

## ВВЕДЕНИЕ

Все существующие в настоящее время сооружения или объекты, созданные человеком; машины, механизмы и их детали, которые можно назвать общим словом – изделия, изготовлялись по своеобразным их аналогам, т.е. по чертежам.

Чертеж – это технический документ, содержащий все необходимые сведения для изготовления изделия. Прежде всего это его геометрические формы, размеры этих форм, допустимые отклонения формы и размеров, шероховатость поверхностей предмета, материал, из которого изготавливается изделие, и некоторые иные сведения. Правильно и грамотно выполненный чертеж предоставляет всю вышеперечисленную информацию. Из чертежа можно узнать геометрию изделия, его структуру, размеры, вид и марку материала, указания о точности обработки, степени чистоты поверхности и другие сведения. Все это называется чтением чертежа. Чтобы чертежом мог пользоваться не только специалист, но и любой человек, знакомый с основами инженерной графики, чертежи выполняются по определенным правилам – стандартам. В Республике Беларусь и странах СНГ - это государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Они, в свою очередь, соответствуют рекомендациям Международной организации по стандартизации (ISO).

**Изображения на чертеже.** В основу построения изображений изделий в инженерной графике положен метод прямоугольного (ортогонального) проецирования. При рассмотрении примеров проецирования объект проецирования будем именовать предметом, понимая под ним объект достаточно простых геометрических форм, состоящий из одного и того же материала (металла, пластмассы, дерева и т. п.). Объект проецирования располагают между наблюдателем и плоскостью проекций, как показано на рис. 1. Предмет проецируют на одну, две или большее количество плоскостей. Изображение, полученное на фронтальной плоскости проекций, считается главным. Предмет нужно располагать так, чтобы главное изображение давало наиболее полное и характерное представление о его форме и размерах. Примеры разного расположения предмета в выбранной системе плоскостей проекций показаны на рис. 1 и 2.

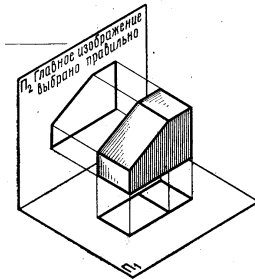


Рис. 1. Рациональное положение для проецирования предмета

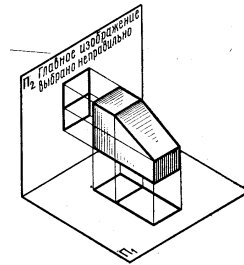


Рис. 2. Нерациональное положение для проецирования предмета

На рис. 2 предмет расположен таким образом, что при рассмотрении главного изображения не создается представление о форме скоса на предмете, т. е. изображения на двух имеющихся плоскостях проекций не дают полного представления о предмете. Это означает, что такой выбор ориентации предмета неправилен.

Общее количество изображений предмета должно быть наименьшим, но достаточным для определения его формы, размеров и других необходимых сведений об этом предмете. При выполнении чертежей применяется ряд условностей, которые будут указаны ниже.

Чертеж любого предмета содержит графические изображения видимых непосредственно и скрытых участков поверхности этого предмета. Изображения предмета на чертеже в зависимости от их содержания подразделяют на виды, разрезы и сечения [1].

### *Список рекомендуемой литературы*

1. Общие правила выполнения чертежей. ГОСТ 2.301-68, ГОСТ 2.304-81, ГОСТ 2.305-68, ГОСТ 2.307-68, ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 2.309-73, ГОСТ 2.310-68, ГОСТ 2.311-68, ГОСТ 2.312-72, ГОСТ 2.313-82, ГОСТ 2.314-68, ГОСТ 2.316-68, ГОСТ 2.317-69, ГОСТ 2.318-81, ГОСТ 2.319-81, ГОСТ 2.320-82. – Москва: Изд - во стандартов, 1984. – 240 с.
2. Воспуков В. К. . Техническое черчение: Учеб. пособие / В. К. Воспуков, П. М. Воробей; Под ред. Н. В. Овчинниковой. – Минск.: Дизайн ПРО, 2003. – 320 с.
3. Новичихина, Л. И. Справочник по техническому черчению/Л. И. Новичихина – Минск: Книжный Дом, 2004. – 312 с.

# 1. ПОСТРОЕНИЕ И ВАРИАНТЫ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

## 1.1. Виды

Изображение поверхностей предмета строится на основной плоскости проекций. Изображаемый предмет считается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Система таких плоскостей проекций представляет собой грани пустотелого куба, а изображаемый предмет помещается внутри этого куба и проецируется попеременно на каждую его грань (рис. 3).

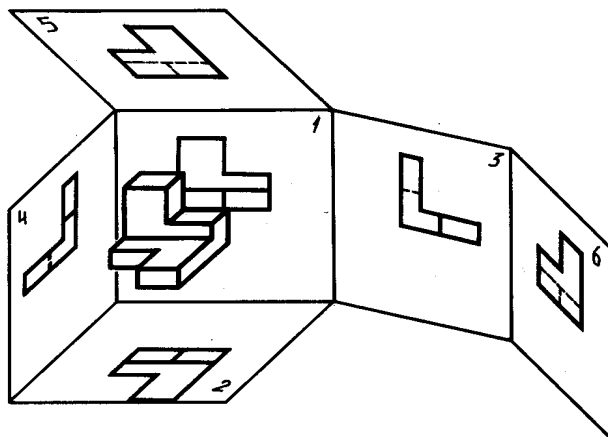


Рис. 3. Проецирование предмета на шесть граней (плоскостей) куба

Грани этого куба, на которые спроецированы изображения предмета, называемые видами, разворачиваются до совмещения с единой плоскостью, проходящей, например, через первую грань. *Видом* называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета (рис. 4).

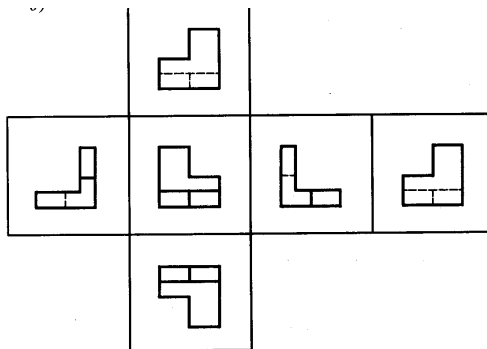


Рис. 4. Основные виды

Изображение на задней грани 1 куба (см. рис. 3) называют видом спереди. Еще этот вид называют главным. Главный вид должен наиболее полно и характерно представлять форму предмета. На нижней грани 2 куба располагают вид сверху, а на правой боковой грани 3 – вид слева. Изображение на противоположной левой грани 4 называется видом справа. На оставшихся двух гранях – верхней 5 и передней 6 изображают вид снизу и вид сзади. Перечисленные виды называют основными и размещают на чертеже в определенном порядке, так как показано на рис. 4. Все перечисленные виды располагаются, как правило, в проекционной связи друг с другом. Чертеж предмета, представленный несколькими видами этого предмета, называют *проекционным чертежом*. При таком расположении никаких обозначений или дополнительных названий видам не дают. Если же виды расположены не в проекционной связи либо отделены от главного вида другими изображениями, то они должны иметь соответствующее обозначение.

В большинстве случаев для однозначного представления геометрических форм предмета вполне достаточно трех видов: спереди, сверху и слева (рис. 5).

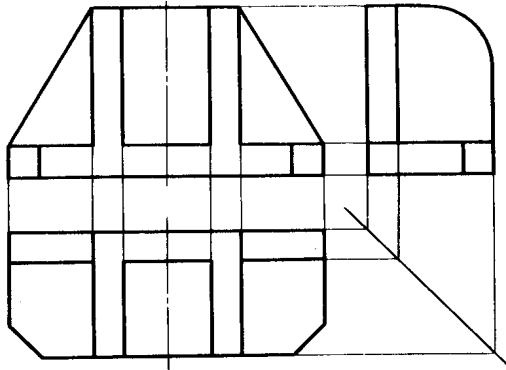


Рис. 5. Пример проекционного чертежа (три вида)

Изображение же на видах не только видимых, но и невидимых очертаний элементов предмета, позволяет уточнить его формы и сократить количество видов (рис. 6).

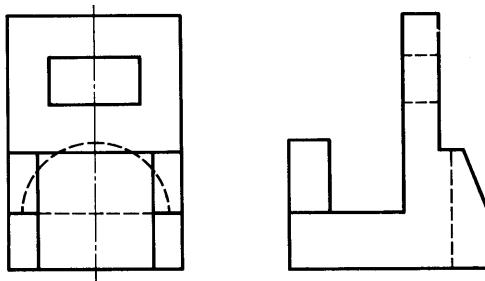


Рис. 6. Пример проекционного чертежа (два вида)

Если же требуется присутствие дополнительного вида предмета, либо какой-нибудь основной вид располагается не на своем месте, т. е. нарушена проекционная связь, необходимо обозначение этого вида. Обозначение вида выполняется с указанием направления взгляда (стрелкой) и простановкой прописной буквы русского алфавита Эта же буква ставится над изображением, т. е. над видом (рис. 7).

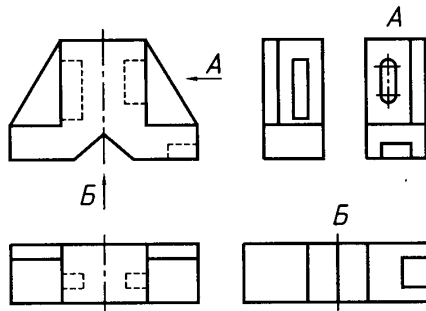


Рис. 7. Обозначение видов:  
*a* – обозначение вида справа; *б* – обозначение вида снизу

Буквы выполняют номером шрифта, большим на один шаг, чем размерные цифры.

Стрелка выполняется размерами, указанными на рис. 8.

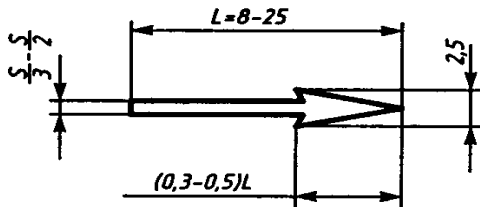


Рис. 8. Размеры стрелки ( $S = 0,5 \dots 1,4$  мм)

Помимо основных видов применяют виды дополнительные, т. е. виды, полученные проецированием на дополнительные плоскости проекций, не параллельные основным плоскостям. Применение дополнительной плоскости проекций вызывается тем, что изображение предмета на основной плоскости искажается. Такие виды, как правило, обозначают по вышеуказанному способу (рис. 9, *a*). Однако если изображение дополнительного вида расположено в проекционной связи с основным видом, то обозначение не выполняется (рис. 9, *б*). Изображение вида можно поворачивать, сопровождая обозначение специальным знаком поворота (рис. 9, *в*).

