом случае это отрезки A_3B и $A_{11}B_1$. Точки B и B_1 соединяются прямыми с точкой S_0 . Из точки S радиусом, равным отрезку $S''9''$, проводятся дуги до пересечения с линиями $B_{10}S_0$ и B_1S_0 . В точках пересечения находятся искомые точки 8_0 и 8_1 .

Подобными же способами находится положение других точек на боковой поверхности развертки. Найденные точки соединяются с помощью лекала плавными линиями. Если искомые точки лежат на прямых, соединяющих базовые точки A с точкой S , то отпадает необходимость в дополнительных построениях, так как искомые точки находятся на этих прямых.

Построение аксонометрической проекции конуса (рис. 15) осуществляется в прямоугольной изометрической системе координат, в которую линейные размеры переносятся без искажения, а окружность в целях упрощения вычерчивается в виде овала с размерами большей оси $1,22d$ и меньшей оси $0,71d$, где d – диаметр основания конуса. Ранее рассмотренным способом (на примере цилиндра) определяем направления большей и меньшей осей овала. В данном примере большая ось овала перпендикулярна оси Z (т. е. занимает горизонтальное положение), а меньшая ось совпадает с осью Z .

Построение овала выполняется таким же способом, что и при построении аксонометрического чертежа цилиндрической поверхности. Затем на оси Z из точки пересечения осей X и Y откладывается отрезок, равный высоте конуса. Полученная точка является вершиной конуса. Из нее проводятся линии, касательные к овалу.

Далее необходимо перенести точки сечений поверхности конуса на аксонометрический чертеж. Для построения точки 9 нужно расстояние от центра окружности до точки 9' перенести на ось X аксонометрических координат, соблюдая расположение относительно оси Y . Из полученной точки проводится вертикальная линия и на ней откладывается отрезок, равный расстоянию по вертикали от основания конуса до точки 9'' на фронтальной проекции. Для нахождения точки 8 на оси X аксонометрических координат откладывается отрезок, равный расстоянию от центра до точки пересечения линии связи точек 8' и 8₁' с осью X на горизонтальной проекции. Через полученную точку проводится отрезок, параллельный оси Y , и на нем откладываются в обе стороны от оси X расстояния до точек 8' и 8₁'. Из полученных точек проводятся вертикальные линии, на которых откладываются отрезки, равные расстоянию от основания конуса до точки 8''. Подобным же образом переносятся все остальные точки. После их плавного соединения по лекалу получим искомые сечения и в целом аксонометрический чертеж конуса.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение плоскости общего и частного положения (проецирующей плоскости, плоскости уровня).
2. Какие фигуры могут быть получены в сечении при пересечении призмы, пирамиды, цилиндра и конуса плоскостями частного положения?
3. Особенности построения проекции фигуры сечения при пересечении плоскостью частного положения многогранника и тела вращения.
4. Какие существуют способы определения натуральной величины фигуры сечения?
5. Что представляет собой развертка боковой поверхности призмы (цилиндра), пирамиды (конуса)? Как построить полную развертку поверхности геометрического тела?
6. В чем состоит сущность метода аксонометрического проецирования? Какие виды аксонометрических проекций предусмотрены ГОСТ 2.317-69?

Задание № 7
ПОСТРОЕНИЕ ВИДА СЛЕВА ПО ДВУМ ЗАДАНЫМ ВИДАМ
ДЕТАЛИ, ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОСТЫХ РАЗРЕЗОВ,
НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Методические указания

Изучить темы: «Разрезы», «Простые разрезы», «Обозначение разрезов», «Сечения», «Местные разрезы».

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. При этом часть предмета, расположенная между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удаляется, а на плоскости проекций показывается то, что расположено в секущей плоскости и за ее пределами по направлению взгляда.

В зависимости от количества секущих плоскостей, используемых при выполнении разреза, последние подразделяются на простые и сложные. Простые разрезы выполняются одной секущей плоскостью, сложные – двумя и более плоскостями.

С учетом положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций простые разрезы подразделяются:

- а) на горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- б) вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;
- в) наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

Сечением называется изображение, которое получается при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями, с вычерчиванием только тех элементов, которые расположены непосредственно в секущей плоскости.

Местный разрез служит для выявления внутренней формы предмета в отдельном ограниченном месте. Местный разрез ограничивается тонкой сплошной волнистой линией.

При выполнении простых разрезов, если секущая плоскость проходит через ось симметрии детали, разрезы на чертеже не обозначаются. В случае симметричности детали по осям X и Y при выполнении простых разрезов допускается совмещать половину вида с поло-

виной разреза. При этом на главном виде и виде слева разрезы размещаются с правой стороны от оси симметрии, на виде сверху – ниже от оси симметрии. На проекциях, где совмещены виды и разрезы, невидимые части детали не указываются.

Пример выполнения задания приведен на рис. 16. Обратите внимание, что для вскрытия отверстия диаметром 10 мм использован местный разрез.

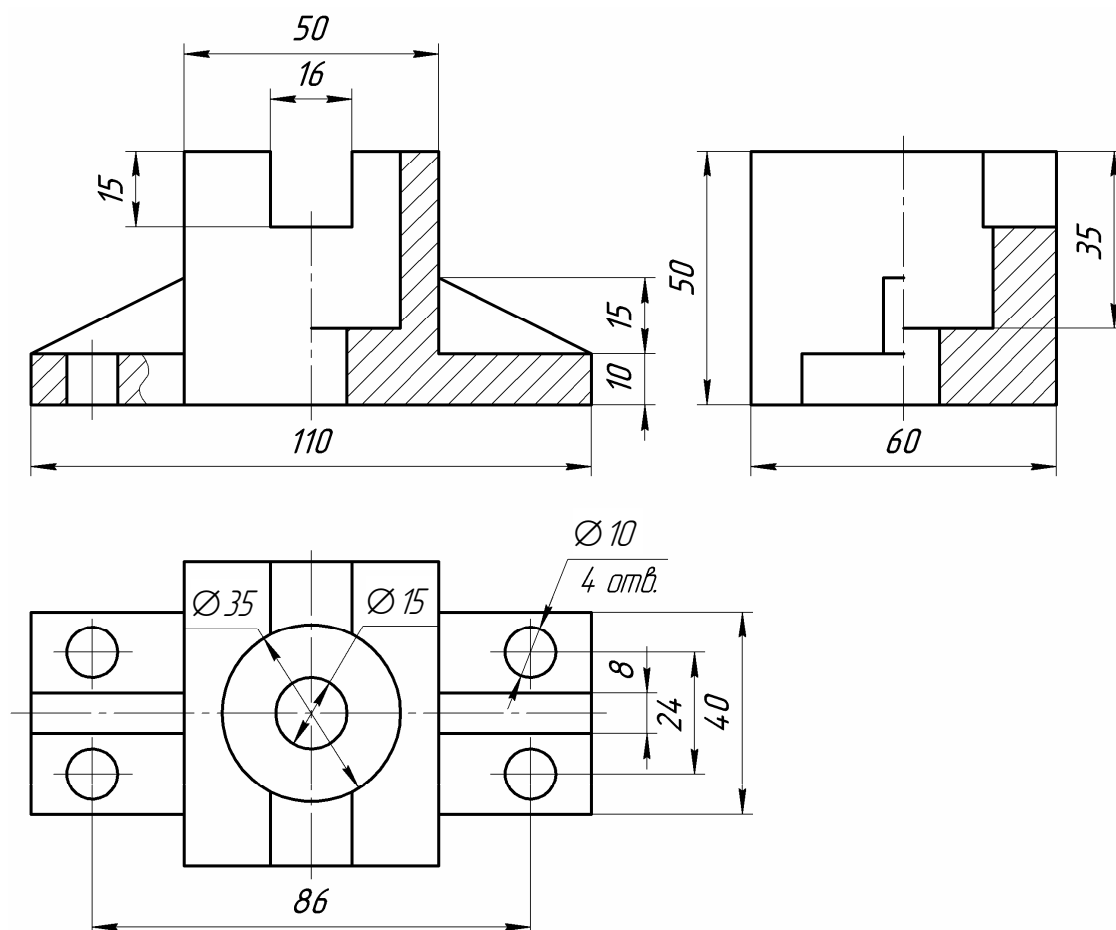


Рис. 16

На части детали, где выполнены разрезы, тонкими линиями под углом 45° наносится штриховка. Расстояние между линиями штриховки в зависимости от выбранного масштаба и габаритов детали может колебаться в пределах 1–3 мм. На выборки и пустоты штриховые линии не наносятся.

Необходимо обратить внимание на то, что ребра, имеющиеся в детали, рассекаемые плоскостью в долевом направлении, на чертеже условно не штрихуются.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение разреза. Для какой цели применяют разрезы?
2. Классификация разрезов в зависимости от числа секущих плоскостей и положения текущей плоскости.
3. Классификация разрезов в зависимости от положения относительно горизонтальной плоскости проекций.
4. Что такое простой разрез? Правила обозначения разрезов на чертежах. В каких случаях простой разрез на чертеже не обозначается?
5. Основные условия, допускающие возможность совмещения половины вида с половиной разреза. Каковы правила выполнения такого разреза?
6. Что такое местный разрез? Для чего он служит? Каковы правила его выполнения?
7. Правила нанесения штриховки в разрезах.

Задание № 8

ПОСТРОЕНИЕ ВИДА СЛЕВА ПО ДВУМ ЗАДАННЫМ ВИДАМ ДЕТАЛИ, ВЫПОЛНЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗОВ, НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Методические указания

Изучить темы: «Сложные разрезы», «Виды сложных разрезов», «Правила обозначения и вычерчивания сложных разрезов».

Необходимость применения сложных разрезов возникает в тех случаях, когда простые разрезы не позволяют в полном объеме пояснить форму предмета или его элементов. При выполнении сложного разреза используются две (и более) секущие плоскости.

В зависимости от расположения секущих плоскостей сложные разрезы подразделяются на ступенчатые и ломаные.

Ступенчатые разрезы (рис. 17) получаются, если образующие его плоскости параллельны между собой. Ступенчатые разрезы могут быть горизонтальными, фронтальными и профильными. На виде слева (рис. 17) выполнен простой разрез (совмещены половина вида с половиной разреза).

Ломаные разрезы (рис. 18) получаются при сечении предмета пересекающимися плоскостями. При этом секущие плоскости условно поворачиваются вокруг линии их пересечения до совмещения в одну плоскость, параллельную одной из основных плоскостей проекций.

