

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И
КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

сборник учебно-методических материалов

для специальности 21.05.04 «Горное дело»
Специализация образовательной программы №6 «Обогащение
полезных ископаемых»

Благовещенск, 2017

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
факультета дизайна и технологии
Амурского государственного
университета*

Составитель: Гаврилюк Е.А.

1. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика. [Электронный ресурс] : сб. учеб.-метод. материалов по дисц. для специальности 21.05.04 « Горное дело»/ АмГУ, ФДиТ ; сост. Е.А. Гаврилюк –Блговещенск: Амурский гос. ун-т, 2017. -86 с.

© Амурский государственный университет, 2017
© Кафедра дизайна, 2017
© Гаврилюк Е.А. составление

Содержание

1. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА	4
Раздел 1. Начертательная геометрия	4
Раздел 2. Инженерная графика	
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ	57
Раздел 1. Начертательная геометрия	57
Раздел 2. Инженерная графика	58
Раздел 3. Компьютерная графика	60
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	63
3.1 Цели и порядок организации самостоятельной работы	63
3.2 Методические рекомендации по выполнению расчетно-графических работ	64
3.3 Задания, примеры выполнения и методические указания к РГР	66

1. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

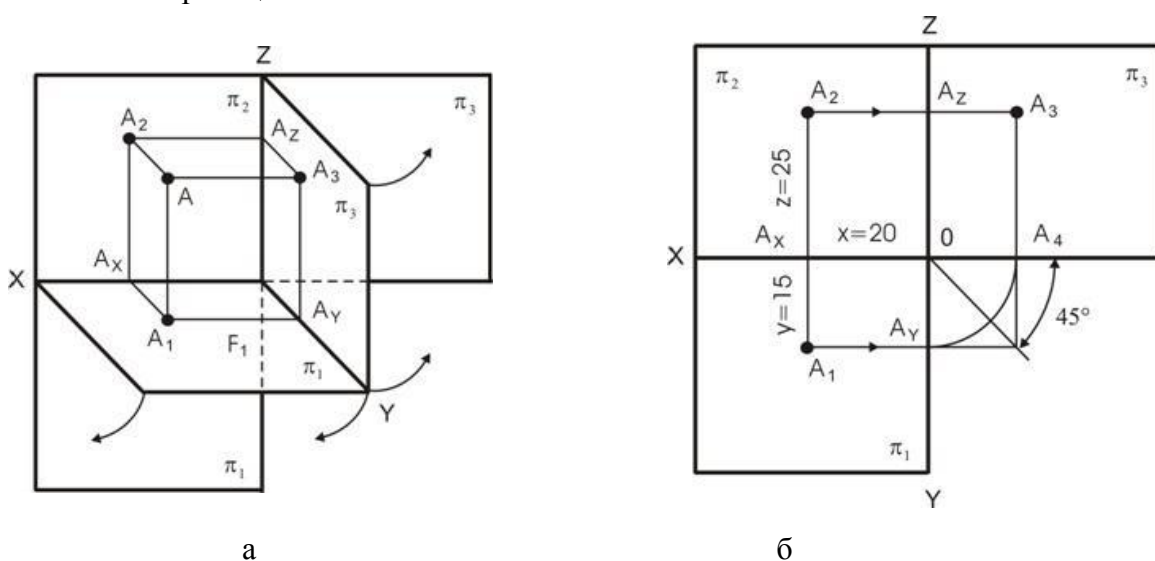
Раздел.1 Начертательная геометрия Тема 1. Проецирование точки, прямой и плоскости

Проецирование точки

Ключевые вопросы: общие сведения об объеме и содержании дисциплины. Рекомендуемая литература. Метод проецирования; центральное и параллельное проецирование и их свойства; прямоугольное (ортогональное) проецирование. Эпюр Монжа. Комплексный чертеж точки на три плоскости проекций. Точка в четвертях и октантах пространства. Частное положение точки. Конкурирующие точки. Аксонометрические проекции точки.

Положение точки в пространстве определяется ее проекциями на две или три взаимно перпендикулярные плоскости проекции, при этом проекционные лучи направлены перпендикулярно плоскостям проекций (прямоугольное или ортогональное проецирование).

На рисунке 1а представлено наглядное изображение трех взаимно перпендикулярных плоскостей проекций.



а
б
Рис.1. Наглядное изображение (а) плоскостей проекций и комплексный чертеж точки (б)

Линии пересечения этих плоскостей – координатные оси X , Y , Z . Чтобы получить плоский чертеж, повернем плоскость π_1 вокруг оси X до совмещения с плоскостью π_2 , а плоскость π_3 – вокруг оси Z до совмещения с плоскостью π_2 .

На рисунке 1б представлен комплексный чертеж точки. Точка A задана координатами $A(20; 15; 25)$. Первая координата X (абсцисса), вторая – Y (ордината), третья – Z (аппликата). Все размеры приведены в миллиметрах.

Проецирование прямой линии.

Ключевые вопросы: Положение прямой относительно плоскостей проекций (прямые общего и частного положений и их проекции). Следы прямой. Задание плоскости на чертеже различными способами. Положение плоскости относительно плоскостей проекций (плоскости общего положений, проецирующие плоскости, плоскости уровня). Собирательное свойство проецирующих плоскостей.

Построив проекции двух точек и соединив их, получим чертёж прямой.

Отрезок прямой может занимать различное положение в пространстве относительно плоскостей проекций (общее и частное).

Прямая общего положения – это прямая, ни параллельная и ни перпендикулярная, ни одной из плоскостей проекций (Рис. 2). Проекция этого отрезка на чертеже по величине меньше действительной величины прямой.

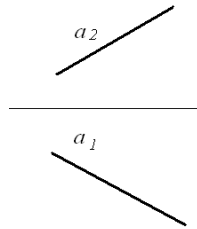


Рис. 2. Прямая общего положения

Прямые частного положения – параллельны или перпендикулярны одной из плоскостей проекций.

Прямая линия, параллельная плоскости проекций, называется прямой уровня. На рисунке 3 представлено наглядное изображение прямых уровня.

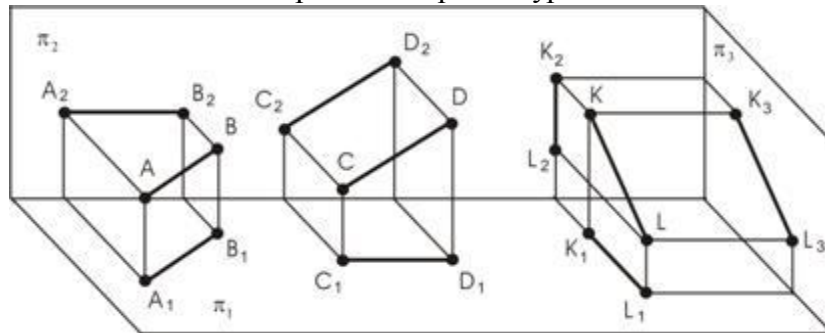


Рис. 3. Прямые уровня

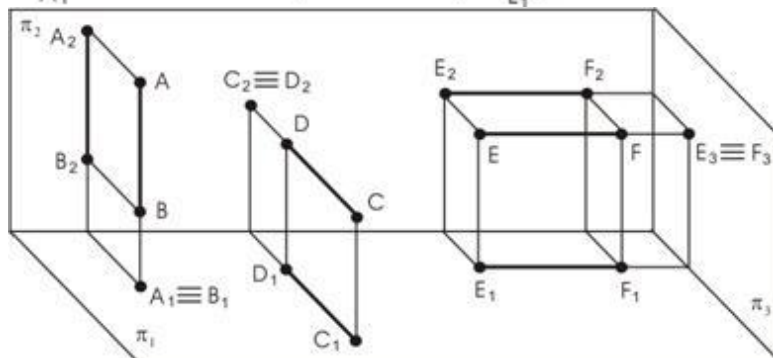
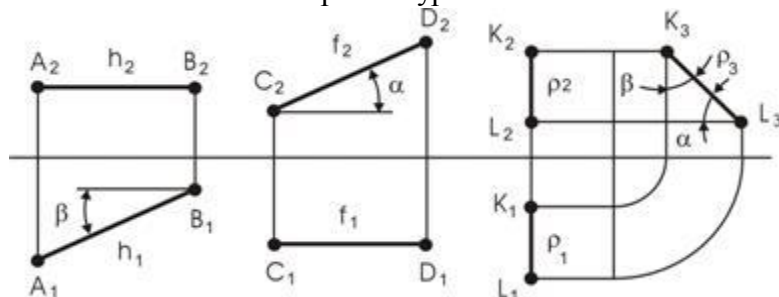


Рис. 5. Проецирующие прямые

На рисунке 4 представлены чертежи этих прямых. Прямая AB параллельна плоскости π_1 (горизонтальная прямая или горизонталь). Горизонтальная проекция A_1B_1 является натуральной величиной этой прямой, а угол β составляет угол наклона прямой AB к фронтальной плоскости проекций.

Прямая CD параллельна плоскости π_2 (фронтальная прямая или фронталь). Фронтальная проекция C_2D_2 является действительной величиной прямой, а угол α составляет угол наклона CD к плоскости Π_1 .

Прямая KL параллельна профильной плоскости проекций Π_3 (профильная прямая или профиль), профильная проекция K_3L_3 является натуральной величиной этой прямой. Углы наклона к плоскостям проекций обозначены, как α и β .

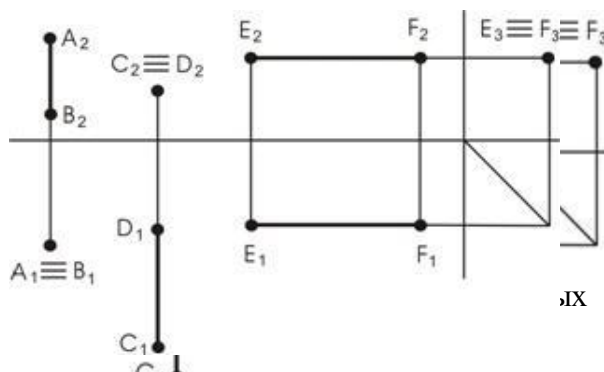


Рис. 6. Чертежи проецирующих прямых

На рисунке 5 представлено наглядное изображение прямых, которые параллельны двум плоскостям проекций и перпендикулярны одной плоскости проекций. На рисунке 6 представлены чертежи этих прямых.

Прямая AB проецируется на горизонтальную плоскость проекций в виде точки, а на фронтальную плоскость – в натуральную величину.

Такие прямые называются проецирующими относительно той плоскости, где ее изображение проецируется в точку. В данном случае прямая AB – горизонтально-проецирующая, CD – фронтально-проецирующая, EF – профильно-проецирующая.

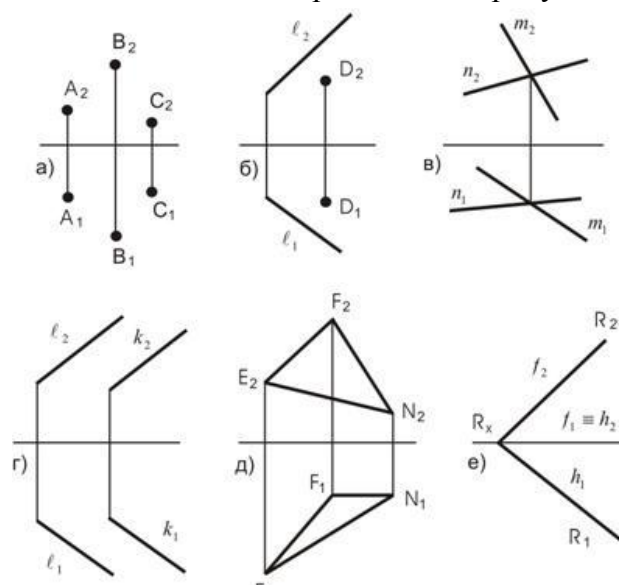


Рис. 7. Изображение плоскости на чертеже

Проецирование плоскости

На чертеже (рис. 7) плоскость может быть задана проекциями:

- а) трех точек не лежащих на одной прямой;
- б) прямой и точкой вне ее;
- в) двух пересекающихся прямых;
- г) двух параллельных прямых;
- д) плоской фигурой;
- е) следами.

На рисунке 8 представлено наглядное изображение, когда плоскость задана следами. *Следы плоскости* – это линии ее пересечения с плоскостями проекций, следовательно, следы лежат в плоскостях проекции.

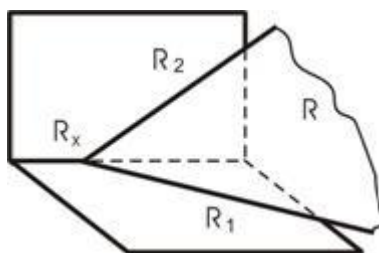


Рис. 8. Следы плоскости

Следы плоскости можно обозначать как P_1 и P_2 , или как нулевая фронталь и нулевая горизонталь. Два следа сходятся в одной точке, лежащей на оси, которая называется *точкой схода следов*.

Рассмотренные ранее положения плоскостей – не параллельные и не перпендикулярные ни к одной из плоскостей проекций – называются *плоскостями общего положения*.

Плоскости, перпендикулярные к одной из плоскостей проекций, называются *проецирующими*.