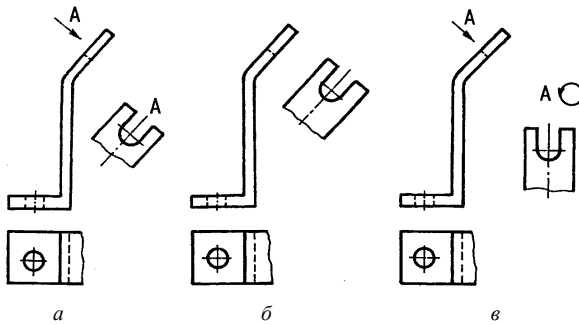


Рис. 9. Применение дополнительного вида: а) обозначение дополнительного вида; б) изображение вида без обозначения; в) повернутое изображение обозначенного дополнительного вида

Форма и размеры знаков поворота и разворота приведены на рис. 10

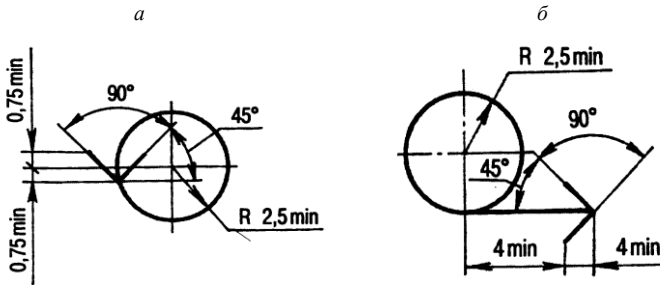


Рис. 10. Знаки поворота и разворота изображений: а - повернуто; б - развернуто

Иногда достаточно показать сравнительно небольшой участок поверхности предмета. Изображение ограниченного места такой поверхности называется местным видом (рис. 11). Он может быть ограничен тонкой волнистой линией - линией обрыва. Применяется вычерчивание местных видов и без линии обрыва. Обозначение местного вида выполняется так же, как и для дополнительного вида (например, вид *В* на рис. 11). При условии проекционной связи местного вида с основным (левая часть вида сверху, ограниченная линией обрыва), обозначения не требуется.

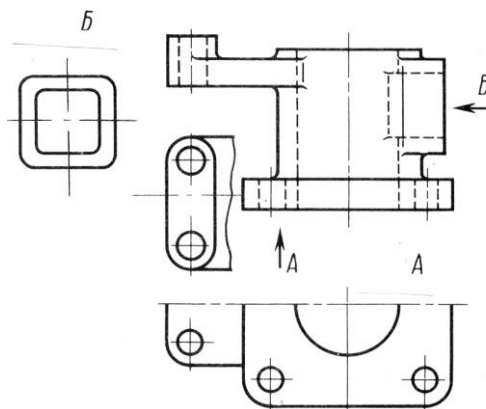


Рис. 11. Примеры изображений видов: *a* – половина вида снизу; *b* – местный вид правой части детали, местный вид левой части детали (без обозначения, около главного вида)

## 1.2. Разрезы

Из-за сложных очертаний наружных и внутренних поверхностей детали на чертеже может быть много штриховых линий, которые пересекаются и между собой, и со сплошными контурными линиями. Присутствие большого количества разнотипных линий делает чертеж трудночитаемым и ведет к неправильному представлению о внутренних формах детали. В этих случаях прибегают к искусственному способу выявления внутреннего строения детали – к разрезу.

Разрез – это изображение предмета, рассеченного воображаемой плоскостью, в большинстве случаев параллельной основной плоскости проекций (рис. 12). На разрезе показывают формы предмета, попадающие в эту рассекающую плоскость, а также оставшуюся часть предмета, которая расположена за секущей плоскостью. Виртуальное (мысленное) рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменение других изображений предмета. Положение секущей плоскости должно иметь конкретное место на рассеченном предмете (детали). В связи с этим положение секущей плоскости определяется ее обозначением или плоскостью симметрии детали, если геометрическая форма предполагает наличие этой плоскости.

Разрезы разделяются на вертикальные, горизонтальные и наклонные. Вертикальные разрезы получаются, если секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (рис. 12, 13, *а*), горизонтальные же, – если секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рис. 13, *б*).

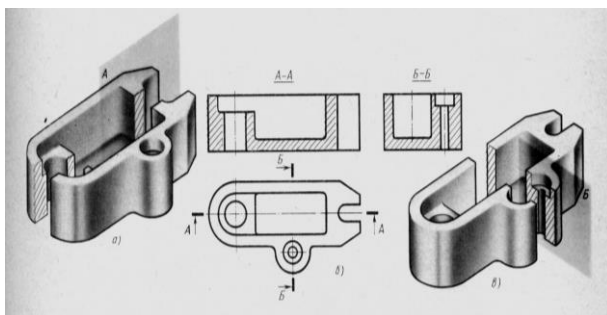
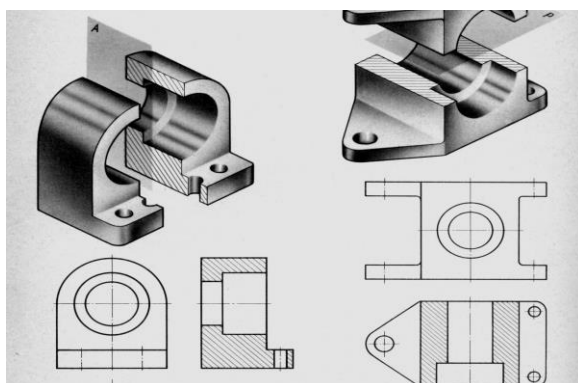


Рис. 12. Изображение разрезов

Вертикальный разрез называют фронтальным или профильным, в зависимости от параллельности секущей плоскости, соответствующей плоскости проекций.



*а* *б*  
Рис. 13. Разрезы: *а* – вертикальный; *б* – горизонтальный

Наклонные разрезы образуются, если секущая плоскость наклонена к горизонтальной плоскости под острым или тупым углом (рис. 14).

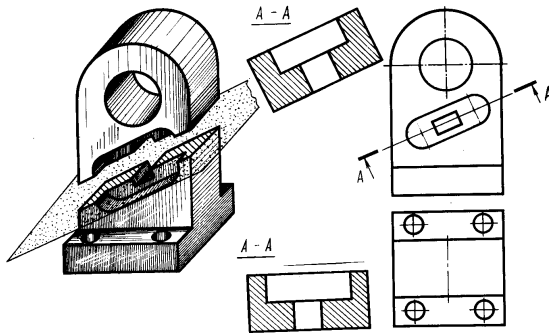


Рис. 14. Наклонный разрез

Разрезы, в зависимости от числа секущих плоскостей, участвующих в их образовании, подразделяются на простые и сложные. Простым называется разрез, образующийся при рассечении только одной секущей плоскостью (см. рис. 12 – 14) либо двумя взаимно перпендикулярными плоскостями (рис. 15), проходящими, как правило, по направлению плоскостей симметрии предмета (детали). Такой прием применяется при построении разреза в аксонометрии (рис. 15).

Простые разрезы в большинстве случаев не требуют никаких обозначений. Примеры таких случаев приведены на рис. 13, 14 (вертикальные разрезы). Чтобы не проставлять обозначения для разрезов, необходимо наличие ряда условий. Во - первых, разрез должен являться простым. Во - вторых, разрез должен проходить по плоскости симметрии предмета. В - третьих, изображение разреза должно выполняться на месте одного из основных видов, т. е. находиться в проекционной связи с другими изображениями. В - четвертых, между двумя изображениями (разреза и вида) не должно быть никаких посторонних изображений. При нарушении любого из этих условий разрез должен обозначаться. Так, например, на рис. 15 фронтальный и профильный разрезы не требуют обозначений, а горизонтальный должен обозначаться, чтобы конкретизировать положение секущей плоскости.

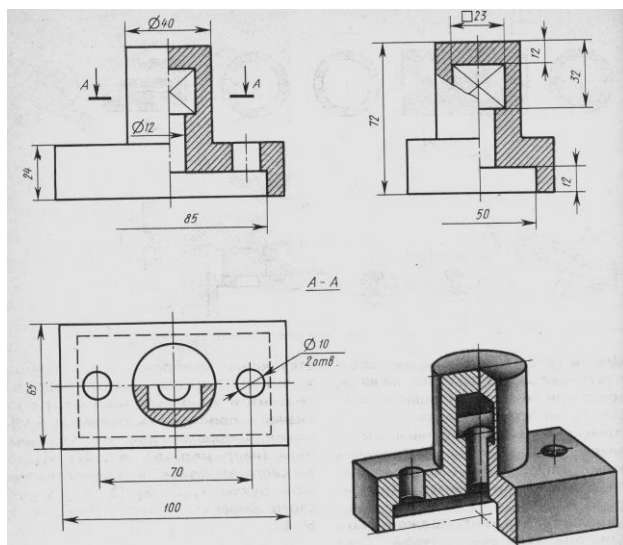


Рис. 15. Простые разрезы (изображения ортогональные и аксонометрическое)

Обозначение разреза состоит в следующем: во - первых, указывают с помощью разомкнутой линии положение секущей плоскости; во - вторых, наносят две стрелки, упирающиеся в эту линию на расстоянии 2 – 3 мм от внешнего края штриха. Стрелки показывают направление взгляда, с внешней стороны от стрелки пишут прописную букву кириллицы; в-третьих, над изображением разреза надписывают через тире эти же две буквы (см. рис. 12, 14, 15). Если обозначается несколько изображений, то буквы выбираются в алфавитном порядке.

*Сложным* называется разрез, формирующийся при рассечении предмета двумя (не перпендикулярными друг другу) и более плоскостями. Сложные разрезы бывают ступенчатые, если секущие плоскости, участвующие в изображении рассекаемых участков предмета, параллельны друг другу (рис. 16), и ломаные, если секущие плоскости пересекаются между собой (рис. 17) под некоторым тупым углом.