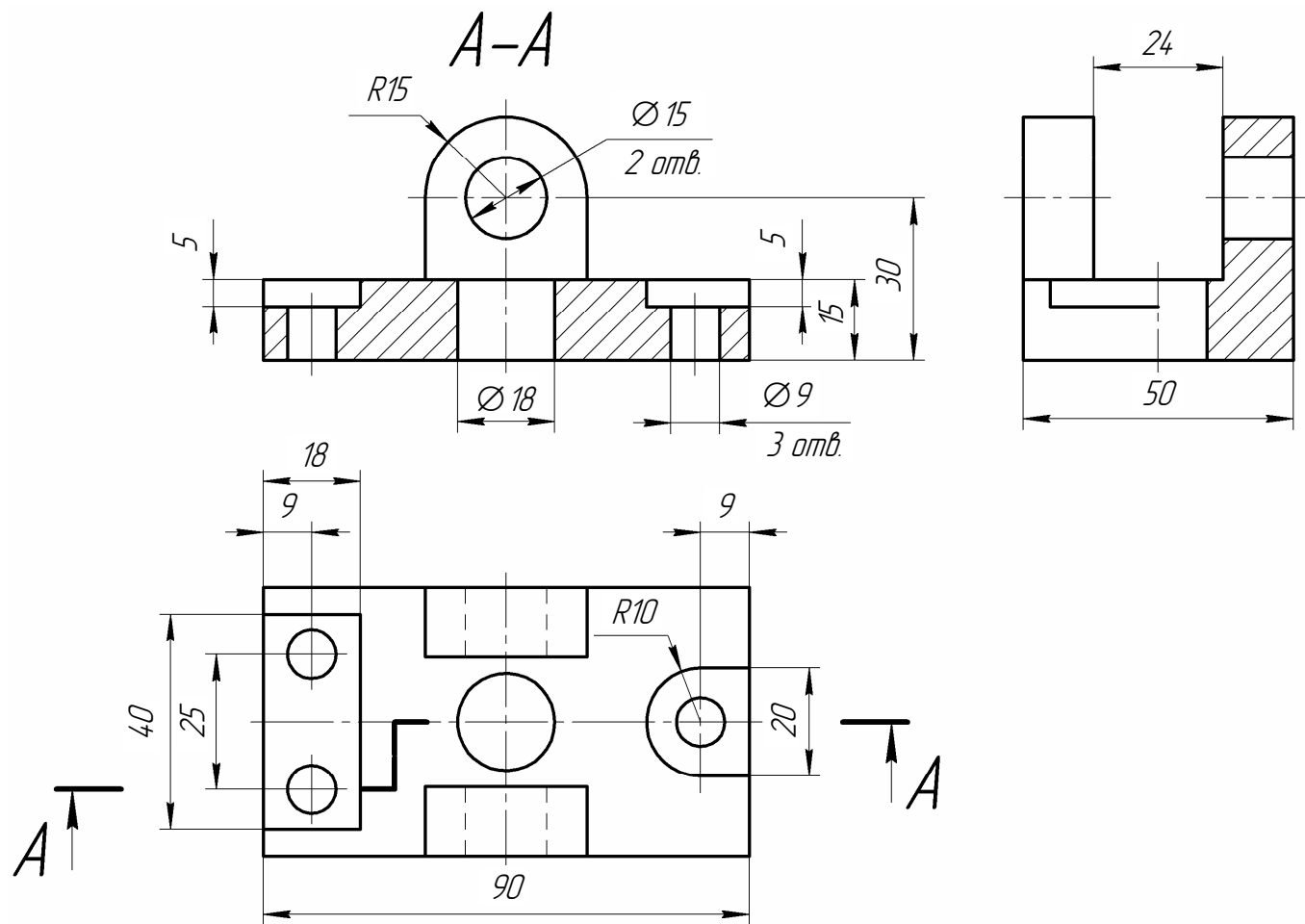


Рис. 17

Положение секущих плоскостей обозначается штрихами разомкнутой линии и стрелками, указывающими направление взгляда.

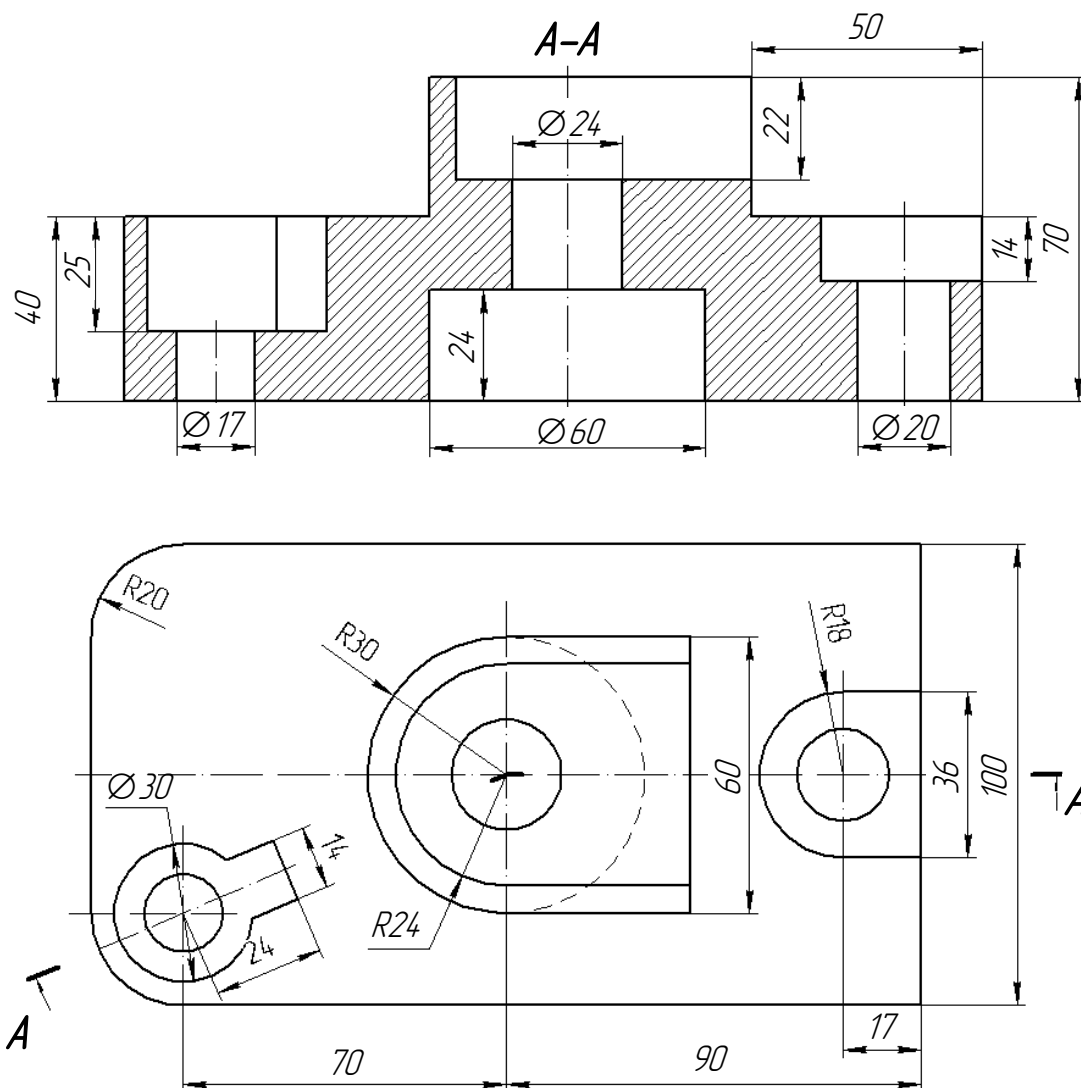


Рис. 18

У начального и конечного штрихов ставится одна и та же буква русского алфавита. Места перехода от одной секущей плоскости к другой указываются штрихами разомкнутой линии. Над разрезом наносится надпись, указывающая обозначение плоскостей.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличается сложный разрез от простого?
2. Какие вы знаете виды сложных разрезов?
3. Как обозначаются сложные разрезы на чертеже?

4. Классификация ступенчатых разрезов (горизонтальные, фронтальные, профильные и наклонные). Правила выполнения изображения ступенчатого разреза.

5. Каковы особенности выполнения ломаного разреза (поворот секущих плоскостей)?

Задание № 9

ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ДЕТАЛИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ В ЗАДАНИИ № 7

Методические указания

Изучить темы: «АксонOMETрические проекции», «Прямоугольная изометрическая проекция», «Правила вычерчивания овала».

АксонOMETрические проекции применяют для более наглядной передачи формы предметов.

Способ аксонOMETрического проецирования заключается в том, что предмет вместе с осями прямоугольных координат, к которым он отнесен в пространстве, проецируют на некоторую плоскость, принятую за плоскость аксонOMETрических проекций. Направление проецирования не параллельно и не перпендикулярно координатным осям, поэтому предмет в аксонOMETрии виден с трех сторон.

При различном взаимном расположении осей координат и плоскости аксонOMETрических проекций, а также при разном направлении проецирования можно получить различные типы аксонOMETрических проекций.

Стандартом ГОСТ 2.317-69 установлены пять видов аксонOMETрических проекций:

- 1) прямоугольная изометрическая проекция;
- 2) прямоугольная диметрическая проекция;
- 3) косоугольная фронтальная изометрическая проекция;
- 4) косоугольная горизонтальная изометрическая проекция;
- 5) косоугольная фронтальная диметрическая проекция.

В прямоугольной изометрической проекции аксонOMETрические оси (X , Y , Z) образуют друг с другом углы 120° , а приведенные коэффициенты искажения линейных размеров ко всем осям равны 1.

Окружности, лежащие в плоскостях проекций или в плоскостях, параллельных им, проецируются в виде эллипсов с размерами большей оси $1,22d$ и меньшей $0,71d$, где d – диаметр окружности. В учебных чертежах вместо эллипсов используются овалы.

Пример выполнения задания № 9 приведен на рис. 19.

На оси X аксонометрической системы координат от центра (пересечение осей X, Y, Z) откладывается влево и вправо половина длины детали – по 55 мм. Через полученные точки проводятся линии, параллельные оси Y , и на них откладываются симметрично оси симметрии отрезки по 20 мм. Полученные точки соединяются в чертёж основания детали (между осями X и Y основание детали не чертится). При проведении из углов основания вертикальных линий и откладывании на них отрезков, равных 10 мм, получают контуры верхней части основания. Далее от центра основания по оси Z откладывается высота детали (50 мм). Через полученную точку проводятся оси X и Y и на них откладываются длина и ширина верхней части детали.

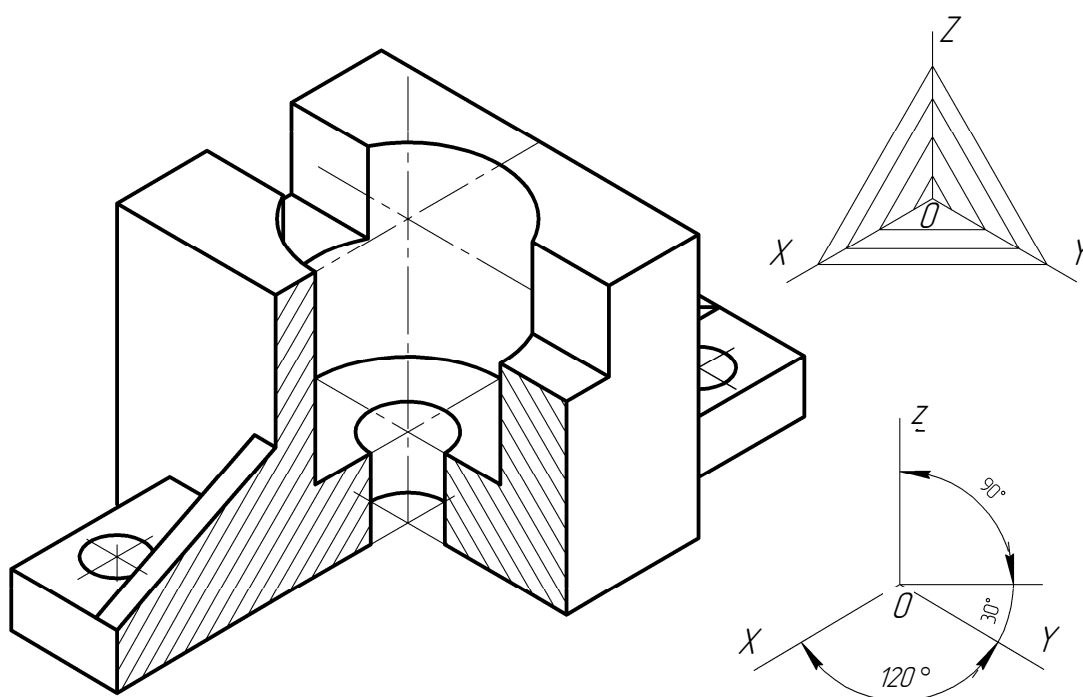


Рис. 19

В верхней плоскости детали расположено отверстие диаметром 35 мм, которое в аксонометрической проекции вычерчивается в виде овала с длиной большей оси, равной 43 мм ($35 \cdot 1,22$), и длиной меньшей оси 25 мм ($35 \cdot 0,71$). Большая ось проводится перпендикулярно оси Z , меньшая совпадает с осью Z . На осях X и Y откладываются отрезки, равные радиусу отверстия – 17,5 мм. Полученные восемь точек плавно соединяются с помощью лекала.

Далее от центра верхней плоскости детали на оси Z откладывается отрезок 35 мм, через полученную точку проводятся оси X и Y и на них

строятся овалы для отверстий диаметром 14 и 35 мм. Первое отверстие сквозное, поэтому из точек пересечения овала с осями X и Y проводятся вертикальные линии до пересечения с осями X и Y основания детали. Из центра основания детали строится овал для отверстия диаметром 14 мм.

