

Изучение дисциплины «Инженерная графика» основывается на теоретических положениях курса начертательной геометрии, нормативных документах и стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Часть информации о требованиях стандартов к графическому изображению геометрических образов, деталей машин и их сборочных единиц студенты получают при выполнении расчетно-графических работ (РГР). Основную же часть знаний учащиеся приобретают при самостоятельном изучении учебной литературы, пользовании стандартами и справочниками в процессе выработки навыков выполнения и чтения чертежей.

1. Цели и задачи преподавания дисциплины «Инженерная графика»

1.1. Основные цели

Целью изучения инженерной графики является выработка знаний и навыков, необходимых учащимся для выполнения и чтения технических чертежей и схем, а также различной технической документации.

1.2. Задачи обучения (необходимый комплекс приобретаемых знаний и умений)

Знать основные методы и стандарты, применяемые в инженерной графике, уметь читать чертежи, графически излагать технические идеи, а также понимать с помощью чертежа или схемы соответствующего объекта принцип его действия.

Знать правила построения изображений и уметь выполнять конструкторскую документацию (графическую и текстовую).

2. Расчетно-графические работы (РГР)

2.1. Общие положения

Варианты задания на РГР должны соответствовать последней цифре учебного шифра (кода) студента. Если, например, учебный код студента М-011034, то для заданий на все РГР (кроме задачи №1) выбирается четвертый вариант. Варианты задачи №1 определяются двумя последними цифрами кода (см. условия задачи №1).

Чертежи выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297х240) или А4 (210х297) в карандаше. Выбор формата осуществляется студентом в зависимости от размеров детали изделия и масштаба изображения. Чертеж должен иметь рамку по ГОСТ 2.301-68, а также основную надпись, выполненную по ГОСТ 2.104-2006 (рис. 1, 2). В графе (1) основной надписи для задачи №1 вводится текст «Проекционное черчение», а для задач №2 и №3 – в соответствии с методическими указаниями к их решению. На форматах А4 (210х297) обязательным требованием стандарта является расположение основной надписи вдоль короткой стороны формата. При этом формат А4 всегда располагается только вертикально.

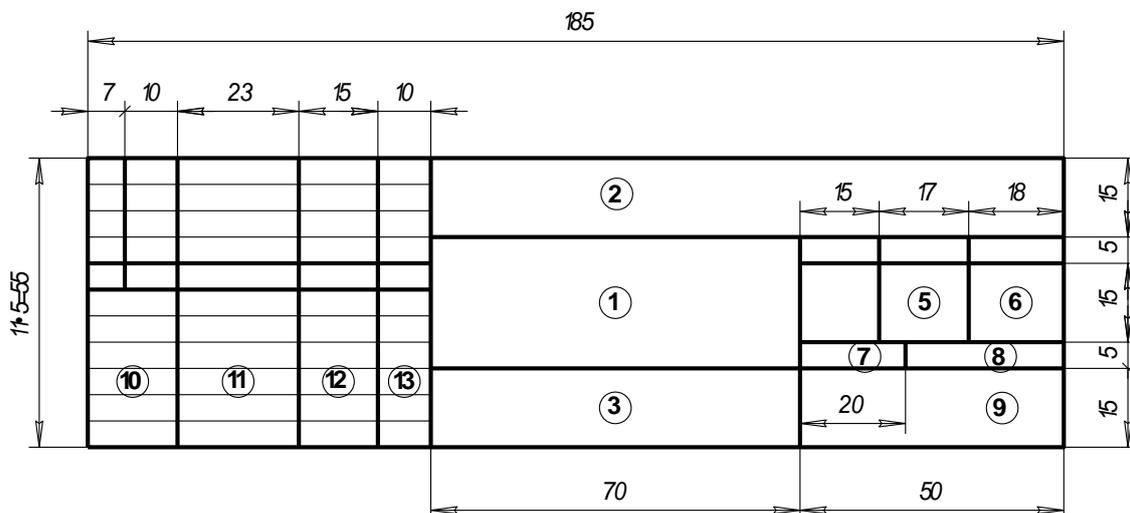


Рис.1

Название дисциплины					Номер РГР		Номер задачи		Номер варианта задания		Ом. указ. к задач. 3, 4.	
					ИГ.РГР 01.06.08.....							
Изм.	Лист	№ докум.	Годп.	Дата	Проекционное черчение			Лист	Масса	Масштаб		
Разраб.								у		1:1		
Проев.								Лист		Листов 1		
Т. контр.								МГТУ ГА М20365				
Н. контр.												
Утв.												

Формат А3

Рис. 2

Обводить чертежи следует, принимая толщину основных линий $S = 0,5 - 1,4$ мм. Осевые и центровые линии согласно ГОСТ 2.303-68 проводят штрих-пунктирными, а линии невидимого контура – штриховыми линиями толщиной $S/2 \dots S/3$.

Нанесения линий невидимого контура на чертежах по мере возможности следует избегать, делая этот контур видимым с помощью различного рода разрезов и сечений. Чертежи выполняются по заданным размерам, а изображения размещаются на формате так, чтобы они были равномерно распределены по полю чертежа. Все надписи, цифры и отдельные обозначения должны быть выполнены чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81 высотой 3,5 - 5,0 мм.

Не разрешается отсылать РГР на рецензирование по частям. Если чертеж выполнен на формате А3(297x240), то работу нужно сложить до формата А4(210x297) для удобства пересылки почтой.

Рецензирование РГР является основной формой руководства самостоятельной работой студента со стороны преподавателей. Рецензированную работу вместе с замечаниями возвращают студенту. Замечания рецензента на чертежах нельзя удалять. Они должны оставаться до предъявления контрольной работы на собеседование. Студент допускается к собеседованию только при правильном выполнении чертежей в заданном объеме (см. табл. №1) и при условии устранения ошибок в соответствии с замечаниями рецензента. На повторную рецензию (в случае необходимости исправления ошибок) нужно высылать всю работу полностью, включая уже подписанные чертежи, со всеми замечаниями и предыдущими рецензиями.

2.2. Содержание расчетно-графических работ

В процессе изучения дисциплины студент-заочник выполняет такое количество РГР, которое предусмотрено учебной программой для каждой специальности. Номера задач приведены в табл. 1.

Таблица 1

Специальность	Семестр	№ РГР	№№ задач	Форма контроля
162300	1	2	1,2	экзамен
162500	1	2	1,2	экзамен
190700	1	2	1,2	зачет
160905	1	2	1,2	экзамен

3. Задача № 1

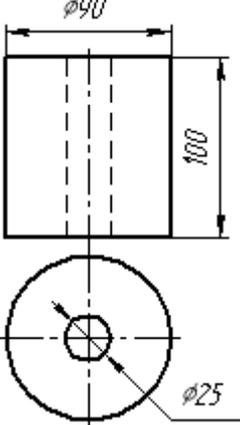
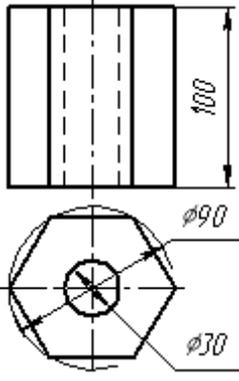
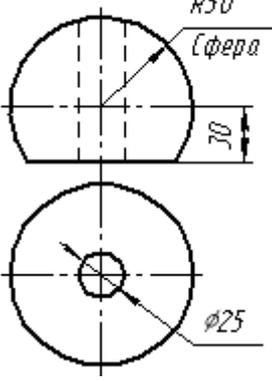
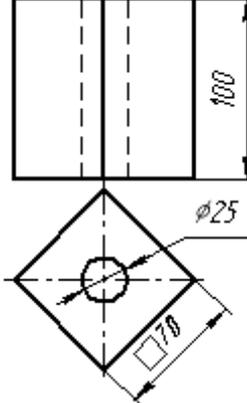
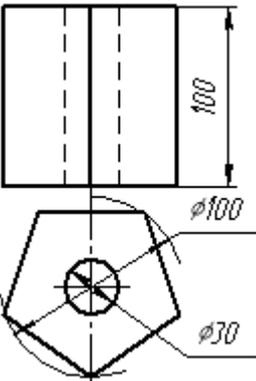
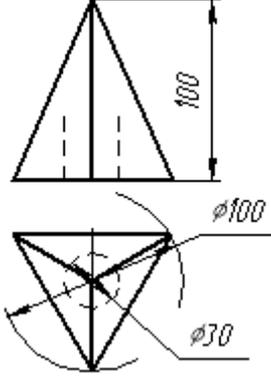
Постройте три изображения (вида) детали. Деталь изобразите с двумя отверстиями – цилиндрическим, имеющим горизонтально-проецирующую ось, и сквозным призматическим или цилиндрическим. Ребра призмы или ось второго отверстия перпендикулярны фронтальной плоскости проекций. Выполните фронтальный, профильный и горизонтальный разрезы, соединив, где возможно, половину вида с половиной разреза. Чертеж детали к заданию должен соответствовать последней цифре учебного шифра (кода). (табл. 2). Описание фронтально-проецирующего сквозного отверстия с ребрами призмы или осью цилиндра должно соответствовать предпоследней цифре учебного шифра (кода студента). (табл. 3).

Для вариантов № 5, 6, 7, 9 вертикальное цилиндрическое отверстие ($\varnothing 25$ или $\varnothing 30$) проходит от основания детали до пересечения с отверстием, перпендикулярным фронтальной плоскости проекций.

Пример выполнения задачи приведен на рис. 3.

Таблица 2

Описание предмета с цилиндрическим отверстием

№ варианта	Внешняя форма детали	№ варианта	Внешняя форма детали
0		1	
2		3	
4		5	

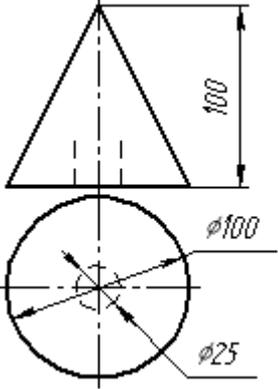
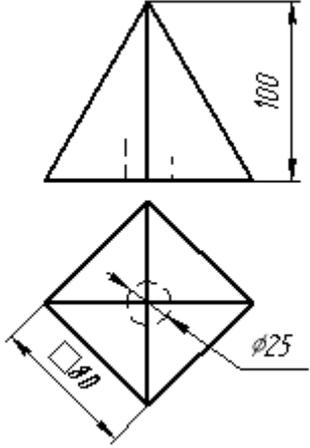
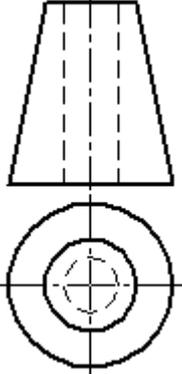
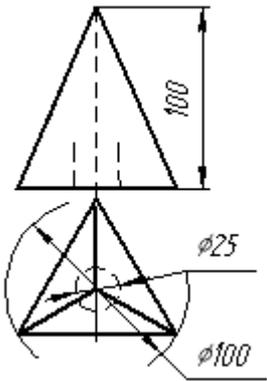
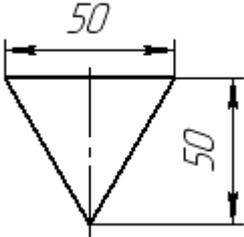
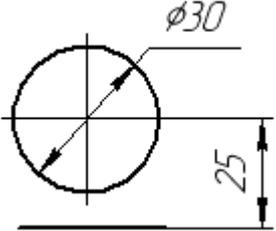
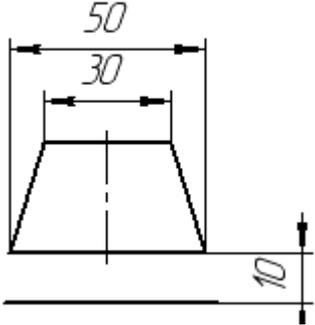
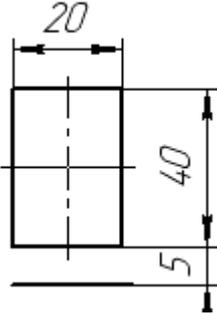
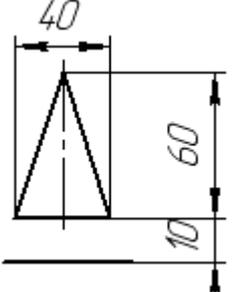
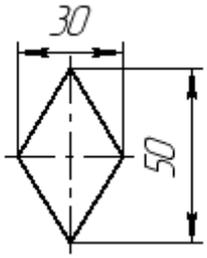
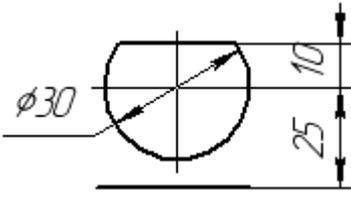
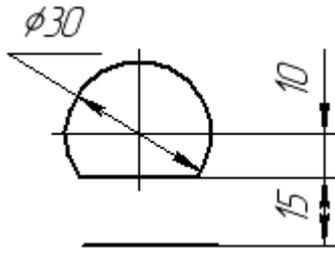
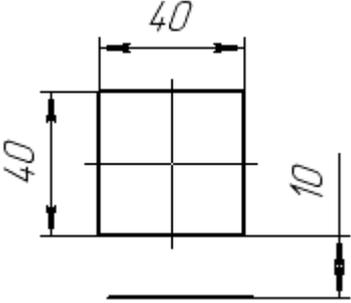
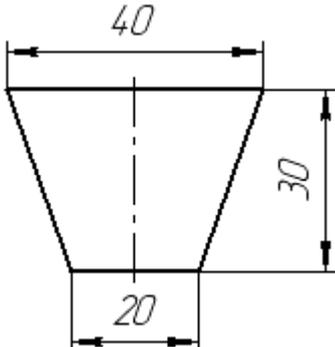
6		7	
8		9	

Таблица 3

Форма отверстия, перпендикулярного фронтальной плоскости проекций

№№ варианта	Форма отверстия. Размеры отверстия. Расстояние отверстия от нижнего основания предмета	№№ варианта	Форма отверстия. Размеры отверстия. Расстояние отверстия от нижнего основания предмета
0		1	
11 2		3	

4		5	
6		7	
8		9	

3.1. Методические указания к выполнению задачи № 1

Перед выполнением чертежа необходимо изучить данные варианта, представить форму детали в пространстве и расположение двух взаимно перпендикулярных отверстий внутри нее.

Для выявления внешней и внутренней формы детали согласно ГОСТу 2.305-68 применяют их изображения – виды, разрезы, сечения, выполненные по методу ортогонального проецирования.

В И Д – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности детали. При построении изображения деталь всегда располагают между наблюдателем и плоскостью проекций.

Чтобы изобразить деталь со всех сторон, ее проецируют на шесть взаимно перпендикулярных плоскостей проекций. В качестве таких плоскостей берут грани куба, внутри которого располагают изображаемую деталь. ГОСТ определяет эти грани как основные плоскости проекций, а виды, построенные на этих гранях, называют основными. Названия видов определяют проекции на соответствующие грани куба, что показано на рис. 4, 5 [1 – 3; 6].

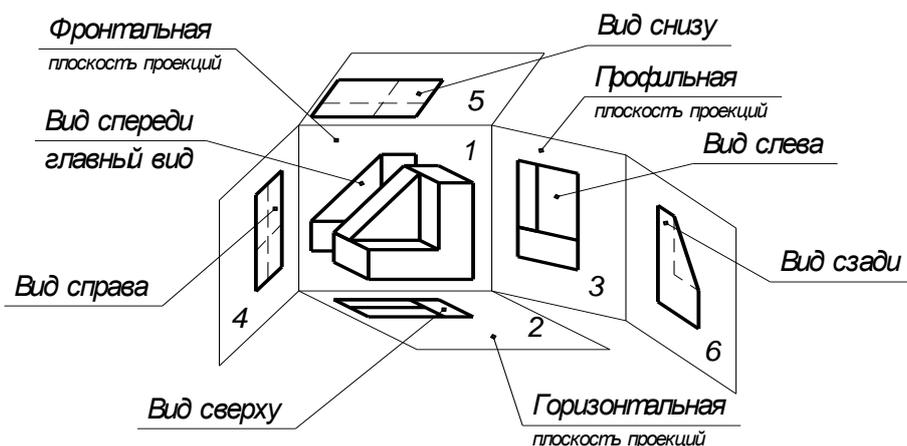


Рис. 4

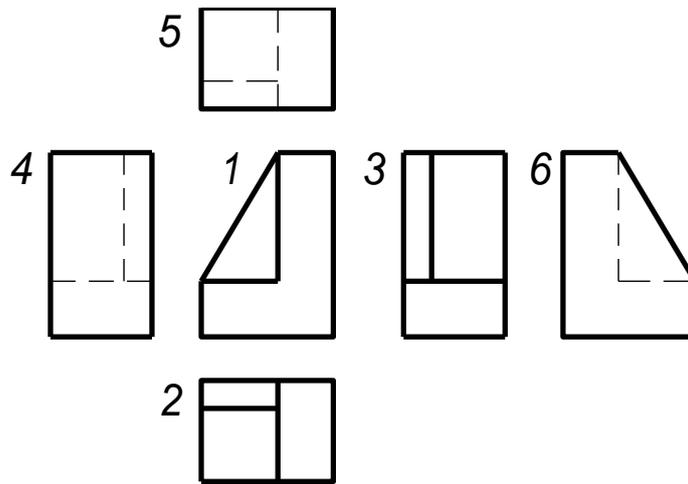


Рис. 5

Последовательность выполнения задачи

1. Построить три вида внешней формы детали согласно табл. 2.
2. Построить на виде спереди проекции фронтально-проецирующего отверстия согласно табл. 3.
3. Построить проекции линии пересечения фронтально-проецирующего отверстия с заданной деталью.
4. Выполнить разрезы: фронтальный, профильный, горизонтальный. Совместить разрезы, где это возможно, с видами.
5. Проставить размеры.

Согласно правилам начертательной геометрии построение линии пересечения поверхностей сводится к построению ряда точек ее определяющих.

Находить недостающую проекцию точки на поверхности следует, исходя из свойства параллельного проецирования – **точка принадлежит поверхности, если она принадлежит линии этой поверхности**.

В трехмерном пространстве положение точки устанавливают с помощью прямоугольных координат x , y , z . Построение изображения самой точки и ее ортогональных проекций на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций, линии пересечения которых принимают за оси координат, показано на рис. 6, а. На комплексном чертеже (рис. 6, б) три плоскости проекций совмещены с плоскостью чертежа, при этом ось y изображена дважды: на плоскости Π_1 и Π_3 , также как и в курсе «Начертательная геометрия».