Сложные разрезы всегда обозначают. Обозначения выполняют так, как было описано выше. Начальный и конечный штрихи разомкнутой линии не должны пересекать контур соответствующего изображения, указываются также места перегиба секущих плоскостей.

Само же изображение сложного разреза имеет некоторые особенности. Так, у ступенчатого разреза все параллельные плоскости совмещаются в одну плоскость. Линии перегиба плоскостей на изображении разреза не проводят (рис. 16). Точно также не указывают линии перегиба на изображении и для ломаных разрезов. Участок же секущей плоскости, который не параллелен основной плоскости проекций, поворачивают до вертикального или горизонтального положения, чтобы элементы, находящиеся в секущей плоскости, не искажались (рис. 17). Таким образом, длина или высота изображения разреза несколько увеличивается.

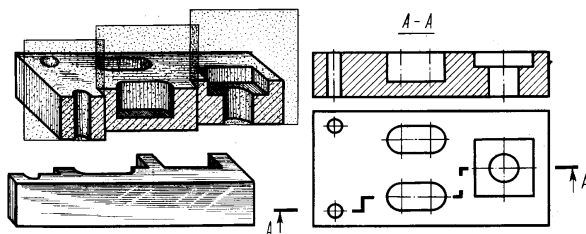


Рис. 16. Ступенчатый разрез

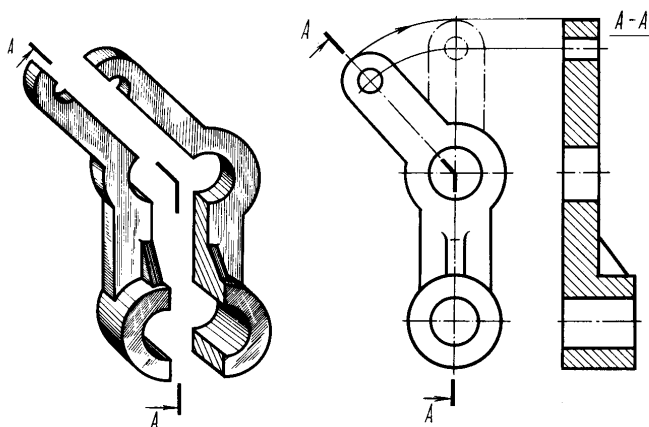


Рис. 17. Ломаный разрез

Существует и применяется еще один вариант разреза, когда он выполняется в отдельном, ограниченном месте предмета (детали). Такой разрез называется местным. Этот разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией, которая не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения. Пример такого разреза показан на рис. 18.

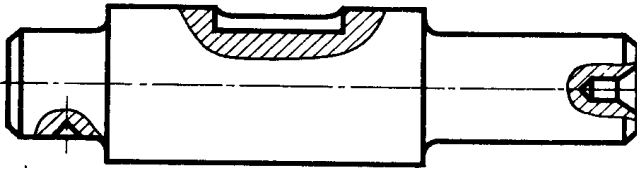


Рис. 18. Местные разрезы

На одном и том же изображении, при выполнении видов и разрезов, допускается соединять часть вида и часть разреза. Такой приём позволяет рационализировать чертёж, так как сокращает количество изображений, определяющих конфигурацию детали. Помимо этого сокращается площадь, занимаемая изображениями детали, а значит можно использовать меньший формат чертёжного листа. Наиболее часто соединение части вида с частью разреза происходит для деталей, имеющих плоскость симметрии.

Примеры выполнения комбинированных изображений (видов и разрезов) показаны ниже на рис.19. Если разрез выполнен на месте одного из видов, то допускается совмещение частей вида и разреза. Границей между частью вида и частью разреза при несимметричной форме детали служит сплошная волнистая (рис. 19 а, б) или сплошная тонкая с изломами линия (рис. 19, в). На симметричных изображениях границей между видом и разрезом является штрихпунктирная тонкая линия, т. е. ось симметрии (рис. 19, г, д).

При соединении симметричных частей вида и разреза, если с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии контура, например ребра двух граней, то вид от разреза отделяется сплошной основной тонкой волнистой линией, как и для несимметричных форм. Изображение разреза предпочтительнее располагать справа или снизу от оси симметрии. Линии невидимого контура на соединяемых частях вида и разреза обычно не показывают.

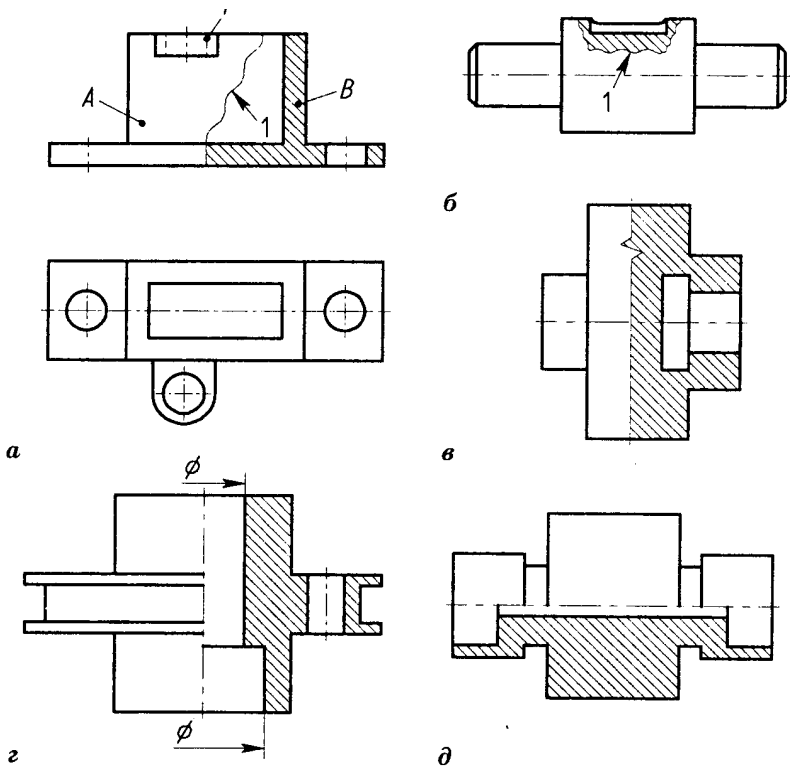


Рис. 19. Примеры совмещения вида и разреза на одном изображении:  
 а - два вида корпусной детали: А - вид, В - разрез, 1 - волнистая линия; б - вид с местным разрезом: 1 - волнистая линия; в - вид с половинным разрезом (линия разграничения - сплошная с изломами); г - вертикальный половинный разрез (линия разграничения - штрихпунктирная); д - горизонтальный половинный разрез (линия разграничения - штрихпунктирная)

### 1.3. Сечения

В ряде случаев для уточнения формы детали необходимо показать ее конфигурацию в одном определенном месте. Тогда прибегают к построению так называемых сечений.

Сечение – это изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета плоскостью. На сечении показывают только тот контур, который получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 20). Применение сечений сокращает объем графической работы при выполнении чертежей.

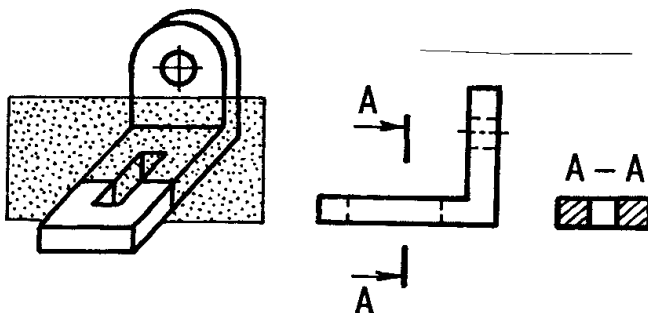


Рис. 20. Сечение предмета плоскостью

В качестве секущей плоскости для сечений, как и для разрезов, допускается использовать цилиндрическую поверхность, развертываемую потом в плоскость. Обозначение такого сечения сопровождается соответствующим знаком (см. рис. 10), что означает «развернуто» (рис. 21).

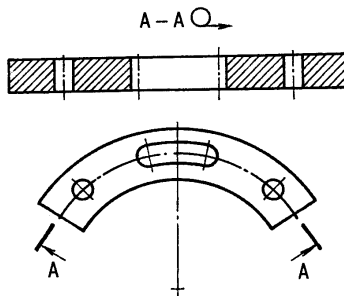


Рис. 21. Сечение предмета цилиндрической поверхностью

Выполняемые на чертежах сечения подразделяются на вынесенные и наложенные.

Вынесенные сечения изображаются на свободном поле чертежа или в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 22).

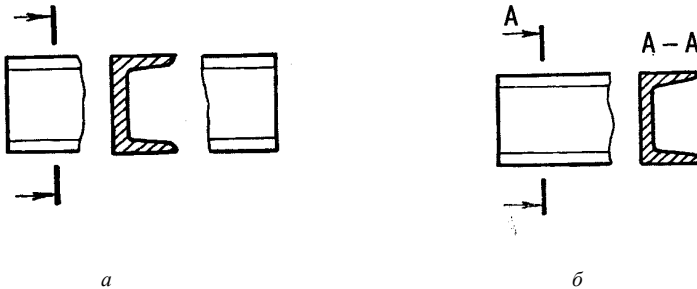


Рис. 22. Варианты изображений вынесенных сечений:  
*a* - изображение сечения в разрыве вида; *б* - изображение сечения на свободном поле

Наложенные сечения располагают на соответствующем изображении предмета (рис. 23).

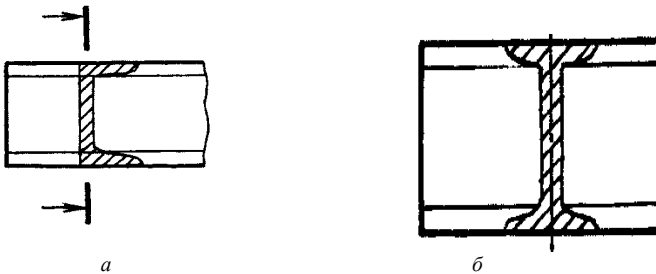


Рис. 23. Изображение наложенных сечений

Контур вынесенного сечения вычерчивают сплошной основной линией (см. рис. 20 - 22), контур наложенного - сплошной тонкой линией (рис. 23, *a*, *б*). Предпочтительнее использовать вынесенные сечения.