В верхней части детали имеются пазы шириной 16 мм и глубиной 15 мм. Для их построения откладываются отрезки по оси X длиной 8 мм (влево и вправо от оси) и по оси Z вниз 15 мм. Соединяем полученные точки прямыми линиями (между осями X и Y построение не выполняется). Из четырех отверстий диаметром 10 мм видны только два. Определяются их центры и они строятся по приведенной выше методике. Необходимо обратить внимание, что ребра на аксонометрическом чертеже штрихуются при всех вариантах их рассечения секущими плоскостями.

Для определения направления штриховки и угла наклона линии штриховки на осях X , Y и Z откладываются три одинаковых отрезка. Отрезок, соединяющий X и Z , определяет угол и направление штриховки для плоскости XOZ , а Y и Z – для плоскости YOZ .

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите стандартные типы аксонометрических проекций.
2. Как располагаются оси и чему равняются приведенные коэффициенты искажений в прямоугольной изометрической проекции? В прямоугольной диметрической проекции?
3. Как проецируются окружности, лежащие в плоскостях проекций, в прямоугольной изометрической проекции? В прямоугольной диметрической проекции?
4. Способ построения овала в прямоугольной изометрической проекции. Определение направлений большой и малой осей и их размеров.
5. Направление и угол нанесения штриховых линий в аксонометрических проекциях.

Задание № 10

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕЛА С ДВОЙНЫМ ПРОНИЦАНИЕМ

Методические указания

Изучить темы: «Поверхности вращения», «Взаимное пересечение поверхностей вращения», «Способы построения линий пересечения»

поверхностей», «Способ вспомогательных секущих плоскостей», «Способ концентрических сфер».

При построении проекций линий пересечения поверхностей вращения вначале находятся так называемые очевидные опорные точки, определяемые без графических построений. Затем находят очевидные точки, расположенные, например, на очерковых образующих поверхностей вращения, отделяющих видимую часть линий перехода от невидимой.

Все остальные точки пересечения называются промежуточными.

В общем случае для построения линий пересечения поверхностей чаще всего используются вспомогательные взаимно параллельные секущие плоскости или сферические поверхности.

В качестве вспомогательных секущих плоскостей должны быть выбраны такие, которые пересекали бы обе заданные поверхности по простым линиям – прямым или окружностям, причем окружности должны быть расположены в плоскостях, параллельных плоскостям проекций.

На рис. 20 задана цилиндрическая поверхность, имеющая проникающие отверстия – горизонтальное цилиндрическое и вертикальное коническое.

Нахождение линий пересечения должно проводиться в два этапа. Вначале определяются линии пересечения наружной поверхности цилиндра с горизонтальным отверстием (цилиндром), а затем линии пересечения цилиндрического и конического отверстий.

При выполнении первого этапа опорными точками определяются точки 1 и 5, а характерной – точка 3. При выполнении второго этапа опорными точками будут точки 6 и 11, а характерными – 8 и 9.

Количество промежуточных точек должно быть достаточным, чтобы с требуемой точностью построить линии пересечения. На рис. 20 показаны примеры нахождения двух промежуточных точек 2 и 4 (для наглядности профильная проекция выполнена в варианте совмещенного с видом разреза).

Для нахождения проекций точки 2 проводится горизонтальная секущая плоскость уровня f_2'' , которая рассекает цилиндр по окружности, а горизонтальное отверстие – по образующим. Горизонтальная проекция точки 2 находится на окружности основания цилиндра ($2'$, $2_1'$), а профильная $2'''$ – на пересечении линий связи, проведенных из точек $2'$ и $2''$. Таким же образом определяются проекции других промежуточных точек.

Фронтальные и профильные проекции опорных точек 6 и 11 и характерных точек 8 и 9 линии пересечения цилиндрического и конического отверстий очевидны. Горизонтальные проекции этих точек находятся с помощью вертикальных линий связи и засечек, выполняемых радиусами окружностей, образующихся при рассечении конического отверстия горизонтальными плоскостями уровня, проходящими через проекции точек 6'', 8'', 9'' и 11''.

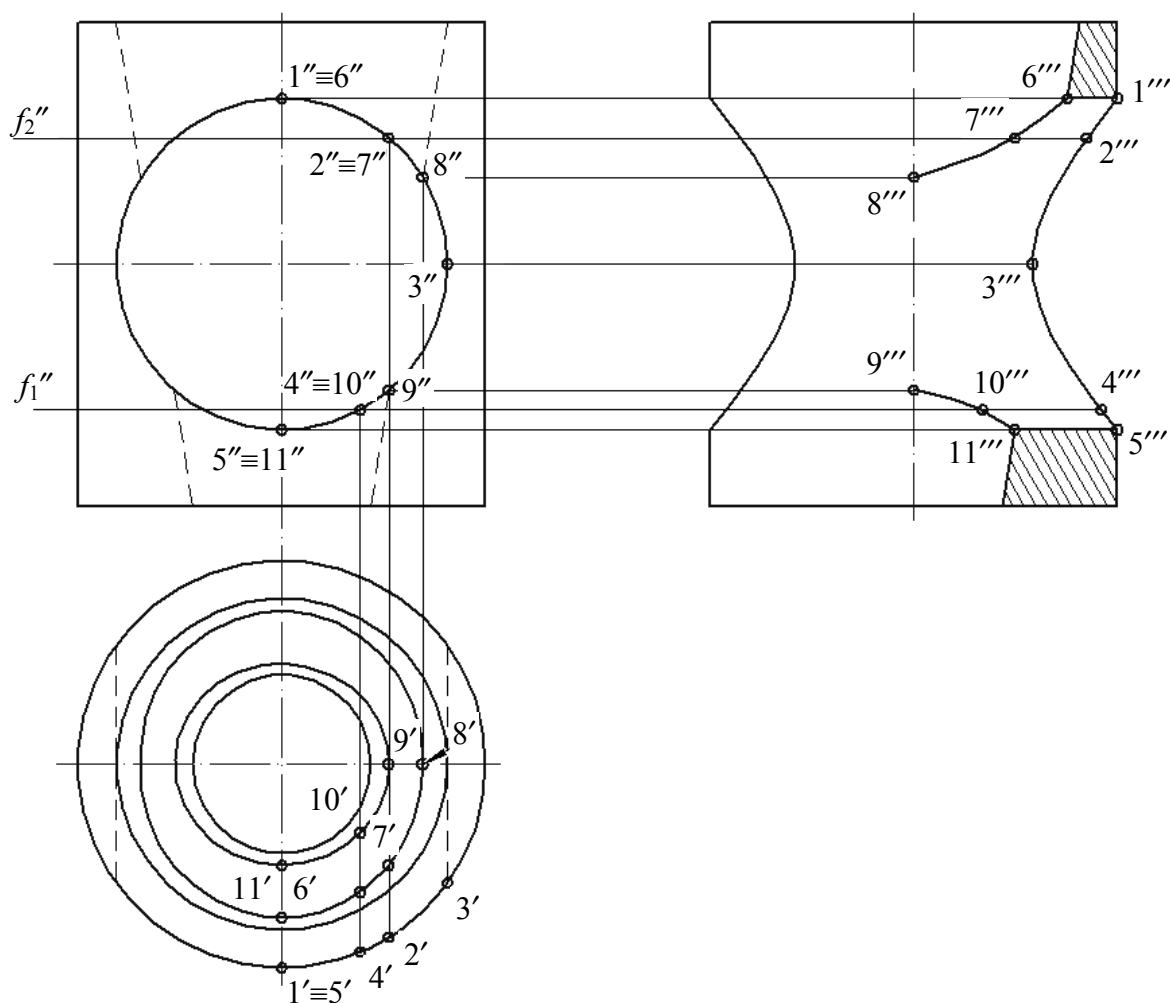


Рис. 20

Промежуточные точки 7 и 10 линии пересечения определяются следующим образом. Вначале находятся их горизонтальные проекции путем проведения вертикальных линий связи и выполнения засечек соответствующими радиусами, а затем по линиям связи с использованием постоянной прямой Монжа строят профильные проекции. На горизонтальной и профильной проекциях найденные точки соединяются с помощью лекала плавной кривой.

Вопросы для самоконтроля

1. Что представляет собой линия пересечения поверхностей в общем виде?
2. Какие способы используются для построения линий пересечения гранных поверхностей между собой; многогранников и поверхностей вращения (способ вспомогательных секущих плоскостей)?
3. Построение взаимного пересечения поверхностей вращения (способы вспомогательных плоскостей уровня и вспомогательных концентрических сфер).
4. Особые случаи пересечения поверхностей вращения (соосные поверхности, поверхности с пересекающимися под прямым углом осями).
4. Дайте определение двойного проникания поверхностей.

Задание № 11

ВЫПОЛНЕНИЕ ПО НАГЛЯДНОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ ЧЕРТЕЖА ВАЛА С ЦЕЛЕСООБРАЗНЫМИ СЕЧЕНИЯМИ И ВЫНОСНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ, НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Методические указания

Изучить темы: «Сечения», «Выносные элементы», «Правила нанесения размеров».

Определение сечения дано в методических указаниях к выполнению задания № 7.

Выносной элемент – дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и других данных.

Выносной элемент может содержать подробности, которые в силу принятого масштаба не указаны на проекциях предмета (детали).

При выполнении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, овалом или другими способами – с обозначением прописной буквой русского алфавита на полке линии-выноски. На изображении выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен.

Выносной элемент располагают как можно ближе к соответствующему месту на изображении детали.

Пример выполнения задания приведен на рис. 21.

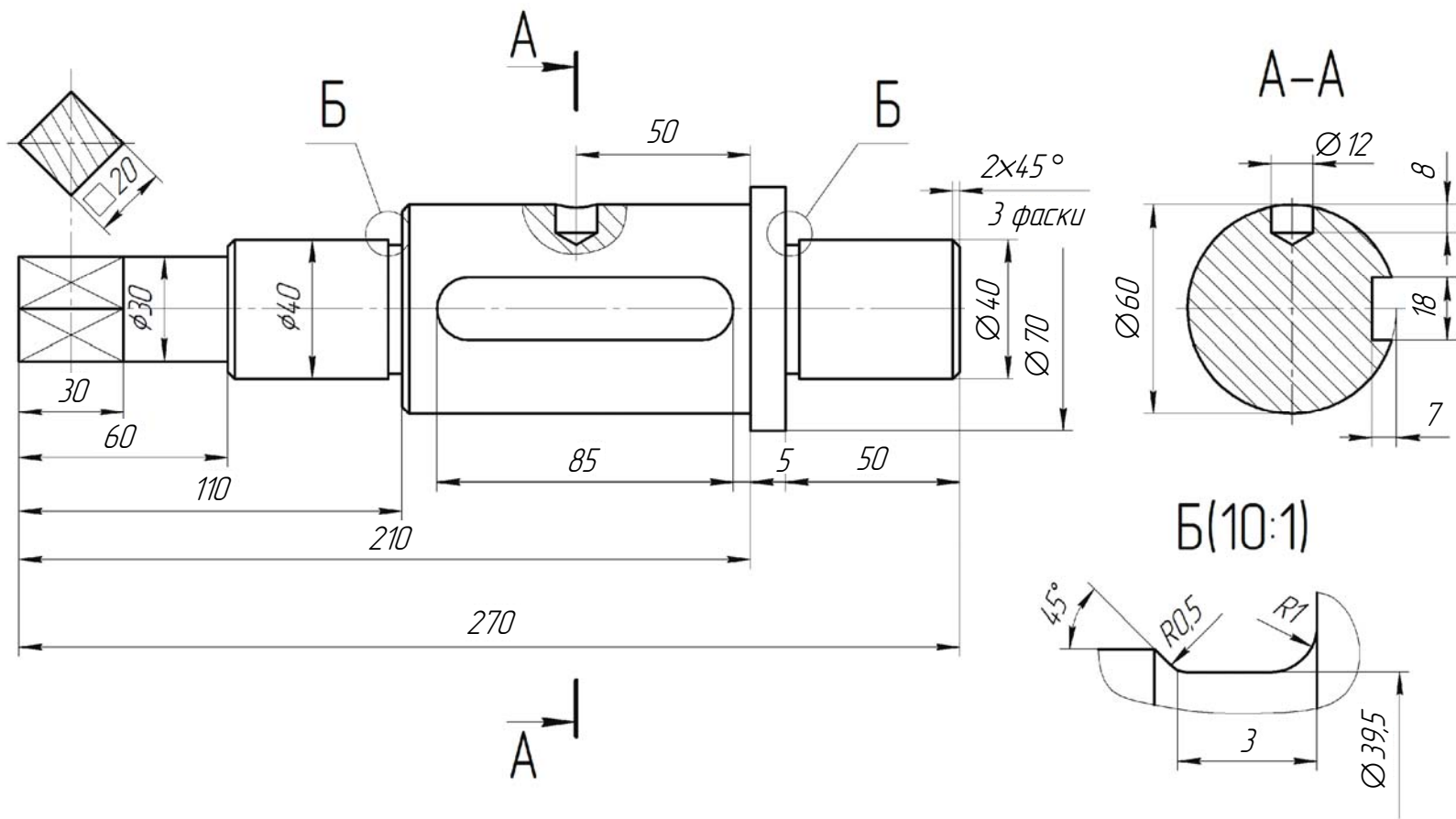


Рис. 21

Вал представляет собой цилиндрическую поверхность с различными диаметрами по длине, поэтому для его вычерчивания достаточно одной проекции.