Из чертежа видно, что плоскость, перпендикулярная к плоскости проекций, составляет проекцию в виде прямой линии. Для задания проецирующих плоскостей достаточно выполнить ее одну проекцию.

Проецирующие плоскости обладают собирательным свойством – все, что находится в данной плоскости, совпадает со следом-проекцией.

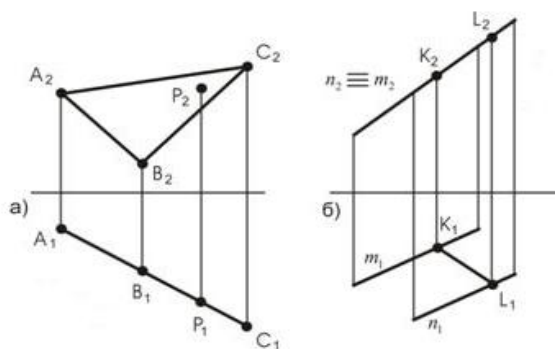


Рис. 9. Проецирующие плоскости

Плоскость, заданная треугольником $ABC \perp \pi_1$, и на горизонтальной плоскости проекций изображается в виде прямой линии (рис. 9). Плоскости такого характера называются *горизонтально-проецирующими*. Плоскость, заданная параллельными прямыми $m // n \perp \pi_2$ – *фронтально-проецирующая* плоскость. Проекции всех точек и прямых, лежащих в проецирующей плоскости, будут совпадать с вырожденными проекциями проецирующих плоскостей (проекция точки P (P_1), проекция прямой KL(K_2L_2)).

Плоскости, параллельные плоскостям проекций, называются *плоскостями уровня*. На рисунке 10а плоскость $ABCD$, параллельна плоскости Π_1 – горизонтальная плоскость уровня.

Все, что находится в такой плоскости, проецируется на горизонтальную плоскость проекций в натуральную величину (без искажений). На рисунке 10б представлен треугольник EFK , который параллелен плоскости Π_2 . Следовательно, на плоскости Π_2 находится проекция самого треугольника; все, что находится в треугольнике, на плоскость проекций Π_2 проецируется без искажения.

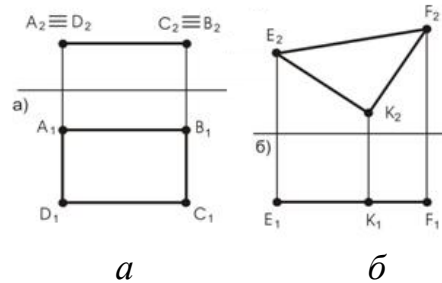


Рис.20. Плоскости уровня

Принадлежность геометрических образов. Взаимное положение двух прямых. Проецирование прямого угла.

Ключевые вопросы: Точка на прямой. Точка и прямая в плоскости (построение их недостающих проекций). Изображение на чертеже параллельных, пересекающихся и скрещивающихся прямых. Конкурирующие точки на скрещивающихся прямых (правило конкурирующих точек при определении видимости точек). Определение натуральной величины отрезка прямой и угла её наклона к плоскостям проекций по правилу прямоугольного треугольника.

На рисунке 11 представлены чертежи взаимного положения прямых:

а) если прямые в пространстве параллельны, то и их одноименные проекции на чертеже также параллельны;

б) если прямые в пространстве пересекаются, то у них есть одна общая точка, на чертеже проекции этой точки будут находиться на одной линии связи;

в) если прямые в пространстве скрещиваются, то у них нет ни одной общей точки. На чертеже имеются проекции точек, которые называются конкурирующими.

Из двух конкурирующих точек будет видимой та, у которой соответствующая координата больше.

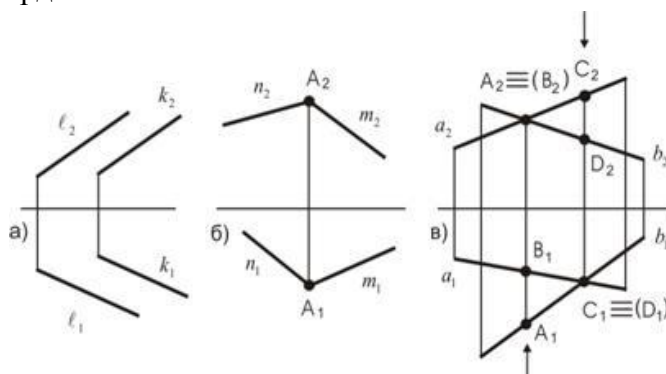


Рис. 11. Взаимное положение прямых в пространстве

На рисунке 11 точки C и D – горизонтально-конкурирующие (C – видимая, т.к. координата Z больше), а точки A и B – фронтально-конкурирующие (A – видимая, т.к. координата y у нее больше).

Для проецирования прямого угла в натуральную величину достаточно, чтобы одна из его сторон была параллельна плоскости проекций (т.е. чтобы одна из сторон являлась фронталью или горизонталью) (Рис.22).

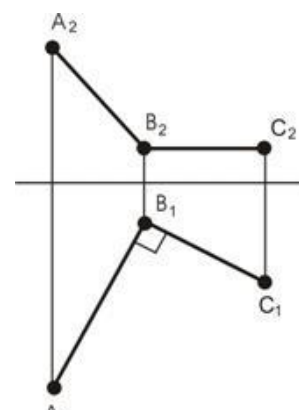


Рис. 12. Чертеж восстановления перпендикуляра в точке В

Взаимное положение прямой и плоскости и плоскостей.

Ключевые вопросы: Пересечение прямой и плоскости, двух плоскостей в частных случаях, когда один из пересекающихся элементов занимает проецирующее положение, и в общем случае (алгоритмы построения проекций точки пересечения прямой и плоскости и линии пересечения плоскостей общего положения).

Параллельность прямой и плоскости, двух плоскостей.

Взаимное положение прямой линии и плоскости, двух плоскостей

Прямая и плоскость, а также плоскости между собой могут быть параллельными или пересекаться. Прямая параллельна плоскости, если она параллельна прямой, принадлежащей этой плоскости (Рис.23).

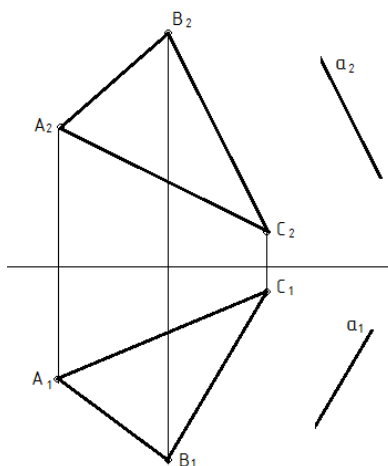


Рис. 13. Прямая a , параллельная плоскости, заданной плоскостью ABC

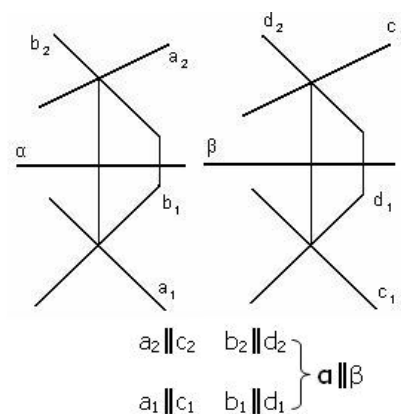


Рис. 14. Параллельность плоскостей

Признаком параллельности двух плоскостей является параллельность двух пересекающихся прямых одной плоскости, соответственно двум пересекающимся прямым второй плоскости (Рис.14).

Пересечение прямой и плоскости и плоскостей (частные случаи)

1) Пересечение проецирующей прямой с плоскостью общего положения (Рис.25).

Прямая, перпендикулярная плоскости проекций, проецируется на нее в виде точки. Следовательно, с этой точкой совпадает соответствующая проекция точки пересечения заданной прямой с плоскостью. Построение другой проекции точки пересечения выполняется из условия принадлежности точки плоскости (на Рис.25 точка К принадлежит плоскости \square , так как она принадлежит ее прямой 12 (K_2 находится как точка пересечения прямой $1_2 2_2$ с прямой a_2)). Видимость прямой a определяется по видимости конкурирующих точек.

2) Пересечение прямой общего положения с проецирующей плоскостью (Рис.26).

Плоскость, перпендикулярная плоскости проекций, проецируется на нее в виде прямой линии. Следовательно, на этой прямой находится и соответствующая проекция точки пересечения заданной прямой с проецирующей плоскостью.

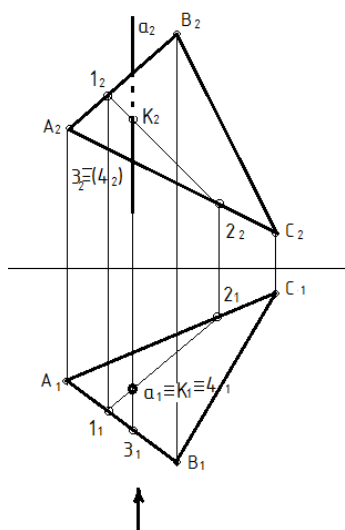


Рис. 15. Пересечение проецирующей прямой с плоскостью общего положения

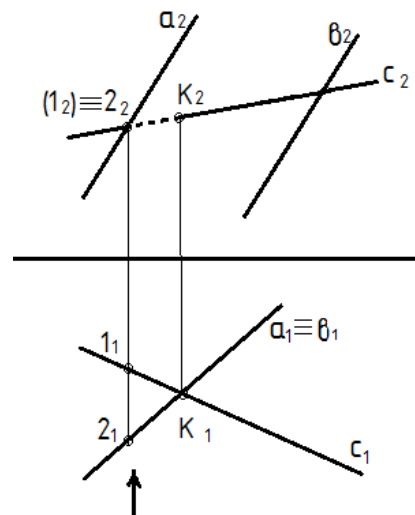


Рис. 16. Пересечение прямой общего положения с проецирующей плоскостью

Построение другой проекции точки пересечения выполняется из условия принадлежности точки прямой (на Рис.26 точка К принадлежит прямой с (K_2 находится на c_2 по линиям связи)). Видимость прямой с определяется по видимости конкурирующих точек.

3) Пересечение проецирующей плоскости с плоскостью общего положения (Рис.27).

Плоскость, перпендикулярная плоскости проекций, проецируется на нее в виде прямой линии. Следовательно, на этой прямой находится и линия пересечения заданной плоскости с проецирующей плоскостью.

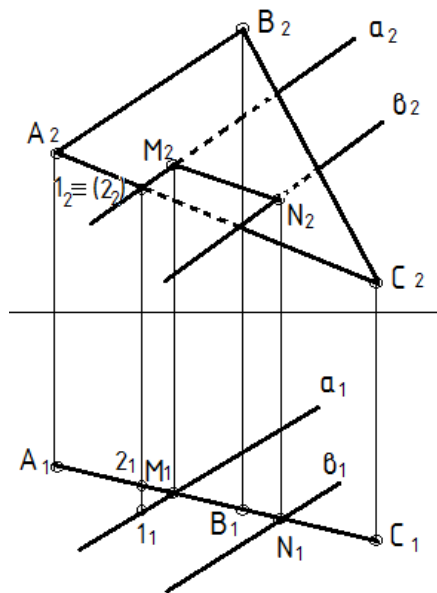


Рис. 17. Пересечение плоскости общего положения с проецирующей плоскостью

Построение другой проекции линии пересечения выполняется из условия принадлежности точки прямой (на Рис.27 точка М принадлежит прямой а, точка N – прямой в). Видимость плоскостей определяется по видимости конкурирующих точек.

*Пересечение прямой и плоскости и плоскостей
(общие случаи)*

1) Пересечение прямой общего положения с плоскостью общего положения.

Если прямая и плоскость имеют общее положение (рис.18), то точка их пересечения определяется следующим образом:

а) прямую необходимо заключить во вспомогательную проецирующую плоскость

$$(P \perp \Pi_1, P_1 \equiv A_1C_1);$$

б) построить линию пересечения заданной и вспомогательной плоскостей

$$(P \cap \alpha (a//\theta) = MN);$$

в) найти искомую точку на пересечении полученной линии с заданной прямой ($MN \cap AC = K$);

г) определить видимость по конкурирующим точкам (для определения видимости на Π_1 взяты точки $N_1 \equiv 3_1$, точка 3 – видимая, значит прямая AC, которой она принадлежит, в Π_1 будет видимой; для определения видимости в плоскости Π_2 взяты точки $1_2 \equiv 2_2$, точка 2 – невидимая, значит прямая AC, которой она принадлежит, в Π_2 будет невидимой.

2) Пересечение плоскостей общего положения (Рис.29).