Секущая плоскость для сечения выбирается так, чтобы получались «нормальные» поперечные сечения. Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей углубление (отвер-

стие), то углубление либо отверстие в сечении изображают замкнутым контуром, т. е. показывают и ту часть линии, которая расположена за плоскостью (рис. 24). Это требование выполнено и на рис. 20 - 21.

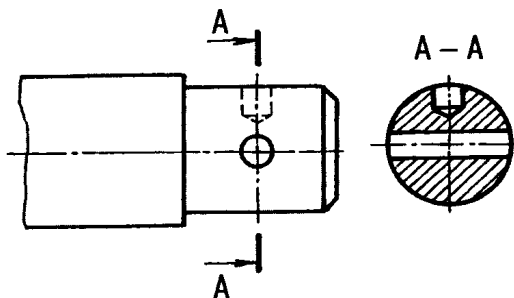


Рис. 24. Вычерчивание отверстий в сечении

Обозначаются и надписываются сечения так же, как и разрезы, с помощью разомкнутой линии, стрелок и прописных букв русского алфавита. Только для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (см. рис. 22, *a*), или наложенных (см. рис. 23, *a*) линию сечения проводят со стрелками, а буквами не обозначают. Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линии сечений обозначают одинаковыми буквами и вычерчивают одно сечение (рис. 25).

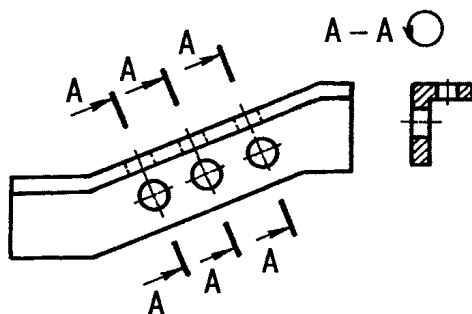


Рис. 25. Изображение и обозначение однотипных сечений

## 2. ПОСТРОЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВАРИАНТЫ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

### 2.1. Аксинометрические проекции

Аксинометрическое проецирование означает, что изображаемый предмет вместе с осями прямоугольных координат, к которым отнесена эта система в пространстве, проецируется параллельными лучами на некоторую плоскость (рис. 26). В таком случае плоскость проекций называют *аксинометрической* или *картинной*. Аксинометрические проекции используются главным образом в дополнение к прямоугольным проекциям для лучшего представления о формах предметов на трудночитаемых чертежах.

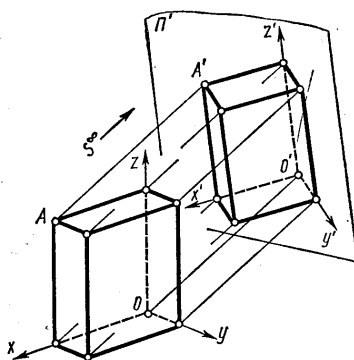


Рис. 26. Аксинометрическое проецирование

Аксинометрические проекции называют *прямоугольными*, если проецирующие лучи направлены под прямым углом к аксинометрической плоскости, и *косоугольными*, если лучи направлены к вышеупомянутой плоскости под острым или тупым углом. В чертежах всех отраслей промышленности и строительства в соответствии с ГОСТ 2.317-69 установлено несколько видов аксинометрических проекций, которые будут указаны ниже.

Проецирующие лучи не только могут располагаться параллельно друг другу, но и исходить из центральной точки. Изображение, полученное на плоскости с помощью таких лучей, называют *перспектив-*

ным. Перспектива, выполненная от руки в глазомерном масштабе, называется *рисунком*, а аксонометрическая проекция, выполненная аналогично – *техническим рисунком*.

### 2.1.1. Прямоугольная изометрическая проекция (изометрия)

В изометрии аксонометрическая плоскость наклонена ко всем трем координатным осям под углом  $120^\circ$  (рис. 27, а).

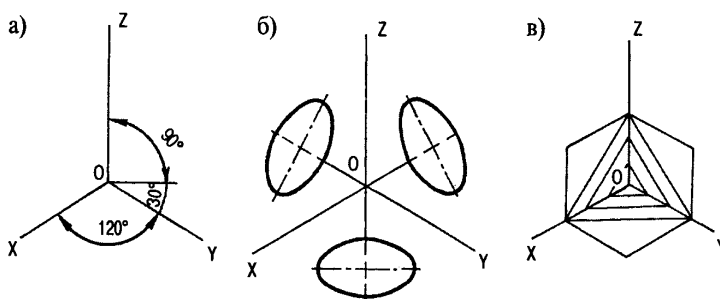


Рис. 27. Аксонометрические оси, эллипсы и направление штриховки: а) - значения углов между осями в изометрии; б) - проекции окружности на плоскостях  $XOY$ ,  $XOZ$ ,  $YOZ$ ; в) - линии штриховки на трех разных плоскостях проекций.

Коэффициент искажения по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  равен  $0,82$ . Для упрощения подсчетов этот коэффициент принимают равным  $1,0$ . Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы (рис. 27, б). Большая ось эллипсов равна  $1,22$  диаметра окружности, а малая ось –  $0,71$  этого же диаметра.

Величину осей можно получить графическим способом (рис. 28, а). На окружности заданного диаметра  $d$  отмечают четыре точки:  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ . Хорда  $AD$ , стягивающая  $1/4$  часть окружности, равна  $0,71d$ , т. е. представляет малую ось эллипса. Расстояние между точками  $E$  и  $F$  (пересечение двух дуг окружностей, проведенных из точек  $A$  и  $D$  радиусом  $AD$ ) равно  $1,22d$ , т. е. величине большой оси эллипса. Используя найденные величины ( $1,22d$  и  $0,71d$ ), строят овал (рис. 28, б).

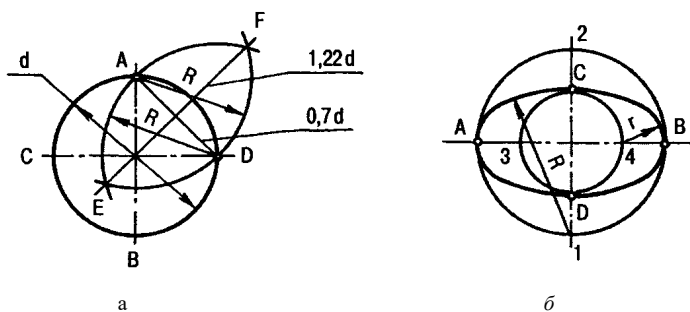


Рис. 28. Пример построения эллипса для изометрии:  
*a* - определение длин осей эллипса; *б* - построение эллипса (овала)  
 по величинам осей на горизонтальной плоскости проекций

Малая ось строящегося эллипса располагается параллельно отсутствующей в данной плоскости проекций аксонометрической оси. Большая ось эллипса перпендикулярна малой оси, т. е. большие оси эллипсов в изометрии расположены под углом  $90^\circ$  к отсутствующим на данной плоскости аксонометрическим осям. Например, для плоскости  $XOY$  большая ось располагается перпендикулярно оси  $Z$ , для плоскости  $XOZ$  – оси  $Y$ , для плоскости  $ZOY$  - оси  $X$  (см. рис. 27,б).

При построении аксонометрических проекций эллипсы можно заменять овалами, которые строятся с помощью циркуля, т. е. дугами окружностей. Радиус  $R$  большой дуги окружности равен сумме двух полуосей (малой и большой) эллипса, радиус  $r$  малой дуги - разности большой и малой полуосей эллипса (рис. 28, б).

Пример прямоугольной изометрии приведен на рис. 29.

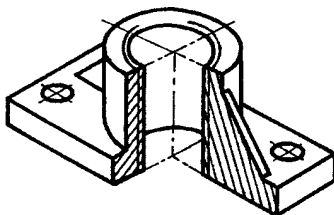


Рис. 29. Прямоугольная изометрия (с вырезом)  
 корпусной детали

### 2.1.2. Прямоугольная диметрическая проекция (диметрия)

Для этого варианта аксонометрии аксонометрическая ось  $Z$  располагается вертикально, ось  $X$  - под углом  $7^\circ 10'$ , а ось  $Y$  - под углом  $41^\circ 25'$  от горизонтали, проведенной через центр осей (рис. 30, а). Изображение предмета здесь искажается более других, особенно на профильной плоскости проекций.

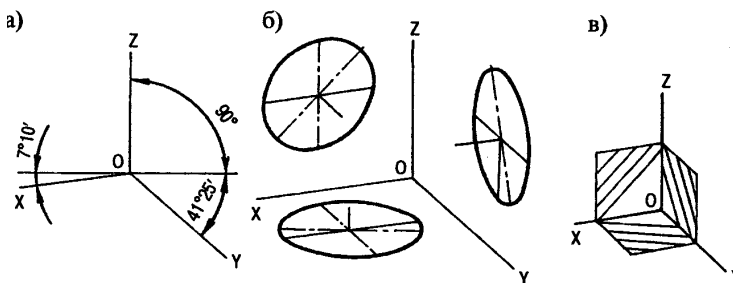


Рис. 30 Аксонометрические оси, эллипсы и направление штриховки: а - значения углов между осями в прямоугольной диметрии; б - проецирование окружности на три плоскости проекций; в - линии штриховки на трех разных плоскостях проекций.

Коэффициент искажения по оси  $Y$  равен 0,47, по осям же  $X$  и  $Z$  - 0,94. Для упрощения расчетов используют округленные, так называемые, приведенные коэффициенты. По осям  $X$  и  $Z$  применяют коэффициент равный 1, по оси  $Y$  - 0,5. В таком случае окружность, изображаемая для этой аксонометрии, превращается в эллипс, большая ось которого будет равна 1,06 ее диаметра. Малая ось будет иметь разные величины: для плоскости  $XOZ$  -  $0,95d$ , для плоскостей  $XOY$  и  $YOZ$  -  $0,35d$ . Расположение эллипсов на разных плоскостях проекций показано на рис. 30, б. Большая ось эллипса, строящегося в данной плоскости проекций, расположена под углом  $90^\circ$  к той оси проекций, которая в этой плоскости отсутствует. Так, в плоскости  $XOZ$  - это ось  $Y$ , в плоскости  $XOY$  - ось  $Z$ , в плоскости  $YOZ$  - ось  $X$ . Малые оси эллипсов перпендикулярны соответствующим большим осям эллипсов.