Его необходимо расположить таким образом, чтобы элементы, находящиеся на наружной поверхности (шпоночные пазы, отверстия и т. п.), оказались видимыми. В левой части вала есть участок, имеющий в сечении квадрат. Для обозначения размера стороны квадрата выполняется сечение с указанием места прохождения секущей плоскости вертикальной осевой линией.

Участок вала, имеющего в сечении квадрат, расположен на длине 30 мм. После него следует цилиндрический участок с диаметром 30 мм, который доходит до цапфы с диаметром 40 мм. Подобная же цапфа имеется и на правом конце вала.

Учитывая, что на цапфах располагаются подшипники, они должны подвергаться операции шлифования.

Для обеспечения безопасности при проведении работ и достижения требуемого качества обработки поверхности на цапфах выполняются канавки (обеспечивают свободный ход шлифовального круга по всей длине цапфы).

Канавки для выхода шлифовального круга имеют стандартные размеры, зависящие от диаметра обрабатываемого участка вала. Для нанесения размеров канавок последние вычерчиваются в увеличенном виде (масштаб от 4 : 1 до 10 : 1) на свободном месте формата чертежа.

На основной проекции вала участок канавок обводится тонкой замкнутой линией, от которой проводится выносная линия, заканчивающаяся горизонтальной полочкой. На полочке пишется прописная буква русского алфавита (на рис. 21 – Б). Учитывая, что в рассматриваемом примере обе канавки идентичны, буква Б ставится над каждой из них и выносной элемент вычерчивается один. Если канавки будут иметь разные размеры, то должны вычерчиваться два выносных элемента (каждый под своей буквой). Все размеры выносного элемента канавки стандартизированы и подбираются по справочнику.

Размеры канавок для наиболее часто применяемых диаметров валов приведены в приложении 1.

На среднем участке вала расположен шпоночный паз и засверлено отверстие под стопорный винт. Контуры отверстия вскрываются с помощью местного разреза (показан тонкой волнистой линией).

Для обозначения шпоночного паза, в который при сборке узла вкладывается призматическая шпонка, выполняется сечение А-А.

Секущая плоскость проходит через ось отверстия под стопорный винт. Размеры шпоночного паза зависят от диаметра участка вала, на котором он выполняется, и определяются по приложению 1. Сечение может быть выполнено в том же масштабе, в котором выполнен чертеж вала, или более крупном. На чертеже вала кроме диаметров наносятся и линейные размеры. За базу обычно принимаются торцы вала.

В рассматриваемом примере от левого торца вала вынесены размеры, указывающие длину участка с квадратным сечением и расстояние до торцов вала с диаметрами 40 и 60 мм. От правого торца вала указано расстояние до выступа диаметром 70 мм. Кроме этого, определяется размерами положение шпоночного паза (размер 5 мм), его длина (85 мм), расстояние до оси отверстия под стопорный винт (50 мм) и общая длина вала. Если на торцах элементов вала сняты фаски, их размер также ставится.

Размеры пазов для наиболее часто встречающихся диаметров валов и призматических шпонок приведены в приложении 1.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение сечения. Чем сечение отличается от разреза?
2. Дайте определения вынесенных и наложенных сечений. Правила их вычерчивания и обозначения. В каких случаях сечения не обозначаются?
3. В каком случае на сечении показываются контуры, лежащие за секущей плоскостью?
4. Что такое выносной элемент? Правила его обозначения на чертежах.

Задание № 12

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛЕЙ С НАРУЖНОЙ И ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБАМИ. ВЫПОЛНЕНИЕ СВИНЧИВАНИЯ РЕЗЬБОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Методические указания

Изучить темы: «Классификация резьб», «Вычерчивание и обозначение резьб».

Под резьбой понимают поверхность, образованную при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

По эксплуатационному назначению резьбы подразделяются – на крепежные (метрическая, дюймовая); крепежно-уплотнительные (трубная, коническая); ходовые (трапецеидальная, упорная); специальные резьбы.

На деталях в заданиях использована метрическая резьба. Основные размеры резьбы стандартизированы. Так, например, диаметры резьбы разбиты на три ряда. Предпочтение при выборе диаметров отдается первому ряду, допускается использование диаметров из второго ряда. Диаметры третьего ряда не рекомендуются к использованию при разработке новых изделий.

Наиболее ходовые диаметры резьб приведены в приложении 2.

Каждому диаметру резьбы соответствует крупный шаг и набор мелких шагов. При нанесении размеров резьбы на чертеже при использовании крупного шага последний не обозначается.

Для нарезания полного профиля резьбы по всей ее длине на деталях выполняют наружные и внутренние проточки.

Линейные размеры проточки зависят только от шага резьбы, но не от ее диаметра.

Размеры наружных и внутренних проточек для наиболее часто применяемых шагов резьбы приведены в приложении 2.

На рис. 22 представлены чертежи трех деталей – (слева направо) корпус, сопло, гайка. Все детали снаружи и внутри имеют поверхности в виде тел вращения (цилиндрические и конические), поэтому для вычерчивания каждой достаточно одной проекции. На всех деталях выполнен разрез по оси симметрии.

Корпусная деталь включает внутренние отверстия диаметрами 24 и 30 мм, а также внутреннюю резьбу М45, выполненную с мелким шагом 1,5 мм. Под внутреннюю резьбу сделана проточка диаметром 45,5 мм, шириной 3 мм, на расстоянии 25 мм от правого торца детали.

Сопло имеет наружный диаметр 30 мм и внутреннее коническое отверстие с диаметрами 24 и 10 мм.

На гайке нарезана наружная резьба диаметром 45 мм и мелким шагом 1,5 мм. На правом торце гайки выполнены два цилиндрических отверстия диаметром 5 мм под ключ для закручивания последней.

На внутренней и наружной резьбах М45×1,5 выполнены фаски размером 1,6×45°.

Сборочный чертеж резьбового соединения выполняется в масштабе 2 : 1 (указывается в скобках над чертежом сборочного соединения). На свободном месте формата вычерчивается корпусная деталь. Затем в гнезде корпуса с диаметром 30 мм и шириной 10 мм вычерчивается в разрезе сопло. Во внутреннее резьбовое отверстие М45×1,5 ввинчивается до упора гайка, вычерчиваемая также в разрезе.

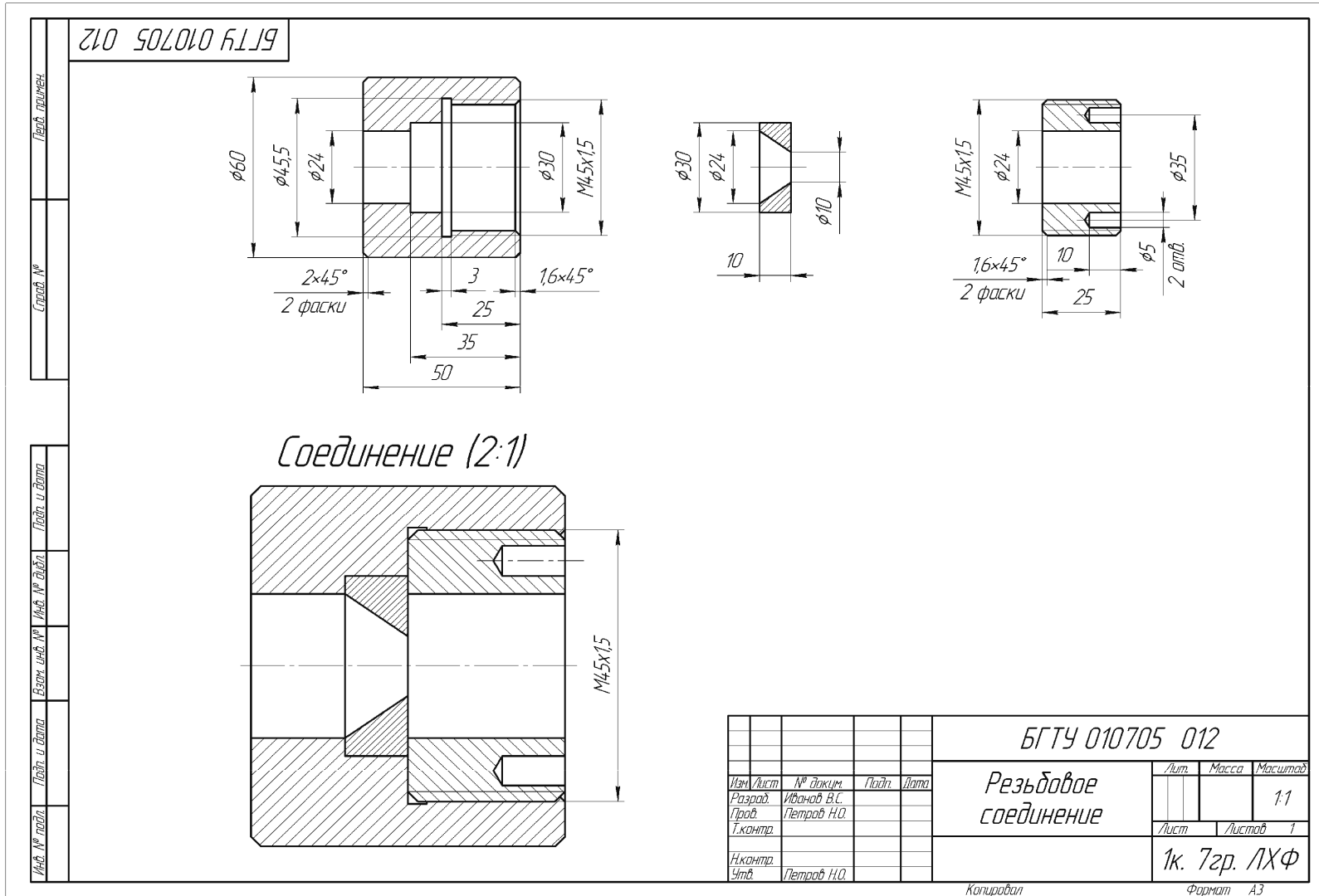


Рис. 22

Вопросы для самоконтроля

1. Как образуется цилиндрическая винтовая линия и ее развертка? Назовите элементы винтовой линии.
2. Классификация резьб в зависимости от формы профиля, формы поверхности, расположения на поверхности резьбы, направления винтовой линии, по эксплуатационному назначению и числу заходов.
3. Изображение и обозначение основных типов резьб.
4. Как обозначается метрическая резьба с крупным шагом? С мелким шагом?
5. Перечислите конструктивные элементы резьбы. Правила выполнения их на чертежах.
6. Назовите типы резьбовых соединений.
7. Каковы правила выполнения резьбы в соединениях?

Задание № 13 **ВЫПОЛНЕНИЕ ЭСКИЗА ДЕТАЛИ ТИПА ФЛАНЕЦ, КРЫШКА**

Методические указания

Изучить темы: «Эскиз», «Правила эскизирования», «Порядок выполнения эскиза детали».