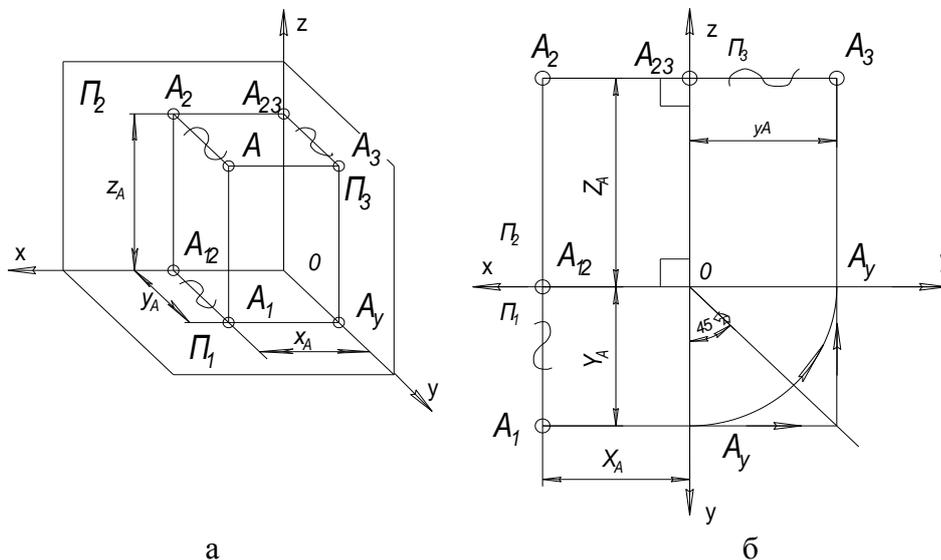


Рис. 6

Соответственно рассмотренным плоскостям проекций, вид сверху или снизу – проекция на горизонтальную плоскость, вид слева или справа – проекция на профильную плоскость.

Для успешного выполнения задачи № 1 рассмотрим примеры построения ортогональных проекций простейших геометрических фигур и точек на их поверхности. Как правило, подобные элементы включены в состав задачи № 1.

3.2. Построение ортогональных проекций простейших геометрических фигур и точек на их поверхности

3.2.1. Пример 1. Построение призмы и точек на ее поверхности

При построении изображений прямой призмы, грани которой перпендикулярны плоскости π_1 (рис. 7), отметим следующее. Вид спереди призмы – прямоугольник, а вид сверху – шестиугольник, каждая сторона которого является проекцией боковых граней призмы. Вершины шестиугольника являются проекциями боковых ребер призмы.

По двум проекциям призмы строим ее вид слева, используя рассмотренный на рис. 6 механизм такого построения. Ориентиром для построений служит плоскость симметрии призмы $\Omega \parallel \Pi_2$, которая зафиксирована на виде сверху – Ω_1 . Проведем плоскость Ω_3 на некотором расстоянии от оси z . Она определит расположение вида слева и будет служить также его осью симметрии. Для построения любого элемента вида слева необходимо измерить координату y этого элемента от Ω_1 вниз и отложить этот отрезок от Ω_3 вправо, как показано на рис. 7. Высота элементов берется с вида спереди (рис. 6).

Из курса начертательной геометрии известно, что проекционный чертеж может быть безосным (не имеющим изображения осей проекции), если существенны лишь размеры самой детали, а не ее расположение относительно плоскостей проекций [1-4].

Именно безосные чертежи мы и будем использовать во всех приведенных ниже примерах.

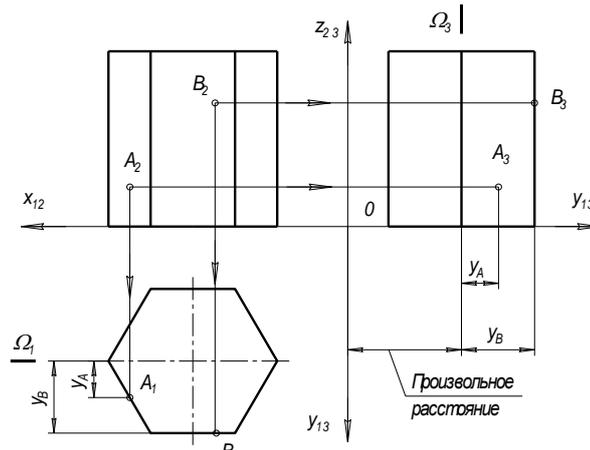


Рис. 7

3.2.2. Пример 2. Построение цилиндра и точек на его поверхности

На рис. 8 дан чертеж прямого кругового цилиндра, ось которого перпендикулярна плоскости Π_1 . На поверхности цилиндра задана фронтальная проекция точки $A - A_2$. Найти ее недостающие проекции легко, используя свойство горизонтально-проецирующей поверхности, которая вместе с точкой A проецируется на виде сверху в окружность. По найденной проекции A_1 строим A_3 , откладывая y_A вправо от оси симметрии цилиндра.

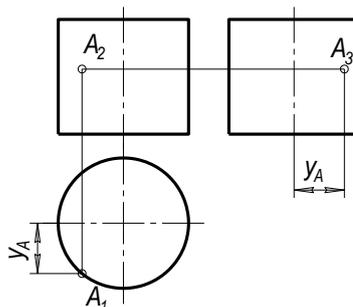


Рис. 8

3.2.3. Пример 3. Построение конуса и точек на его поверхности

На рис. 9 дан чертеж прямого круглого конуса, ось которого перпендикулярна плоскости Π_1 . Даны фронтальные проекции точек A и B (A_2 и B_2), принадлежащие поверхности конуса.

Требуется найти недостающие проекции этих точек. Для их построения используем одну из двух простейших линий на поверхности конуса (образующую SK или окружность радиуса r), проходящие через соответствующие точки. Построения ясны из чертежа.

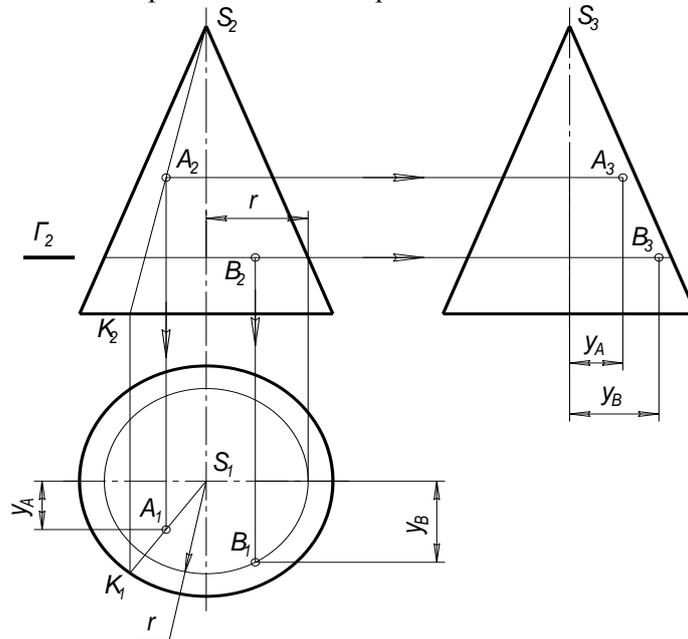


Рис. 9

3.2.4. Пример 4. Построение пирамиды и точек на ее поверхности

На рис.10 дан чертеж в трех проекциях правильной шестиугольной пирамиды, основание которой параллельно плоскости Π_1 . Две профильно-проецирующие грани пирамиды вырождены на плоскости Π_3 в линии (LSM и ESF).

Во всех остальных случаях грани пирамиды проецируются в виде треугольников. На поверхности пирамиды заданы фронтальные проекции точек A и B . Требуется построить их недостающие проекции. Точка A принадлежит грани, являющейся плоскостью общего положения. Поэтому проведем через точку A (A_2) вспомогательную плоскость-посредник $\Gamma \parallel \Pi_1$, пересекающую пирамиду по шестиугольнику, подобному ее основанию. Поэтому все стороны у таких фигур взаимно параллельны и меньший шестиугольник проходит через точки 1 и 2 на соответствующих ребрах пирамиды SK и SN . Точка A принадлежит построенному шестиугольнику. Точка B принадлежит профильно-проецирующей плоскости, поэтому ее профильная проекция находится на вырожденной проекции этой плоскости – на прямой $L_3S_3M_3$. Положение горизонтальной проекции точки B находим по имеющимся ее фронтальной и профильной проекциям B_2 и B_3 (рис.10).

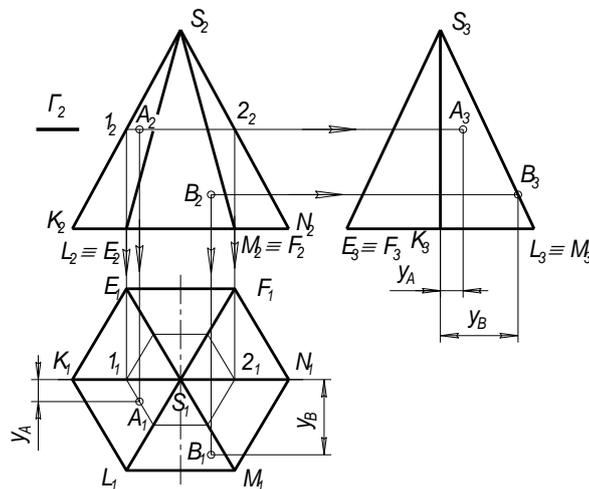


Рис. 10

3.3. Пересечение геометрических фигур призматическими и цилиндрическими отверстиями

Приступая к построению проекций отверстий, заданных в табл. 3, необходимо проанализировать, какими поверхностями образовано отверстие. Кроме того, следует уяснить, какими поверхностями ограничена заданная деталь и какого вида линии должны получиться в пересечении с каждой стенкой отверстия.

Исходя из такого анализа, выбирается метод построения проекций отверстий [3; 7]. Рассмотрим некоторые примеры.

3.3.1. Пример 5

На рис. 11, *а* и *б* даны чертеж и модель прямого круглого цилиндра с четырехгранным призматическим отверстием, представленным гранями $\square - \square - \square - \square$. Эти грани являются плоскостями уровня, а цилиндрическая поверхность – горизонтально-проецирующая. По двум имеющимся изображениям строят вид слева, по аналогии с рис. 8. Как в рассмотренном примере, так и в большинстве других представлены геометрические фигуры, имеющие плоскости симметрии. Поэтому описание построений и обозначения даются для половины каждого вида.

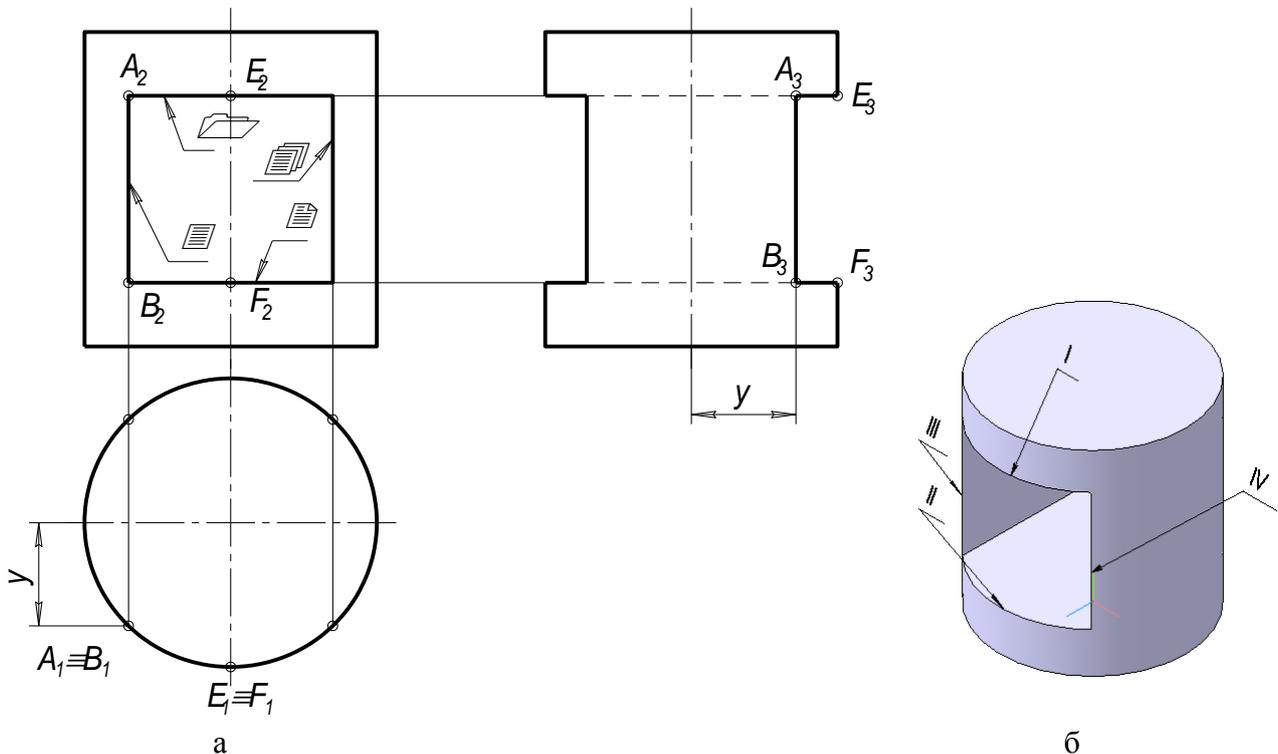


Рис. 11

3.3.2. Пример 6

На рис. 12, *а*, *б* изображена правильная шестиугольная призма с трехгранным призматическим отверстием – грани $\square - \square - \square$.

Плоскости $\square - \square$ – фронтально-проецирующие, а \square – плоскость параллельная Π_1 . Грани призмы – горизонтально-проецирующие, поэтому главный вид и вид сверху заданы полностью. По двум изображениям строим вид слева, аналогично рис. 7.

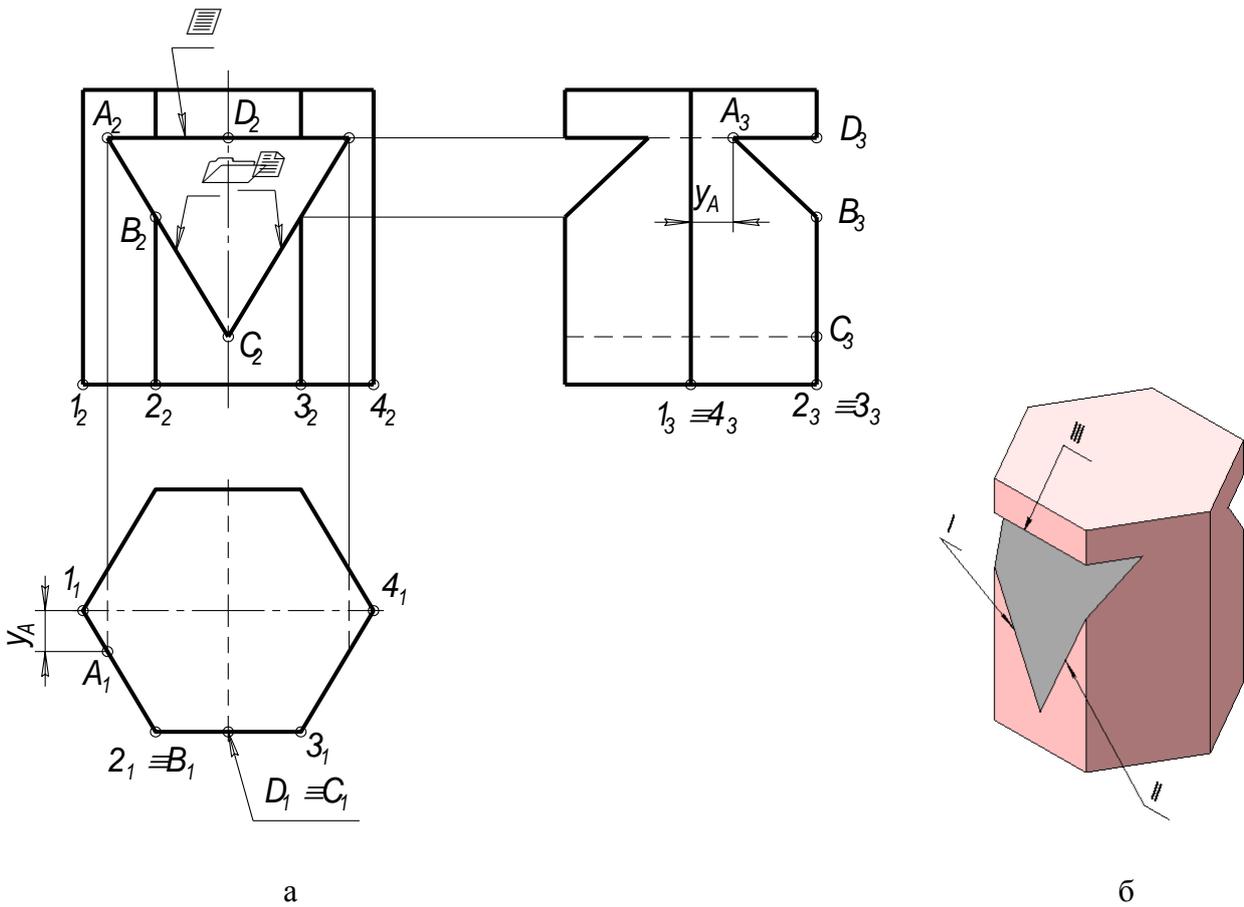


Рис. 12

3.3.3. Пример 7

На рис. 13 представлен чертеж конуса со сквозным призматическим отверстием, ограниченным гранями \square - \square - \square - \square . Грани \square и \square являются горизонтальными плоскостями и ограничены отрезками прямых (ребрами призматического отверстия) и двумя дугами окружностей радиусов r и R , которые являются линиями пересечения плоскостей-посредников Γ и A с конической поверхностью.

Грани \square и \square являются профильными плоскостями Ω и Ω^* и ограничены двумя параллельными отрезками прямых (ребрами призматического отверстия) и гиперболами – линиями пересечения плоскостей Ω и Ω^* с конической поверхностью. Главный вид фигуры задан полностью, так как плоскости всех четырех граней отверстия являются фронтально-проецирующими. Дуга AF принадлежит окружности радиуса r , построенной на виде сверху с помощью точки 1 (1_1 и 1_2). Дуга BG принадлежит окружности радиуса R , построенной на виде сверху с помощью точки 2 (2_1 и 2_2). Плоскости граней \square и \square на виде сверху вырождаются в отрезки прямых, так как эти плоскости фронтально-проецирующие.

Построение отверстия на виде слева начнем с нахождения точек A_3 и B_3 , являющихся граничными точками гипербол, промежуточные точки которых – D_3 и D_3^* , строят с помощью плоскости-посредника B , аналогично построению проекций точки B на рис. 9.