Эллипсы для прямоугольной диметрии, так же как и для прямоугольной изометрии, можно заменить овалами.

Изображения овалов для плоскости  $XOZ$  и для плоскостей  $XOY$  и  $YOZ$  показаны на рис. 31, *a*, *б*. Построение овалов понятно из чертежа.

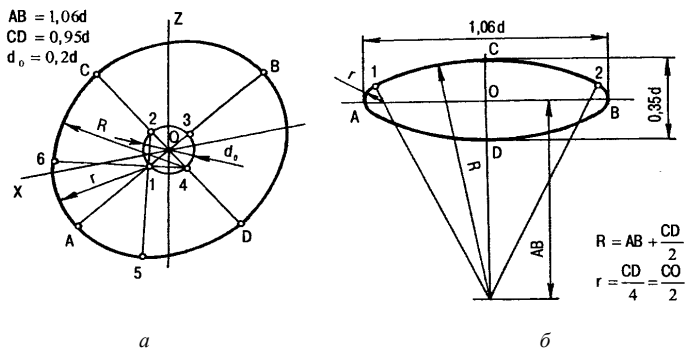


Рис. 31 Пример построения эллипса для прямоугольной диметрии:  
*a* - построение эллипса (овала) для плоскости  $XOZ$ ; *б* - построение эллипса (овала)  
 для плоскостей  $XOY$  и  $YOZ$

Для построения углов между аксонометрическими осями в прямоугольной диметрии можно воспользоваться графическим способом. Для этого строят два прямоугольных треугольника, имеющих общий горизонтальный катет. Длина этого катета должна содержать восемь единичных отрезков. Высота другого катета для верхнего треугольника должна составить семь единичных отрезков, а высота аналогичного катета для нижнего треугольника - один отрезок. Гипотенузы этих двух треугольников и будут наклонены к горизонтали под нужными углами (рис. 32).

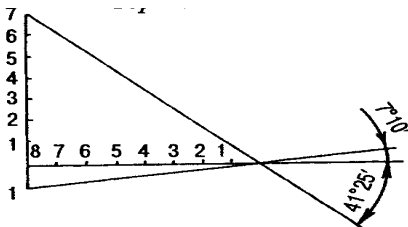


Рис. 32. Графический способ определения углов наклона аксонометрических осей в диметрии

На рис. 33 приведен пример прямоугольной диметрической проекции корпусной детали с частичным вырезом.

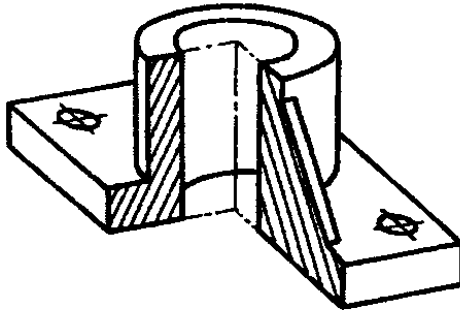


Рис. 33. Прямоугольная диметрия корпусной детали

### 2.1.3. Косоугольная фронтальная диметрическая проекция

Для этой аксонометрической проекции ось  $Z$  направлена вертикально, ось  $X$  - горизонтально, ось  $Y$  - под углом  $45^\circ$  к горизонтали (рис. 34, а). Допускается наклон оси  $Y$  под углом  $30^\circ$  и  $60^\circ$ .

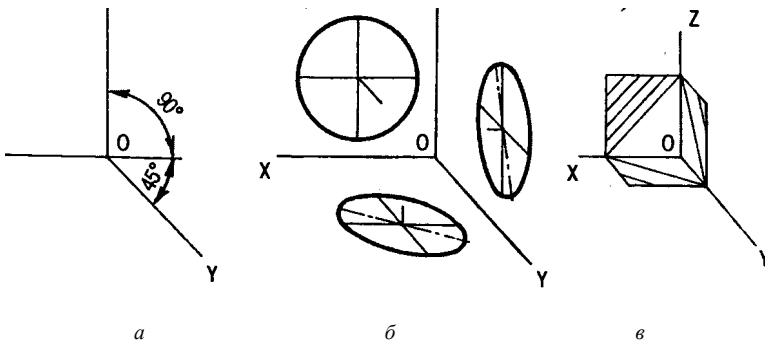


Рис. 34. Аксонометрические оси, эллипсы и направление штриховки для фронтальной косоугольной диметрии: *а* - значения углов между осями; *б* - проекции окружности на трех плоскостях проекций; *в* - линии штриховки на трех плоскостях проекций

Изображения выполняются без искажения по осям  $X$  и  $Z$  и с коэффициентом искажения, равным  $0,5$  по оси  $Y$ .

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в окружность. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных и горизонтальной, и профильной плоскостям проекций, проецируются в эллипсы (рис. 34, б).

Большие оси эллипсов равны  $1,07$ , а малые –  $0,33$  диаметра окружности. Большая ось эллипса в плоскости  $XOY$  составляет с осью  $X$  угол  $7^\circ 14'$ . Такой же угол составляет большая ось эллипса, расположенного в плоскости  $ZOY$  с осью  $Z$ . Малые оси эллипсов здесь также расположены под углом  $90^\circ$  к большим осям эллипсов.

Пример изображения предмета, построенного в косоугольной фронтальной диметрической проекции, приведен на рис. 35.

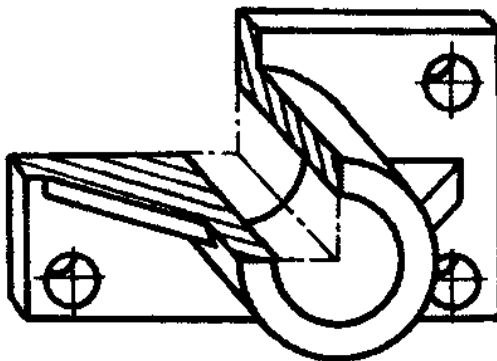


Рис. 35. Косоугольная фронтальная диметрия корпусной детали с вырезом

## ПРИЛОЖЕНИЕ

В приложении содержатся варианты индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов. Варианты объединены в три темы.

Для *первой темы* прорабатывается формирование и выполнение видов предмета, при наличии его наглядного изображения, т. е. аксонометрии. Здесь же применяется простой разрез предмета, и эти изображения (вид и разрез) могут объединяться. По дополнительному указанию преподавателя может строиться сечение.

Для *второй темы* прорабатывается построение видов и разрезов предмета, при наличии заданных двух видов (спереди и сверху). Кроме этого строится один из вариантов аксонометрии с вырезом некоторой части предмета. Отрабатываются рациональные варианты нанесения размеров.

Для *третьей темы* прорабатывается выполнение видов, разрезов (в том числе и сложных), сечений и аксонометрических проекций предметов. Применяются соответствующие условности при исполнении изображений предметов. Проставляются размеры по ГОСТ 2.307-68.

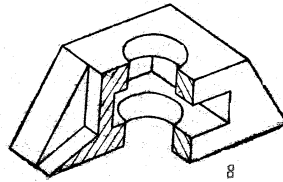
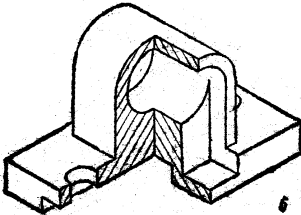
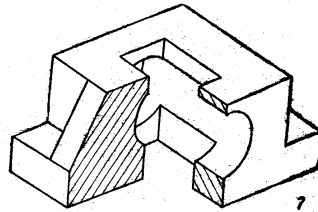
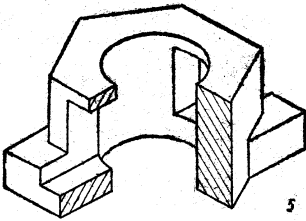
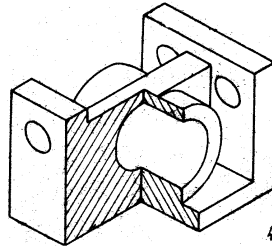
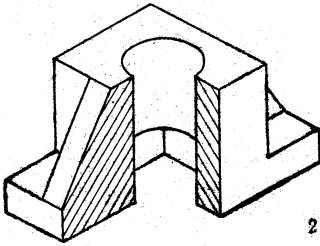
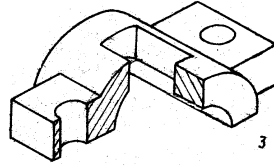
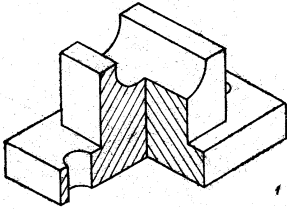
### **1. Проекционные чертежи.**

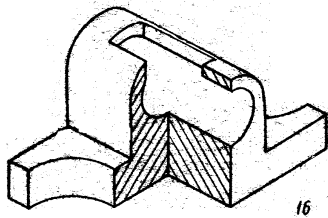
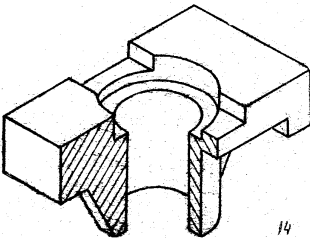
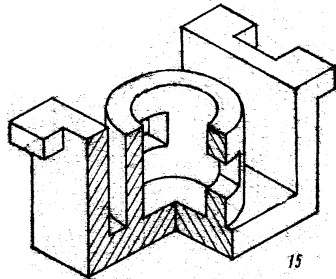
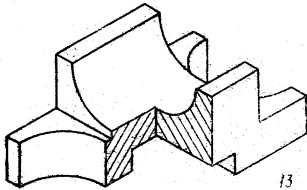
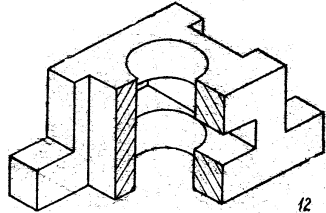
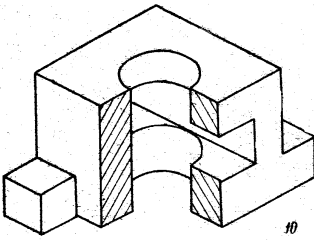
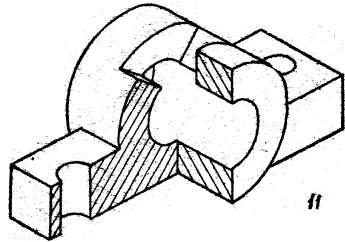
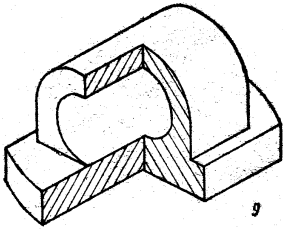
Эта часть контрольного задания выполняется по вариантам изображений предметов (деталей), представленных в таб. 1 - 3. Чертежи выполняются на листах формата А3 традиционным способом (карандашом) либо с использованием соответствующих компьютерных программ для последующей распечатки.