Эскиз – конструкторский документ временного характера. При выполнении эскизных чертежей используется глазомерный масштаб, обуславливающий лишь пропорциональность размеров вычерчиваемой детали. Эскиз, как правило, выполняют от руки с соблюдением проекционной связи между видами. Эскиз должен содержать минимальное, но достаточное для полного представления о предмете и его элементах число видов, разрезов и сечений.

Для выполнения эскиза выбирают главный вид – наиболее насыщенный элементами часть детали, а также необходимое число видов, разрезов, сечений. После этого тонкими линиями вычерчивают проекции детали, сечения и разрезы. Затем выполняется обводка линий контура, сечений и разрезов. Наносятся необходимые размеры.

Пример выполнения эскиза детали типа штуцер приведен на рис. 23.

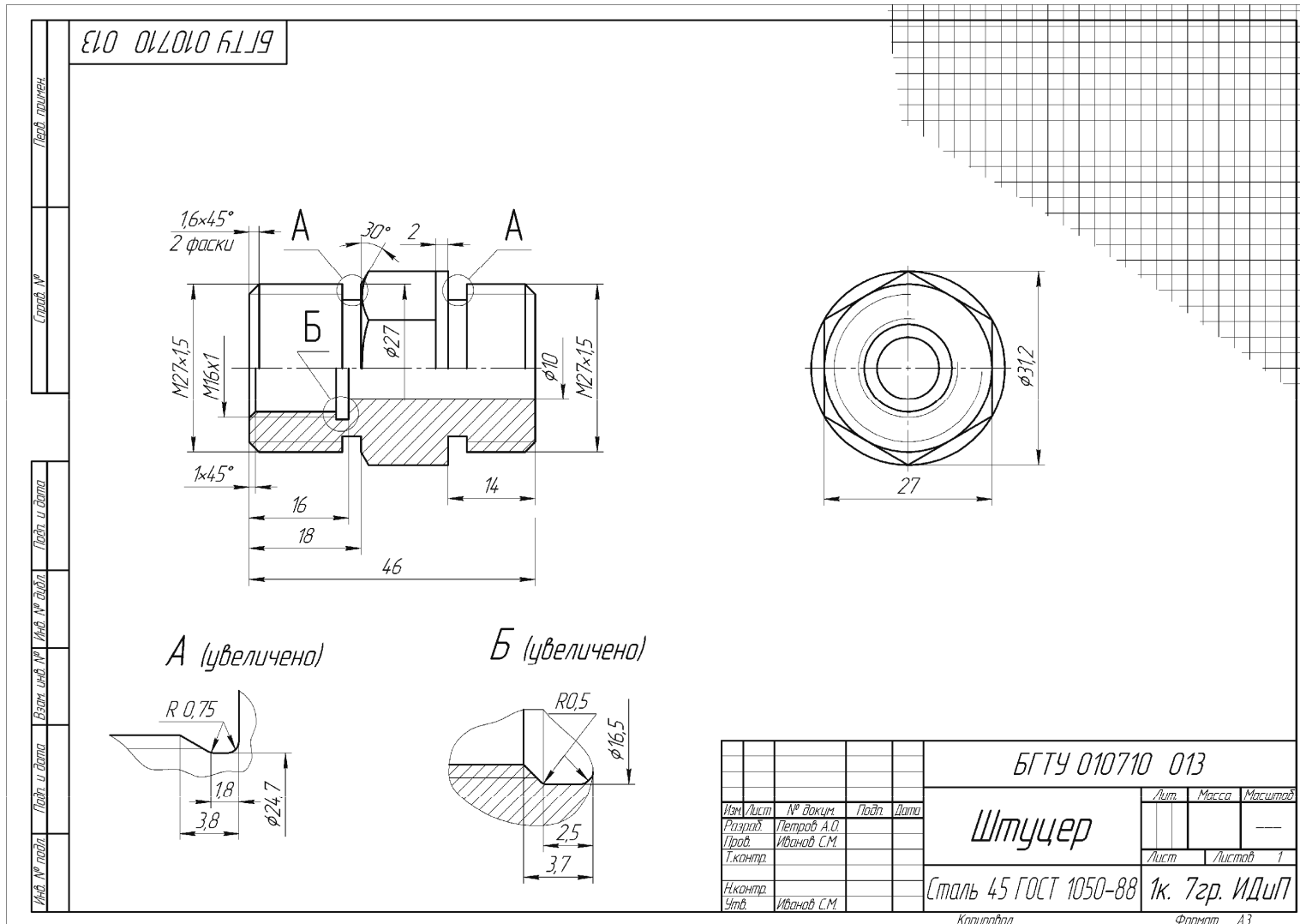


Рис. 23

Учитывая симметричность детали по горизонтальной оси, определяется, что для вычерчивания детали достаточно двух проекций – главного вида, совмещающего половину вида (верхняя часть) с половиной разреза (нижняя часть), и вида слева.

На главном виде наносятся линейные размеры детали, а также диаметры резьб (с указанием при необходимости мелкого шага), наружных цилиндрических поверхностей и отверстий.

Для нарезания полного профиля резьбы $M27 \times 1,5$ с правой и левой сторон шульца выполнены проточки, которые обведены тоненьким кружочком и обозначены буквой А, так как они имеют абсолютно одинаковые параметры. Если левая и правая проточки имеют отличия, то они обозначаются буквами А и Б и для каждой из них выполняется свой выносной элемент.

В рассматриваемом примере обе проточки одинаковы и на них вычерчивается один выносной элемент. Учитывая, что в эскизном чертеже масштаб отсутствует, в скобках за буквой А пишется слово «увеличено».

Для внутренней резьбы $M16 \times 1$ также выполняется проточка, которая обозначена буквой Б и для нее выполнен выносной элемент.

На виде слева наибольший интерес представляет расстояние между параллельными гранями шестигранника, которое называется «размером под ключ» и выбирается по справочнику.

Наиболее применяемые размеры под ключ – 14, 17, 19, 22, 24, 27, 30, 32, 36, 41, 46, 50 мм.

Основная надпись в эскизах выполняется по форме № 1 в соответствии с ГОСТ 2.104-68. На формате А4 основная надпись оформляется только вдоль короткой его стороны. В основной надписи записывают наименование детали в именительном падеже единственного числа. Если наименование складывается из нескольких слов, то на первом месте пишут имя существительное (например «Гайка накидная»).

Условное обозначение материала складывается из его наименования, марки и номера стандарта. Например: «Сталь 45 ГОСТ 1050-88», «Бр. 03ОЦ12С5 ГОСТ 613-79». Графа «Масштаб» на эскизах не заполняется. Марки некоторых наиболее распространенных конструкционных материалов приведены в приложении 3.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково назначение эскиза детали? Дайте определение, что такое эскизный чертеж детали.

2. Опишите последовательность выполнения эскизного чертежа детали.

3. Особенности измерения и нанесения размеров при выполнении эскизов деталей.

Задание № 14

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ТРЕХ ДЕТАЛЕЙ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ И АКСОНОМЕТРИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА ОДНОЙ ИЗ НИХ

Методические указания

Изучить темы: «Сборочные чертежи, требования к их выполнению и допускаемые упрощения», «Обозначение составных частей сборочного чертежа, наносимые размеры», «Спецификация», «Рабочие чертежи деталей».

Сборка, т. е. соединение деталей в сборочные единицы, а затем сборочных единиц и деталей в готовое законченное изделие, проводится по сборочным чертежам.

Сборочные чертежи входят в комплект рабочей документации и предназначены непосредственно для производства. По ним ведут сборочные работы, соединяют детали и сборочные единицы, изделия и контролируют эти работы.

Для быстрого и безошибочного чтения и составления сборочных чертежей необходимо соблюдать установленные стандартами условия и упрощения:

1. Изображения, виды, разрезы и сечения располагают на сборочных чертежах, как и на чертежах деталей, в проекционной связи.

2. Штриховку смежных сечений деталей на сборочном чертеже выполняют в противоположном направлении под углом 45° либо со сдвигом штрихов, либо с изменением расстояния между штрихами.

3. Болты, винты, заклепки, шпонки, валы, оси и другие детали изображают в продольных разрезах нерассеченными.

4. Линии невидимого контура на сборочных чертежах применяют только при изображении простых (невидимых) элементов, когда выполнение разрезов не упрощает чтение чертежа, а увеличивает его трудоемкость.

5. При изображении ввернутого в отверстие нарезанного стержня (болта, шпильки) наружная резьба изображается полностью, а внут-

рения резьба в отверстии показывается только в том случае, если она не закрыта резьбой стержня.

6. На сборочном чертеже подвижные детали показывают, как правило, в рабочем положении. Крайние или промежуточные положения изображают штрихпунктирной линией.

7. Номера позиций деталей и других составных частей изделия указывают на полках-выносах, проводимых от их изображений.

Размеры на сборочных чертежах подразделяются на две группы:

1. Размеры, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу – исполнительные размеры.

2. Размеры, не подлежащие исполнению по данному сборочному чертежу и указываемые для удобства пользования данным чертежом – справочные размеры.

Первая группа размеров включает:

а) монтажные размеры, указывающие взаимное расположение деталей в изделиях;

б) размеры элементов деталей, которые выполняются в процессе или после сборки, например после механической обработки после сварки, клепки, пайки;

в) размеры, характеризующие эксплуатационные параметры изделия – ход поршня, рычага и т. п.;

г) размеры сопрягаемых элементов деталей, которые обуславливают характер соединения (посадки), например цилиндра и поршня.

Вторая группа размеров включает:

а) габаритные размеры;

б) установочные и присоединительные размеры;

в) характерные размеры, которые конструктор считает необходимым указать на чертеже.

Рабочий чертеж должен содержать: минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), полностью раскрывающих форму детали; необходимые размеры; сведения о материале; название детали.

Вначале нужно найти проекции детали на видах сборочного чертежа, определиться, что принять за главный вид. Учитывая, что на сборочном чертеже размеры элементов деталей не указаны, необходимо, руководствуясь масштабом сборочного чертежа, выполнить их замеры линейкой с точностью до одного миллиметра, определить габаритные размеры детали и масштаб ее вычерчивания. Чертежи детали выпол-

няются на формате А3. Простые детали, имеющие в большинстве случаев одну проекцию, допускается выполнять на формате А4.

Чертеж каждой из заданных в задании деталей вычерчивается на отдельном формате. Допускается выполнение на одном формате проекционного и аксонометрического чертежей детали.

При оформлении чертежа детали необходимо учитывать упрощения, которые допускаются при вычерчивании сборочного чертежа.

Сборочный чертеж и спецификация приведены на рис. 24 и 25. Примеры выполнения рабочих чертежей деталей, включенных в сборочную единицу, приведены на рис. 26, 27, 28 и 29.

Далее находятся по указанным позициям три детали, на которые необходимо выполнить чертежи. В рассматриваемом варианте разработке подлежат детали, включенные в узел, под номерами 2, 3 и 4.

По спецификации находим, что под номером 2 вынесена *гайка* (БГТУ 320000.002), под номером 3 – *клапан* (БГТУ 320000.003), под номером 4 – *пружина* (БГТУ 320000.004).

Гайка показана на всех трех проекциях сборочного чертежа и включает в себя элемент шестигранной поверхности, метрическую наружную резьбу и цилиндрический палец, расположенный внутри гайки с правой стороны (см. главный вид).

Учитывая масштаб вычерчивания узла (М 1 : 2, рис. 24), замеряются наружные габаритные размеры гайки: длина – 50 мм, резьба – М80, размер под ключ шестигранника – 41 мм. Диаметр резьбы и размер под ключ стандартизированы и поэтому необходимо проверить по справочнику, есть ли такие размеры.

Для понимания конструкции гайки достаточно вычерчивания двух проекций: главного вида с расположением оси симметрии горизонтально и вида слева (рис. 26). Масштаб выполнения чертежа 1 : 1.

Главный вид вычерчивается, совмещая половину вида (выше горизонтальной оси) с половиной разреза (ниже горизонтальной оси). На виде слева показываются только видимые элементы детали.

С учетом габаритов детали, необходимости выполнения двух проекций, нанесения размеров и вычерчивания аксонометрического чертежа выбирается формат для выполнения чертежа А3.

Вторая деталь (клапан) по габаритным размерам практически не отличается от гайки и для раскрытия его конструкции также достаточно двух проекций – главного вида и вида слева. Масштаб вычерчивания 1 : 1.