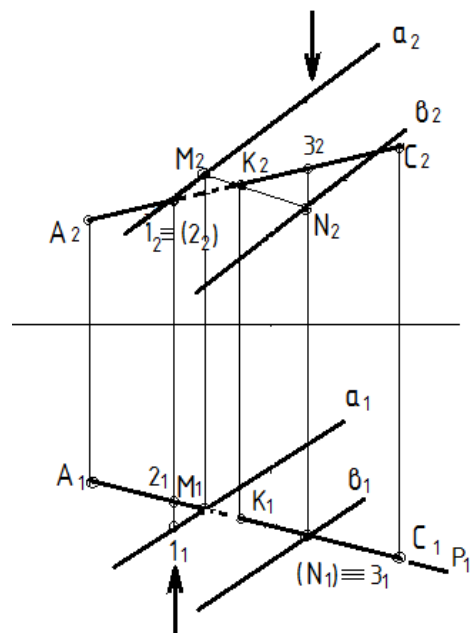


Рис. 18. Пересечение прямой и плоскости общего положения

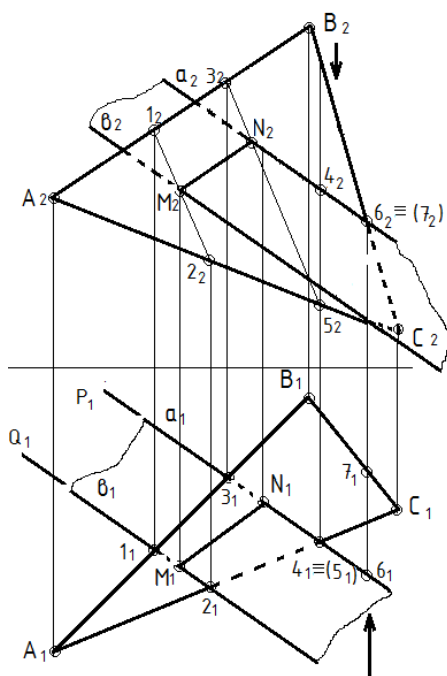


Рис. 19. Пересечение плоскостей общего положения

расположенную от линии пересечения в сторону точки 5. С помощью пары фронтально - конкурирующих точек 6 и 7 определена видимость на плоскости Π_2 .

Точки, определяющие линию пересечения двух плоскостей общего положения, находятся с помощью двух вспомогательных плоскостей частного положения.

а) Для построения точки М использована горизонтально - проецирующая плоскость - посредник Q (Q_1), в которую заключена прямая a плоскости $\alpha (a//\theta)$.

б) Строим линию пересечения (на чертеже она задана точками 1 и 2) плоскости-посредника Q (Q_1) и плоскости ABC.

в) Находим точку М пересечения прямой 1 - 2 с прямой в. Найдена одна точка М искомой линии пересечения.

г) Для построения точки N использована горизонтально - проецирующая плоскость P (P_1), в которую заключена прямая v плоскости $\alpha (a//\theta)$. Построения аналогичны предыдущим.

д) Определение видимости на плоскости Π_1 выполнено с помощью горизонтально - конкурирующих точек 4 и 5. Точка 4 расположена над точкой 5 (4_2 и 5_2), поэтому на плоскости Π_1 плоскости $\alpha (a//\theta)$, расположенная в сторону точки 4, закрывает собой часть треугольника ABC,

Тема 2. Способы преобразования комплексного чертежа

В курсе начертательной геометрии под преобразованием комплексного чертежа фигуры обычно понимается его изменение, вызванное перемещением фигуры в пространстве, или введением новых плоскостей проекций, или использованием других видов проецирования. Применяя способы преобразования комплексного чертежа, можно решать многие задачи, связанные с определением натуральной величины отрезков, углов, плоских фигур, а также заданием им нужного положения.

С помощью способов преобразования решают следующие 4 основные задачи:

1. Преобразовать чертеж так, чтобы прямая общего положения оказалась параллельной одной из плоскостей проекций (т.е. стала прямой уровня). При этом преобразовании определяется натуральная величина прямой и угол ее наклона к плоскости проекций.
2. Преобразовать чертеж так, чтобы прямая уровня оказалась перпендикулярной одной из плоскостей проекций (т.е. стала проецирующей прямой)
3. Преобразовать чертеж так, чтобы плоскость общего положения стала проецирующей. При этом преобразовании определяется угол наклона плоскости к плоскости проекций.
4. Преобразовать чертеж так, чтобы проецирующая плоскость заняла положение плоскости уровня. При этом преобразовании определяется натуральная величина плоскости.

Метод замены плоскостей проекций

Метод замены плоскостей проекций состоит в том, что вместо одной из плоскостей проекций вводится новая плоскость, перпендикулярная к другой плоскости проекций (рис. 20).

Для получения плоского чертежа точки A плоскость Π_4 вращают вокруг оси x_1 до совмещения с плоскостью Π_1 .

Новая фронтальная проекция A_1'' точки A окажется на общем перпендикуляре к новой оси x_1 с оставшейся без изменения ее проекции A' .

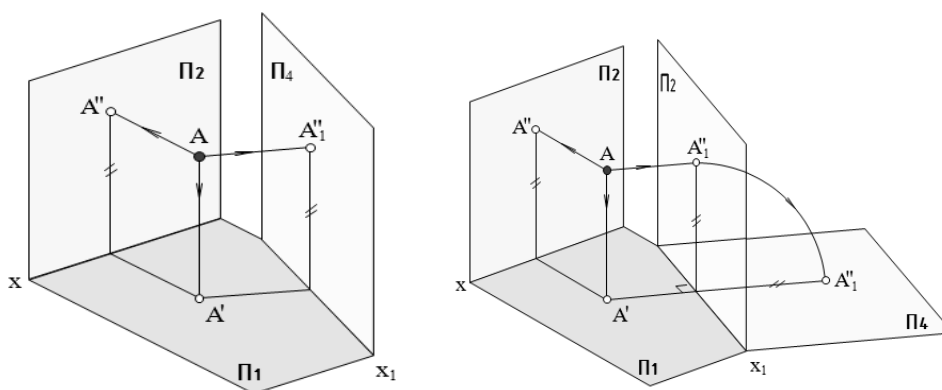


Рис. 20. Способ замены плоскостей

Решение задачи №1 (рис. 21).

Проводим новую ось x параллельно отрезку AB . В левой части получили фронтальную прямую уровня и угол наклона прямой к горизонтальной плоскости проекций, а в правой части получили горизонтальную прямую уровня и угол наклона прямой к фронтальной плоскости.

Через незаменимую проекцию отрезка проводим новые линии проекционной связи перпендикулярно новой оси, затем от новой оси по линии проекционной связи откладываем отрезки, длина которых равна расстояниям от заменяемой проекции до старой оси, а полученные при этом точки и есть новые проекции.

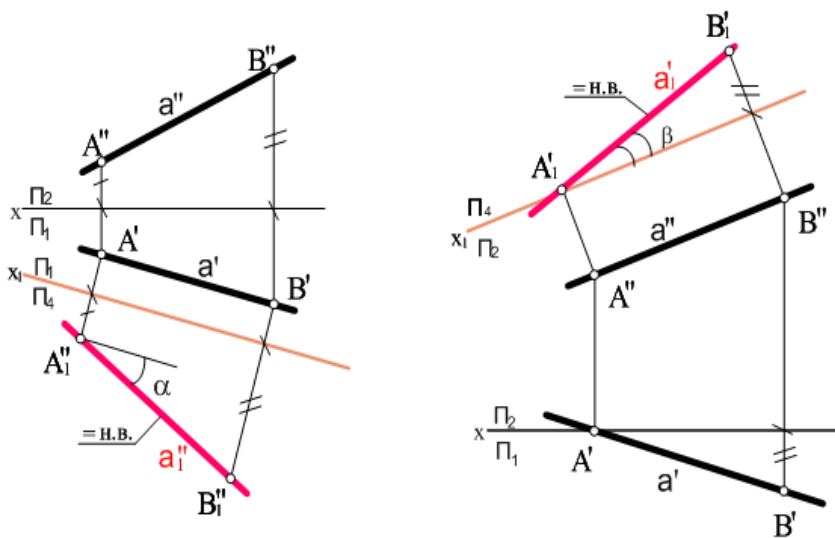


Рис. 21. Алгоритм 1

Решение задачи № 2 (рис. 22)

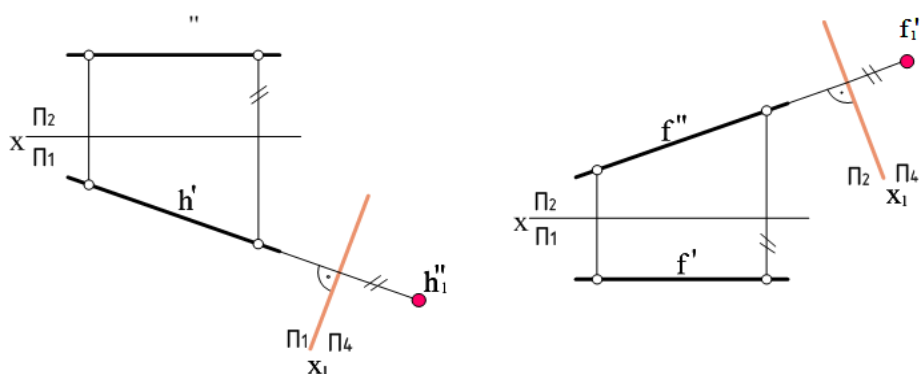


Рис. 22. Алгоритм 2

Проводим новую ось x перпендикулярно отрезку AB . В левой части рисунка 22 проводят новую ось перпендикулярно горизонтальной проекции прямой, при этом прямая становится фронтально-проецирующей. В правой части рисунка показано преобразование прямой в горизонтально-проецирующую.

Решение задачи № 3 (рис. 23).

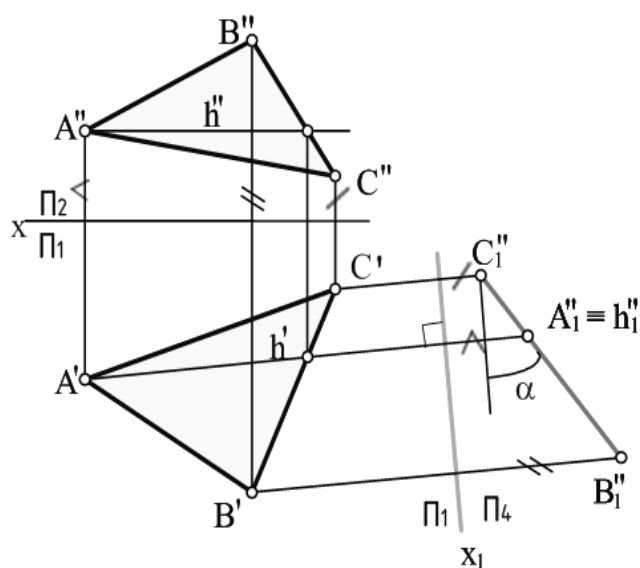
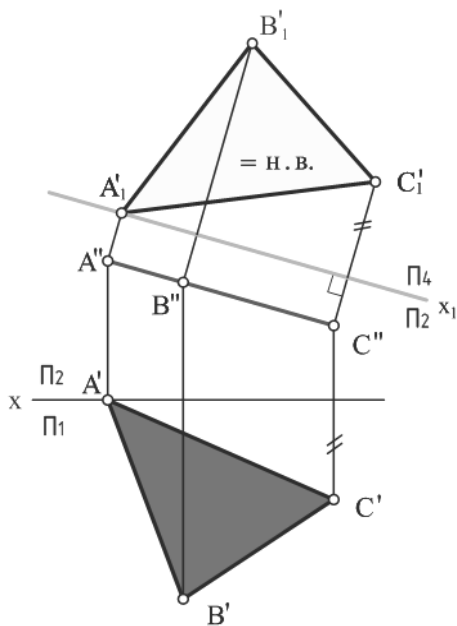


Рис. 23. Алгоритм 3



Сначала в плоскости проводят горизонталь или фронталь (если необходимо плоскость преобразовать во фронтально-проецирующую, то проводят горизонталь, а если в горизонтально-проецирующую, то фронталь).

Затем перпендикулярно натуральной величине горизонтали проводят новую ось x . От нее откладываются расстояния, взятые из заменяемой плоскости. При этом преобразовании плоскость спроецируется в прямую, а угол между этой прямой и новой осью x является углом наклона плоскости к плоскости проекций (рис. 23).

Решение задачи № 4 (рис. 24).

В этом случае новую ось x проводят параллельно вырожденной проекции плоскости.

Рис. 24. Алгоритм 4

Способы вращения и плоскопараллельного перемещения

Ключевые вопросы:

Способ вращения вокруг проецирующей оси. Способ плоскопараллельного перемещения. Четыре основные задачи.

Способ вращения

При преобразовании комплексного чертежа возможно изменение положения заданных геометрических элементов относительно плоскостей проекций при неизменном положении основных плоскостей проекций. Это осуществляется путем вращения этих элементов вокруг некоторой оси (проецирующей или уровня) до тех пор, пока эти элементы не займут частное положение в исходной системе плоскостей. Такое преобразование комплексного чертежа носит название *способа вращения* (рис. 25).

В качестве оси вращения в этом случае удобнее всего выбирать проецирующие прямые или прямые уровни, тогда точка будет вращаться в плоскостях, параллельных или перпендикулярных плоскостям проекций.