**1.1. Задание по теме «Виды, разрезы простые, сечения»** (1-й чертеж). Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1. Размеры предметов снимают с приведенных изображений, увеличивая их в 2 - 2,5 раза. Масштаб изображений выбирается по ГОСТ 2.302-68 самостоятельно, исходя из размеров формата А3. По наглядному изображению (аксонометрии) модели необходимо выполнить три ее вида, полезные разрезы (отображения внутренних форм предмета) и наклонное сечение (по дополнительному указанию). Проставляются размеры, соответствующие построенному (увеличенному) изображению. Размерные числа подбираются из ряда предпочтительных значений чисел.

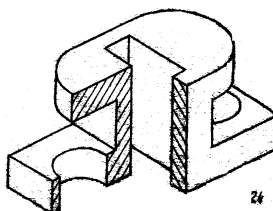
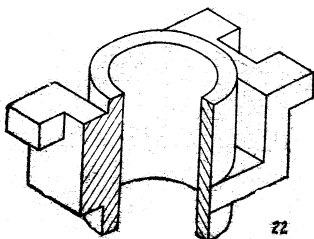
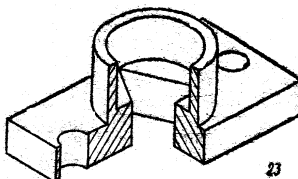
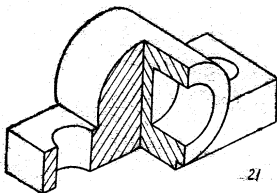
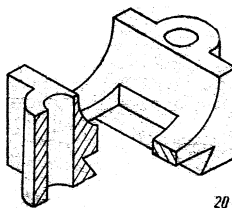
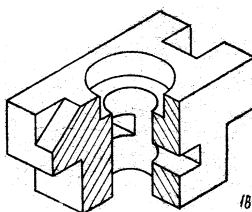
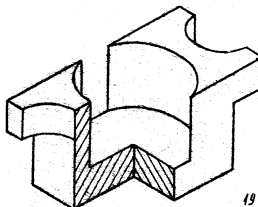
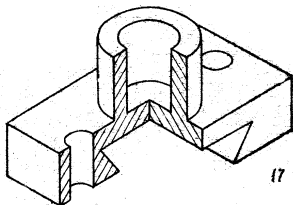
Пример выполненного чертежа по этой теме приведен на рис. 1.

Таблица 1





## 1.2. Задание по теме



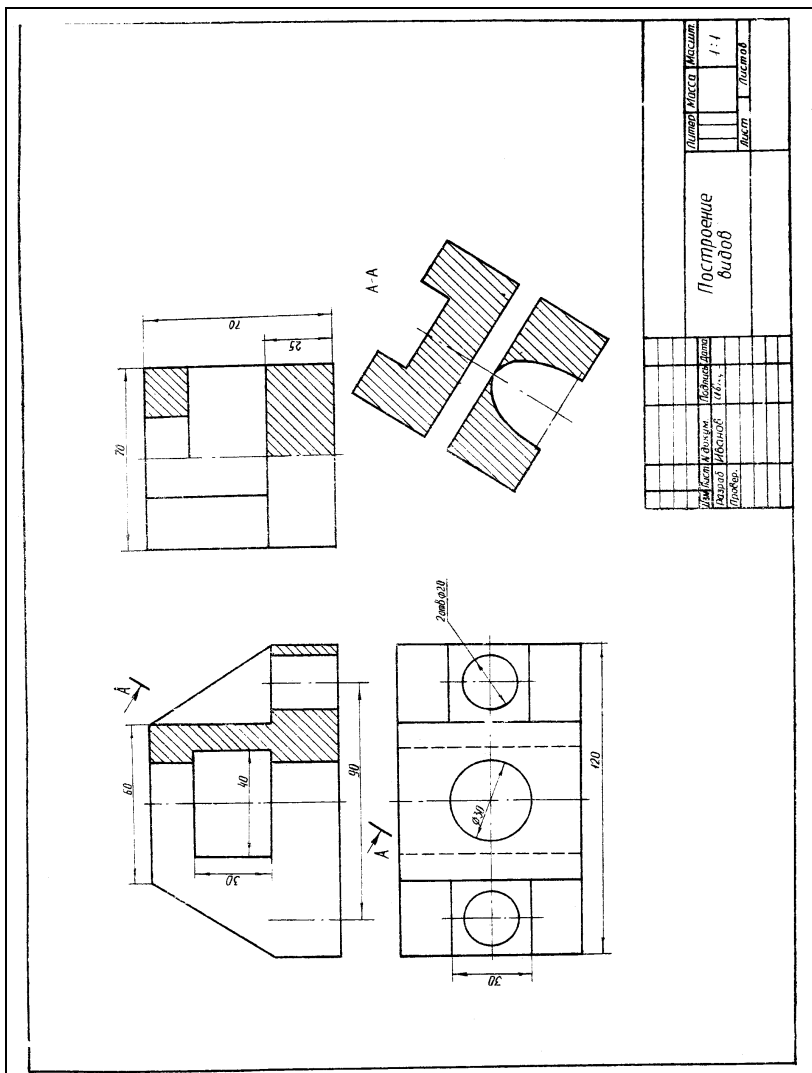
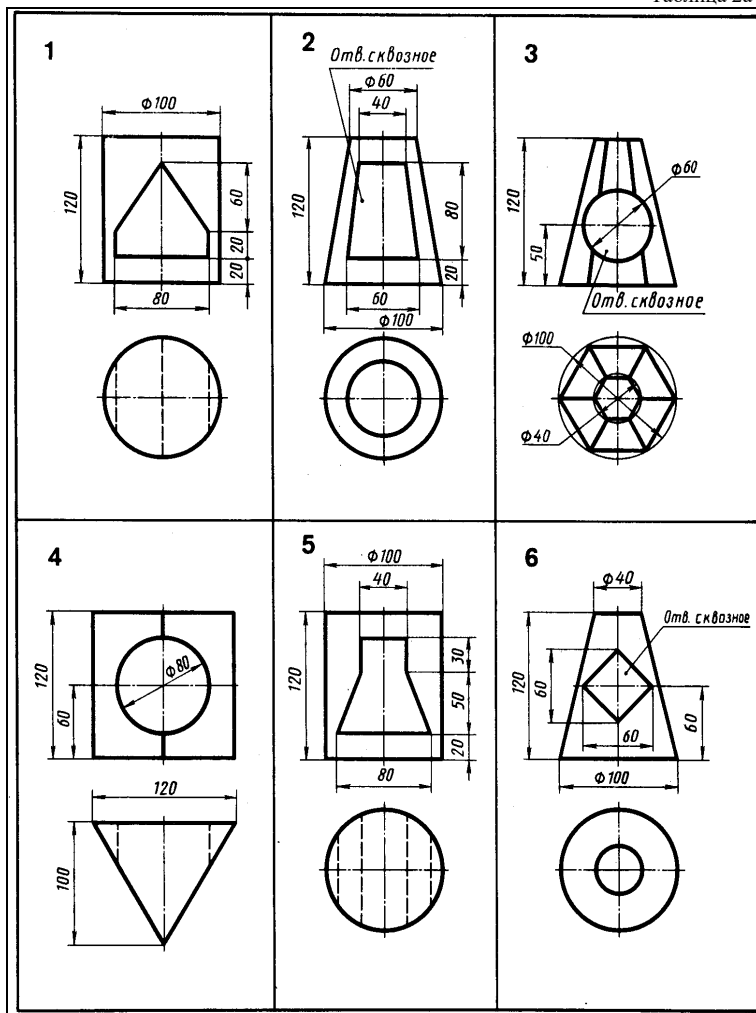
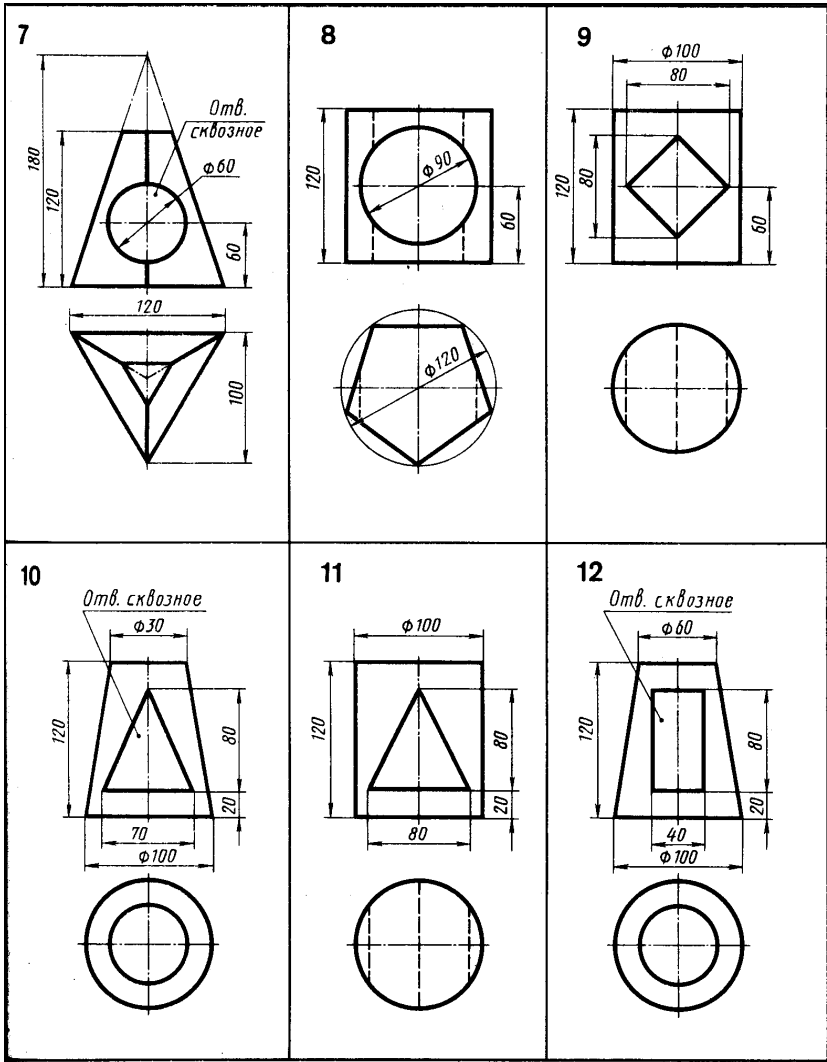


Рис.1.