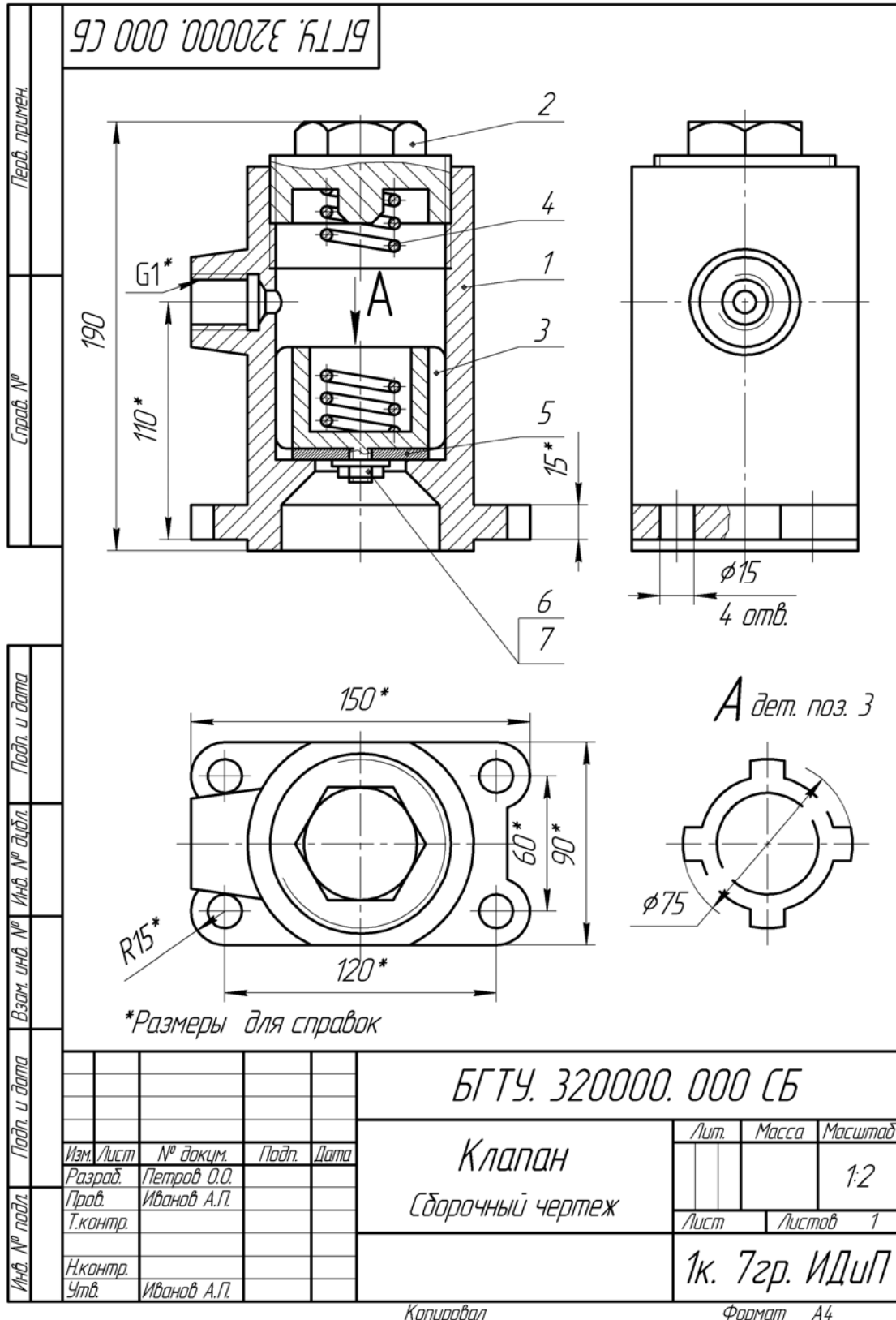


Рис. 24

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Слав №						Документация		
					БГТУ 320000 000СБ	Сборочный чертеж		
						Детали		
			1		БГТУ 320000 001	Корпус	1	
			2		БГТУ 320000 002	Гайка	1	
	3		БГТУ 320000 003	Клапан	1			
	4		БГТУ 320000 004	Пружина	1			
	5		БГТУ 320000 005	Прокладка	1			
Подп. и дата						Стандартные изделия		
			6			Гайка М8.5 ГОСТ 5915-70	1	
	7				Шайба 8.01 ГОСТ 11371-78	1		
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Инв. № дудл.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БГТУ 320000 000	
		Разраб.					Лит.	
		Проб.					Лист	Листов
		Н.контр.						1
		Утв.					Клапан	

Копировал

Формат А4

Рис. 25

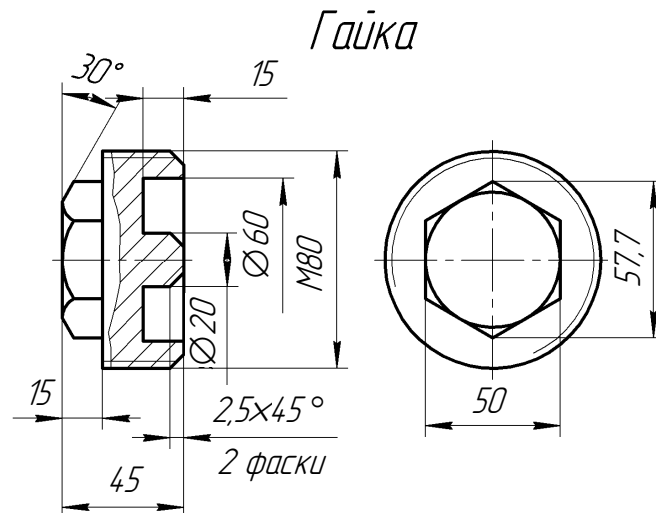


Рис. 26

На главном виде ось симметрии детали располагается горизонтально (рис. 27). Для указания углубления под пружину выполняем местный разрез. На виде слева вычерчиваются только видимые элементы. На левом конце детали (главный вид) выполнена проточка под резьбу. Для нанесения размеров выполняется выносной элемент в масштабе 4 : 1. Все размеры проточки выбираются из справочника и зависят от шага резьбы.

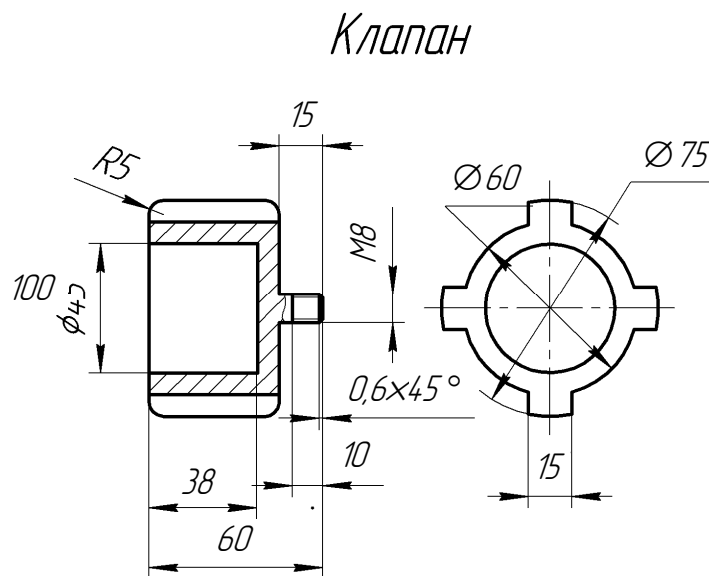
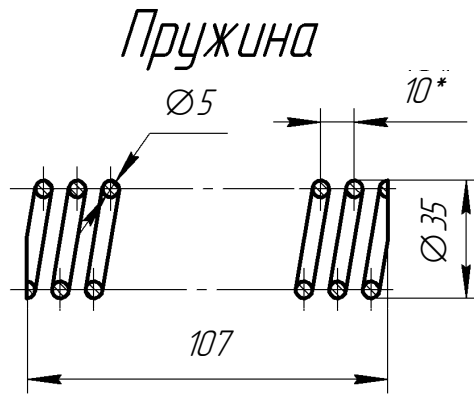


Рис. 27

Пример выполнения рабочего чертежа пружины сжатия приведен на рис. 28, он не требует дополнительных пояснений.



1. *Направление навивки пружины – правое*
 2. *Число рабочих витков $n = 9$*
 3. *Число витков полное $n_1 = 10,5$*
 4. **Размеры для справок*
- Рис. 28

АксонOMETрический чертёж детали (в рассматриваемом случае гайки, рис. 29) выполняется с четвертичным вырезом (аналогично заданию 11).

Гайка (прямоугольная изометрия)

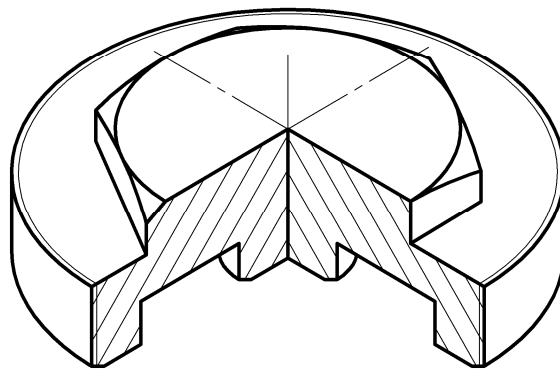


Рис. 29

Возможны два варианта.

1. Аксонометрический чертёж детали выполняется на одном формате с рабочим чертежом, тогда принимается общий масштаб $1 : 1$.

2. Аксонометрический чертёж детали выполняется на отдельном формате. Целесообразно в данном случае вычерчивать деталь в масштабе $2 : 1$.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое сборочная единица? Какие типы соединений в сборочную единицу существуют?
2. Что такое сборочный чертеж? Какие изображения он должен содержать?
3. Какие размеры должен содержать сборочный чертеж?
4. Номера позиций на сборочном чертеже. Штриховка на сборочном чертеже.
5. Что такое спецификация сборочной единицы?
6. Поясните порядок чтения сборочного чертежа. Какие упрощения допускаются в сборочном чертеже?
7. Что такое рабочий чертеж детали? Как определить размеры деталей при детализации сборочной единицы?
8. Какова последовательность выполнения рабочего чертежа детали?

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ
 КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВАЛОВ

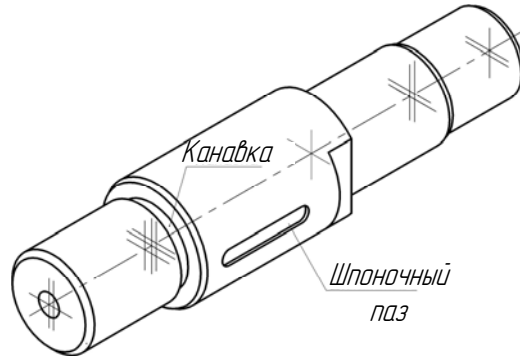


Рис. П.1.1. Конструктивные элементы вала

Размеры призматических шпонок и пазов

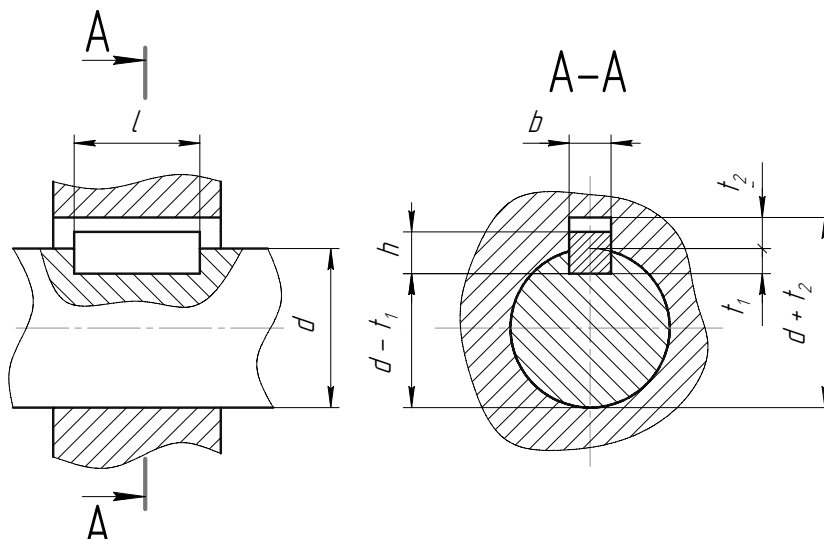


Рис. П.1.2. Шпоночное соединение

Таблица П.1.1

Размеры призматических шпонок и пазов по ГОСТ 23360–78

Диаметр вала, d	Сечение шпонки, $b \times h$	Глубина паза		Диаметр вала, d	Сечение шпонки, $b \times h$	Глубина паза	
		Вал	Втулка			Вал	Втулка
		t_1	t_2			t_1	t_2
От 12 до 17	5×5	3,0	2,3	От 38 до 44	12×8	5,0	3,3
От 17 до 22	6×6	3,5	2,8	От 44 до 50	14×9	5,0	4,3
От 22 до 30	8×7	4,0	3,3	От 50 до 58	16×10	6,0	4,3
От 30 до 38	10×8	5,0	3,3				