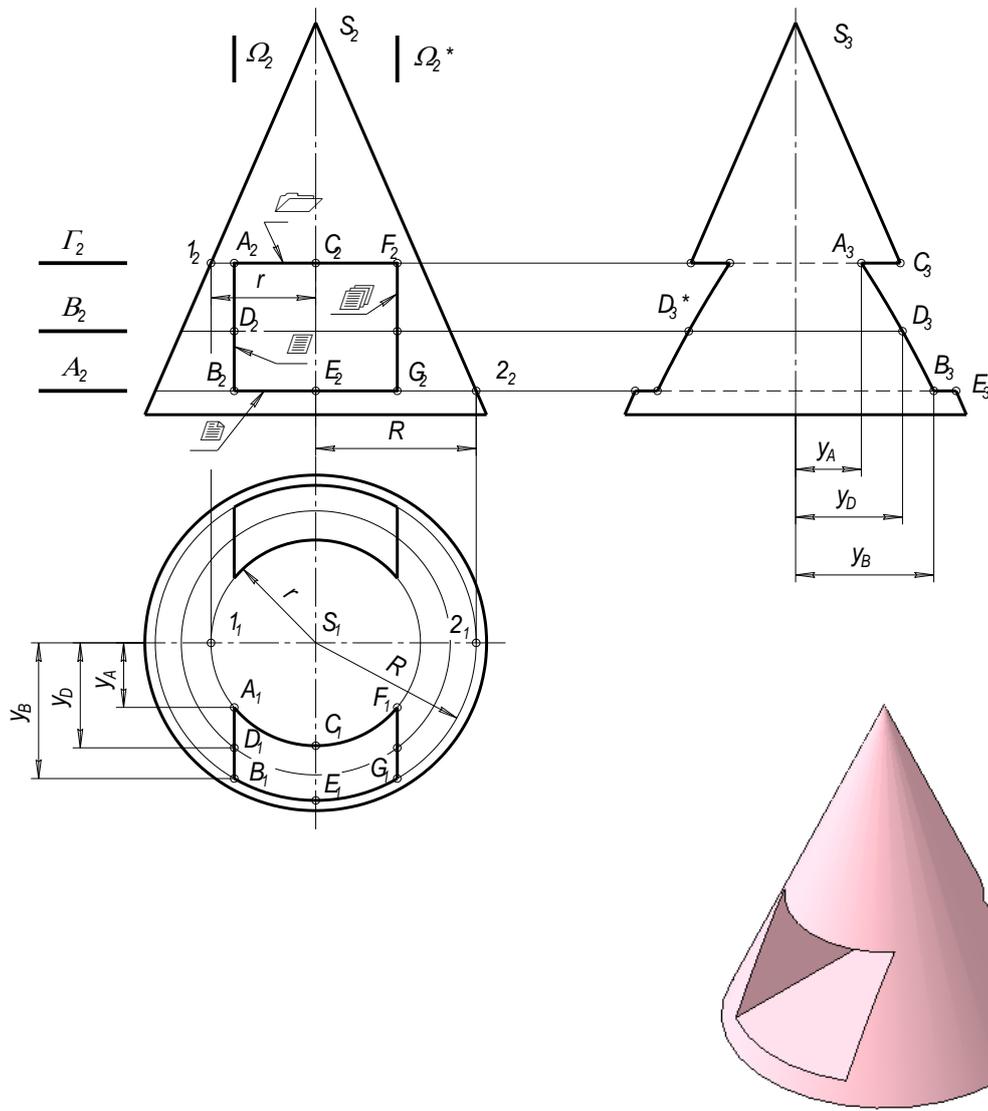


Рис. 13

3.3.4. Пример 8

На рис. 14 изображена трехгранная пирамида с четырехгранным призматическим отверстием, грани которого \square - \square - \square - \square . Выполним построения недостающих проекций по виду спереди, который на чертеже показан полностью.

Грани \square и \square – горизонтальные плоскости, совпадающие соответственно с плоскостями A_2 и Γ_2 . Эти плоскости-посредники пересекают грани пирамиды по треугольникам, подобным ее треугольному основанию, которые на виде сверху построены с помощью точек 1, 2 и 3, 4, принадлежащих соответствующим ребрам пирамиды. По линиям связи на эти вспомогательные треугольники переносят искомые проекции точек, ограничивающих отверстие в пирамиде.

Грани \square и \square – фронтально-проецирующие плоскости и поэтому на виде сверху вырождаются в отрезки прямых линий.

При построении вида слева отметим, что в случае несимметричной фигуры можно не использовать в качестве координатной плоскости плоскость симметрии Ω , а «привязать» элемент фигуры размерами к любому ее элементу. На рис. 14 вид слева строят по двум имеющимся изображениям, «привязывая» размеры элементов пирамиды к ее основанию. Отметим, что одна из граней пирамиды (SAC) является профильно-проецирующей плоскостью и, следовательно, профильная проекция вырождается в прямую.

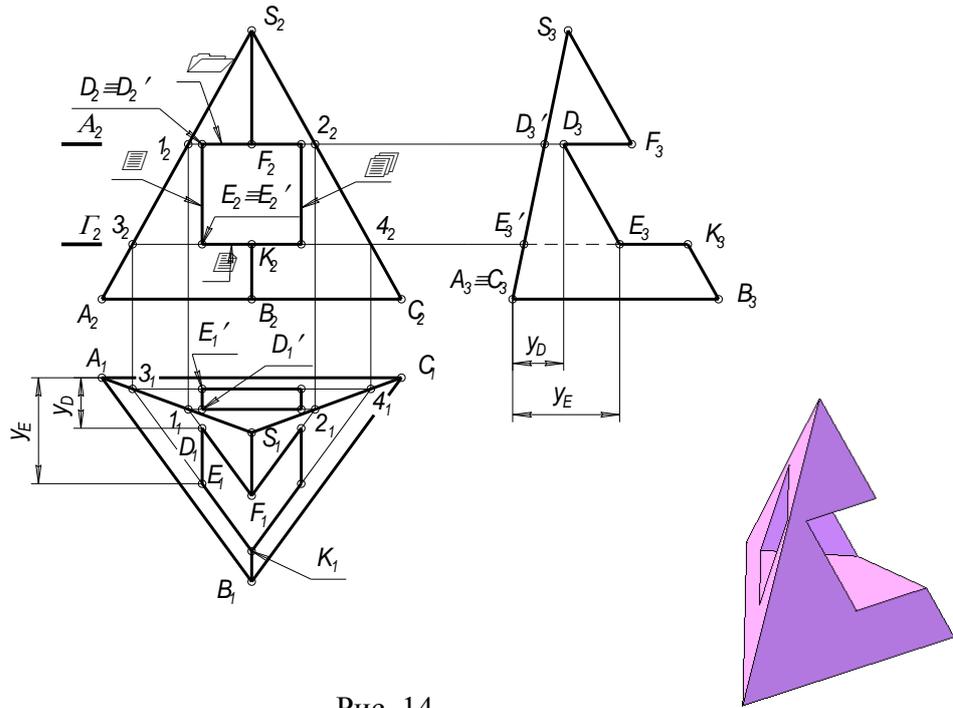


Рис. 14

3.3.5. Пример 9

На рис. 15 представлен чертеж правильного шестигранника со сквозным цилиндрическим отверстием. Точки 1, 2, 3 принадлежат как окружности ($1_2, 2_2, 3_2$), в которую вырождается проекция цилиндрической поверхности сквозного отверстия, так и одной из граней шестигранника ($1_1, 2_1, 3_1$). Используя две проекции каждой точки, строят их профильные проекции, откладывая координаты a, b, c от плоскости симметрии Ω и координаты d, e – от оси отверстия. Точки 1 и 3 – экстремальные точки, точка 2 взята произвольно.

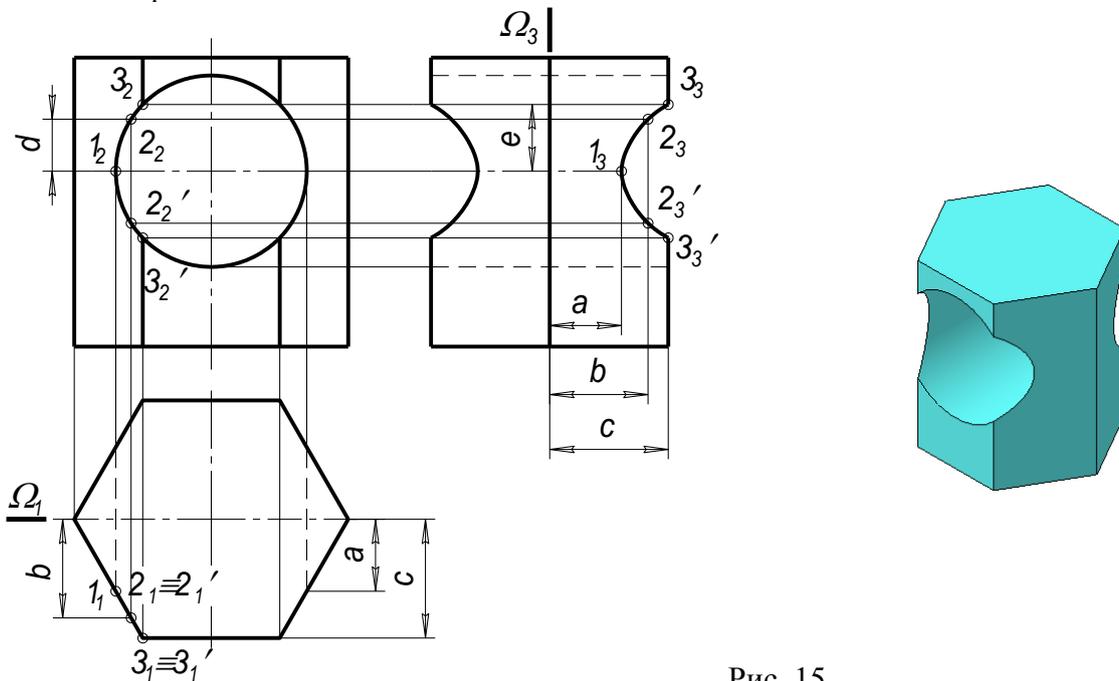


Рис. 15

3.3. Разрезы и сечения

После построения линий пересечения отверстий с поверхностью детали и отверстий между собой аналогично рассмотренным на рис. 11-15 примерам, следует выполнить по условиям задания необходимые разрезы.

При помощи только видов невозможно выявить полностью формы большинства деталей, имеющих различные отверстия. Внутреннюю форму детали можно показать на чертеже штриховыми линиями, но при сложном устройстве детали число штриховых линий велико, они перекрывают друг друга, затемняют чертеж, а следовательно, затрудняют чтение и понимание чертежа. Чтобы ясно и четко показать внутреннее устройство детали, применяют разрезы и сечения, а штриховые линии, как правило, в технических чертежах не используют.

Основное назначение разрезов и сечений – увеличение информативности и наглядности чертежа за счет выявления внутренней конструкции детали.

Сечением называется изображение фигуры, полученной при мысленном рассечении детали плоскостью, что показано на рис. 16. Причем часть детали, которая находится между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удаляют, за счет чего выявляется конфигурация внутренней, закрытой этой частью детали, полости. В сечении показывают только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости. На рис. 39 изображено сечение *A-A* плоскостью, которая пересекает ступенчатый цилиндрический вал по пазу под шпонку.

Разрезом называется изображение детали, мысленно рассеченной одной или несколькими плоскостями. В разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и что расположено за ней. Таким образом, разрез включает сечение и дополнительно – вид детали за секущей плоскостью.

На рис. 16 изображена деталь, а на рис. 17 - три ее вида. Прямоугольный паз и ступенчатое цилиндрическое отверстие показаны штриховыми линиями. Выявим внутреннее устройство этой детали при помощи разреза. Для этого мысленно рассечем деталь плоскостью, которая проходит вдоль оси детали через прямоугольный паз и ступенчатое цилиндрическое отверстие, расположенное в центре детали. Затем мысленно удалим переднюю половину, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью. Фронтальный разрез, на котором показано заштрихованное сечение, и то, что находится за секущей плоскостью – прямоугольный паз и ступенчатое цилиндрическое отверстие, соответствует принятому для данной детали главному виду – виду спереди. ГОСТ 2.305-68 допускает для сокращения графической работы и размеров чертежа не увеличивать число изображений детали, показывая на чертеже и вид спереди, и фронтальный разрез, а располагать разрез на месте соответствующего вида.

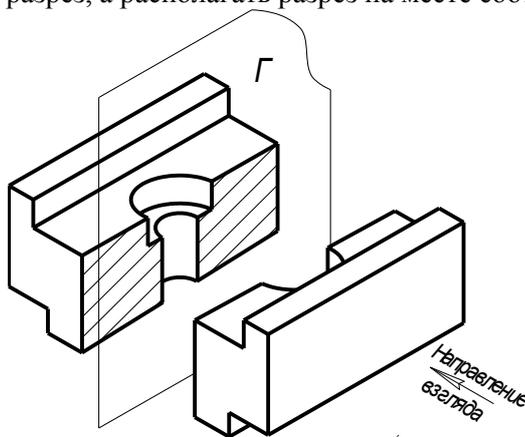


Рис. 16

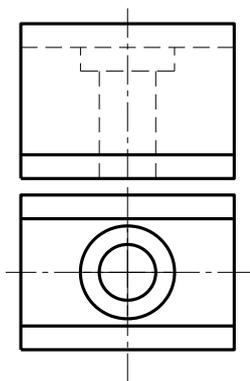


Рис. 17

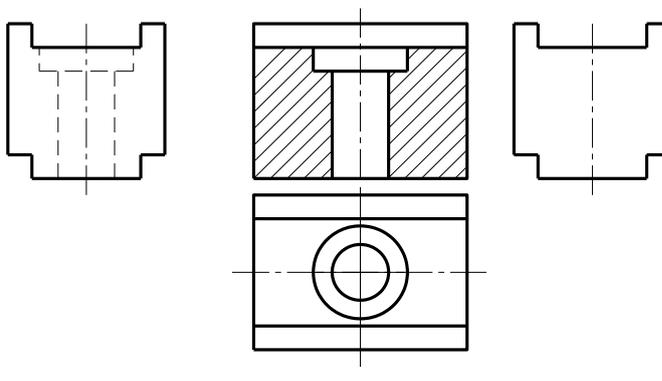


Рис. 18

На рис. 18 фронтальный разрез помещен на месте главного вида. Мысленное рассечение детали в каждом случае относится только к данному разрезу и не изменяет других изображений детали.

3.5. Оформление разрезов и сечений

Штриховка, которой выделяют на чертеже сечения, независимо от того, являются они самостоятельными изображениями или входят в состав разреза, служит также для обозначения вида материала, из которого изготовлена деталь.

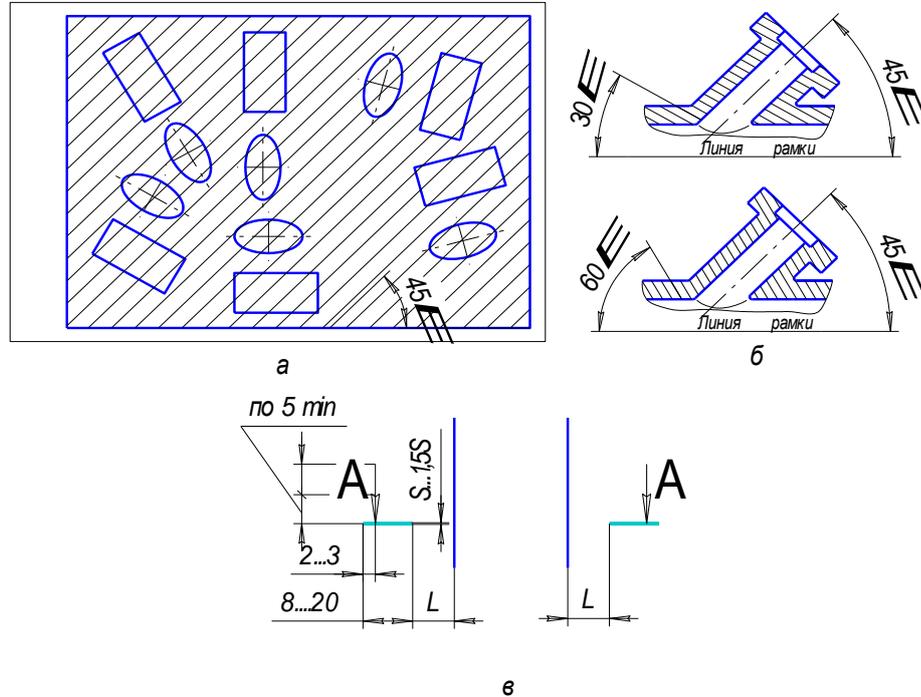


Рис. 19

ГОСТ 2.306-68 устанавливает графические обозначения материалов в сечениях, а также правила их нанесения на чертежах [1;2]. Сечения металлических предметов, как показано на рис. 19, а на чертежах обозначаются штриховкой сплошными тонкими параллельными линиями толщиной 0,3-0,5 мм, проводимыми под углом 45° к линиям рамки чертежа.

Если направление штриховки совпадает с направлением линий контура детали или осевыми линиями, рекомендуется выполнять штриховку под углом 30° или 60°, что показано на рис. 19, б.

Линии штриховки наносят с наклоном влево или вправо, но в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали. Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки должны быть 3÷5 мм и одинаковыми для всех сечений данной детали.

Согласно ГОСТ 2.305-68 положение секущей плоскости на чертежах указывают линией сечения. Для обозначения линии сечения применяют разомкнутую линию с длиной штриха 8÷20 мм и толщиной $S \div 1,5S$ с конструктивными элементами, показанными на рис.19, в. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения или каких-либо других линий чертежа. Они указывают положение секущей плоскости, а направление проецирования (взгляда) указывается стрелками на начальном и конечном штрихах; стрелки должны наноситься на расстоянии 2÷3 мм от конца штриха.

Секущая плоскость обозначается с двух сторон надписью, которая состоит из одинаковых букв кириллицы, начиная с *A*, без пропусков и повторений. Буквы наносят с внешней стороны угла около стрелок, указывающих направление взгляда у конца и начала линии сечения, т.е. так, чтобы стрелки размещались между буквой и изображением. Буквы всегда пишутся вертикально по отношению к основной надписи чертежа, как будто располагаются на горизонтальной строке. Размер шрифта для надписи на два номера больше, чем шрифт для размерных чисел. Величина *L* на рис. 19, в не менее 3 мм.

Над изображением – сечением или разрезом – делают надпись буквами, соответствующими обозначению секущей плоскости, написанными через тире по типу *A-A*, *B-B*, *B-B* (всегда двумя буквами через тире). Если сечение выполнено в другом масштабе, в надписи добавляется информация об изменении масштаба. Например, *A-A (1:2)*. Примеры оформления разрезов и сечений приводятся при изложении последующего материала.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали, а соответствующее изображение располагается на одном формате и в проекционной связи с другими ее изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущих плоскостей, а сам разрез надписью $A-A$ не сопровождают. По этой причине фронтальный разрез на рис. 18 не надписан и не обозначена секущая плоскость γ .

Разрез симметричной детали без обозначения секущей плоскости мысленно относят к соответствующей плоскости симметрии. Как правило, разрезы выполняют на месте основных видов.

На рис. 20 изображены три проекции пятигранной призмы. Так как призма симметрична относительно фронтальной плоскости симметрии, то разрез призмы этой плоскостью на чертеже не обозначен. Не обозначен поэтому и фронтальный разрез призмы, помещенный на месте главного вида. Относительно профильной плоскости $A-A$ призма несимметрична, поэтому обозначается положение секущей плоскости, а чтобы не было разночтений, стрелками указывается также и направление взгляда. Профильный разрез, полученный этой плоскостью, помещен на месте вида слева и надписан $A-A$.