«Виды, разрезы простые, аксонометрия». Варианты индивидуальных заданий приведены в таб. 2а и 2б.

Таблица 2а





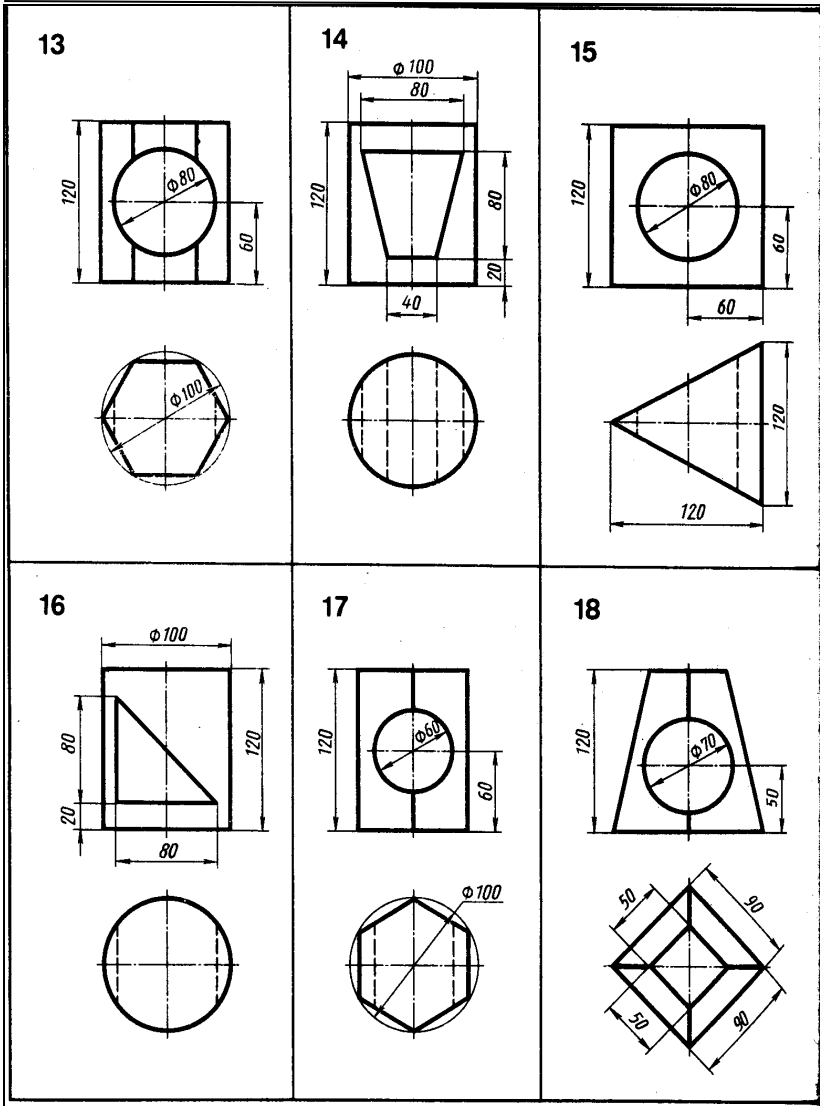
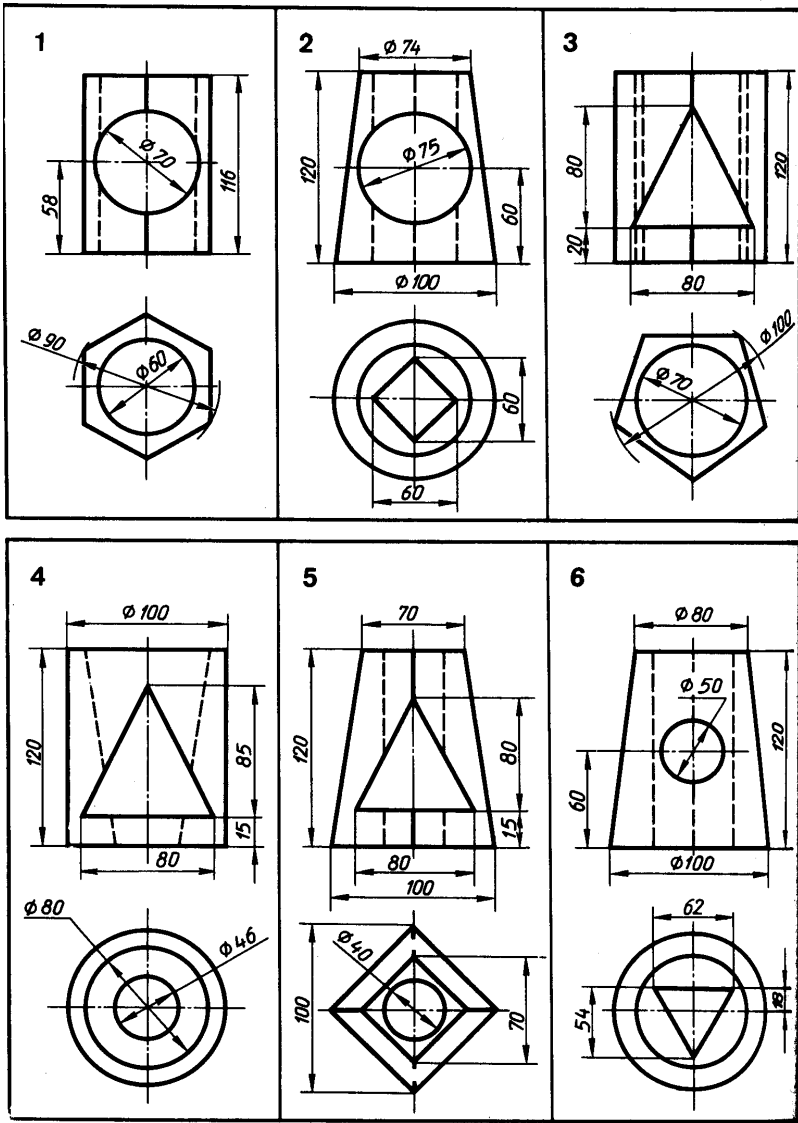
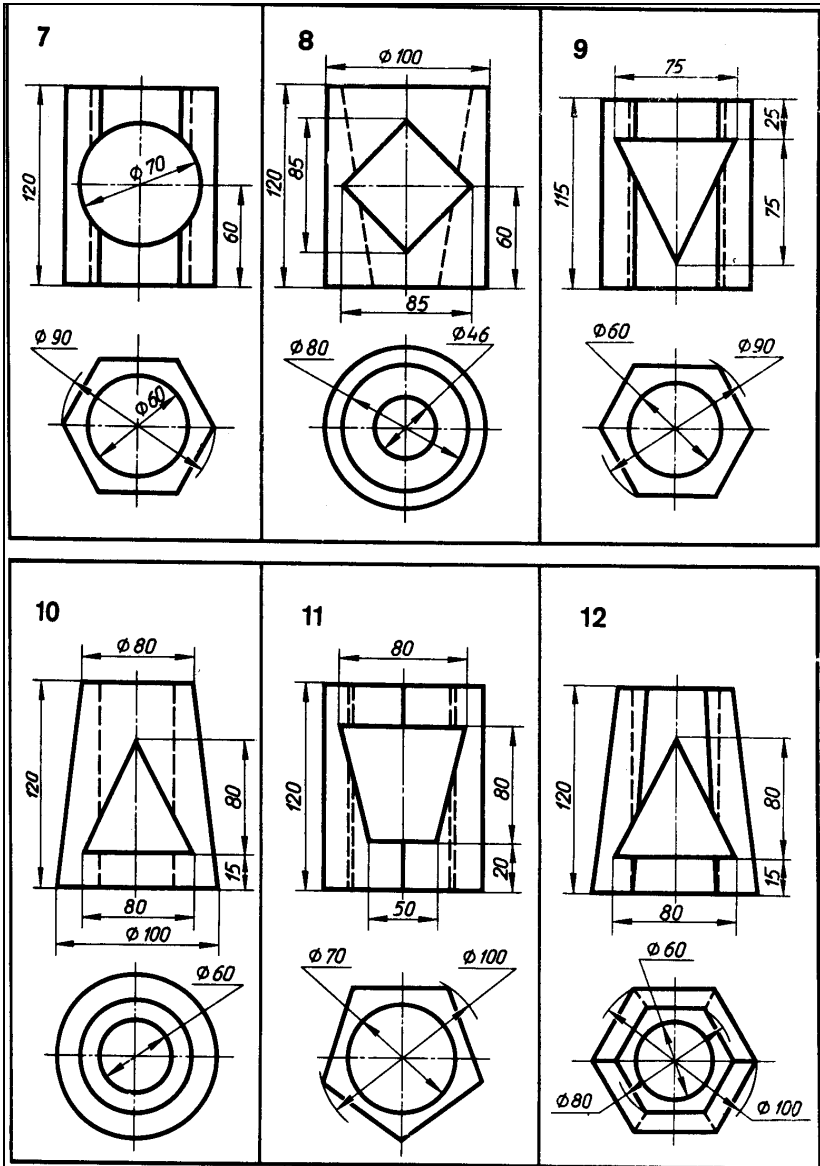