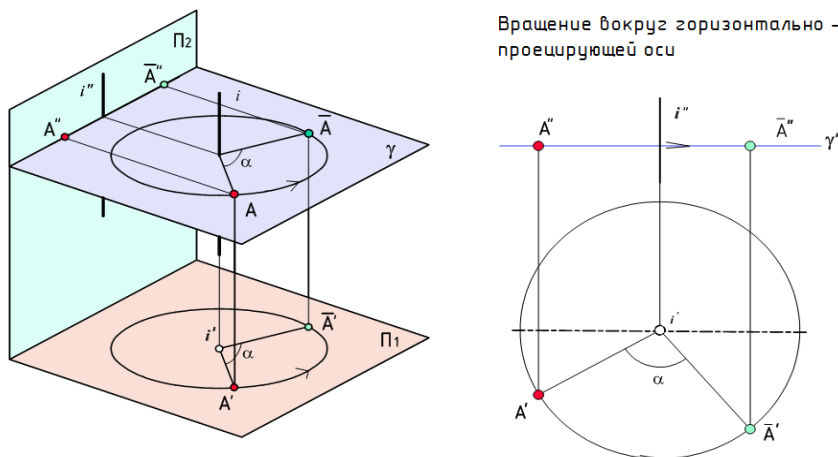


Рис. 25. Способ вращения

Решение задачи №1

Выбираем ось вращения в одном из концов отрезка (в точке A^1). В этом случае ось является горизонтально-проецирующей, т.е. ее горизонтальная проекция совпадает с точкой A^1 (рис. 26). Поворачиваем вокруг оси проекцию B^1 так, чтобы проекция отрезка A^1B^1 стала параллельна оси x . При этом точка A остается неподвижной, точка B в горизонтальной плоскости перемещается по окружности, а во фронтальной – по прямой, параллельной оси x .

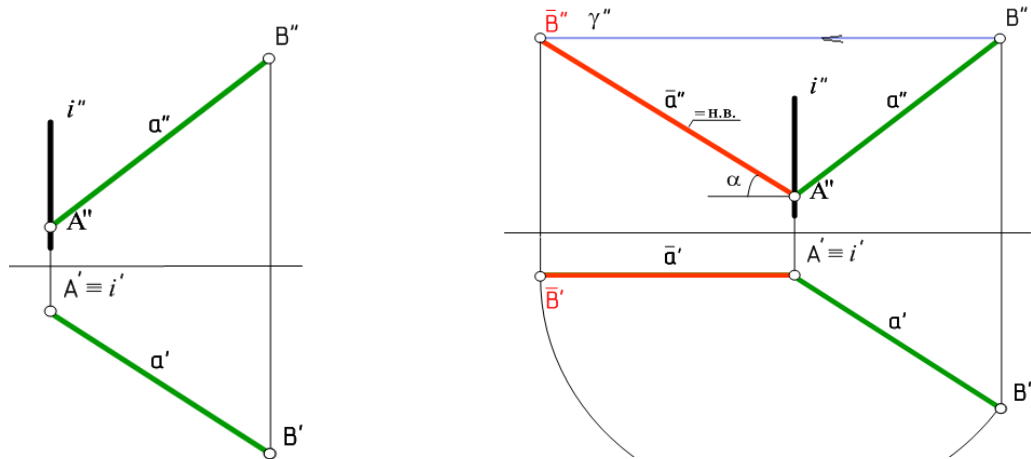


Рис. 26. Алгоритм 1

В данной задаче получили фронтальную прямую уровня, ее натуральную величину и угол наклона прямой к плоскости П1. Для нахождения угла наклона к плоскости П2 необходимо прямую преобразовать в горизонтальную прямую уровня, т.е. ось вращения выбирать фронтально-проецирующую.

Решение задачи № 2

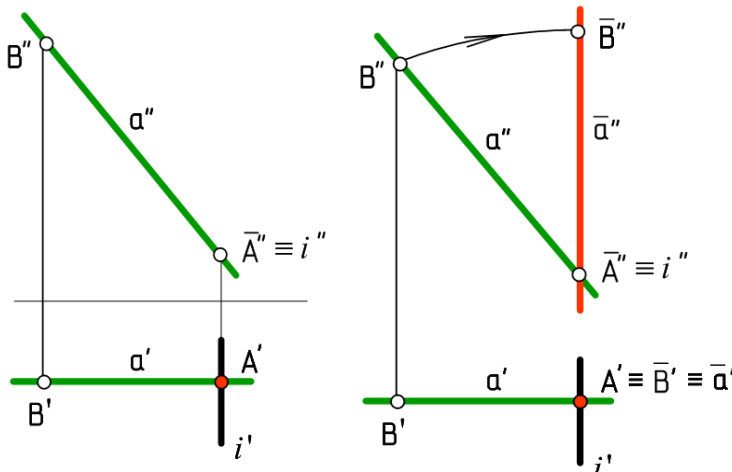


Рис. 27. Алгоритм 2

В данной задаче прямая является фронтальной прямой уровня, т.е. в натуральную величину проецируется на П2 (рис. 27). Следовательно, ось вращения выбираем фронтально-проецирующей, совпадающей с A'' . Поворачиваем проекцию B'' до тех пор, пока $A''B''$ не станет перпендикулярна оси x . При этом B' переместится по прямой, параллельной оси x .

В данной задаче прямую преобразовали в горизонтально-проецирующую. Для получения фронтально проецирующей прямой, необходимо, чтобы изначально прямая являлась горизонтальной прямой уровня.

Решение задачи № 3

Сначала в плоскости проводят горизонталь или фронталь (если необходимо плоскость преобразовать во фронтально-проецирующую, то проводят горизонталь, а если в горизонтально-проецирующую, то фронталь).

В данной задаче проведена горизонталь (рис. 28). Затем выбирают ось вращения в одной из вершин плоскости (в той, из которой проводили горизонталь). Плоскость треугольника перемещается в пространстве до тех пор, пока горизонталь h^1 треугольника не станет перпендикулярна к фронтальной плоскости проекций Π_2 . При этом в Π_1 все точки плоскости перемещаются по дуге, а в Π_2 по прямым, параллельным оси x .

В данной задаче плоскость преобразовали во фронтально-проецирующую.

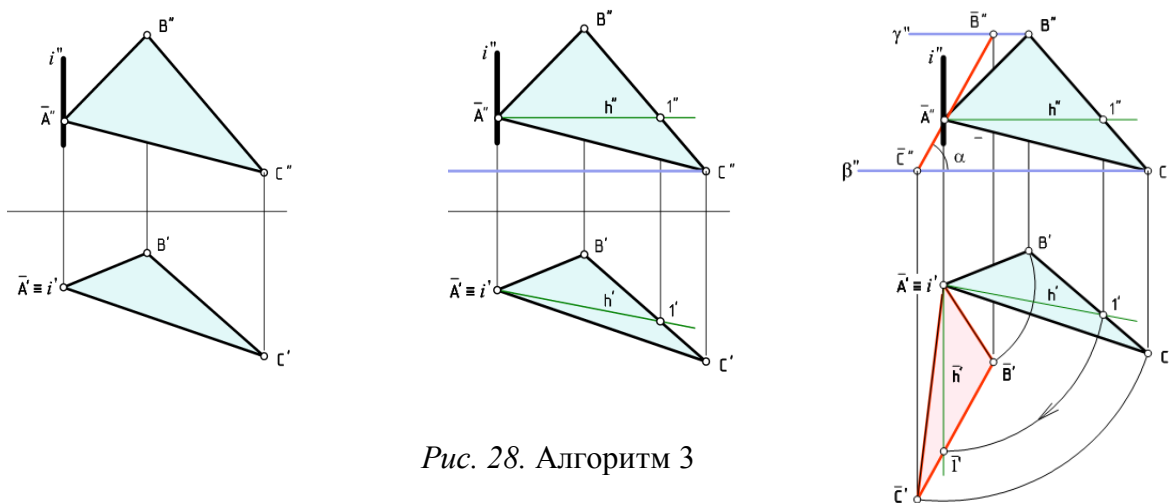


Рис. 28. Алгоритм 3

Решение задачи № 4

В данной задаче плоскость занимает фронтально-проецирующее положение. Следовательно ось вращения выбираем перпендикулярную Π_2 , т.е. той, плоскости, где фигура имеет вырожденную проекцию, которую поворачивают до тех пор, пока она не будет параллельна одной из плоскостей проекций (рис. 29).

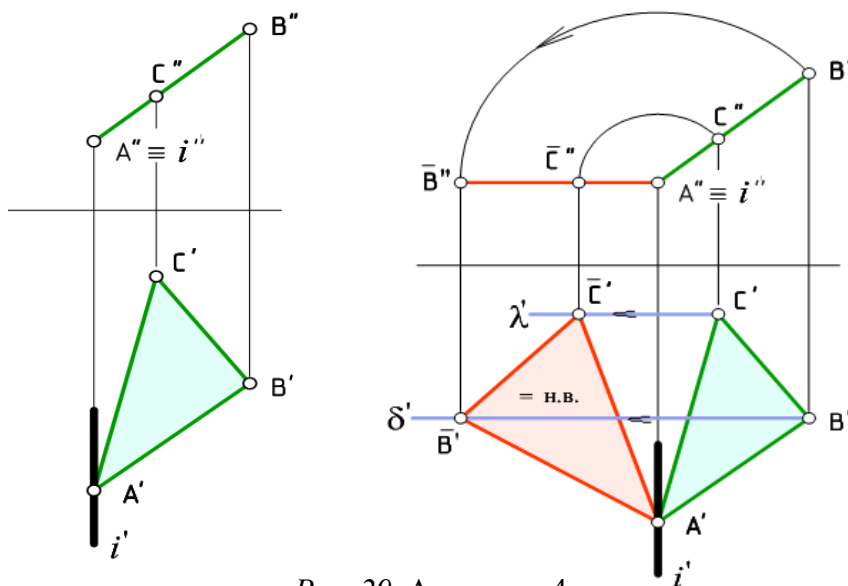


Рис. 29. Алгоритм 4

Задача.

Определить натуральную величину плоскости общего положения.

Решение. Задача решается в 2 этапа (рис. 30). На первом этапе плоскость преобразуют в плоскость проецирующую (алгоритм 3), а на втором этапе проецирующую плоскость преобразуют в плоскость уровня (алгоритм 4).

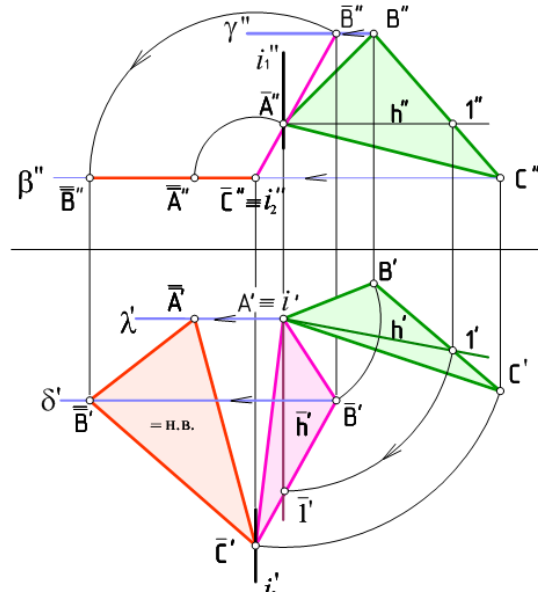


Рис. 30. Определение натуральной величины плоскости общего положения

Способ плоскопараллельного перемещения

Способ плоскопараллельного перемещения – это один из способов преобразования комплексного чертежа, который основан на том, что при параллельном переносе геометрического тела относительно плоскости проекций проекция его на эту плоскость не меняет своей формы и размеров, хоть и меняет положение. При этом если точка перемещается в плоскости, параллельной Π_1 , то ее фронтальная проекция изображается в виде прямой, параллельной оси ox (Π_2/Π_1). Если же точка перемещается в плоскости, параллельной Π_2 , то ее горизонтальная проекция изображается в виде прямой, параллельной той же оси.

Способ аналогичен способу вращения, но без указания осей вращения. Поэтому все алгоритмы способа плоскопараллельного перемещения аналогичны способу вращения.

Решение задачи № 1 и 2

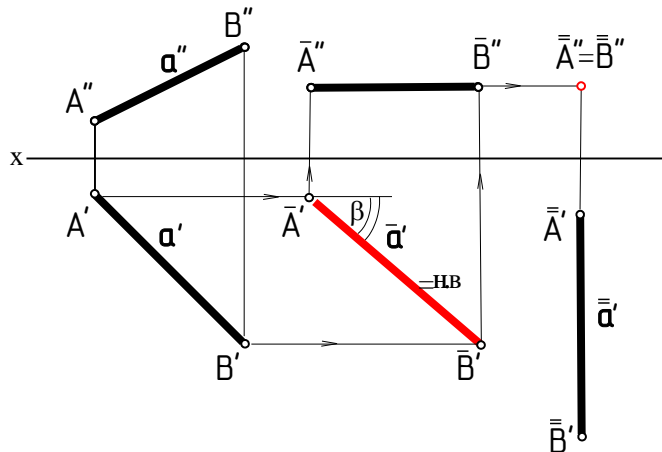
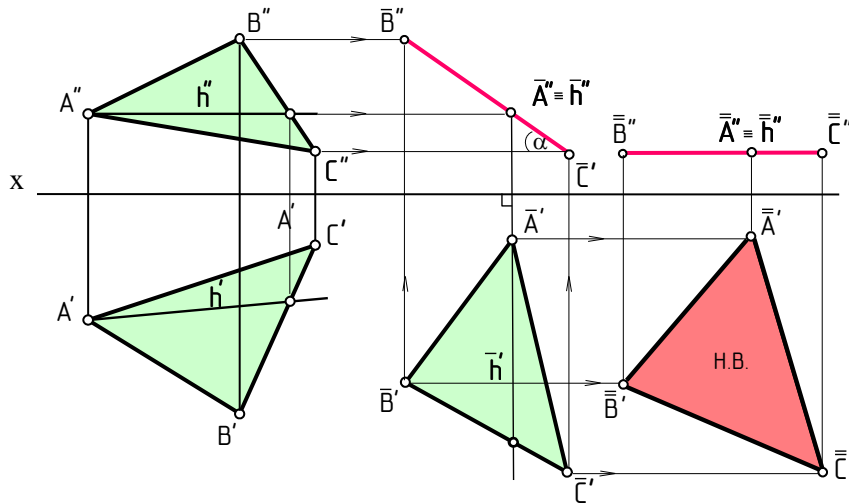


Рис. 31. Алгоритм 1 и 2



Тема 3. Многогранные и кривые поверхности

Ключевые вопросы: общие сведения о многогранных поверхностях; термины и определения; образование, задание и изображение поверхности на чертеже. Проекции поверхностей (частные случаи). Многогранники, их сечения проецирующими плоскостями. Понятие линии пересечения; общий алгоритм построения линии пересечения. Определение истинной величины сечения. Точки пересечения многогранника и прямой линии.