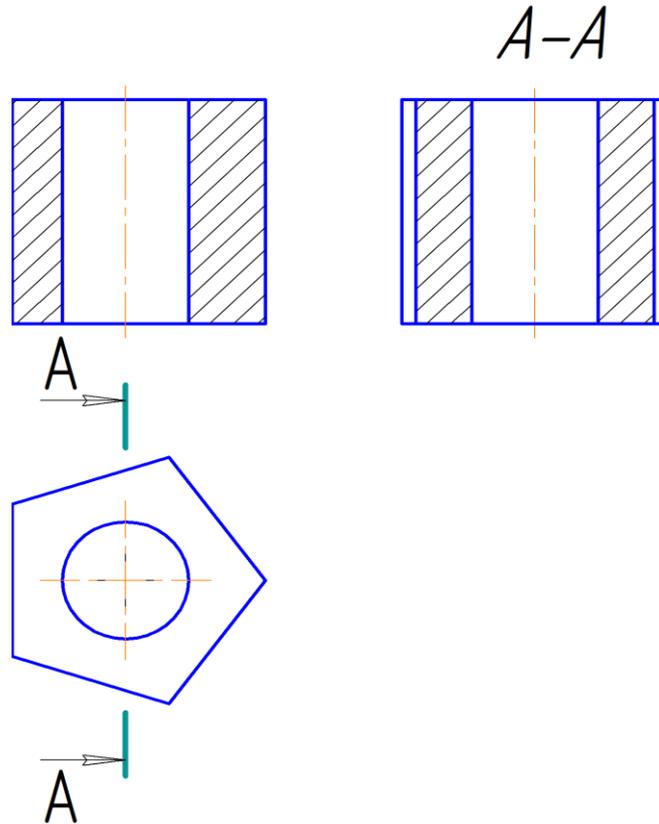


Рис. 20

ГОСТ 2.305-68 рекомендует в целях сокращения размера чертежа и графической работы соединять половину вида и половину разреза, если вид и разрез – симметричные изображения. Левая половина изображения представляет собой вид детали, а правая – ее разрез. Разделяющей линией между половиной вида и половиной разреза служит ось симметрии, т.е. штрих-пунктирная тонкая линия, как показано на рис. 21. Деталь изображенная на рис. 16, симметрична относительно фронтальной плоскости Γ , а пятигранная призма на рис. 20 симметрична относительно фронтальной плоскости. Поэтому полные разрезы (профильный $A-A$ на рис. 20) не являются рациональными. Целесообразней, согласно ГОСТ 2.305-68, на главном изображении соединить половину вида спереди и половину фронтального разреза (рис. 21); половину вида слева и половину профильного разреза (рис. 22).

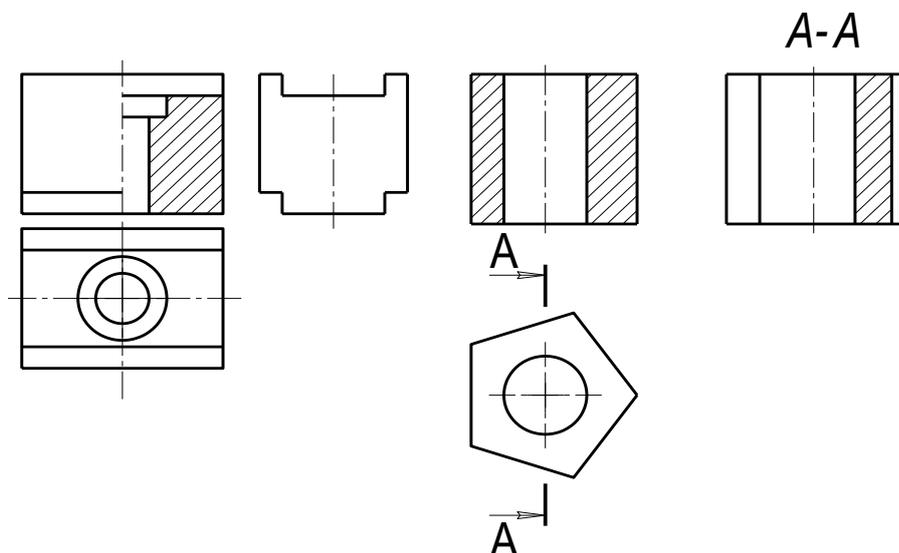


Рис. 21

Рис. 22

3.6. Особые случаи разрезов

Некоторые детали проецируются в форме симметричной фигуры, но при их изображении нельзя соединять половину вида и половину разреза. Примеры таких деталей приведены на рис. 23. Особенностью этих деталей является наличие ребра призматической поверхности на внешней и внутренней поверхностях детали, которое совпадает с осью симметрии детали.

Если соединить половину вида с половиной фронтального разреза такой детали по осевой линии, то пропадает линия, изображающая ребро призмы. Чертеж окажется неясным. Если на линию, соединяющую половину вида с половиной разреза попадает линия видимого контура, например ребро детали, ГОСТ 2.305-68 рекомендует выполнять неполный разрез. При этом часть вида и часть разреза разделяются тонкой, волнистой линией, как показано на рис. 23.

Волнистую линию проводят от руки так, чтобы ребро всегда было видимым. Если ребро расположено снаружи, то увеличивают часть вида, а часть разреза соответственно уменьшают, как на рис. 23. Для изображения внутреннего ребра разрез увеличивают за счет уменьшения части вида, что видно на рис. 23. Для показа внутреннего и наружного ребер разрез частично увеличивается и частично уменьшается, как показано на рис. 23.

Если секущая плоскость проходит вдоль оси или длинной стороны тонкой стенки детали (ребро жесткости) с толщиной стенки до $10 \div 12$ мм, то стенку мысленно рассекают, но не заштриховывают, а отделяют от остальной части детали сплошной основной линией, согласно ГОСТ 2.305-68. В поперечных разрезах тонкие стенки штрихуют как обычно.

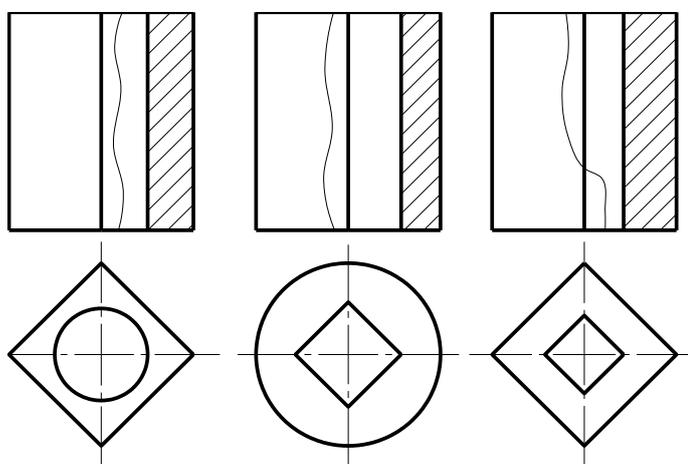


Рис. 23

На рис. 24 дан чертеж детали с тремя тонкими стенками. Деталь симметрична, поэтому главный вид совмещен с фронтальным разрезом. Секущая плоскость проходит по оси детали, т.е. вдоль двух ребер и поперек третьему. На чертеже оно заштриховано при выполнении разреза, поскольку расположено перпендикулярно секущей плоскости.

На виде показано левое ребро и линия пересечения его с цилиндром, а правое ребро на разрезе не заштриховано, хотя и рассекается секущей плоскостью. Поскольку ребро рассечено, то сплошные основные линии, которые выделяют его, проходят не по линии пересечения ребра с цилиндром, как на виде, а по очерковой образующей цилиндра, совпадающей с секущей плоскостью. Не заштриховывают на чертежах в разрезах также спицы колес, шкивов, маховиков; монолитные оси, валы, пальцы; стандартные крепежные изделия: болты, винты, шпильки и т.д., если секущая плоскость направлена вдоль их длины.

После всех построений и штриховки разрезом наносят размеры.

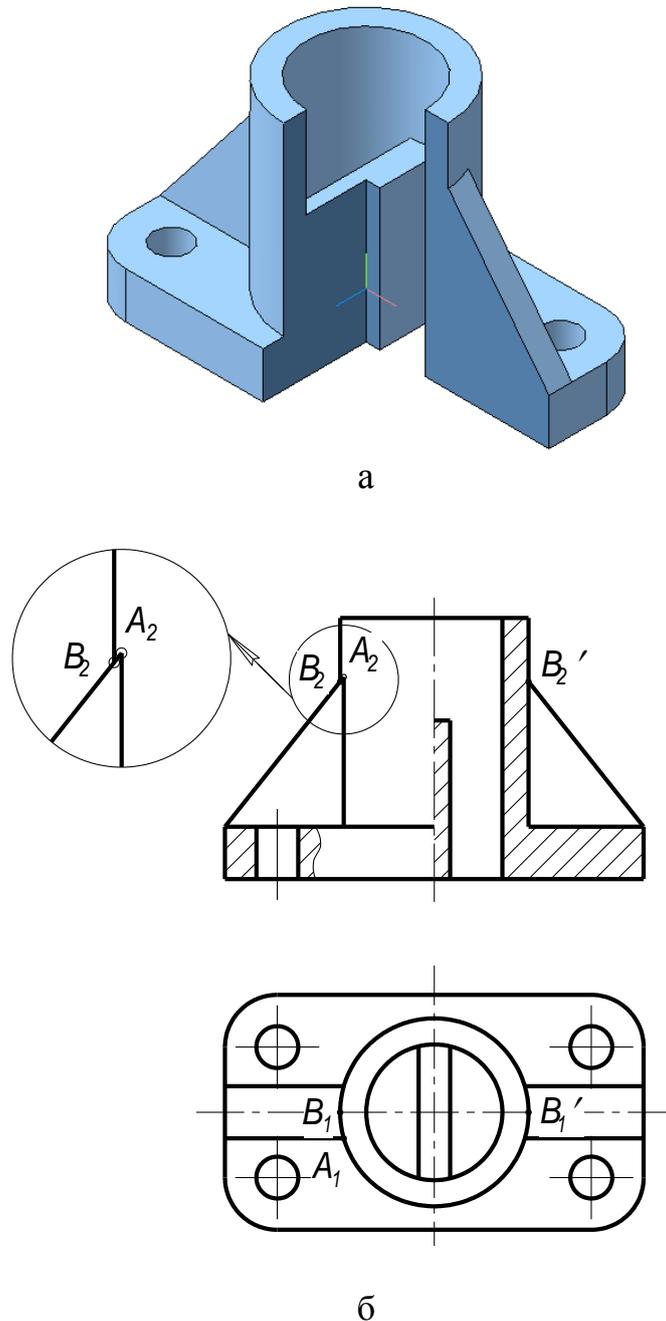


Рис. 24

3.7. Основные правила нанесения размеров на чертеже

Необходимо, чтобы на чертеже были указаны все размеры детали, т.е. габаритные размеры, размеры всех ее элементов и «привязка» этих элементов к осям или к каким-либо ее плоскостям.

Наружные и внутренние размеры следует группировать. Размеры, относящиеся к внешним очертаниям детали, необходимо наносить на стороне вида, а размеры, относящиеся к внутренним очертаниям – на стороне разреза, распределяя их по возможности равномерно на всех изображениях данного чертежа.

Правила нанесения выносных, размерных линий и вписывание размерных чисел устанавливает ГОСТ 2.307-68. Приведем основные из них:

1. Единицей измерения для всех машиностроительных чертежей является миллиметр (мм), наименование которого при размерных числах не указывается. Основанием для суждения о действительных размерах детали служат только указанные числовые величины размеров, которые не зависят от масштаба изображения.

2. Каждый размер на чертеже указывается один раз. Повторение одних и тех же размеров на разных изображениях не допускается.

3. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

4. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1÷3 мм.

5. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Допускается пересечение только выносных линий между собой.

6. Расстояние размерной линии от параллельной ей линии контура, осевой, выносной и других линий, а также расстояние между параллельными линиями должно быть не менее 7-10 мм.

7. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

8. Размерные числа наносятся над размерной линией параллельно ей и возможно ближе к ее середине.

9. Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерываются. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.

10. Размеры не следует наносить там, где элемент, отверстие, углубление, выступ показан невидимым контуром.

11. При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке, а не одно над другим.

12. При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий) вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение, указывают только их количество.

Завершается работа над задачей №1 проверкой построений и нанесения размеров, обводкой с учетом относительной видимости и заполнением основной надписи.

4. Задача № 2

По выданному Вам сборочному чертежу (СБ) или чертежу общего вида (ВО) выполните два рабочих чертежа деталей, отмеченных на чертеже. Проставьте размеры, необходимые для изготовления деталей

4.1. Методические указания к выполнению задачи № 2

Рабочий чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

4.2. Основные требования к выполнению чертежей деталей

Рабочий чертеж должен содержать:

- минимальное, но достаточное число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), полностью раскрывающих форму детали;
- необходимые размеры;
- сведения о материале;
- технические требования.

Изображения детали должны выявлять не только ее форму в целом, но и всех ее конструктивных элементов: канавок, проточек, скруглений, фасок, резьб и т.п.

Основные требования к выполнению чертежей деталей устанавливает ГОСТ 2.109-73:

1. Каждый чертеж детали выполняют на отдельном формате по ГОСТ 2.301-68.
2. Чертеж должен содержать основную надпись в соответствии с ГОСТ 2.104-68.
3. На чертежах применяют условные обозначения (линии, знаки, буквенные и буквенно-цифровые обозначения), установленные государственными стандартами. ГОСТ 2.303-68, ГОСТ 2.304-81, ГОСТ 2.307-68.
4. Марки материалов обозначают в соответствии с присвоенными им в стандартах обозначениями.
5. Масштаб изображения выбирают в соответствии с ГОСТ 2.302-68.

Главный вид детали (вид спереди) согласно требованиям ГОСТ 2.305-68 должен давать наиболее полное представление о форме, конструкции и размерах детали (рис. 40, 46 – 48).

Главным изображением может быть вид, разрез или соединение вида с разрезом для симметричных деталей (рис. 46 – 48). Положение главного изображения детали на рабочем чертеже может и не соответствовать ее положению на главном изображении чертежа сборочной единицы. Поэтому нужно определить положение, которое деталь занимает при изготовлении (рис. 26, 27, 40, 46 - 48).

На главном виде детали с элементами шестигранной призмы (гайки, штуцер и т. д.) должны быть видны три грани призмы (рис. 46, 47). Такие детали требуют двух изображений, так как на главном виде отсутствует стандартный размер S «под ключ». Таким изображением может быть второй вид (вид слева), сечение или разрез (рис. 46, 47).

Изображения фланцев, крышек, корпусов и других деталей, изготавливаемых обычно литьем, располагают так, чтобы основная обработанная плоскость детали получила бы на чертеже горизонтальное положение.

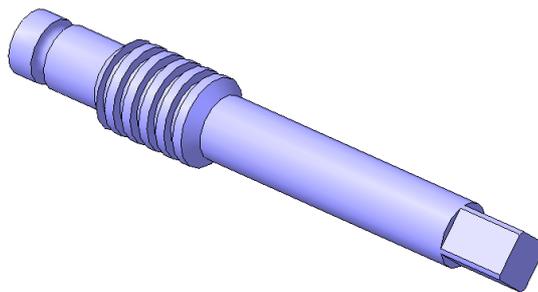


Рис. 25

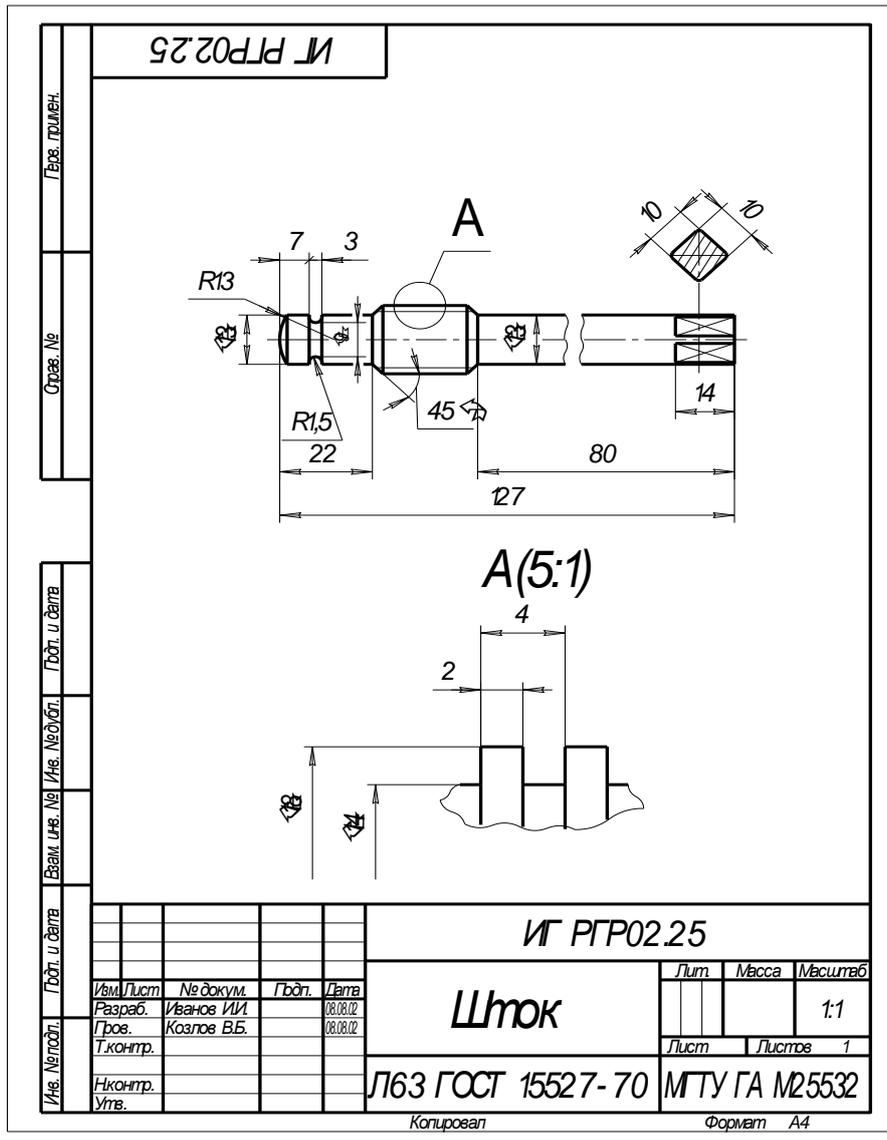


Рис.26

Детали, имеющие стандартное изображение (пружина, колесо зубчатое и т. п.), должны выполняться по соответствующим стандартам (рис. 27).

Элементы деталей, имеющие стандартное изображение и простановку размеров (резьба, элементы зацепления зубчатых колес, сварных швов) должны выполняться по соответствующим стандартам (рис. 27, 46, 47).

Стандартные размеры элементов деталей (фаски, скругления, шпоночные пазы, элементы резьбы, размеры «под ключ» и т.п.) проставляются согласно соответствующим стандартам (рис. 26, 27, 46, 47).

Линии невидимого контура наносят только в тех случаях, когда для выявления элементов детали целесообразно применять разрез или дополнительный вид.

Нельзя упрощать конструкцию деталей и опускать литейные уклоны, конусности, галтели, закругления, фаски, зенковки, смазочные канавки (рис. 40).

Мелкие элементы деталей допускается изображать увеличенными, как выносные элементы (рис. 46, 47). При этом на основном изображении этот элемент может быть показан упрощенно (рис. 26, 35).

При выполнении изображений необходимо использовать условности и упрощения по ГОСТ 2.305-68:

- если деталь имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на ее изображении полностью показывают один-два таких элемента (например, одно – два отверстия), а остальные не изображаются, фиксируют центры пересечения осей (рис. 28);
- винты, заклепки, шпонки, валы и шпиндели, шатуны, рукоятки (рис. 26, 39, 40, 44, 45) и др. при продольном разрезе показывают нерассеченными. Шарики всегда показывают нерассеченными.

Спицы маховиков, зубчатых колес, тонкие стенки, ребра жесткости и т.д. показывают разрезанными, но незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси (длинной стороны) таких элементов (рис. 28);

- для выделения на чертеже плоских поверхностей на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями (рис. 26);
- длинные детали (элементы), имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение (валы, шатуны) допускается изображать с разрывами (рис. 26);
- для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов, а также для шпоночных пазов вместо полного изображения детали допускается давать лишь контур отверстия или паза (рис. 27).