Таблица 26



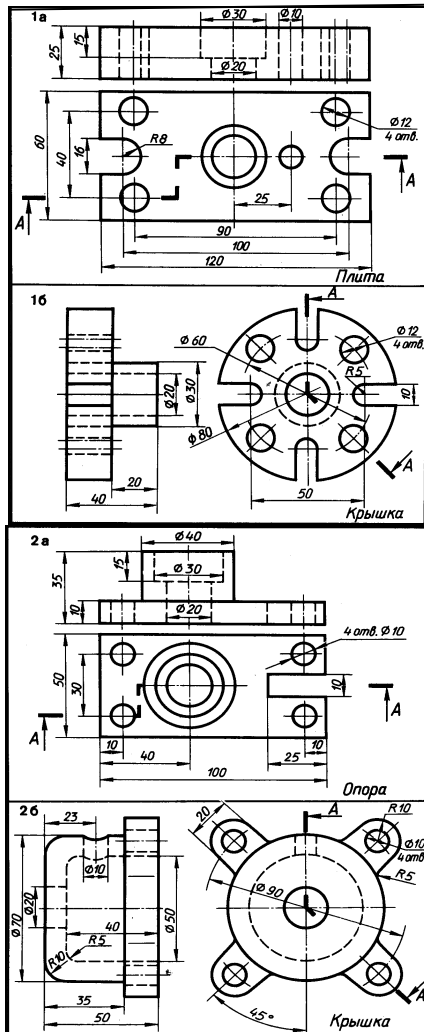




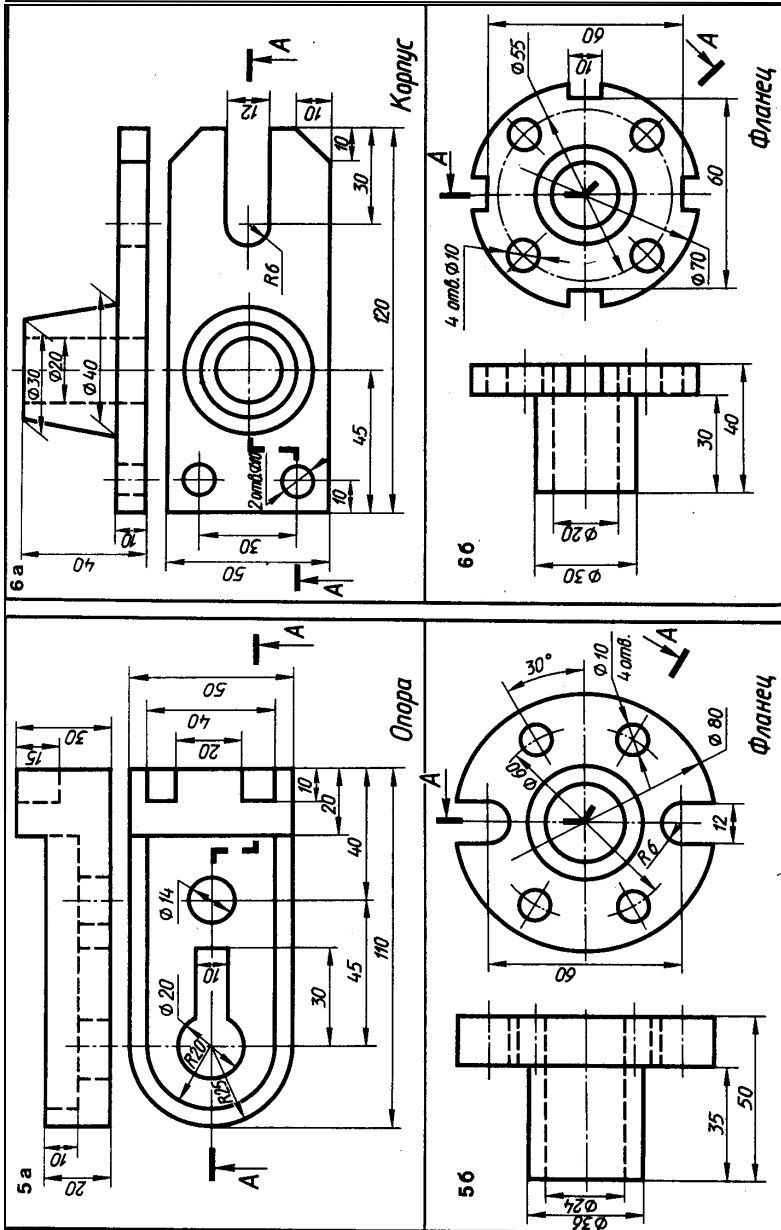


1.3. Задание по теме «Виды, разрезы сложные и простые, аксонометрия». Варианты заданий представлены в табл. 3.

Таблица 3

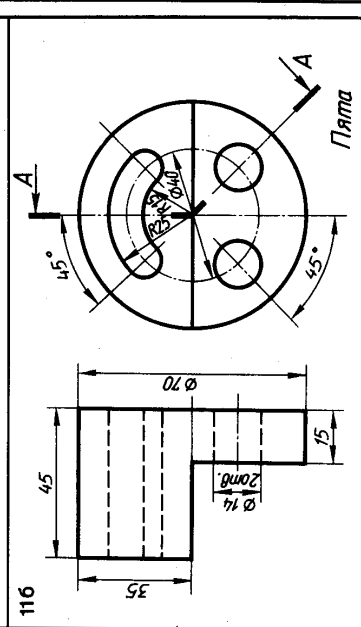
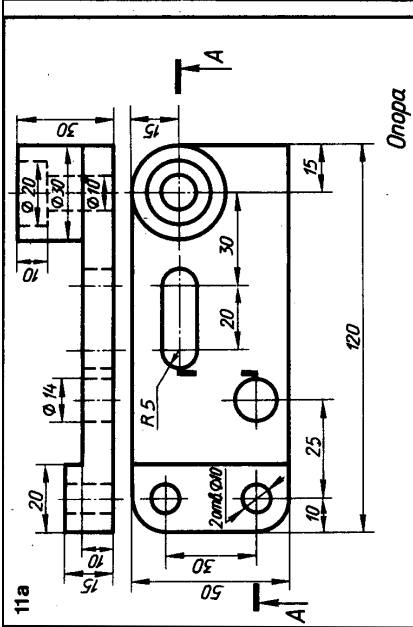
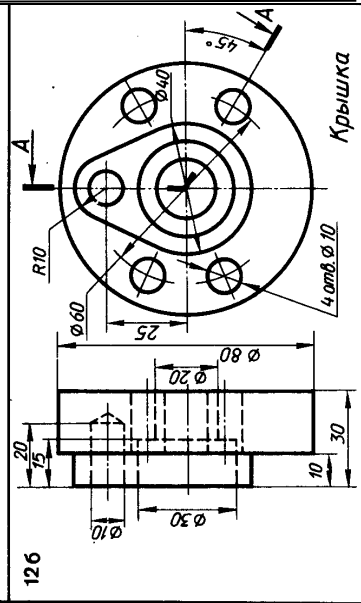
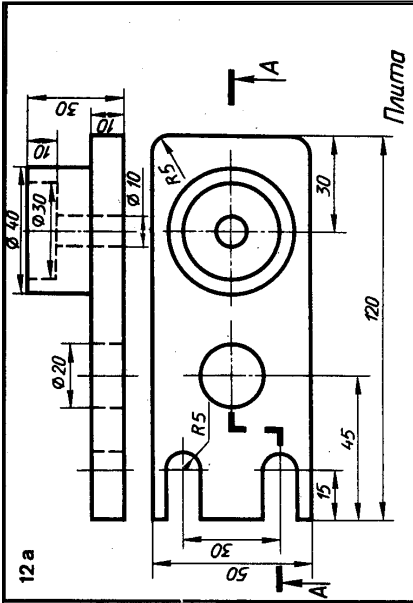


















Необходимо выполнить три изображения предмета, в том числе указанный сложный разрез и простой либо местный разрез на другом виде, а также аксонометрическую проекцию с вырезом некоторой части предмета. Масштаб изображения выбирается самостоятельно в соответствии с ГОСТ 2.302-68. Проставляются необходимые размеры. Образец этого чертежа показан на рис. 3.

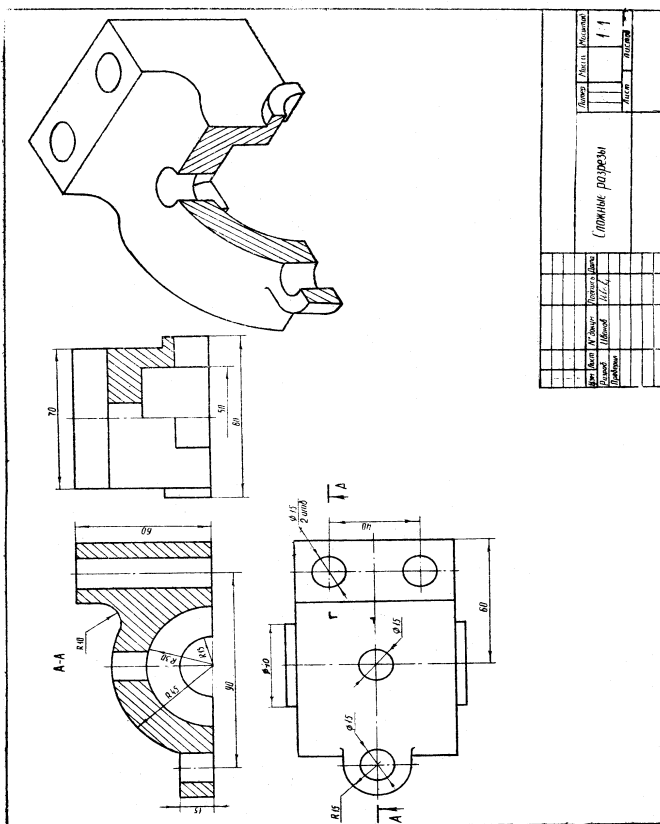


Рис. 3.

*Содержание:*

Введение.....	3
Список рекомендуемой литературы.....	4
1. Построение и варианты ортогональных изображений.....	5
1.1. Виды.....	5
1.2. Разрезы.....	10
1.3. Сечения.....	16
2. Построение и основные варианты аксонометрических проекций.....	20
2.1. Аксонометрические проекции .....	20
2.1.1. Прямоугольная изометрическая проекция (изометрия) .....	21
2.1.2. Прямоугольная диметрическая проекция (диметрия).....	23
2.1.3. Косоугольная фронтальная диметрическая проекция.....	25
Приложение.....	27