Многогранником называется тело, ограниченное плоскими многоугольниками – гранями, пересекающимся по прямым, называемым ребрами. Многогранник называется правильным, если его грани являются правильными многоугольниками. Линия, ограничивающая проекцию многогранника, называется очерком.

Построение чертежей призм и пирамид сводится по существу к построению проекций точек (вершин) и отрезков прямых – ребер.

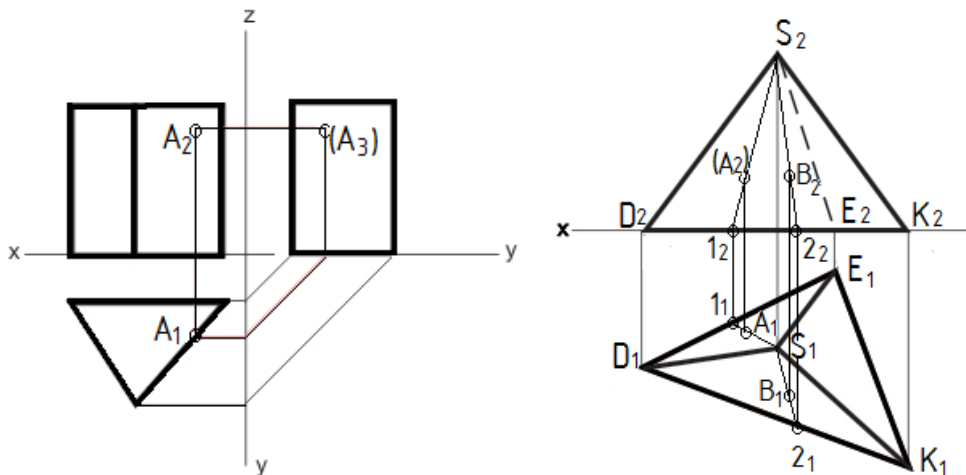


Рис. 33. Принадлежность точки поверхности многогранника

Чтобы построить проекции точки, принадлежащей поверхности многогранника, необходимо предварительно провести прямую, принадлежащую многограннику, а затем на проекциях этой прямой строить проекции точки.

Прямая принадлежит поверхности многогранника, если она проходит через две точки, принадлежащие грани многогранника.

На рисунке 33 недостающие проекции точек на поверхности призмы и пирамиды по заданным фронтальным проекциям строятся по принадлежности ребрам (прямым линиям) и граням (плоскостям).

Линия пересечения плоскости и многогранника – плоский многоугольник, построение которого требует многократного решения задачи о нахождении точки пересечения прямой с плоскостью. Точки, в которых ребра многогранника пересекаются с заданной плоскостью, будут вершинами искомого многоугольника.

Тот же результат можно получить сведением задачи к построению линий пересечения плоскости с гранями тела. На рисунке 34 изображена пирамида, которую пересекает фронтально-проецирующая плоскость P . Плоскость пересекает ребра AS , CS , BS в точках 1, 2, 3. Следовательно, фигурой сечения является треугольник 123. Проекции точек построены с помощью линий связи, исходя из условия принадлежности точек прямой (1 принадлежит прямой AS , 2 – прямой CS , 3 – прямой BS).

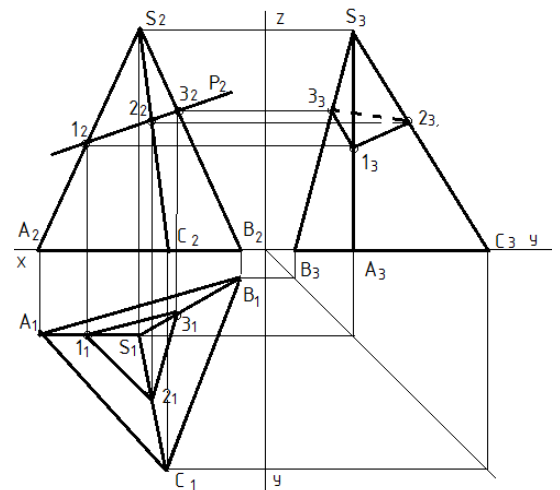


Рис. 34. Пересечение пирамиды с проецирующей плоскостью

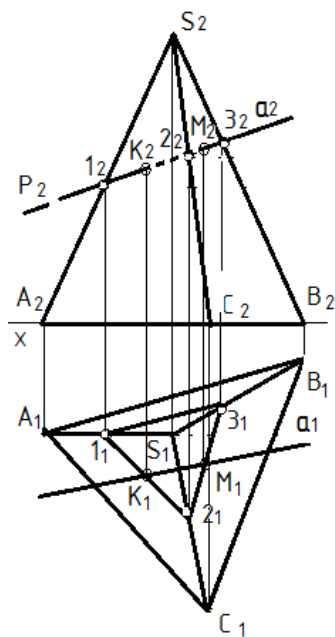


Рис. 35. Пересечение многогранника с прямой линией

Задача определения точек пересечения прямой линии с многогранником сводится к нахождению точек пересечения прямой с плоскостями граней (рис. 35):

- 1) Прямую заключают во вспомогательную проецирующую плоскость ($P \perp P_2$, $P_2 \equiv a_2$);
- 2) Находят линию пересечения вспомогательной плоскости с поверхностью многогранника (линия 123); Определяют точки входа и выхода прямой там, где полученная ломаная линия пересекает заданную прямую ($1_1 2_1 3_1 \cap a_1 = K_1 M_1$);
- 3) Определяют видимость прямой по видимости ребер и граней многогранника (участок KM прямой a – невидимый).

Взаимное пересечение многогранников.

Ключевые вопросы: виды линии взаимного пересечения. Способы построения линии пересечения. Определение видимости линии пересечения и поверхностей. Понятие развертки.

Линия пересечения двух многогранников может быть построена двумя способами: а) определением точек пересечения ребер одного многогранника с гранями другого; б) определением отрезков прямых, по которым пересекаются грани многогранников.

Преимущество отдается тому из способов, который дает более простое решение. Иногда эти два способа целесообразно комбинировать.

Если один многогранник частично пересекается другим, то линия их взаимного пересечения представляет собой одну замкнутую пространственную ломаную линию. Такое взаимное пересечение выпуклых многогранников называют неполным прониканием или врезкой.

Если один многогранник полностью пересекается вторым многогранником, то получают две линии их пересечения - линию входа одного многогранника в другой и линию выхода. Такое взаимное пересечение многогранников называют полным прониканием.

На рисунке 36 показаны графические построения при определении на эпюре Монжа линии пересечения при полном проникании прямой треугольной призмы и треугольной пирамиды.

Призма своим основанием стоит на горизонтальной плоскости проекций Π_1 . Горизонтальные проекции ее вертикальных ребер проецируются в точки. Грани боковой поверхности призмы в горизонтальной их проекции преобразуются в отрезки прямых, т. е. эти грани представляют собой части горизонтально-проецирующих плоскостей.

Линия пересечения двух многогранников определяется по точкам пересечения ребер одного многогранника с гранями другого многогранника.

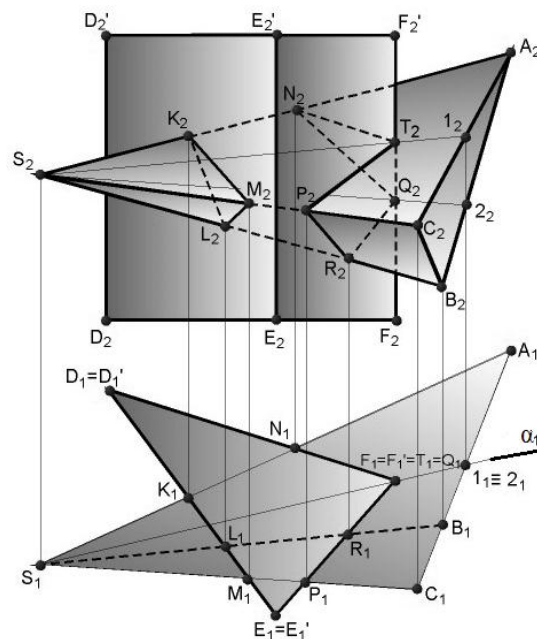


Рис. 36. Пересечение многогранников

Развертки многогранников.

Ключевые вопросы: Понятие развертки. Способы построения разверток многогранников (нормального сечения, треугольников, раскатки).

Разверткой называется плоская фигура, полученная при совмещении поверхности геометрического тела с одной плоскостью (без наложения граней или иных элементов поверхности друг на друга).

Поверхность называется развертывающейся, если она может быть совмещена с плоскостью без разрывов и складок. Многогранник – развертывающаяся поверхность.

Построение развертки боковой поверхности многогранника осуществляется в два основных этапа:

- 1) определением истинных размеров всех элементов каждой ее грани. Именно благодаря им можно построить изображение этой поверхности в натуральную величину;
- 2) последовательное построение каждой грани в натуральную величину исходя из найденных раньше элементов.

Для получения полной развертки призмы необходимо к развертке боковой поверхности пристроить верхнее и нижнее основания (рис. 37).

Для получения полной развертки пирамиды необходимо к развертке боковой поверхности пристроить основание. Боковая развертка строится по методу треугольников, т.е. совмещение всех треугольников, из которых состоят грани, в одну плоскость (рис. 37).

Построение развертки призмы начинают с развертки ее основания. На произвольно проведенной прямой откладывают последовательно все натуральные величины ребер основания. Затем от каждой полученной вершины основания перпендикулярно полученным

отрезкам (т.к. призма прямая) откладывают натуральные величины боковых ребер. А уже затем пристраивают основания. Если призма усеченная, то длины ребер будут различными, а вместо верхнего основания пристраивают натуральную величину сечения.

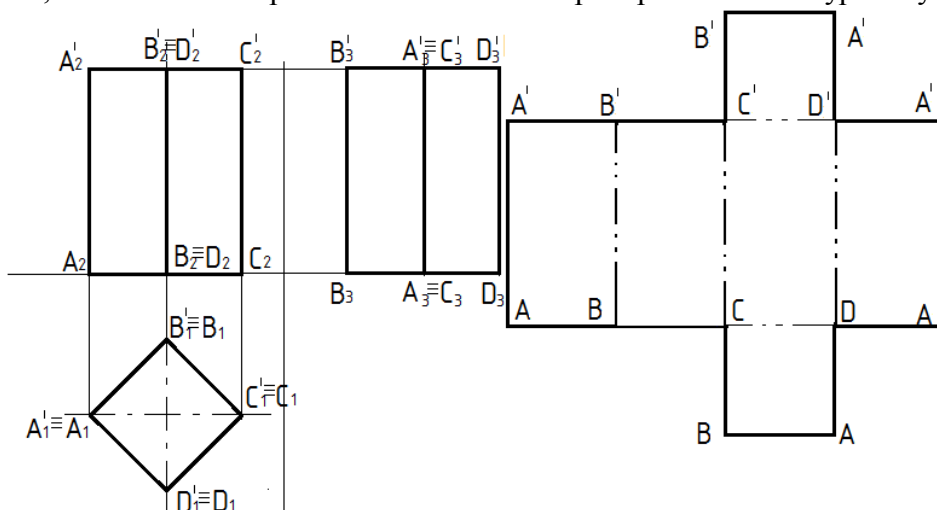


Рис. 37. Построение полной развертки прямой правильной призмы

Развертку пирамиды (рис. 38) начинают с построения вершины S . Затем в произвольном направлении откладывают длину первого ребра AS .

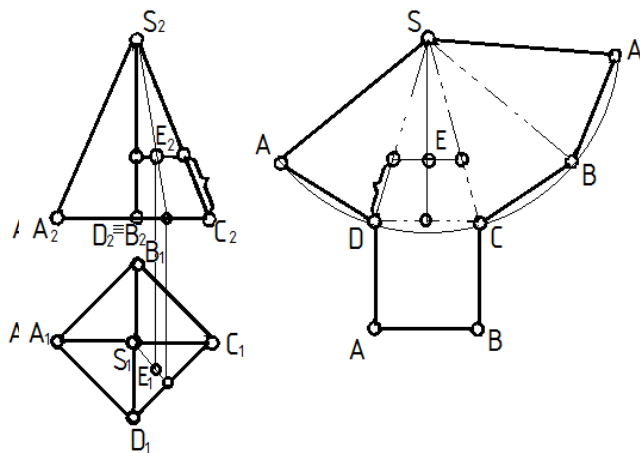


Рис. 38. Построение полной развертки правильной пирамиды

Так как пирамида правильная, то все ее боковые ребра равны между собой, поэтому можно из вершины S провести дугу радиусом AS , на которой будут лежать точки B, C, D . Для их нахождения на дуге от точки A последовательно откладывают отрезки, равные ребрам основания пирамиды. Затем к любому из полученных отрезков пристраивают основание пирамиды. Если на развертку необходимо нанести точку, лежащую на поверхности пирамиды, то через точку предварительно проводят вспомогательную прямую. На рисунке 38 показано построение точки E , лежащей на поверхности пирамиды.