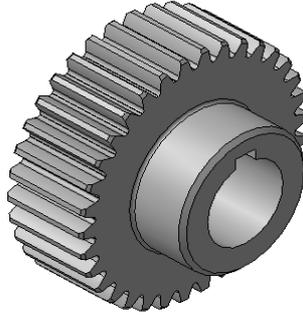


Рис. 27, а

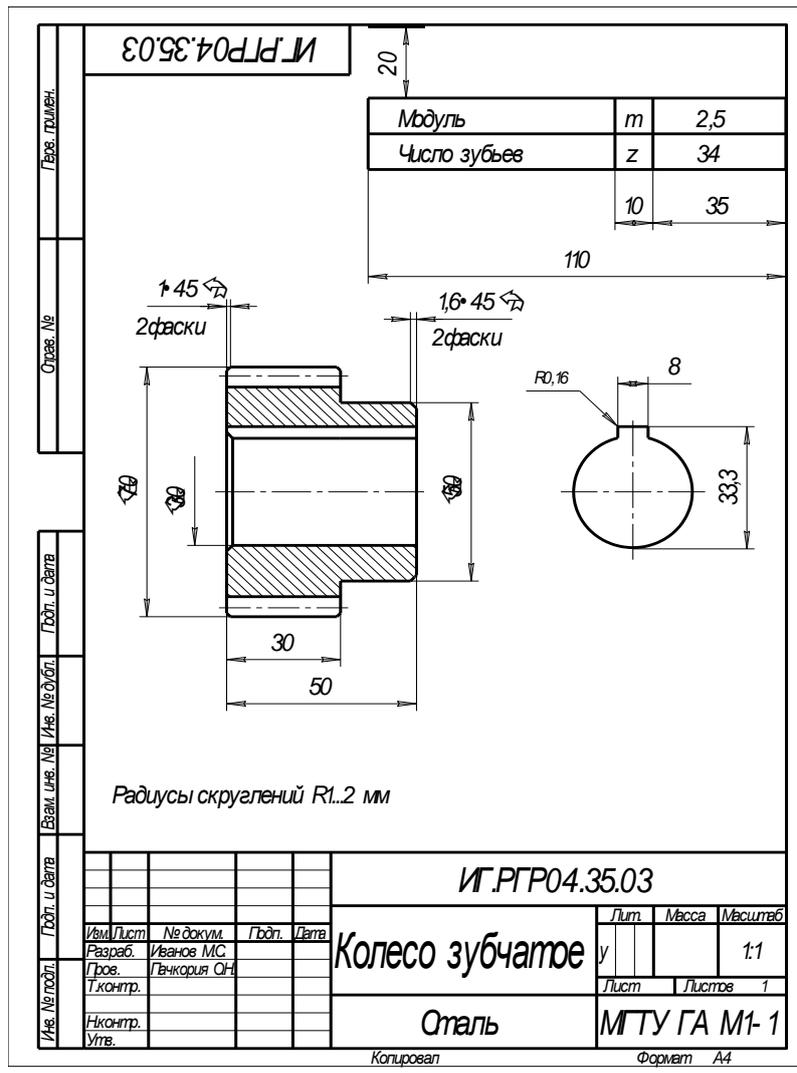


Рис. 27, б

4.2.1. Особенности изображения отверстий во фланцах

Для изображений отверстий во фланцах поступают следующим образом. На рис. 28 в прямоугольном фланце детали имеются четыре отверстия, которые не попадают в разрез секущей плоскостью. Чтобы показать их глубину и не увеличивать число изображений, ГОСТ 2.305-68 рекомендует показывать отверстия в прямоугольных фланцах с помощью местного разреза, который ограничивают тонкой волнистой линией обрыва.

Отверстия в цилиндрических фланцах, если они не попадают в секущую плоскость при условии их равномерного расположения на одной центральной окружности, рекомендуется показывать, как это выполнено на рис. 28. Отверстие условно повернуто до совмещения с секущей фронтальной плоскостью, а следовательно, может быть показано в разрезе. Необходимо отметить, что такой поворот допустим только для одинаковых по диаметру отверстий. Поэтому на чертеже достаточно показать такое отверстие в разрезе всего один раз, причем на любой проекции.

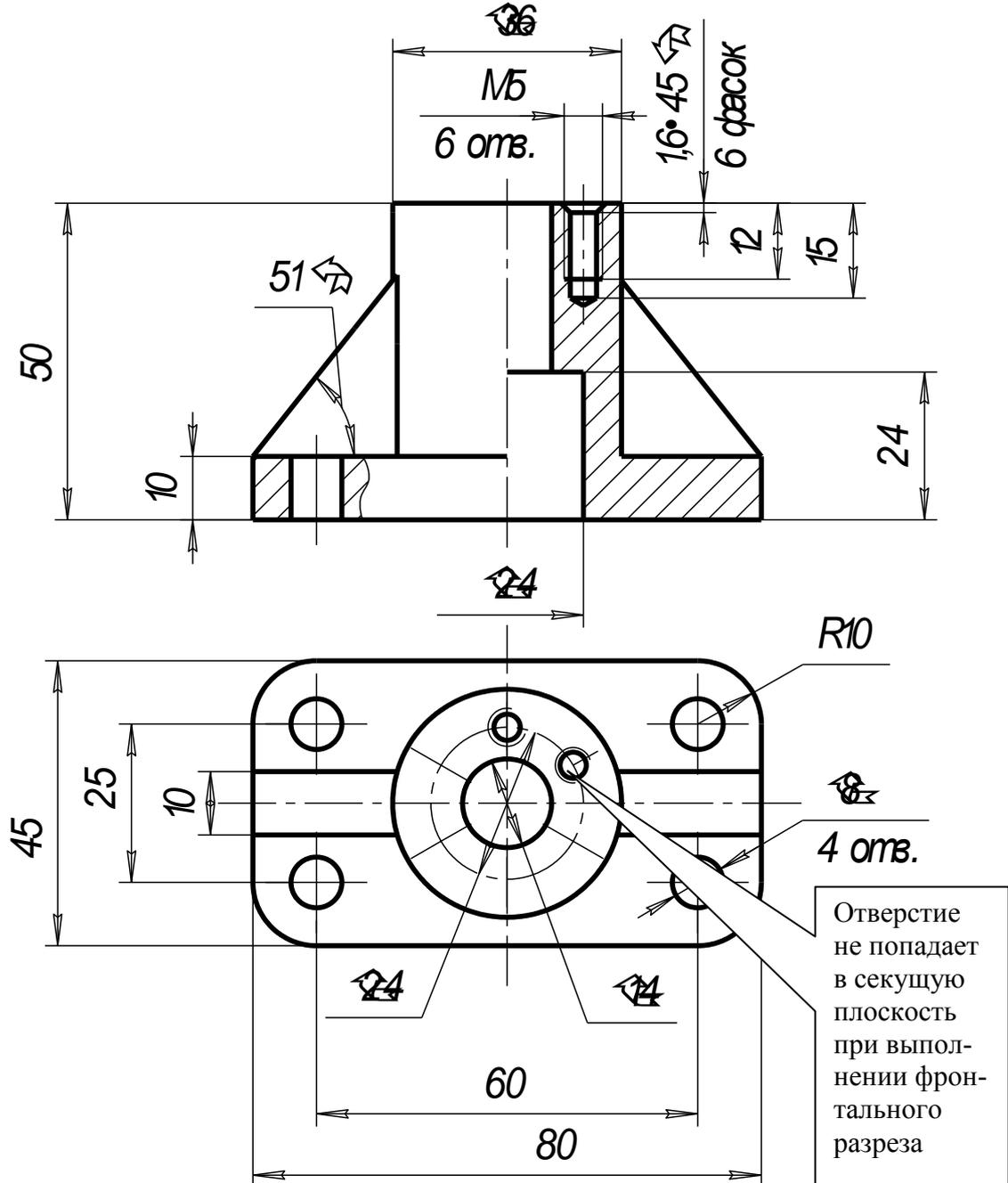


Рис. 28

ГОСТ 2.318-81 предусматривает простановку размеров отверстий, когда изображение отверстий имеет размеры 2 мм и менее, а также при отсутствии изображения отверстия в разрезе вдоль оси. На рис. 29 показаны примеры изображения и обозначения параметров отверстий, имеющих различную конфигурацию. Более подробно смотрите ГОСТ 2.318-81, который устанавливает обозначения отверстий и их элементов.

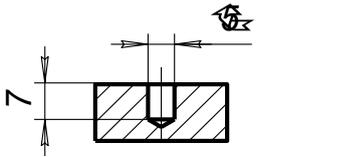
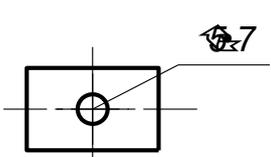
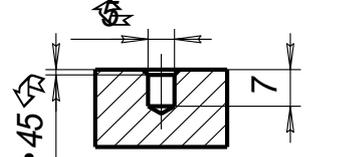
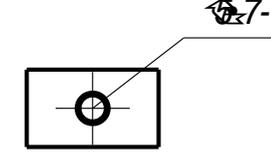
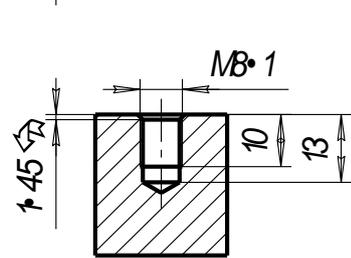
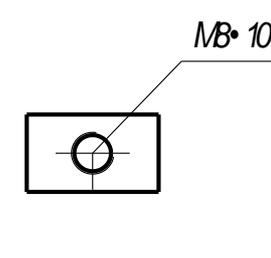
Конфигурация отверстия	Обозначение
	
	
	

Рис. 29

4.2.2. Основные сведения о резьбах, их технологических элементах и резьбовых соединениях

Одним из распространенных конструктивных элементов детали со стандартными изображениями и размерами является резьба. Определения резьбы и ее основных параметров изложено в ГОСТ 11708-82.

Резьбой называется поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. В первом случае она называется *цилиндрической*, а во втором - *конической*.

По размещению на поверхности детали резьбы делят на:

- наружные (на стержнях);
- внутренние (в отверстиях).

Основным элементом резьбы является ее профиль.

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось (рис. 30). Профили резьб по форме делятся на треугольные, прямоугольные, трапециевидные, круглые и другие (приложение, табл. П1).

Часть резьбы, образованной при одном повороте профиля вокруг оси, называют **витком**. При этом все точки производящего профиля перемещаются параллельно оси на одну и ту же величину, называемую **ходом** резьбы.

Различают правую и левую резьбу.

Резьбу, образованную движением одного профиля, называют однозаходной, образованную движением двух, трех и более одинаковых профилей, - многозаходной (двух-, трехзаходной и т.д.).

Угол профиля (α) – угол, образованный касательной к винтовой линии резьбы в точках, лежащих на среднем диаметре, и плоскостью, перпендикулярной оси резьбы (рис. 30).

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

Диаметр, условно характеризующий размер резьбы, называется **номинальным**; для большинства резьб в качестве номинального диаметра резьбы принимается наружный диаметр.

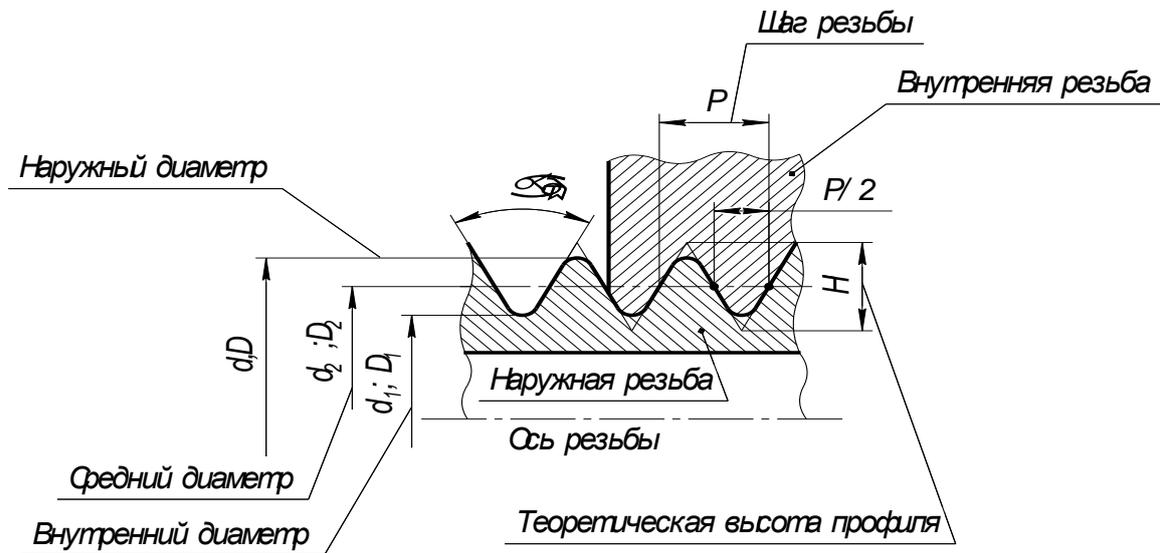


Рис. 30

Внутренний диаметр резьбы (d_1) - диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы (рис. 30).

Средний диаметр (D_2, d_2) - диаметр цилиндра, образующая которого пересекает профиль резьбы таким образом, что её отрезки, образованные при пересечении с канавкой, равны половине номинального шага резьбы.

Шаг резьбы (P) - расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 30).

Ход резьбы (t) - расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащего одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы. В однозаходной резьбе ход равен шагу, а в многозаходной — произведению шага P на число заходов n .

$$t = nP.$$

$H=0,866025404P$ — теоретическая высота профиля (для метрической резьбы).

Сбег резьбы (x) — участок неполного профиля в зоне перехода резьбы в главную часть детали (рис. 31, 35, 36).

Недовод резьбы — величина ненарезанной части поверхности между концами сбega и опорной поверхностью детали (рис. 35).

Недорез резьбы включает в себя сбег и недовод резьбы (рис. 31, 35, 36).

На гладком стержне (или в глухом отверстии) резьбу нельзя нарезать точно до буртика (до торца отверстия), поэтому, чтобы устранить сбег или недорез резьбы, выполняют **проточку**.

Для облегчения ввинчивания резьбового стержня в отверстие на конце резьбы выполняют коническую **фаску «с»** под углом 45° .

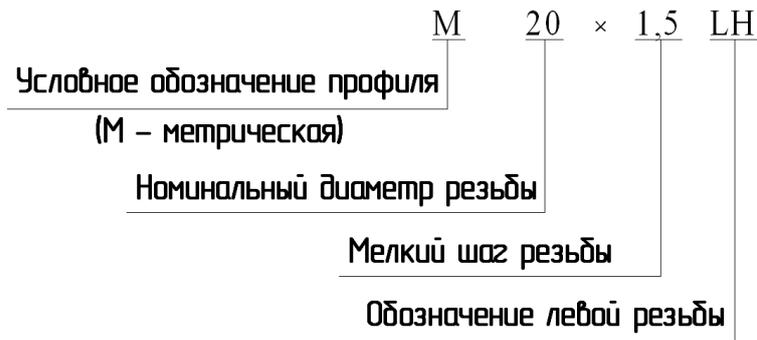
Резьбы подразделяются на:

- **стандартные**, для которых соответствующими стандартами устанавливаются параметры;
- **специальные**, имеющие стандартный профиль резьбы, но отличающиеся от стандартных резьб величиной параметров;
- **нестандартные**.
- По эксплуатационному назначению резьбы подразделяются на **крепежные** (метрические, дюймовые); **крепежно-уплотнительные** (трубная, конические); **ходовые** (трапецеидальная, упорная).

Крепежные резьбы, как правило, стандартные с треугольным профилем: метрическая цилиндрическая и коническая, трубная цилиндрическая и коническая (приложение, табл. П1).

Метрическая резьба (ГОСТ 8724-81) наиболее часто применяется в резьбовых соединениях, а также в крепежных деталях (болтах, винтах, шпильках, гайках). Профиль метрической резьбы — равнобедренный треугольник с углом 60° , как правило, срезанный по вершинам и закругленный по впадинам. Метрические резьбы бывают с крупным и мелким шагом (приложение, табл. П1).

Для стандартных резьб, кроме конической и трубной цилиндрической, условные обозначения строятся по общей схеме:



Крупный шаг в обозначении не указывается, так как каждому наружному диаметру резьбы соответствует по стандарту только одно значение крупного шага, а мелкий шаг указывается, так как он может быть различным при одном и том же наружном диаметре резьбы (приложение, табл. П2).

Пример обозначения многозаходной метрической резьбы: **M24×2(P1)**,

где М – обозначение метрической резьбы; 24 – номинальный диаметр резьбы; 2 – ход; Р – обозначение шага; 1 – величина шага.

Трубная цилиндрическая по ГОСТ 6357-81 применяется в элементах трубопроводных систем, водогазопроводных трубах, частях для их соединения. Профиль трубной резьбы - треугольный с углом профиля 55° (приложение, табл. П1).

В отличие от других видов резьб номинальный размер трубной резьбы характеризуется не ее наружным диаметром, а числовым значением в дюймах (1" = 25,4 мм) условного диаметра отверстия трубы, на которой нарезана резьба. Обозначение дюйма не указывают. В обозначение трубной цилиндрической резьбы входит буква «G» и обозначение размера резьбы в дюймах. Например, **G 1** (приложение, табл. П1).

Изображение резьбы на чертежах и правила ее обозначения установлены ГОСТ 2.311-68.

Стандартом установлено одинаковое условное изображение на чертежах всех резьб.

Резьбу на стержне (наружную) изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру (рис. 31 а, б). На изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси стержня с резьбой, сплошные тонкие линии должны пересекать границу фаски (рис. 31 б). На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по наружному диаметру резьбы проводится окружность сплошной основной линией, а по внутреннему диаметру резьбы тонкой сплошной линией – дуга, приблизительно равная ¾ окружности и разомкнутая в любом месте; на таком виде фаска не изображается (рис. 31 б, 33, приложение, табл. П2).

Резьба в отверстии (внутренняя) на продольном разрезе изображается сплошными основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру резьбы, проводимыми только до линий, изображающих фаску (рис. 35 б). На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы проводится окружность сплошной основной линией, а по наружному диаметру проводится тонкой сплошной линией дуга окружности; фаска на таком виде не изображается (рис. 36, приложение, табл. П3). Расстояние между сплошными основной и тонкой линиями, применяемыми для изображения резьбы, должно быть не менее 0,8 мм и не более шага резьбы. Границу резьбы полного профиля без сбега проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией (рис. 31 б и рис. 36).

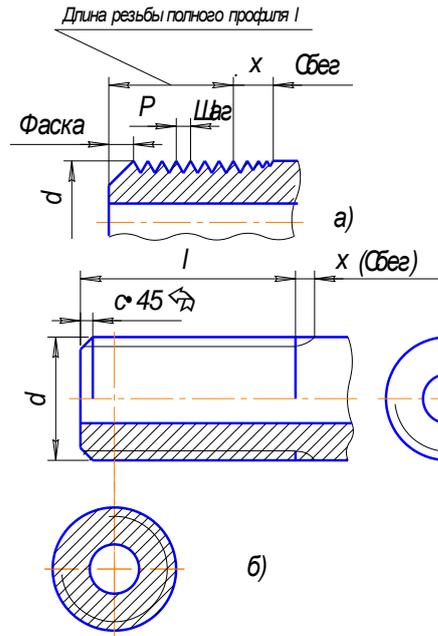
Обозначение резьбы на чертеже, кроме конических и трубной цилиндрической, выполняется по наружному (номинальному) диаметру (приложение, табл. П2). Обозначение конических и трубной цилиндрической резьб указывают над полкой линии-выноски со стрелкой, доходящей до сплошной основной линии (приложение, табл. П1).