Размеры канавок для выхода шлифовального круга

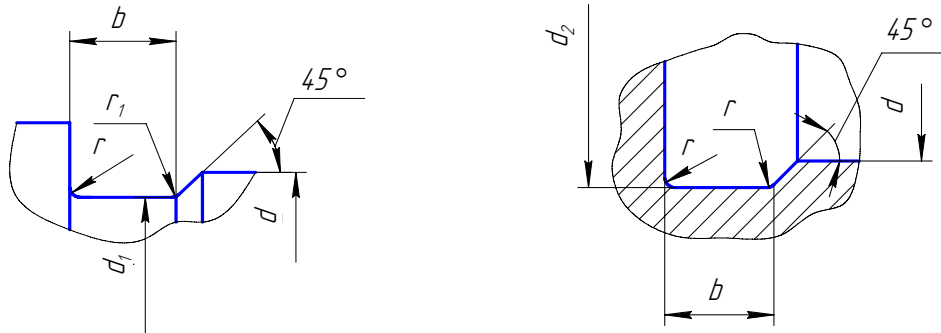


Рис. П.1.3. Канавки для выхода шлифовального круга по ГОСТ 8820-69 (наружное и внутреннее шлифование)

Таблица П.1.2

Диаметры валов (отверстий), подвергаемых шлифовке

Диаметр, d	b	Шлифование		r	r_1
		Наружное, d_1	Внутреннее, d_2		
≤ 10	1	$d - 0,3$	$d + 0,3$	0,3	0,2
	1,5			0,5	0,3
	2	$d - 0,5$	$d + 0,5$	1	0,5
3	1,6				
10–50	5	$d - 1,0$	$d + 1,0$	2	1
50–100	8				
>100					

РЕЗЬБА МЕТРИЧЕСКАЯ

Основные размеры
(по ГОСТ 9150-81, ГОСТ 8724-81, ГОСТ 24706-81)

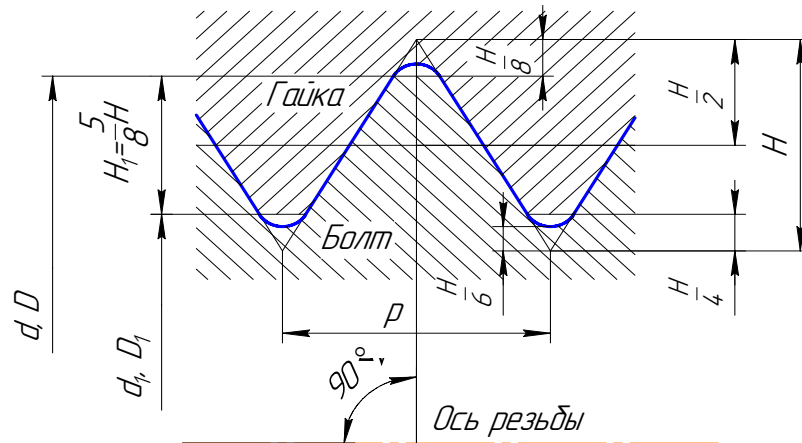


Рис. П.2.1. Основные размеры:

- d – наружный диаметр наружной резьбы (болта);
- D – наружный диаметр внутренней резьбы (гайки);
- d_1 – внутренний диаметр резьбы болта;
- D_1 – внутренний диаметр резьбы гайки;
- P – шаг резьбы;
- H – высота исходного треугольника;
- $H_1 = \frac{5}{8}H$ – рабочая высота профиля

Таблица П.2.1

Диаметры резьбы и шаг резьбы

Диаметры резьбы, $d = D$	Шаг резьбы, P	
	крупный	мелкий
3	0,5	0,35
(3,5)	0,6	0,35
4	0,7	0,5
(4,5)	0,75	0,5
5	0,8	0,5
6	1	0,75; 0,5
8	1,25	1; 0,75; 0,5
10	1,5	1,25; 1,0; 0,75; 0,5
12	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
(14)	2	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
16	2	1,5; 1; 0,75; 0,5

Диаметры резьбы, $d = D$	Шаг резьбы, P	
	крупный	мелкий
(18)	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
20	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
(22)	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	3	2; 1,5; 1; 0,75
27	3	2; 1,5; 1; 0,75
30	3,5	3; 2; 1,5; 1; 0,75
(33)	3,5	3; 2; 1,5; 1; 0,75
36	4	3; 2; 1,5; 1
(39)	4	3; 2; 1,5; 1
42	4,5	4; 3; 2; 1,5; 1
(45)	4,5	4; 3; 2; 1,5; 1
48	5	4; 3; 2; 1,5; 1
(52)	5	4; 3; 2; 1,5; 1
56	5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
(60)	5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
64	6	4; 3; 2; 1,5; 1
(68)	6	3; 2; 1,5; 1

Примечание. Размеры диаметров резьб в круглых скобках при конструировании применять не рекомендуется.

Сбеги, недорезы, проточки и фаски для наружной метрической резьбы (ГОСТ 10549-80)

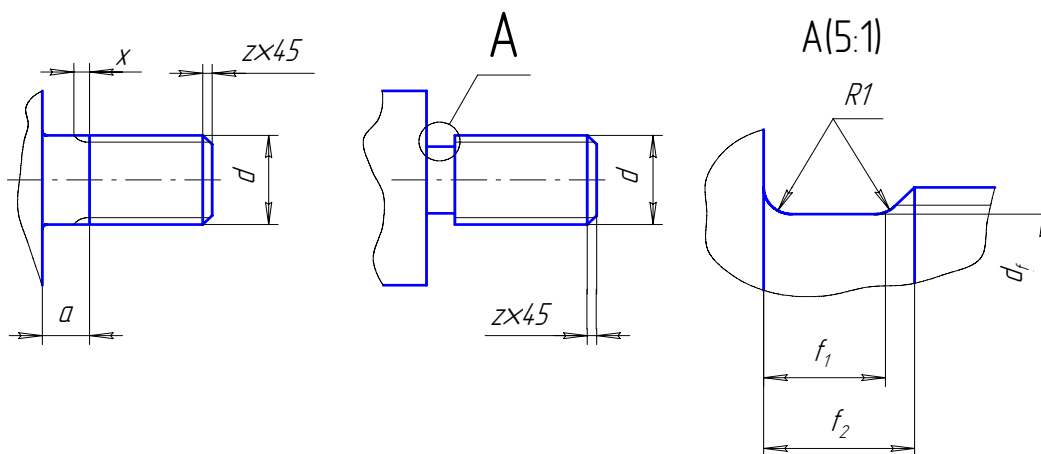


Рис. П.2.2.

**Сбеги, недорезы, проточки и фаски для наружной метрической резьбы
(ГОСТ 10549-80)**

Шаг, <i>P</i>	Сбег, <i>x</i>	Недорез, <i>a</i>	Проточка				<i>d_f</i>	<i>R</i>	<i>z</i>
			<i>f</i> ₁ , не менее		<i>f</i> ₂ , не более				
			нормальная	короткая	нормальная	короткая			
0,5	1,25	1,50	1,10	0,50	1,75	1,25	-0,8	0,25	0,5
0,7	1,75	2,10	1,50	0,80	2,45	1,76	-1,1	0,35	0,5
0,8	2,00	2,40	1,70	0,90	2,80	2,00	-1,3	0,40	1,0
1,0	2,50	3,00	2,20	1,10	3,50	2,50	-1,6	0,50	1,0
1,25	3,20	4,00	2,70	1,50	4,40	3,20	-2,0	0,60	1,6
1,5	3,80	4,50	3,20	1,80	5,20	3,80	-2,3	0,75	1,6
1,75	4,30	5,30	3,90	2,10	6,10	4,30	-2,6	0,90	1,6
2	5,00	6,00	4,50	2,50	7,00	5,00	-3,0	1,00	2,00
2,5	6,30	7,50	5,60	3,20	8,70	5,30	-3,6	1,25	2,5
3	7,50	9,00	6,70	3,70	10,50	7,50	-4,4	1,50	2,5
3,5	9,00	10,50	7,70	4,50	12,00	9,00	-5,0	1,75	2,5
4	10,00	12,00	6,00	5,00	14,00	10,00	-5,7	2,00	3,0
4,5	11,00	13,50	10,50	5,50	16,00	11,00	-6,4	2,25	3,0
5	12,50	15,0	11,50	6,50	17,50	12,50	-7,0	2,50	4,0
5,5	14,00	16,50	12,50	7,50	19,00	4,00	-7,7	2,75	4,0
6	15,00	18,00	14,00	8,00	21,00	15,00	-8,5	3,00	4,0

**Сбеги, недорезы, проточки и фаски для внутренней метрической резьбы
(ГОСТ 10549-80)**

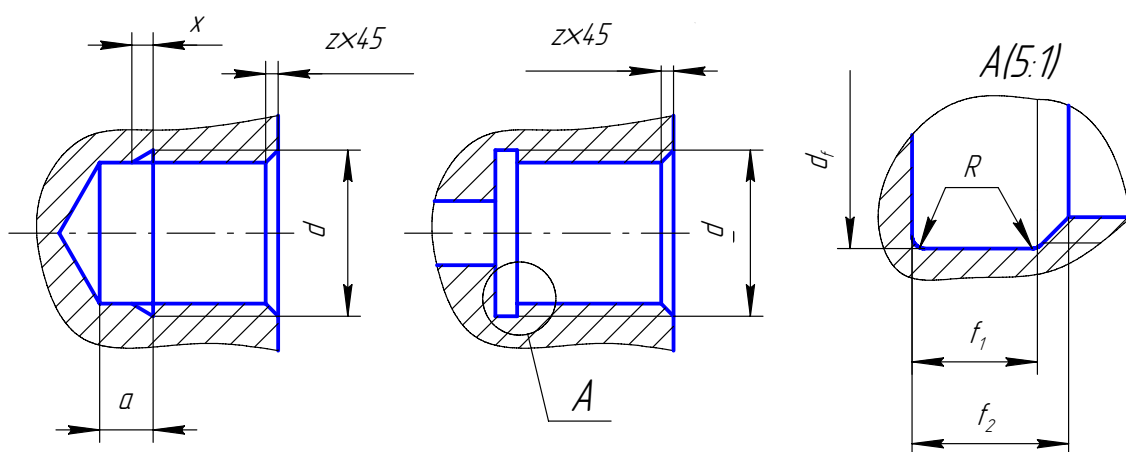


Рис. П.2.3.