Кривые поверхности. Поверхности вращения

Ключевые вопросы: виды кривых поверхностей. Образование, задание и изображение поверхности на чертеже. Поверхности вращения: образующая и ось вращения поверхности, очерк поверхности; характерные линии на поверхности вращения (параллели, экватор, горло, линии меридиональных сечений). Примеры поверхностей вращения (круговые прямые цилиндр, конус, сфера, тор). Плоские сечения поверхностей вращения (цилиндра, конуса, сферы, кольцевого тора). понятие линии пересечения, общий алгоритм построения линии пересечения. Способ вспомогательных секущих плоскостей уровня. Особые случаи пересечения поверхностей вращения. Способы построения разверток многогранников, цилиндрических, конических и других поверхностей (метод нормального сечения, треугольников, раскатки, аппроксимация поверхности и приближенные развертки, условные развертки неразвертывающихся поверхностей).

Поверхностью вращения называют поверхность, получающуюся от вращения некоторой образующей линии вокруг неподвижной прямой – оси поверхности. Они могут быть линейчатыми, например конус или цилиндр вращения, однополостный гиперболоид, тор и нелинейчатыми или криволинейными, например сфера, эллипсоид, параболоид и двухполостный гиперболоид.

Цилиндрическая и коническая поверхности вращения образуются путем вращения прямой линии вокруг оси. Сфера (шар) – поверхность, образованная вращением окружности вокруг своего диаметра. Тор – поверхность, образованная вращением окружности вокруг оси, лежащей в плоскости окружности, не проходящей через центр.

Среди криволинейных поверхностей вращения отметим эллипсоид, параболоид и двуполостный гиперболоид, образующиеся при вращении кривых линий, – эллипса, параболы, гиперболы. Указанные кривые линии располагаются симметрично относительно своей оси, которая является осью вращения. При вращении параболы вокруг своей оси образуется одна поверхность. При вращении же эллипса или гиперболы образуются по две поверхности, так как у этих кривых имеются по две оси.

Линия принадлежит поверхности, если все ее точки принадлежат этой поверхности. Исключение составляет случай, когда линия представлена прямой, а поверхность – плоскостью. В этом случае для принадлежности прямой плоскости достаточно, чтобы хотя бы две точки ее принадлежали этой поверхности.

Точка принадлежит поверхности, если она лежит на линии, расположенной на этой поверхности.

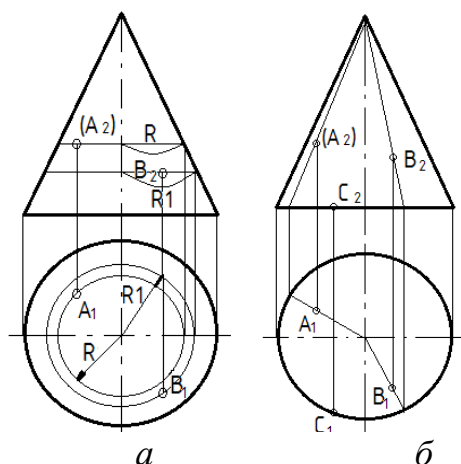


Рис. 39. Точка на поверхности вращения

Строить точку на поверхностях вращения удобнее всего с помощью параллелей поверхности (плоскость, параллельная плоскости проекции). На рисунке 39 а через проекцию A_2 проведена параллель, а на плоскости Π_1 проводим окружность радиуса R (параллель на Π_1 проецируется в окружность), на которую опускаем линию связи и находим A_1 . Радиус параллели определяется как расстояние от оси до образующей.

Так как точка A во фронтальной плоскости невидимая, то ее горизонтальная проекция будет лежать на той стороне окружности, которая расположена дальше от наблюдателя. Точку B находим аналогично, только радиус параллели будет R_1 и точка B – видимая.

Положение точки на боковой поверхности конуса можно определить и с помощью образующей, проходящей через заданную точку (рис. 39 б). А точка C лежит на основании конуса, поэтому дополнительных построений не требуется.

При пересечении поверхности с плоскостью в сечении получают плоскую кривую линию.

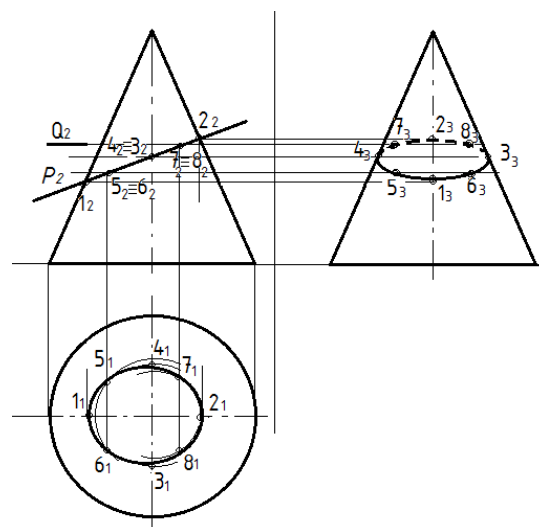


Рис. 40. Пересечение поверхности вращения проецирующей плоскостью

Рассмотрим случай пересечения поверхности плоскостью частного положения (рис. 40), так как в случае наличия секущей плоскости общего положения чертеж всегда можно преобразовать так, чтобы секущая плоскость стала проецирующей.

Линию пересечения строят по отдельным точкам. Сначала выявляют и строят опорные точки (левая и правая – очерковые, высшая и низшая, ближняя и дальняя, а также точки видимости, расположенные на контурных линиях и делящие линию пересечения на видимую и невидимую части). В тех случаях, когда проекция линии пересечения не полностью определяется этими точками, строят дополнительные, промежуточные точки, расположенные между опорными.

Чтобы найти промежуточные точки кривой и точки, не лежащие на очерке, применяют метод проведения вспомогательных плоскостей-посредников, дающих в сечении простые фигуры, например окружности, и на проекциях этих фигур находят промежуточные точки.

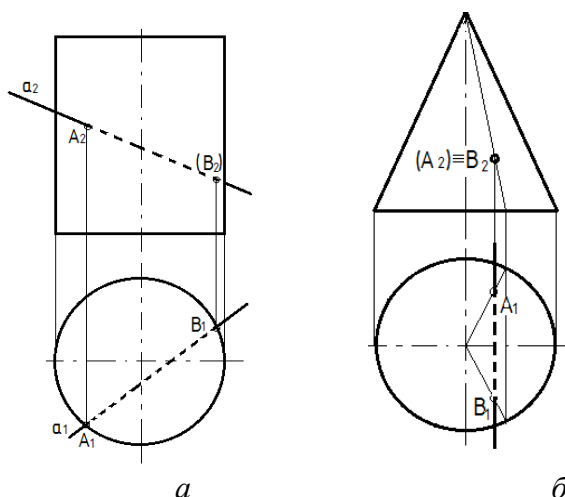


Рис. 41. Частные случаи пересечения прямой с поверхностью вращения

Частные случаи пересечения прямой с поверхностью вращения

В тех частных случаях, когда поверхность тела вращения перпендикулярна одной из плоскостей проекций, применять вспомогательные проецирующие плоскости нецелесообразно, так как одна из проекций точек входа и выхода уже выявлена на чертеже (рис. 41а).

В тех частных случаях, когда прямая, пересекающая поверхность тела, перпендикулярна одной из плоскостей проекций, также одна из проекций точек входа и выхода уже выявлена на чертеже, а другую находят с помощью параллели, проведенной через точку или при помощи дополнительной образующей, проведенной через точку (рис. 41 б).

Общий случай пересечения прямой с поверхностью вращения

Нахождение точек пересечения прямой общего положения с поверхностью конуса решается при помощи вспомогательной плоскости, проходящей через заданную прямую и вершину конуса.

Для примера возьмем прямой круговой конус и прямую a общего положения, пересекающую его коническую поверхность (рис. 42). Для определения точек пересечения достаточно вершину конуса S соединить прямой с произвольной точкой 1, находящейся на прямой a , найти горизонтальный след этой прямой M и данной прямой N .

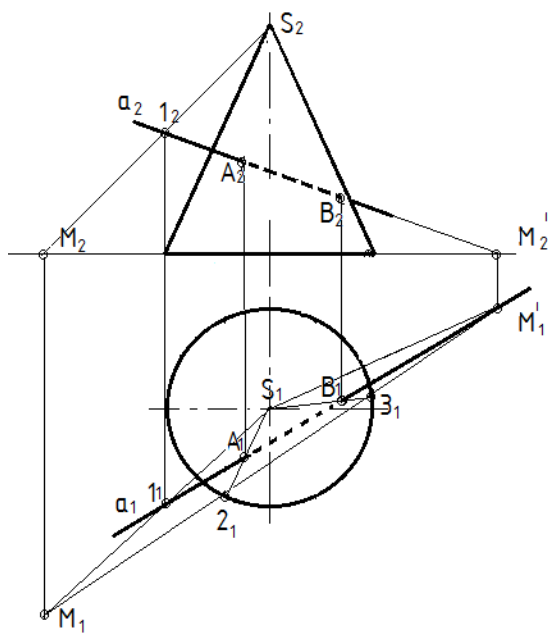


Рис. 42. Общий случай пересечения прямой с телом вращения

Соединяя проекции следов M_1 и M_1' прямой, получим точки 2 и 3 вспомогательной плоскости, которая пересечет конус по двум образующим S_2 и S_3 . Пересечение горизонтальной проекции прямой a с проекциями образующих дает горизонтальные проекции A_1

и V_1 искомым точкам входа и выхода. Затем при помощи линий связи находим их фронтальные проекции.

Развертки поверхностей вращения

По возможности развертываться в плоскость кривые поверхности делятся на развертываемые и условно-развертываемые. К развертываемым поверхностям относят цилиндрические, конические и поверхности с ребром возврата.

Развертки линейчатых развертываемых поверхностей выполняют как *приближенные*. Развертки неразвертываемых поверхностей выполняют *условно*.

Разверткой прямого кругового цилиндра является прямоугольник шириной, равной высоте цилиндра и длиной, равной длине окружности основания πd . Сверху и снизу к прямоугольнику пристраивают верхнее и нижнее основание – окружности диаметром d (рис. 43).

Разверткой прямого кругового цилиндра является прямоугольник шириной, равной высоте цилиндра и длиной, равной длине окружности основания πd . Сверху и снизу к прямоугольнику пристраивают верхнее и нижнее основание – окружности диаметром d (рис. 43).

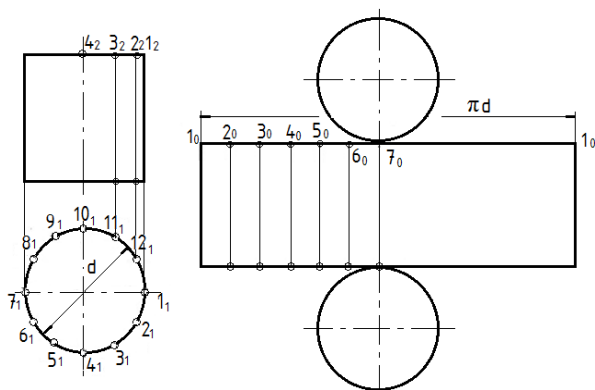


Рис. 43. Развертка цилиндра

Можно также построить развертку цилиндра способом аппроксимации (приближенная замена отсеков неразвертываемой поверхности отсеками развертываемой поверхности), когда вписывают в основание цилиндра правильный 12-угольник (на рис. показаны только его вершины 1, 2, 3, 4, ... 12).

Затем проводят прямую, на которой засекают последовательно 12 дуг, хорды которых равны стороне 12-угольников. Таким образом, развертку боковой поверхности прямого кругового цилиндра заменяют с достаточной для практики точностью разверткой правильной 12-угольной призмы, вписанной в данный цилиндр. К боковой развертке пристраивают верхнее и нижнее основание.

Задача на построение развертки конической поверхности решается так же, как в случае построения развертки пирамиды способом треугольника.

Если задана поверхность прямого кругового конуса, то развертка его боковой поверхности представляет собой круговой сектор, радиус которого равен длине образующей конической поверхности $l=|S12|$, а центральный угол при вершине $\varphi=360r/l$, где r — радиус окружности основания конуса (рис. 44).

Чтобы избежать вычислений, связанных с определением длины дуги сектора или угла φ , обычно вписывают в основание конуса правильный 12-угольник (на рис. показаны только его вершины 1, 2, 3, 4, ... 12). Затем описывают из произвольной точки S_0 дугу радиуса r , засекают последовательно 12 дуг, хорды которых равны стороне 12-угольников. Таким образом, развертку боковой поверхности прямого кругового конуса заменяют с достаточной для практики точностью разверткой правильной 12-угольной пирамиды, вписанной в данный конус (способ аппроксимации). К боковой развертке пристраивают основание.