К технологическим элементам резьбы относятся фаски, сбеги, недорезы и проточки (рис. 31-35). Их размеры стандартизированы ГОСТ 10549-80 (приложение, табл. П3, П4).

Резьбовым называют соединение деталей непосредственно свинчиванием (рис. 41) или с помощью стандартных крепежных деталей (рис. 37, 47).

При выполнении сборочных чертежей применяют ряд упрощений и условностей. На рис. 47 показано, что отсутствуют фаски, зазоры между стержнем винта и присоединяемой деталью. На рабочих чертежах (рис. 44, 45) эти элементы в обязательном порядке изображаются.

В резьбовых соединениях основной считают деталь, которая ввинчивается. Она как бы закрывает ответную деталь с резьбой в отверстии и изображается без всяких изменений (рис. 37, 43, 44, 45).



Обе -
выбирается
из ряда размеров
по ГОСТ 10948-64

Рис. 31

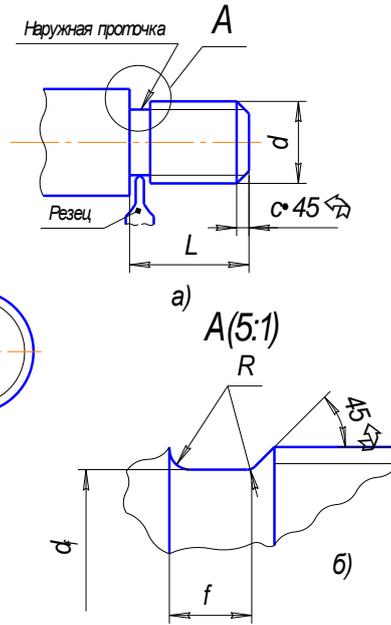


Рис. 32

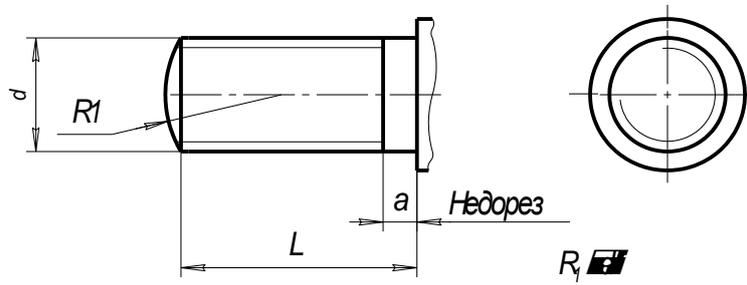


Рис. 33

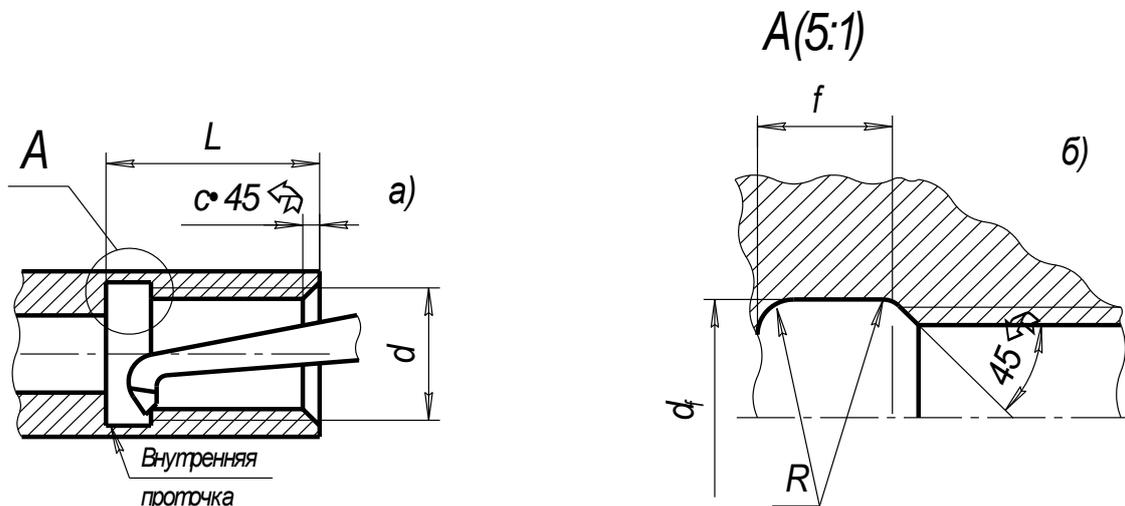


Рис. 34

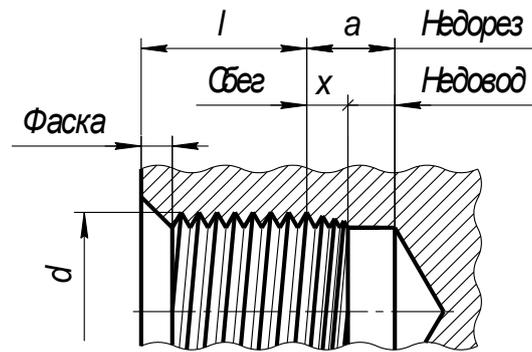


Рис. 35

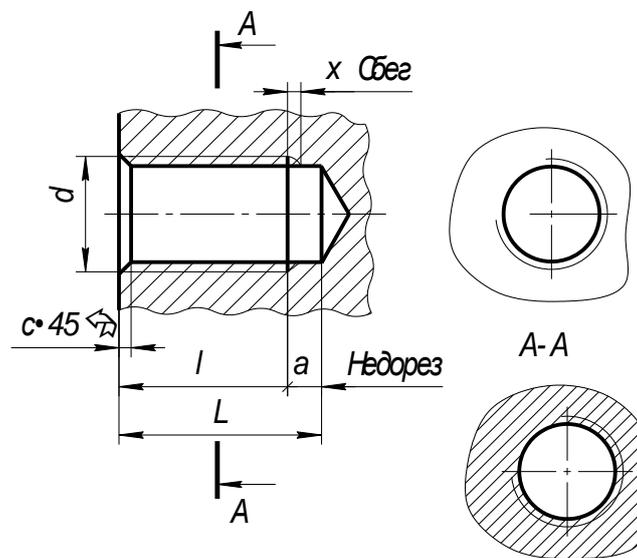


Рис. 36

4.2.3. Виды соединений

Разъемные соединения

Разъемными называют соединения деталей, которые допускают многократную сборку и разборку деталей без их повреждений.

К таким соединениям относят резьбовые соединения деталей (корпус и штуцер соединены при помощи резьбы, рис. 41). Соединения можно разделить на две группы: соединение двух деталей на резьбе крепежной или ходовой и соединение с помощью стандартных крепежных деталей - болтов, шпилек, винтов. Также к разъемным соединениям относятся: шпоночные, штифтовые, шлицевые и др.

Соединение болтовое (рис. 37) применяется для взаимной фиксации двух или более деталей.

Болтовое соединение деталей осуществляется посредством болта, гайки и в большинстве случаев шайбы. Болт свободно вставляют в отверстия соединяемых деталей. Диаметр сквозного отверстия выбирается согласно ГОСТ 11284-75 или берется примерно равным 1.1 диаметра резьбы болта d . На выступающий конец болта, имеющего резьбу, надевают шайбу и затем навинчивают гайку, которая и прижимает соединяемые детали одну к другой. Шайба служит для предохранения поверхности детали от механических повреждений при заворачивании гайки (круглые шайбы) или для предотвращения самопроизвольного отвинчивания гайки в процессе эксплуатации соединения (стопорные шайбы).

На рис. 37 показано конструктивное изображение соединения деталей при помощи болта, шайбы и гайки.

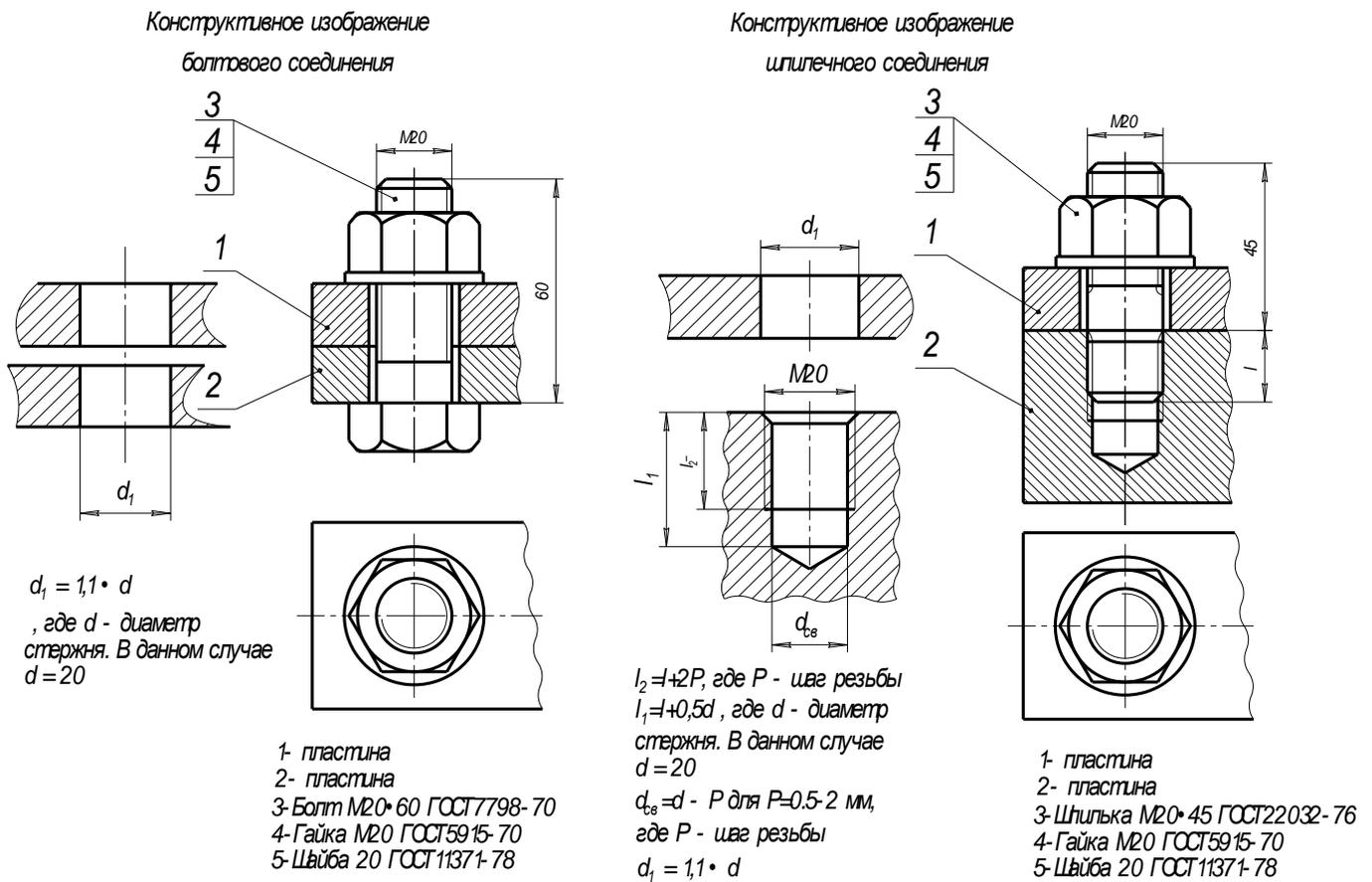


Рис. 37

Соединение шпилечное (рис. 37) применяется в случае конструктивной нецелесообразности или невозможности применения соединения болтового (невозможность сквозного сверления всех скрепляемых деталей, недоступность монтажа болтового соединения и т.д.). На рис. 36 изображено шпилечное соединение.

Винтовое соединение (рис. 45) состоит из винта и двух соединяемых между собой деталей. Винт ввинчивается в одну из скрепляемых деталей. Материал этой детали должен обеспечивать прочность соединения и позволять выполнять сборку и разборку соединения без повреждения резьбы. В другой детали имеется сквозное отверстие диаметром, несколько большим наружного диаметра резьбы винта. Диаметр сквозного отверстия выбирается согласно ГОСТ 11284-75 или берется примерно равным 1.1 диаметра резьбы винта d . Между стержнем винта и отверстием образуется зазор. Присоединяемые детали зажимаются между базовой деталью, в которую вворачивается винт, и головкой винта.

Неразъемные соединения

К **неразъемным соединениям** относят такие соединения деталей, которые нельзя разъединить без какого-либо разрушения.

К неразъемным соединениям относятся: сварные, клепаные, полученные пайкой, склеиванием, сшиванием, вальцовкой.

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312-72 (рис. 38).

Швы неразъемных соединений, получаемые пайкой, изображают условно по ГОСТ 2.313-68 линией толщиной $2S$, где S - толщина сплошной основной линии (рис. 39).

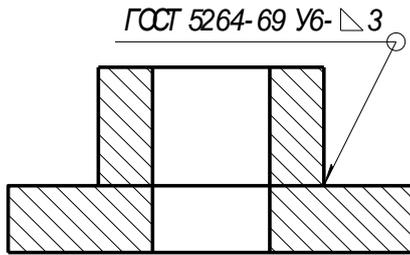


Рис. 38

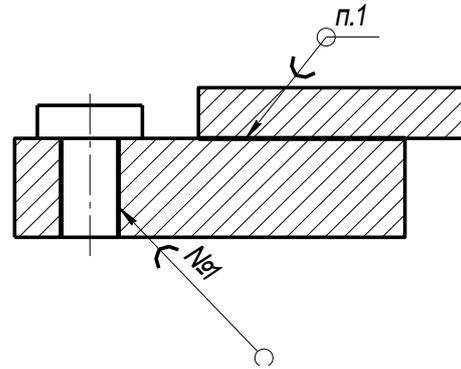


Рис. 39

4.2.4. Простановка размеров

При простановке размеров на чертеже детали размеров должно быть столько, чтобы по чертежу можно было изготовить деталь, и повторяться размеры не должны, ГОСТ 2.307-68. На сборочном чертеже-задании проставлено незначительное количество размеров, установленное ГОСТ 2.109-73, поэтому для нанесения всех необходимых для изготовления детали размеров на рабочих чертежах необходимо пользоваться циркулем-измерителем и масштабом чертежа общего вида, указанным в основной надписи.

При нанесении размеров следует решить, какие размеры необходимы на чертеже, чтобы для каждого элемента детали они были заданы не только геометрически полно и технологически грамотно. При этом необходимо решить, какие элементы детали лучше принять за размерные базы для отсчета, как нанести уже назначенные размеры на чертежах, чтобы они были понятны изготовителям, какие размеры на чертеже детали необходимо согласовать с соответствующими размерами смежных сопрягаемых деталей, находящихся во взаимодействии с данной деталью.

При нанесении размеров следует руководствоваться представлением, что при изготовлении деталей все размеры фактически выдерживаются с погрешностями, которые регламентированы указанными на чертеже допусками, которые в курсе черчения не наносят.

Каждую размерную цепь следует наносить в две строки. При этом в одной строке следует располагать суммарный размер, а в другой – размеры составляющих эту сумму. Нанесение размеров связано с выбором баз для отсчета размеров.

В качестве измерительных баз используют:

- конструктивные базы, определяющие взаимное положение составных частей изделия;
- технологические базы, по которым деталь устанавливают в станочных приспособлениях относительно обрабатывающего инструмента;
- вспомогательные измерительные базы – поверхности, не являющиеся ни сборочными, ни технологическими базами, но удобные для выполнения отсчета размеров при изготовлении и контроле.

4.3. Чтение чертежа общего вида

Прежде чем приступить к выполнению рабочих чертежей деталей, необходимо прочитать чертеж общего вида.

Прочитать чертеж общего вида, это означает:

1. Ознакомиться с содержанием основной надписи для определения: наименования изделия, масштаба изображения, исполнителя и т.д.
2. Установить назначение и принцип работы изделия, его технические характеристики, требования к эксплуатации по документам, прилагаемым к чертежу (в учебных чертежах такие документы приведены на поле чертежа общего вида).
3. Определить по спецификации количество и наименование оригинальных, стандартизованных и покупных деталей, входящих в состав изделия.
4. При общем ознакомлении с изображениями изделия установить число и разновидности изображений (виды, сечения, разрезы, выносные элементы, соединения видов с разрезами и т.д.), определить положение секущих плоскостей, с помощью которых выполнены разрезы и сечения. Обратить внимание на надписи и обозначения над изображениями.
5. Выяснить наличие габаритных, монтажных, установочных, характерных и справочных размеров, нанесенных на чертеже.
6. Установить характер взаимодействия составных частей изделия, его функциональных особенностей и взаимосвязей с другими изделиями. Характер соединений (разъемные или неразъемные).
7. Изучить форму и положение конкретной детали. Определить ее номер в сборочной единице, сопоставить с номером позиции, присвоенной детали по спецификации. Пространственную модель этой сборочной единицы (рис. 41) и входящие в ее состав детали на рис. 43 и в спецификации на рис. 42.