Таблица П.2.3

**Сбеги, недорезы, проточки и фаски для внутренней метрической резьбы
(ГОСТ 10549-80)**

Шаг, <i>P</i>	Сбег, <i>x</i>	Недорез, <i>a</i>	Проточка				<i>d_f</i>	<i>R</i>	<i>z</i>
			<i>f</i> ₁ , не менее		<i>f</i> ₂ , не более				
			нормальная	короткая	нормальная	короткая			
0,5	1,0	3,0	2,0	1,25	2,7	2,00	+0,3	0,25	0,5
0,75	1,4	3,5	2,8	1,75	3,8	2,75	+0,3	0,35	0,5
0,8	1,6	4,0	3,2	2,00	4,2	3,00	+0,3	0,40	1,0
1	2,0	6,0	4,0	2,50	5,2	3,70	+0,5	0,50	1,0
1,25	2,5	8,0	5,0	3,20	6,7	4,90	+0,5	0,60	1,6
1,5	3,0	9,0	6,0	3,80	7,8	5,60	+0,5	0,75	1,6
1,75	3,5	11,0	7,0	4,50	9,1	6,40	+0,5	0,90	1,6
2	4,0	11,0	8,0	5,00	10,3	7,30	+0,5	1,00	2,00
2,5	5,0	12,0	10,0	6,30	13,0	9,30	+0,5	1,25	2,5
3	6,0	15,0	12,0	7,50	15,2	10,70	+0,5	1,50	2,5
3,5	7,0	17,0	14,0	9,00	17,0	12,70	+0,5	1,75	3,0
4	8,0	19,0	16,0	10,00	20,0	14,00	+0,5	2,00	3,0
4,5	9,0	23,0	18,0	11,00	23,0	16,00	+0,5	2,25	4,0
5	10,0	26,0	20,0	12,50	26,0	18,50	+0,5	2,50	4,0
5,5	11,0	28,0	22,0	14,00	28,0	20,00	+0,5	2,75	4,0
6	12,0	28,0	24,0	16,00	30,0	21,00	+0,5	3,00	4,0

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

П.3.1. Металлические материалы

Чугун

Марки серого чугуна устанавливаются по ГОСТ1412-85 (соответствует международному стандарту ИСО 185): СЧ 10; СЧ 15; СЧ 18; СЧ 20; СЧ 21; СЧ 25; СЧ 30; СЧ 35.

Пример обозначения:

СЧ 25 ГОСТ 1412-85

Стальные отливки

Марки углеродистой стали для литья (легированной и нелегированной) устанавливает ГОСТ 977-88. Стали конструкционные нелегированные: 15Л; 20Л; 25Л; 30Л; 35Л; 40Л; 45Л; 50Л. Стали конструкционные легированные: 20ГЛ; 35ГЛ; 30ГСЛ; 40ХЛ; 35ХМЛ и др. В зависимости от назначения отливки делятся на три группы: 1 – общего назначения; 2 – ответственного назначения; 3 – особо ответственного назначения.

Пример обозначения:

Отливка 1-й группы, сталь 25Л ГОСТ 977-88.

Сталь углеродистая обыкновенного качества

Марки стали углеродистой обыкновенного качества установлены ГОСТ 380-94 (соответствует международным стандартам ИСО 630-80 и ИСО 1052-82 в части требований к химическому составу сталей). Сталь изготавливают следующих марок: Ст 0; Ст 1кп; Ст 1пс; Ст 1сп; Ст 2кп; Ст 2пс; Ст 2сп; Ст 3кп; Ст 3пс; Ст 3сп; Ст 3Гпс; Ст 3Гсп; Ст 4кп; Ст 4пс; Ст 4сп; Ст 5пс; Ст 5сп; Ст 5Гпс; Ст 6пс; Ст 6сп. Буквы «кп», «пс», «сп» означают степень раскисления: соответственно кипящая, полуспокойная, спокойная.

Пример обозначения:

Ст 3пс ГОСТ 380-94.

Сталь углеродистая качественная конструкционная

Марки стали углеродистой по ГОСТ1050-88: 08; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 58; 60.

Пример обозначения:
Сталь 10 ГОСТ 1050-88.

Сталь инструментальная нелегированная

Марки стали инструментальной нелегированной по ГОСТ 1435-90:
У7; У8; У8Г; У10; У12; У13; У7А; У8А; У8ГА; У10А; У12А; У13А.

Пример обозначения:
У8ГА ГОСТ 1435-90.

Сталь легированная конструкционная

Марки стали легированной конструкционной по ГОСТ 4543-71 (в редакции 1990 г.): 20Х; 30Х; 35Х; 40Х; 45Х; 45Х; 50Х; 30ХМА; 35ХМ; 18ХГ; 20ХГСА; 30ХГС; 20ХН; 40ХН; 45ХН; 50ХН; 30ХН3А.

Пример обозначения:
Сталь 20Х ГОСТ 4543-71.

Бронзы оловянные литейные

Марки бронз устанавливает ГОСТ 613-79. Предусмотрены следующие марки: БрО3Ц12С5; БрО3Ц7С5Н1; БрО4Ц7С5; БрО4Ц4С17; БрО5Ц5С5; БрО5С25 и др.

Бронзы безоловянные литейные

Марки бронз устанавливает ГОСТ 493-79. Предусмотрены следующие марки: БрА9Мц2Л; БрА10Мц2Л; БрА9Ж3Л; БрА10Ж3Мц2; БрА10Ж4Н4Л и ряд других.

Примеры обозначения бронз:
БрО3Ц12С5 ГОСТ 613-79; БрА9Мц2Л ГОСТ 493-79.

Сплавы алюминиевые литейные

Марки сплавов устанавливает ГОСТ 1583-93. Возможно применение сплавов следующих марок: АК12; АК9ч; АК7ч; АМ5; АК5М; АМч11; АЦ4Мг; АМг10 и др.

Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые

Марки устанавливает ГОСТ 4784-97. Предусмотрены следующие марки: АД0; АД1; АД31; АД33; Д1М; Д16М; АВТ1; АД1Т5 и ряд других.

Примеры обозначения:
АК12 ГОСТ 2685-75; АД0 ГОСТ 4784-97.

П.3.2. Неметаллические материалы

Картон прокладочный и уплотнительные прокладки из него

Картон предназначен для изготовления прокладок во фланцевых и других соединениях и выпускается по ГОСТ 9347-74 марок А –

пропитанный и Б – непропитанный. Толщина марки А (мм): 03; 05; 08; 1; 1,5. Толщина марки Б (мм): 0,3; 0,5; 0,8; 1; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5.

Пример обозначения картона марки А толщиной 1 мм:

Картон А-1 ГОСТ 9347-74.

Картон асбестовый

Картон асбестовый применяется в качестве огнезащитного и теплоизоляционного материала. Выпускается по ГОСТ 2850-95 двух марок: КАОН-1 и КАОН-2. Толщина предусмотренная стандартом: 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6; 8; 10 мм.

Пример обозначения картона марки КАОН-1 толщиной 3 мм:

Картон асбестовый КАОН-1-3 ГОСТ 2850-95.

Асбестовые шнуры

Асбестовые шнуры применяются для теплоизоляции и уплотнения неподвижных деталей машин и аппаратов. Шнуры асбестовые изготавливают по ГОСТ 1779-83. Шнур марки ШАОН выпускают диаметров 0,75; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32; 35 мм.

Пример обозначения шнура марки ШАОН диаметром 3 мм:

Шнур асбестовый ШАОН 3 ГОСТ 1779-83.

Войлок технический полугрубошерстный

Технический войлок по ГОСТ 6308-71 изготавливают следующих видов: а) для сальников – условное обозначение ПС; б) для прокладок марок А и Б – условное обозначение ППрА и ППрБ; в) для фильтров – условное обозначение ПФ.

Пример обозначения войлока полугрубошерстного толщиной 10 мм:

– для сальников

Войлок ПС 10 ГОСТ 6308-71;

– для прокладок марки А

Войлок ППрА 10 ГОСТ 6308-71.

Кожа техническая

Кожа техническая выпускается по ГОСТ 20836-75 толщиной от 0,5 до 5 мм.

Пример обозначения технической кожи толщиной 3 мм:

Кожа 3 ГОСТ 20836-75.

Набивки сальниковые

Набивки сальниковые выполняются по ГОСТ 5152-84 для следующих марок АП-3; АПР-31; АПР; АПС; АПП и др.

Пример условного обозначения набивки сальниковой марки АП диаметром 3 мм:

Набивка крученая марки АПЗ ГОСТ 5152-84.

Пластины резиновые и резинотканевые

Пластины резиновые и резинотканевые предназначены для изготовления деталей, служащих для уплотнения неподвижных соединений, предотвращения трения, восприятия ударных нагрузок. Пластины выпускаются по ГОСТ 7338-90 следующих типов: I – резиновая пластина; II – резинотканевая пластина. Толщина выпускаемых пластин: 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 18; 20–60 мм.

Марки: ТМКЩ – тепломорозокислотощелочестойкая; АМС – атмосферомаслостойкая; МБС – маслобензостойкая.

Пример обозначения пластины типа I марки ТМКЩ, средней твердости, толщиной 3 мм, шириной 250 мм, длиной 500 мм:

Пластина I; лист ТМКЩ-С = 3×250×500 ГОСТ 7338-77.

Фторопласт

Фторопласт-4 по ГОСТ 10007-80 предназначен для изготовления деталей, обладающих стойкостью к агрессивным средам и высокими диэлектрическими свойствами. Выпускается марок: С; П; ПН; О; Т.

Пример обозначения фторопласта-4 марки ПН:

Фторопласт-4ПН ГОСТ 10007-80.

Полиэтилен

Полиэтилен низкого давления изготавливают по ГОСТ 16338-85, полиэтилен высокого давления – по ГОСТ 16337-77.

Пример обозначения:

Полиэтилен ГОСТ 16338-85. Полиэтилен ГОСТ 16337-77.

ЛИТЕРАТУРА

1. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей: ГОСТ 2.301–2.319-68 / Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 232 с.
2. Боголюбов, С. К. Черчение / С. К. Боголюбов. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
3. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение / В. С. Левицкий. – М.: Высшая школа, 1994. – 352 с.
4. Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – М.: Высшая школа, 1994. – 672 с.
5. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение / А. А. Чекмарев. – М.: Владос, 2005. – 472 с.
6. Инженерная и машинная графика: тексты лекций для студентов факультетов ИЭФ и ИД / сост. В. Н. Стругов, В. С. Исаченков. – Минск: БГТУ, 2007. – 58 с.
7. Федоренко, В. А. Справочник по машиностроительному черчению / В. А. Федоренко, А. Н. Шошин. – Л.: Машиностроение, 1983. – 416 с.
8. Попова, Г. Н. Машиностроительное черчение / Г. Н. Попова, С. Ю. Алексеев. – Л.: Машиностроение, 1986. – 447 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Методические указания к выполнению индивидуальных заданий....	4
Примеры выполнения задач, входящих в индивидуальные задания	6
Задание № 1. Построение трех видов детали по ее наглядному изображению, нанесение размеров	6
Задание № 2. Построение недостающих проекций точек и линий на заданных поверхностях многогранников.....	9
Задание № 3. Построение недостающих проекций точек и линий на заданных поверхностях вращения	13
Задания № 4, 5, 6. Построение недостающих сечений заданной поверхности плоскостями частного положения, развертки боковой поверхности, аксонометрического чертежа поверхности	17
Задание № 7. Построение вида слева по двум заданным видам детали, выполнение простых разрезов, нанесение размеров	32
Задание № 8. Построение вида слева по двум заданным видам детали, выполнение сложных разрезов, нанесение размеров	34
Задание № 9. Построение аксонометрической проекции детали, представленной в задании № 7	37
Задание № 10. Выполнение чертежа геометрического тела с двойным проницанием	39
Задание № 11. Выполнение по наглядному изображению чертежа вала с целесообразными сечениями и выносными элементами, нанесение размеров	42
Задание № 12. Выполнение чертежа деталей с наружной и внутренней резьбами. Выполнение свинчивания резьбовых деталей	45
Задание № 13. Выполнение эскиза детали типа фланец, крышка	48
Задание № 14. Выполнение рабочих чертежей трех деталей сборочной единицы и аксонометрического чертежа одной из них.....	51
Приложение 1	59
Приложение 2	61
Приложение 3	65
Литература.....	69

Учебное издание

Стругов Вячеслав Николаевич
Исаченков Владимир Сергеевич
Ращупкин Сергей Вячеславович
Гиль Виталий Иванович

ИНЖЕНЕРНАЯ И МАШИННАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие

Редактор *О. П. Соломевич*
Компьютерная верстка *О. П. Соломевич*

Подписано в печать 24.08.2010. Формат 60×84 ¹/₈.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,2. Уч.-изд. л. 4,3.
Тираж 500 экз. Заказ .

Отпечатано в Центре издательско-полиграфических
и информационных технологий учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006. Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.