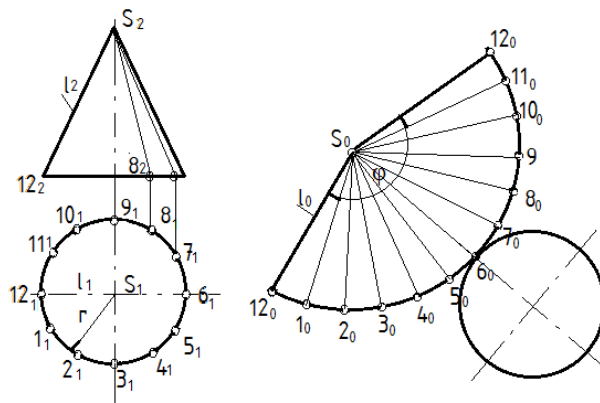


Рис. 44. Развертка конуса

Пересечение кривых поверхностей

Линия пересечения двух поверхностей в общем виде представляет собой пространственную кривую, которая может распадаться на две части и более. Строится линия пересечения при помощи вспомогательных плоскостей или кривых поверхностей, которые называются посредниками. Выбор вспомогательной поверхности (посредника) определяется формой и положением пересекающихся поверхностей. В качестве посредников могут использоваться проецирующие плоскости, плоскости уровня, плоскости общего положения, цилиндрические, конические и сферические поверхности. Следует по возможности подбирать такие вспомогательные поверхности, которые в пересечении с данными поверхностями дают простые для построения линии (например, прямые или окружности).

Обычно линию пересечения двух поверхностей строят по отдельным точкам. При этом нужно иметь в виду, что проекция линии пересечения всегда располагается в пределах площади наложения, т.е. общей площади проекций двух пересекающихся поверхностей. Общее правило построения линии пересечения поверхностей заключается в следующем:

- определяют опорные точки в пересечении контурных линий каждой поверхности;
- выбирают вид вспомогательных поверхностей;
- строят линии пересечения вспомогательных поверхностей с заданными поверхностями;
- находят точки пересечения построенных линий и соединяют их между собой.

Способ вспомогательных секущих плоскостей следует применять в том случае, когда оси пересекающихся поверхностей вращения параллельны между собой и занимают относительно плоскостей проекций частное положение. Тогда линии пересечения каждой поверхности вспомогательной плоскостью будут изображаться в виде простых линий – окружностей или прямых. В качестве примера

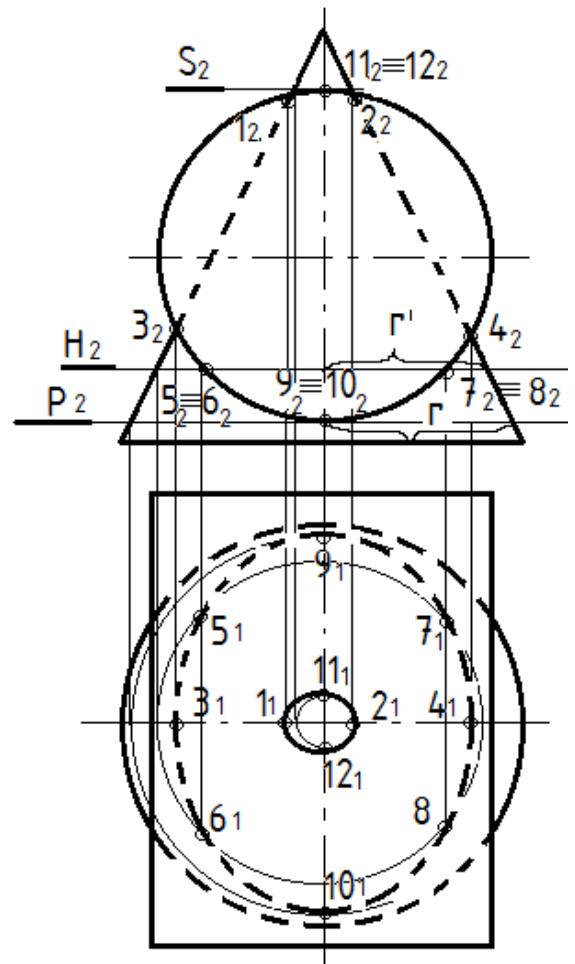


Рис. 45. Пересечение тел вращения

рассмотрим построение линии пересечения прямого кругового цилиндра и конуса (рис. 45).

Поскольку цилиндр находится в проецирующем положении относительно фронтальной плоскости проекций, то проекция линии пересечения на плоскость Π_2 совпадает с фронтальной проекцией цилиндра. Линия пересечения распадается на две части, так как фронтальная проекция цилиндра накладывается на очерк конуса только частично – верхняя часть и нижняя, а боковые части выходят за пределы конуса.

Раздел 2. Инженерная графика

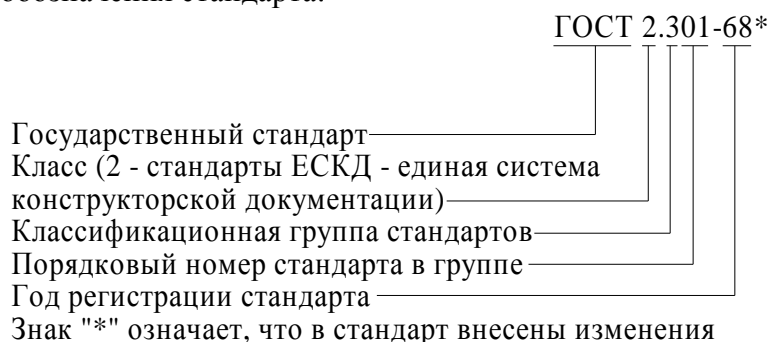
Тема 1. Общие правила оформления чертежей

Чертежи, схемы и другие конструкторские документы выполняют по единым правилам и нормам, установленным государственными стандартами – ГОСТами. Государственные стандарты сведены в единую систему конструкторской документации (ЕСКД).

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – комплекс государственных стандартов, устанавливающий взаимосвязанные правила и положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями, предприятиями и учебными заведениями. ЕСКД учитывает рекомендации Международной организации по стандартизации (ИСО), постоянной комиссии по стандартизации.

Соблюдение государственных стандартов обязательно для всех отраслей промышленности, проектных организаций, научных учреждений и т. д. Во всех учебных заведениях, где изучают инженерную графику, учебные чертежи выполняют по изложенным в ГОСТах правилам.

Стандарт имеет буквенное и цифровое обозначение. Далее представлена расшифровка обозначения стандарта:



Форматы (ГОСТ 2.301-68*)

Каждый чертеж должен быть выполнен на листе определенных размеров, который называется форматом. Формат определяется размерами внешней рамки. Внешняя рамка выполняется тонкой линией (Рис.2.1.1).

ГОСТ 2.301-68* устанавливает пять основных форматов для чертежей и других конструкторских документов: А0, А1, А2, А3, А4. Площадь формата А0 равна $\sim 1 \text{ м}^2$. Другие основные форматы могут быть получены последовательным делением формата А0 на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата. Размеры сторон основных форматов приведены в таблице 1.1.

Табл.1.1

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
А0	841 × 1189
А1	594 × 841
А2	420 × 594
А3	297 × 420
А4	210 × 297

При необходимости допускается применять формат А5, с размерами сторон 148×210 мм.

В технике все линейные измерения производят в мм и единицы измерения не указывают, в том числе на чертежах. При наличии других единиц – их обозначения указывают.

На чертежи наносится рамка (обрамляющая линия), которую проводят сплошной толстой основной линией. Обрамляющая линия проводится вдоль левой стороны формата на расстоянии 20 мм от внешней рамки (поле для подшивки), а вдоль остальных сторон – на расстоянии 5мм. (Рис.2.1)

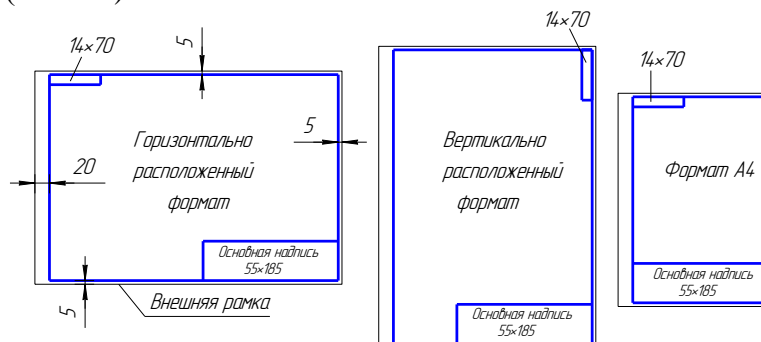


Рис.2.1

!!! Формат А4 располагается только вертикально. Остальные основные форматы можно располагать и вертикально, и горизонтально.

Основные надписи (ГОСТ 2.104-68*)

Каждый чертеж должен иметь основную надпись, которая располагается в правом нижнем углу чертежа: на формате А4 вдоль короткой стороны, а на форматах больше А4 может располагаться как вдоль длинной стороны, так и вдоль короткой стороны формата.

ГОСТ 2.104-68* устанавливает форму, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах:

на чертежах и схемах – форма 1 (Рис.2.1.2);

на текстовых документах – форма 2 и 2а (Рис.2. 1.3).

Форма 1

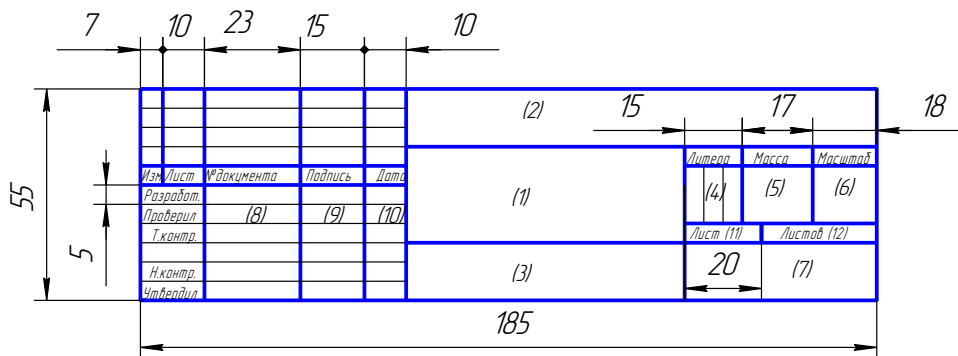
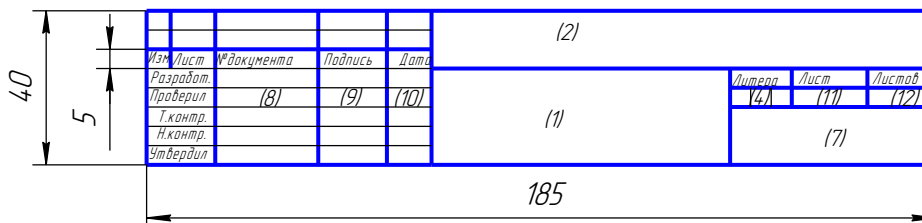


Рис.2.1.2

Форма 2



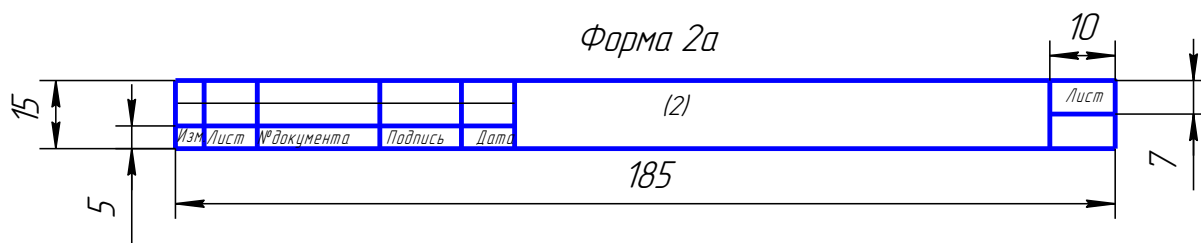


Рис.2.1.3

В учебных заведениях заполняют следующие графы (графы обозначены числами в скобках):

- графа 1 – наименование изделия, изображенного на чертеже. Вначале пишут имя существительное, затем определения;
- графа 2 – обозначение (номер) чертежа по ГОСТ 2.201-80;
- графа 3 – обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);
- графа 4 – литера, присвоенная документу (литера «У» – для учебных чертежей);
- графа 5 – масса изделия в килограммах;
- графа 6 – масштаб изображения;
- графа 7 – наименование учебного заведения (ТГУ) и группы;
- графа 8 – фамилии студента и преподавателя;
- графа 9 – подписи студента и преподавателя;
- графа 10 – дата подписания чертежа;
- графа 11 – порядковый номер листа;
- графа 12 – общее количество листов документа.

В графе с размерами 14×70 записывают то же обозначение чертежа, что и в графе 2, только повернутое на 180° для горизонтальных форматов и форматов А4, и на 90° для вертикальных форматов.

Масштабы (ГОСТ 2.302 – 68*)

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам.