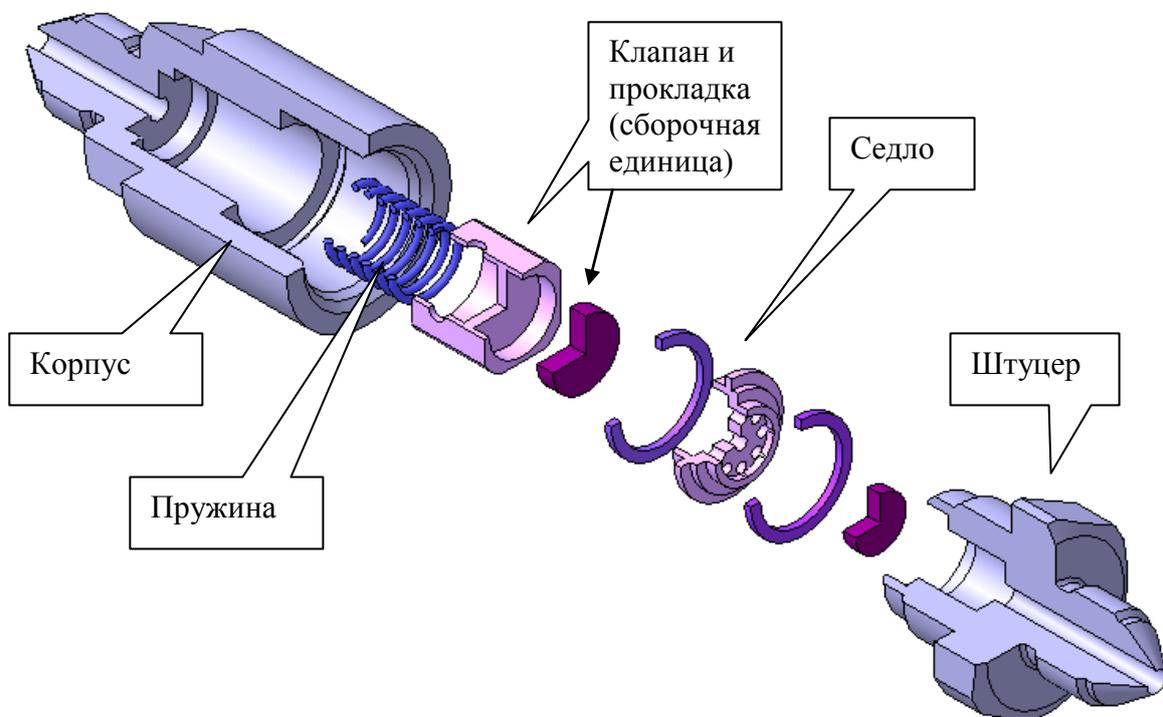


Рис. 41

Гос. примен.		Формат	Зона	Гвоз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №		A4			ИГ.РГР05.17.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
						<u>Сборочные единицы</u>		
Годл. и дата				1	ИГ.РГР05.17.10.00	Клапан	1	
						<u>Детали</u>		
		A4	2	ИГ.РГР05.17.00.01	Корпус	1		
		A4	3	ИГ.РГР05.17.00.02	Штуцер	1		
		A4	4	ИГ.РГР05.17.00.03	Седло	1		
		A4	5	ИГ.РГР05.17.00.04	Гружина	1		
		A5	6	ИГ.РГР05.17.00.05	Прокладка	1		
A5	7	ИГ.РГР05.17.00.06	Прокладка	1				
Годл. и дата		ИГ.РГР05.17.00.00						
Изм. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Годл.	Дата		
Изм. № подл.		Разраб.	Гетров				Лит	Лист
Изм. № подл.		Пров.						Листов
Изм. № подл.		Нконтр.	Козлов				1	
Изм. № подл.		Утв.	Семенов				МГТУ ГА	
		Клапан обратный						
		Копировал					Формат А4	

Рис. 42

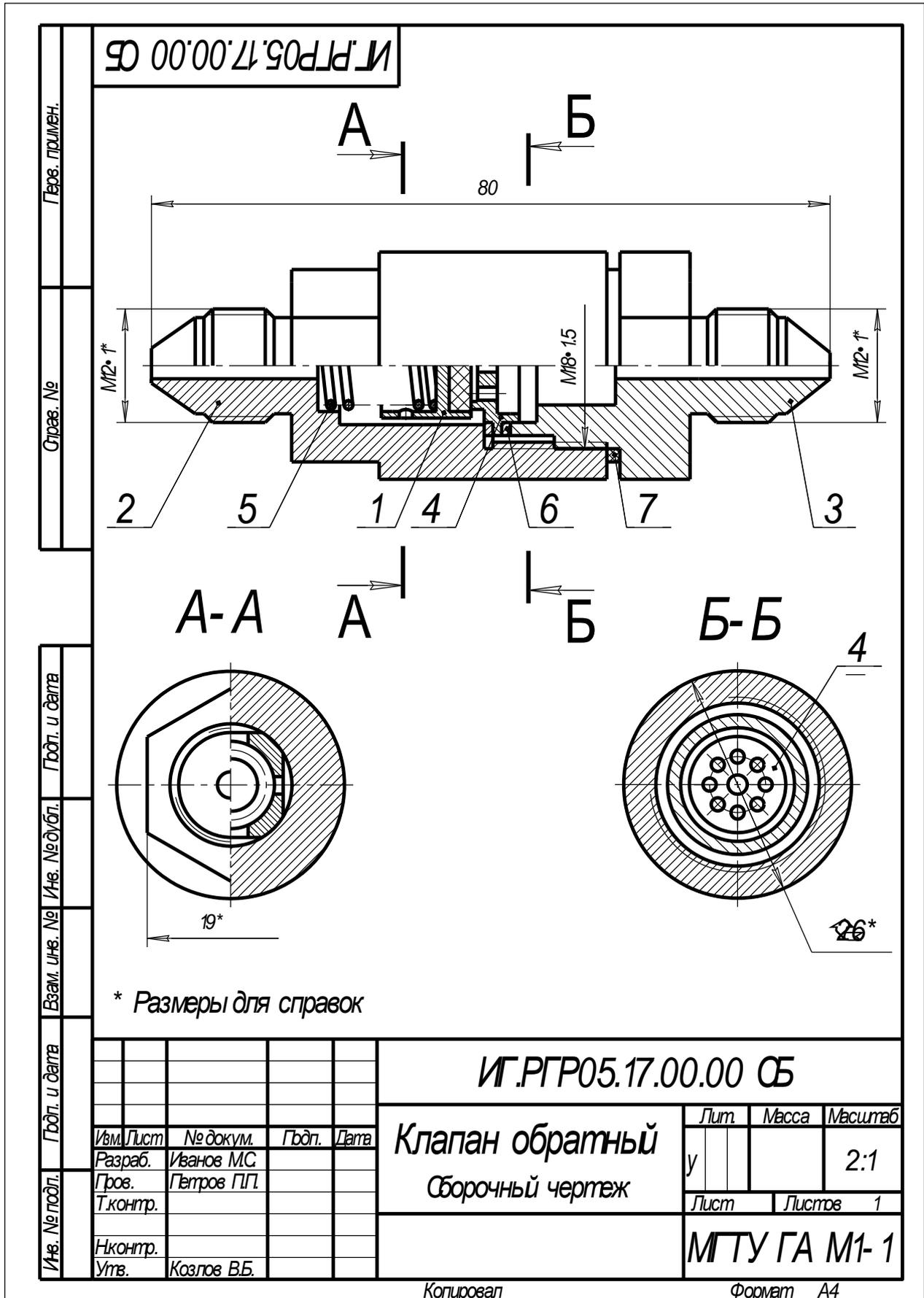


Рис. 43

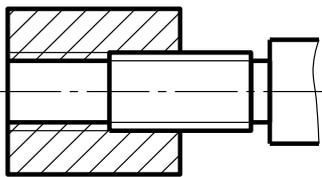
4.4. Особенности чтения чертежа общего вида сборочной единицы

При чтении чертежа общего вида сборочной единицы необходимо анализировать все имеющиеся на нем изображения, т.е. на разных изображениях находить изображения одной и той же детали. Это можно сделать, используя следующие принципы:

- проекционная связь между изображениями;
- штриховка для одной детали имеет одинаковые параметры (наклон и шаг штриховки).

Другой особенностью чтения чертежа общего вида является наличие в нем упрощений на некоторые элементы деталей. Однако при выполнении рабочих чертежей этих деталей их конструкция должна быть полностью отражена без упрощений, например, технологические элементы резьбы (рис. 44).

На чертеже общего вида и сборочном чертеже



На рабочих чертежах деталей

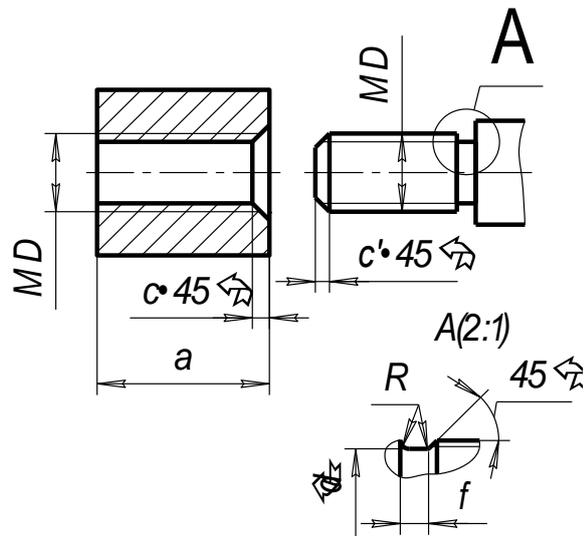
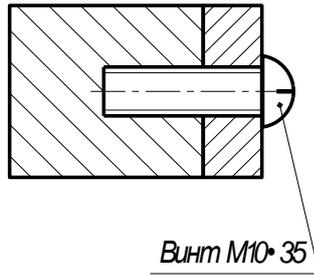


Рис. 44

4.4.1. Некоторые условности и упрощения на сборочных чертежах

1. На сборочных чертежах допускается не показывать:
 - фаски, галтели, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы (рис. 43, 44);
 - зазоры между стержнем и отверстием (рис. 45);
 - крышки, щиты, кожухи, перегородки и т.п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия;
 - лекальные кривые линии перехода, заменяя их дугами окружностей или прямыми;
 - видимые составные части изделий или их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями.
2. Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные. Допускается составные части изделий и их элементы, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые.
3. В тех случаях, когда на сборочных чертежах нет необходимости изображать отдельные крепежные детали или их соединения по соответствующим стандартам, их изображают упрощенно или условно по ГОСТ 2.315-68 (рис. 45).
4. Если изображенное на сборочном чертеже изделие имеет несколько однотипных соединений, например, болтами или шпильками, то на видах и разрезах эти соединения выполняются условно или упрощенно лишь в одном или двух местах каждого соединения, а остальные - в виде осевых и центровых линий.
5. Сварное, паяное, клееное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями изделия сплошными основными линиями. Допускается не показывать границы между деталями, изображая конструкцию как монолитное тело (рис. 38, 39).

На чертеже общего вида



На рабочих чертежах деталей

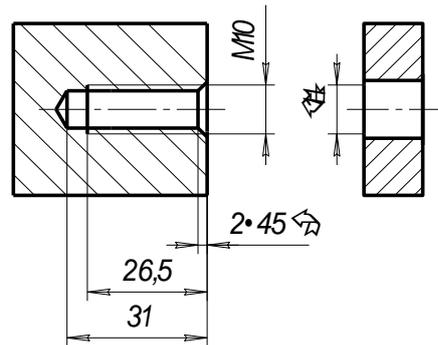


Рис. 45

4.5. Последовательность выполнения чертежей деталей

Рабочие чертежи деталей рекомендуется выполнять в два этапа: подготовительный и основной.

Подготовительный этап:

1. Найти намеченную для детализации деталь на всех изображениях чертежа сборочной единицы.
2. Определить характер соединения детали с другими деталями, входящими в состав сборочной единицы.
3. Установить наименование детали, материал, из которого она изготовлена, назначение, рабочее положение.
4. Ознакомиться с конструкцией детали, расчленить ее на простейшие геометрические формы, определить габаритные размеры. Определить стандартные элементы детали.
5. Выбрать положение детали для построения главного вида, дающего наиболее полное представление о ее форме и размерах. ГОСТ 2.305-68.
6. Определить необходимое число изображений – видов, разрезов, сечений, выносных элементов. ГОСТ 2.305-68.

Основной этап:

1. Выбрать масштаб изображения по ГОСТ 2.302-68.
2. Выбрать необходимый формат листа бумаги и провести его компоновку. ГОСТ 2.301-68. Формат А4 располагать только вертикально.
3. Выполнить изображения.
4. Нанести выносные и размерные линии по ГОСТ 2.307-68. Нанести размерные числа, которые Вы получили замером линейных величин на чертеже общего вида с учетом масштаба изображения. Проставить стандартные размеры на стандартные элементы детали.
5. Выполнить штриховку разрезов и сечений детали. ГОСТ 2.306-68.
6. Выполнить необходимые надписи (названия изображений, технические требования и т.п.). Шрифт чертежный по ГОСТ 2.304-81.
7. Заполнить основную надпись. ГОСТ 2.104-2006

Не забудьте перед высылкой контрольной работы на рецензию вложить чертеж общего вида, по которому Вы работали, так как без него проверка работы выполняться не будет.

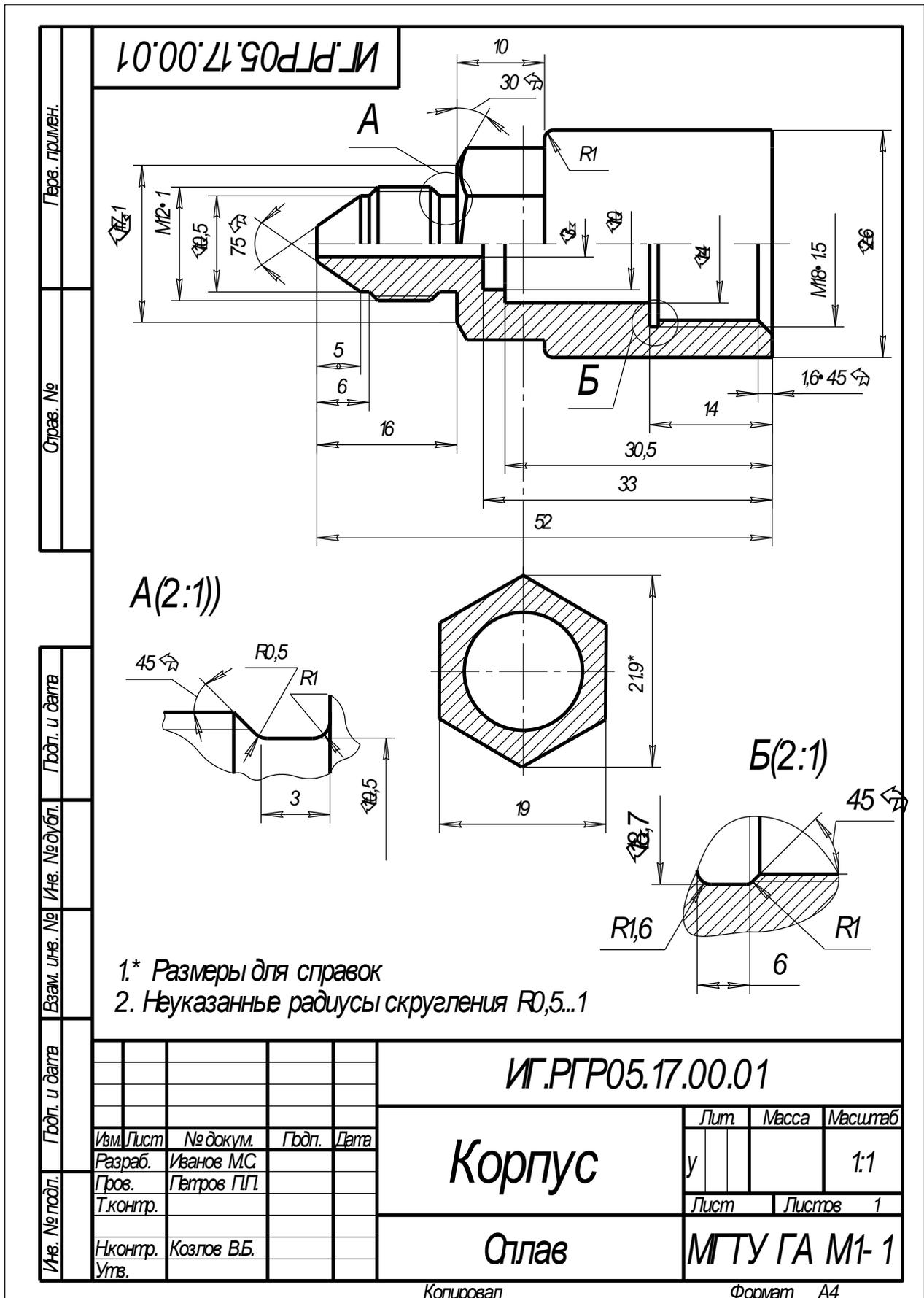


Рис. 47

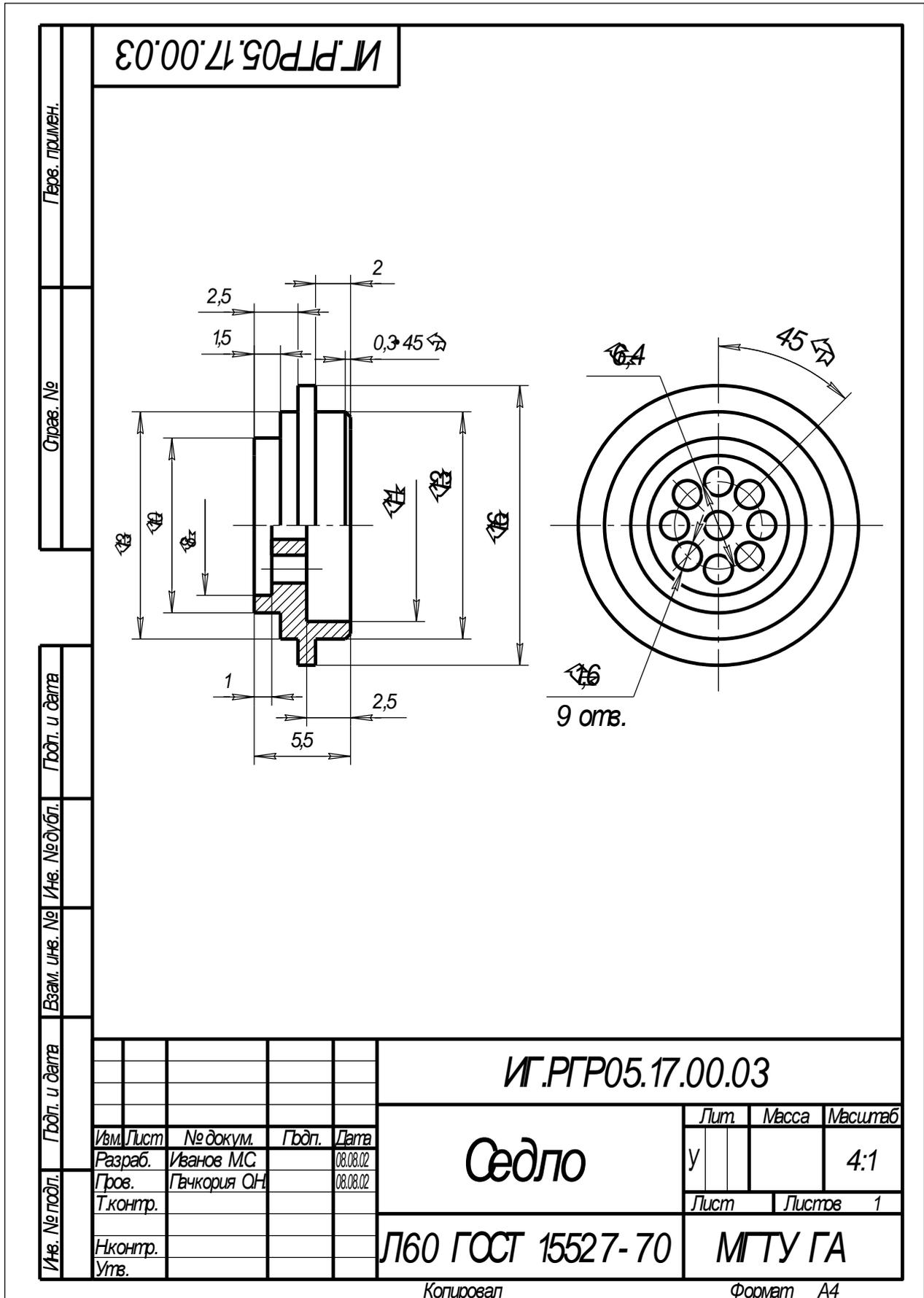
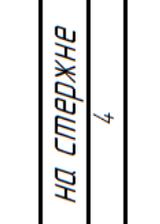
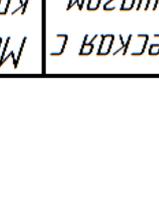
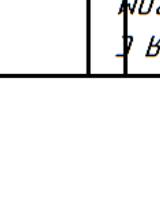
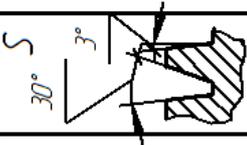
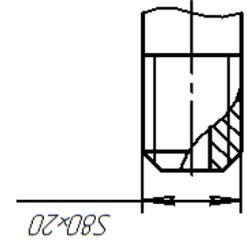
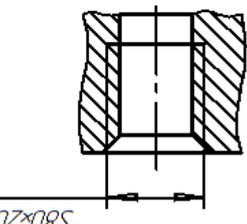
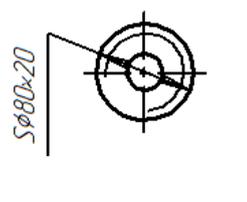
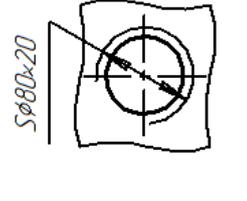
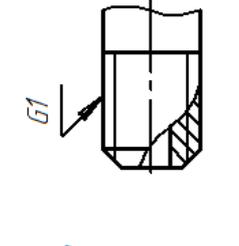
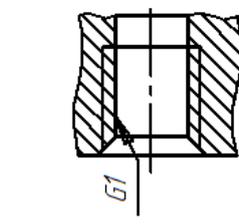
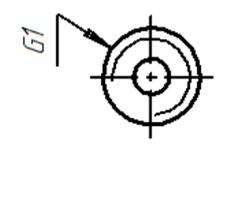
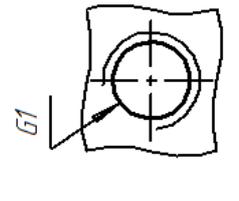
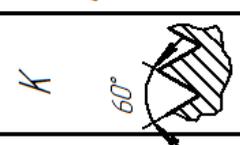
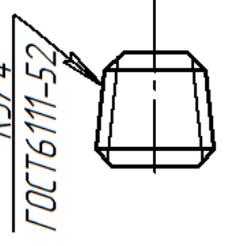
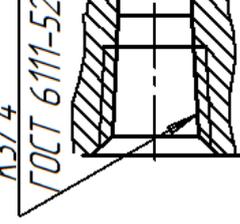
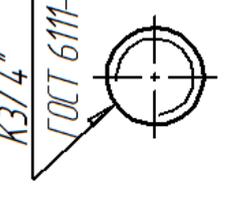
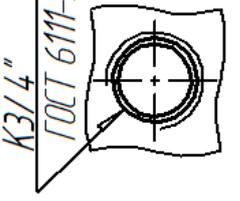
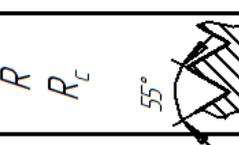
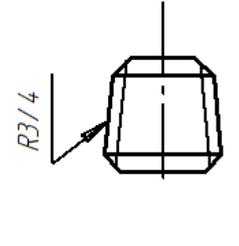
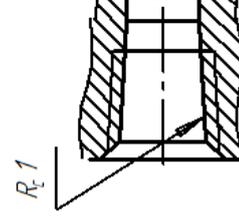
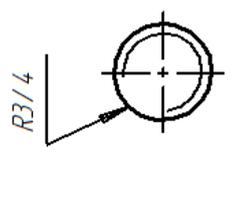
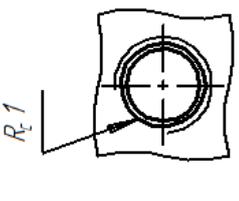


Рис. 48

Таблица 1

Тип резьбы	Условное обозначение резьбы	Профиль	Размеры, указываемые на чертеже	Обозначение резьбы на чертеже	
				на изображении в плоскости, параллельной оси резьбы	на изображении в плоскости, перпендикулярной к оси резьбы
				на стержне	в отверстии
1	Метрическая с крупным шагом ГОСТ 9150-81		Наружный диаметр (мм)	на стержне  M20	в отверстии  M20
2	Метрическая с мелким шагом ГОСТ 9150-81		Наружный диаметр и шаг резьбы (мм)	на стержне  M20x1	в отверстии  M20x1
3	Тrapeцудольная ГОСТ 9484-81		Наружный диаметр и шаг резьбы (мм)	на стержне  Tr16x2	в отверстии  Tr16x2

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
<p>Упорная ГОСТ 10177-82</p> 	<p>Наружный диаметр и шаг резьбы (мм)</p>	<p>580×20</p> 	<p>580×20</p> 	<p>580×20</p> 	<p>580×20</p> 	
<p>Трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81</p> 	<p>Условное обозначение в дюймах</p>	<p>61</p> 	<p>61</p> 	<p>61</p> 	<p>61</p> 	
<p>Коническая дюймовая ГОСТ 6111-52</p> 	<p>Условное обозначение в дюймах Конусность 1:16</p>	<p>К3/4"</p> 	<p>К3/4"</p> 	<p>К3/4"</p> 	<p>К3/4"</p> 	
<p>Трубная коническая ГОСТ 6211-81</p> 	<p>Условное обозначение в дюймах Конусность 1:16</p>	<p>R3/4"</p> 	<p>R3/4"</p> 	<p>R3/4"</p> 	<p>R3/4"</p> 	

Резьба метрическая для диаметров 1 - 600 мм по ГОСТ 8724 - 81

Размеры в мм

Диаметр d			Шаг S	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупный	Мелкий
1	2	3	4	5
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
		(5.5)		0.5
6			1	0.75; 0.5
		7	1	0.75; 0.5
8			1.25	1; 0.75; 0.5
		9	(1.25)	1; 0.75; 0.5
10			1.5	1.25; 1; 0.75; 0.5
		11	(1.5)	1; 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
		15		1.5; (1)
16			2	1.5; 1; 0.75; 0.5
		17		1.5; (1)
	18			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			2.5	2; 1.5; 1; 0.75;
		25		2; 1.5; (1)
		(26)		2; 1.5
	27		3	2; 1.5; 1; 0.75;
		(28)		2; 1.5; 1
30			3.5	(3); 2; 1.5; 1; 0.75;
		(32)		2; 1.5
	33		3.5	(3); 2; 1.5
		35		1.5; 1; 0.75
36			4	3; 2; 1.5; 1
		(38)		1.5
	39		4	3; 2; 1.5; 1
		40		(3); (2); 1.5
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
		50		(3); (2); 1.5
	52		5	(4); 3; 2; 1.5; 1
		55		(4); (3); 2; 1.5;
56			5.5	4; 3; 2; 1.5; 1
		58		(4); (3); 2; 1.5;
	60		(5.5)	4; 3; 2; 1.5; 1
		62		(4); (3); 2; 1.5;
64			6	4; 3; 2; 1.5; 1
		65		(4); (3); 2; 1.5;
	68		6	4; 3; 2; 1.5; 1
		70		(6); (4); (3); 2; 1.5
72				6; 4; 3; 2; 1.5; 1
		75		(4); (3); 2; 1.5
	76			6; 4; 3; 2; 1.5; 1
		(78)		2
80				6; 4; 3; 2; 1.5; 1
		(82)		2
	85			6; 4; 3; 2; 1.5;
90				6; 4; 3; 2; 1.5;
	95			6; 4; 3; 2; 1.5;
100				6; 4; 3; 2; 1.5;
	105			6; 4; 3; 2; 1.5;

Размеры сбегов, недорезов, проточек, фасок для внешней метрической резьбы по ГОСТ 10549-80

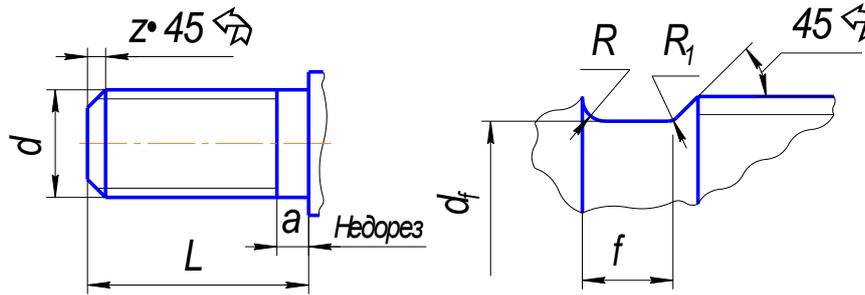


Рис. П1

Таблица П3

Шаг резьбы	Сбег		Недорез		Проточка (нормальная)				Фаска
	При угле заборной части инструмента		нормал	уменьш	f	d _f	R	R ₁	
	30°	45°							
P	X	X	a	a	f	d _f	R	R ₁	Z
0,4	0,5	0,3	1,0	0,8	1,0	d-0,6	0,3	0,2	0,3
0,45	0,5	0,3	1,0	0,8	1,0	d-0,7	0,3	0,2	0,3
0,5	0,6	0,4	1,6	1,0	1,6	d-0,8	0,5	0,3	0,5
0,6	0,7	0,4	1,6	1,0	1,6	d-0,9	0,5	0,3	0,5
0,7	0,8	0,5	2,0	1,6	2,0	d-1,0	0,5	0,3	0,5
0,75	0,8	0,5	2,0	1,6	2,0	d-1,2	0,5	0,3	1,0
0,8	0,9	0,6	3,0	1,6	3,0	d-1,2	1,0	0,5	1,0
1,0	1,2	0,7	3,0	2,0	3,0	d-1,5	1,0	0,5	1,6
1,25	1,5	0,9	4,0	2,5	4,0	d-0,8	1,0	0,5	1,6
1,5	1,6	1,0	4,0	2,5	4,0	d-2,2	1,0	0,5	1,6
1,75	2,0	1,2	4,0	2,5	4,0	d-2,5	1,0	0,5	1,6
2,0	2,2	1,4	5,0	3,0	5,0	d-3,0	1,6	0,5	2,0
2,5	3,0	1,6	6,0	4,0	6,0	d-3,5	1,6	1,0	2,5
3	3,5	2,0	6,0	4,0	6,0	d-4,5	1,6	1,0	2,5
3,5	4,0	2,2	8,0	5,0	8,0	d-5,0	2,0	1,0	2,5
4	4,5	2,5	8,0	5,0	8,0	d-6,0	2,0	1,0	3,0
4,5	5,0	3,0	10,0	6,0	10,0	d-6,5	3,0	1,0	3,0
5	5,5	3,2	10,0	6,0	10,0	d-7,0	3,0	1,0	4,0
5,5	6,0	3,5	12,0	8,0	12,0	d-8,0	3,0	1,0	4,0
6	6,0	4	12,0	8,0	12,0	d-9,0	3,0	1,0	4,0

Размеры сбегов, недорезов, проточек, фасок для внутренней метрической резьбы по ГОСТ 10549-80

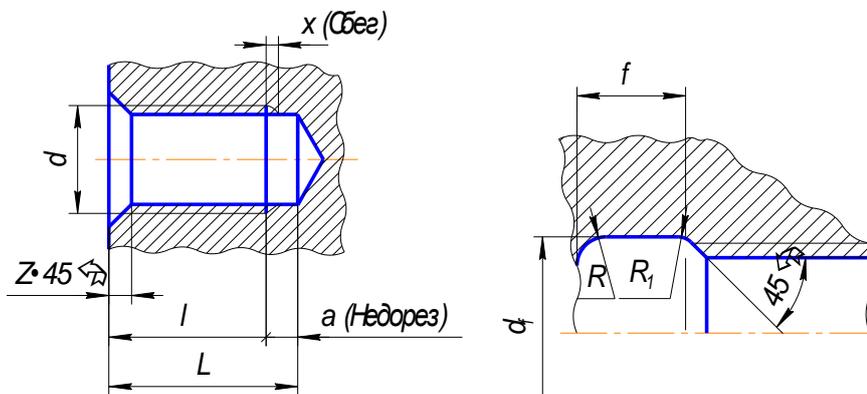
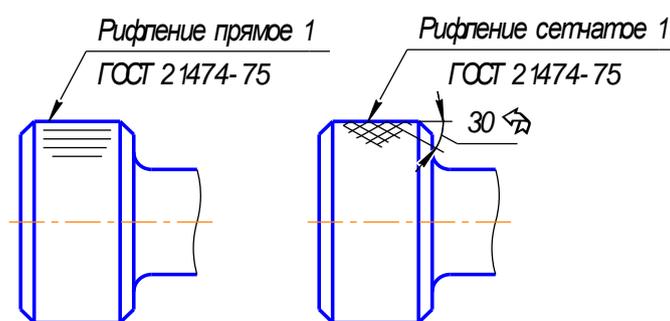


Рис. П2

Таблица П4

Шаг резьбы	Сбег X		Недорез a		Проточка (нормальная)				Фаска
	нормал	уменьш	нормал	уменьш	f	d _f	R	R ₁	
P	X	X	a	a					Z
0,4	0,9	0,6	2,0	1,8	-	-	0,3	0,2	0,3
0,45	1,1	0,7	2,0	1,8	-	-	0,3	0,2	0,3
0,5	1,2	0,8	3,5	3,0	2,0	d+0,3	0,5	0,3	0,5
0,6	1,5	1,0	3,5	3,0	-	-	0,5	0,3	0,5
0,7	1,8	1,2	3,5	3,0	-	-	0,5	0,3	0,5
0,75	1,9	1,3	4,0	3,2	3,0	d+0,4	1,0	0,5	1,0
0,8	2,1	1,4	4,0	3,2	-	-	1,0	0,5	1,0
1,0	2,7	1,8	5,0	3,8	4,0	d+0,5	1,0	0,5	1,6
1,25	3,3	2,2	5,0	3,8	5,0	d+0,5	1,6	0,5	1,6
1,5	4,0	2,7	6,0	4,5	6,0	d+0,1	1,6	1,0	1,6
1,75	4,7	3,2	7,0	5,2	7,0	d+0,7	1,6	1,0	1,6
2,0	5,5	3,7	8,0	6,0	8,0	d+1,0	2,0	1,0	2,0
2,5	7,0	4,7	10,0	7,5	10	d+1,0	3,0	1,0	2,5
3	-	5,7	-	9,0	10	d+1,2	3,0	1,0	2,5
3,5	-	6,6	-	10,5	10	d+1,2	3,0	1,0	3,0
4	-	7,6	-	12,5	12	d+1,5	3,0	1,0	3,0
4,5	-	8,5	-	14,0	14	d+1,5	3,0	1,0	4,0
5	-	9,5	-	16,0	16	d+1,8	3,0	1,0	4,0
5,5	-	-	-	-	16	d+1,8	3,0	1,0	4,0
6	-	-	-	-	16	d+2,0	3,0	1,0	4,0

Рифление. Изображение и обозначение.



Шаг рифления: 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2

Рис. П3

Номинальные размеры «под ключ» - «S» по ГОСТ 6424-73

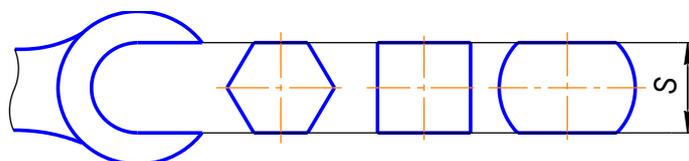
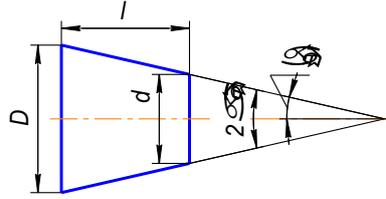


Рис. П4

Таблица П5

S	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	22	24
	27	30	32	36	41	46	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95

Нормальные конусности «К» по ГОСТ 8593-57



$$\text{Конусность } K = \frac{D-d}{l} = 2 \operatorname{tg} \alpha$$

Рис. П5

Таблица П6

K	1:50	1:30	1:20	1:15	1:10	1:7	1:5	1:3	1:1,8	1:1,2	1:0,86
α°	1°10′	2°	3°	3°40′	4°40′	8°	11°20′	19°	30°	45°	60°

Номинальные размеры «С» фасок и радиусов «R» скруглений по ГОСТ 10948-64

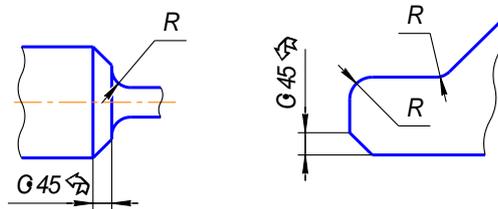


Рис. П6

Таблица П7

1 ряд	0,1	0,16	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5	4,0	6,0
	10	16	25	40	63	100	160	250		
2 ряд	0,1	0,12	0,16	0,20	0,25	0,30	0,4	0,5	0,6	0,8
	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80
	100	125	160	200	250					

5. Литература

1. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: справочник – Л.: Машиностроение, 1986.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. - М: Высшая школа, 1988.
3. Михненко Л.В., Подзей И.В., Хармац И.Г. Методические указания к выполнению РГР «Проекционное черчение». - М: МГТУ ГА, 2006. – Ч. 1..
4. Михненко Л.В., Подзей И.В., Хармац И.Г. Методические указания к выполнению РГР «Проекционное черчение». - М.: МГТУ ГА, 2007. – Ч.2.
5. Пачкорья О.Н. Пособие по составлению эскизов. – М.: МГТУ ГА, 2008.
6. Вяткин Г.П. Машиностроительное черчение. - М. 1985.
7. Семакова М.В., Пачкорья О.Н. Методические указания к выполнению РГР по электро – и радио схемам. - М.: МГТУ ГА, 2003
8. Хармац И.Г., Пачкорья О.Н. Методические указания к выполнению РГР «Виды соединений». – М.: МГТУ ГА, 2005.
9. Пачкорья О.Н. Методические указания для выполнения РГР «Сборочный чертеж». - М.: МГТУ ГА, 2003.
10. Подзей И.В., Пачкорья О.Н., Семакова М.В., Медведева Н.Н. Инженерная графика: пособие по выполнению чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы. - М.: МГТУ ГА, 2003.

Содержание

1. Цели и задачи преподавания дисциплины «Инженерная графика»	3
1.1. Основные цели	3
1.2. Задачи обучения (необходимый комплекс приобретаемых знаний и умений)	3
2. Расчетно-графические работы (РГР)	3
2.1. Общие положения	3
2.2. Содержание расчетно-графических работ.	4
3. Задача № 1.	4
3.1. Методические указания к выполнению задачи № 1	7
3.2. Построение ортогональных проекций простейших геометрических фигур и точек на их поверхности	9
3.2.1. Пример 1. Построение призмы и точек на ее поверхности	9
3.2.2. Пример 2. Построение цилиндра и точек на его поверхности	9
3.2.3. Пример 3. Построение конуса и точек на его поверхности	10
3.2.4. Пример 4. Построение пирамиды и точек на ее поверхности	10
3.3. Пересечение геометрических фигур призматическими и цилиндрическими отверстиями	11
3.3.1. Пример 5	11
3.3.2. Пример 6.....	11
3.3.3. Пример 7	12
3.3.4. Пример 8	13
3.3.5. Пример 9	14
3.4. Разрезы и сечения	14
3.5. Оформление разрезов и сечений	16
3.6. Особые случаи разрезов	18
3.7. Основные правила нанесения размеров на чертеже	20
4. Задача № 2	22
4.1. Методические указания к выполнению задачи № 2	22
4.2. Основные требования к выполнению чертежей деталей	22
4.2.1. Особенности изображения отверстий во фланцах	25
4.2.2. Основные сведения о резьбах, их технологических элементах и резьбовых соединениях	26
4.2.3. Виды соединений	30
4.2.4. Простановка размеров	32
4.3. Чтение чертежа общего вида	34
4.4. Особенности чтения чертежа общего вида сборочной единицы	37
4.5. Последовательность выполнения чертежей деталей	38
Приложение	42
5. Литература	47