Предпочтительно выполнять чертежи так, чтобы размеры изображения и самого предмета были равны, т.е. в масштабе 1:1. Однако, в зависимости от величины и сложности предмета, а также от вида чертежа часто приходится размеры изображения увеличивать или уменьшать по сравнению с истинными. В этих случаях прибегают к построению изображения в масштабе.

Согласно ГОСТ 2.302 -68* установлены следующие масштабы:

натуральная величина – 1:1;

масштабы уменьшения – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;

масштабы увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применение масштабов 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

При выборе масштаба следует руководствоваться, прежде всего, удобством пользования чертежом.

Масштаб, указываемый в графе, имеющей заголовок «Масштаб» (в основной надписи, в таблицах), обозначают по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т. д.

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают в скобках (без буквы М) рядом с обозначением изображения.

Например: А (2:1); Б – Б (2:1).

Линии (ГОСТ 2.303 – 68*)

ГОСТ 2.303 - 68* устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности и строительства (таблица 1.2)



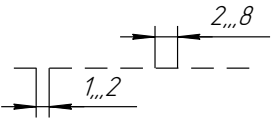
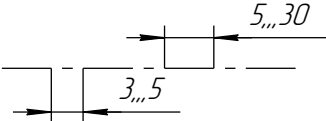

Толщина сплошной толстой основной линии S должна быть $0,5 \dots 1,4$ мм, в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Выбранные толщины линий должны быть одинаковыми для всех изображений на данном чертеже.

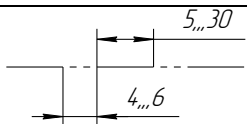
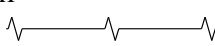
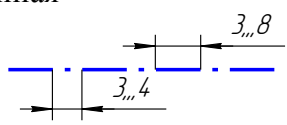
При выполнении учебных чертежей надо учитывать, что от правильного применения линий по их назначению, правильного выбора их толщин, качественного выполнения штриховых и штрих-пунктирных линий в большой мере зависит удобство пользования чертежом.

Штрихи штрих-пунктирной линии должны быть одинаковой длины. Одинаковыми оставляют и промежутки между штрихами. Штрих-пунктирные линии заканчивают штрихами. Центр окружности во всех случаях определяется пересечением штрихов.

Линии чертежа

Табл.1.2

№ n/n	Наименование и начертание	Толщина линий по отношению к основной линии	Основное назначение
1.	Сплошная толстая основная (в дальнейшем основная) 	$S(0,5 \dots 1,4)$	Линии видимого контура; линии перехода видимые; линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2.	Сплошная тонкая 	$S/3 \dots S/2$ ($0,4 \dots 0,7$)	Линии контура наложенного сечения; линии размерные, выносные; линии штриховки; линии-выноски, полки линий выносок; линии перехода воображаемые; линии для изображения пограничных деталей (обстановка); линии ограничения выносных элементов.
3.	Сплошная волнистая	$S/3 \dots S/2$	Линии обрыва; линии разграничения вида и разреза.
4.	Штриховая 	$S/3 \dots S/2$	Линии невидимого контура; линии перехода невидимого контура.
5.	Штрих-пунктирная тонкая 	$S/3 \dots S/2$	Линии осевые и центровые; линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.
6.	Разомкнутая 	$S \dots 1,5S$	Линии сечения
7.	Штрих-пунктирная тонкая с двумя точками	$S/3 \dots S/2$	Линии сгиба на развертках; линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях;

№ n/n	Наименование и начертание	Толщина линий по отношению к основной линии	Основное назначение
			линии для изображения развертки, совмещенной с видом.
8.	Сплошная тонкая с изломами 	$S/3 \dots S/2$	Длинные линии обрыва
9.	Штрих-пунктирная утолщенная 	$S/2 \dots 2/3S$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию; линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)

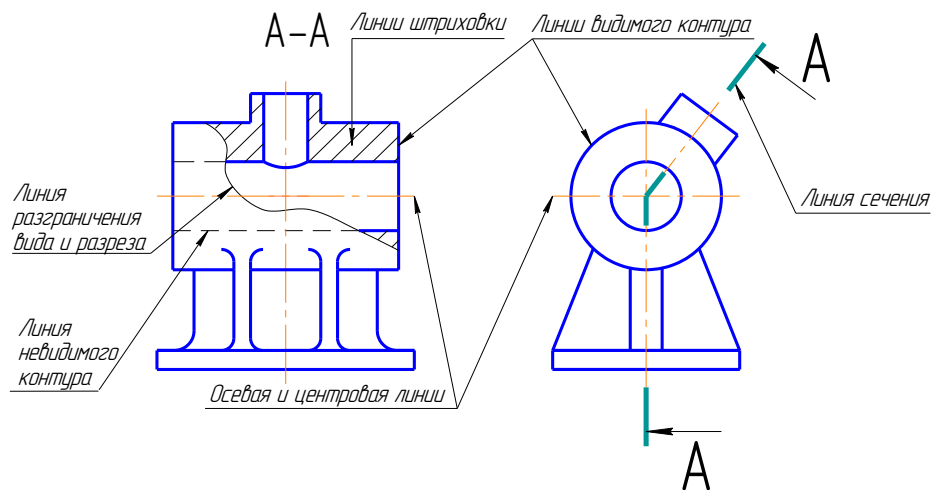


Рис.2.1.4

На рисунке 1.4 показан пример применения различных типов линий.

Шрифты чертежные (ГОСТ 2.304 – 81*)

Все надписи на чертежах следует выполнять шрифтами, установленными ГОСТ 2.304 – 81* «Шрифты чертежные».

Шрифты различают по типам и размерам.

Размер шрифта h определяется высотой прописных (заглавных) букв в миллиметрах, измеряемой перпендикулярно к основанию строки. Установлены следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Применение шрифта размером 1,8 не рекомендуется.

Стандартом установлены два типа шрифта: А и Б. Тип шрифта определяет кратность толщины d линии букв размеру шрифта: для типа А: $d=(1/14)h$, для типа Б: $d=(1/10)h$. Шрифты могут быть выполнены без наклона или с наклоном около 75 градусов к основанию строки.

Параметры шрифта

Толщина линии шрифта d определяется в зависимости от типа и высоты шрифта.

Ширина g буквы определяется по отношению к размеру шрифта h , например: $g=(6/10)h$, или по отношению к толщине линии шрифта d , например: $g=6d$. Шрифты в ГОСТ 2.304 – 81* выполнены по вспомогательной сетке, образованной вспомогательными линиями, в которую вписываются буквы. Шаг вспомогательных линий сетки определяется

в зависимости от толщины линий шрифта d . Построение шрифта на вспомогательной сетке показано на рис.1.5.



Рис.2.1.5

2. Нанесение размеров(ГОСТ 2.307-68)

Основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже.

Правила нанесения размеров на чертежах и других технических документах на изделия всех отраслей промышленности и строительства установлены ГОСТ 2.307 – 68. Размеры – это очень важная часть чертежа. Пропуск или ошибка хотя бы в одном из размеров делают чертеж непригодным к использованию.

Поэтому простановка размеров – одна из наиболее ответственных стадий при изготовлении чертежа.

При выполнении первых учебных чертежей студенту нужно знать основные правила нанесения размеров на чертежах.

Основные правила нанесения размеров

1. Различают размеры рабочие (исполнительные), каждый из которых используют при изготовлении изделия и его приемке (контроле), и справочные, указываемые только для большего удобства пользования чертежом. Справочные размеры отмечают знаком «*», а в технических требованиях, располагаемых над основной надписью, записывают: «* Размер для справок»

2. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях

3. Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения, угловые – в градусах, минутах и секундах, например: 4° ; $10^\circ 30' 24''$.

4. Для нанесения размеров на чертежах используют размерные линии, ограничиваемые с одного или обоих концов стрелками или засечками. Размерные линии проводят параллельно объекту, размер которого указывают. Выносные линии проводят перпендикулярно размерным (Рис.2.2.1), за исключением случаев, когда они вместе с измеряемым отрезком образуют параллелограмм (Рис.2.5.2). Нельзя использовать в качестве размерных линии контура, осевые и выносные.

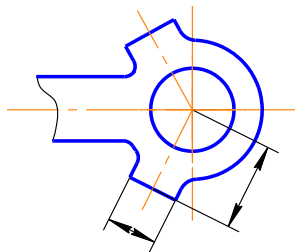


Рис.2.2.1

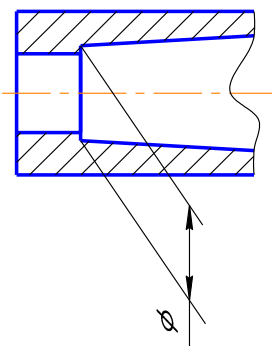


Рис.2.2.2

5. Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм (Рис.2.2.3). Необходимо избегать пересечения размерных линий между собой и выносными линиями. Выносные линии должны выходить за концы стрелок или засечек на 1...5 мм.

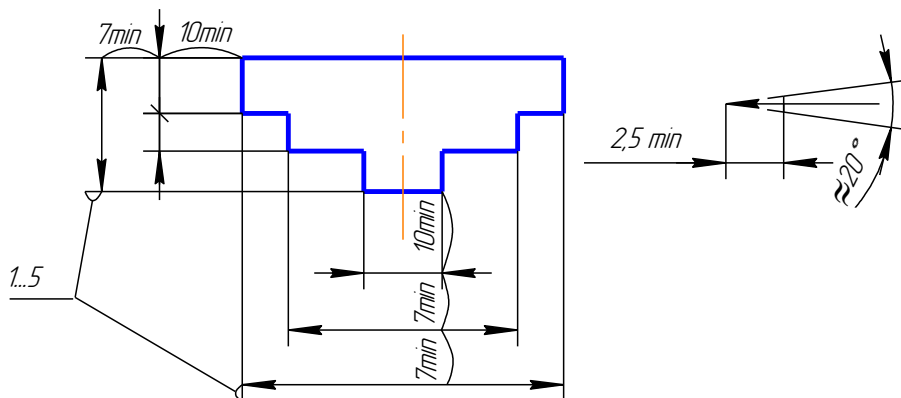


Рис.2.2.3

6. Размерные стрелки на чертеже должны быть приблизительно одинаковыми. Форма стрелки размерной линии и примерные ее размеры указаны на Рис.2.2.4.

7. Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине. При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий (Рис.2. 2.5).

8. При большом количестве параллельных или концентричных размерных линий числа смещают относительно середины в шахматном порядке (Рис.2.2.6)

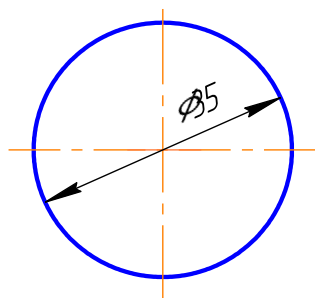


Рис.2.2.5

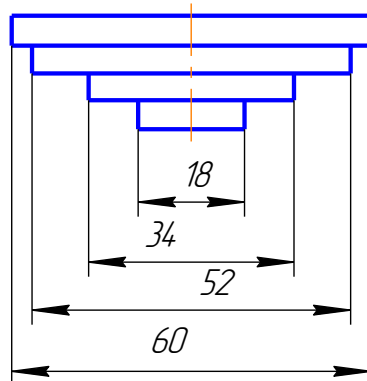


Рис.2.2.6

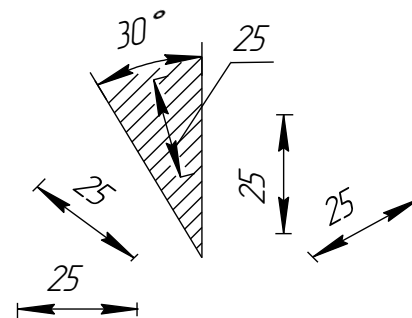


Рис.2.2.7

9. Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на Рис.2.2.7. Если необходимо указать размер в заштрихованной зоне, то размерное число наносят на полке линии – выноски.

Для учебных чертежей высота размерных чисел рекомендуется 3,5 мм или 5мм, расстояние между цифрами и размерной линией – 0,5...1 мм.

10. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки заменяют засечками, наносимыми под углом 45 градусов к размерным линиям или точками, но снаружи проставляют стрелки (Рис.2.2.8)

11. При недостатке места для стрелки из – за близко расположенной контурной линии последнюю можно прерывать (Рис.2.2.9)

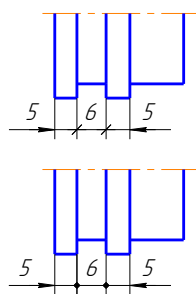


Рис.2.2.8



Рис.2.2.9

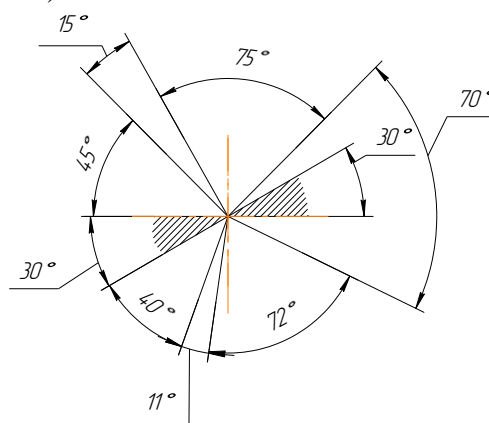


Рис.2.2.10

12. Угловые размеры наносят так, как показано на Рис.2.2.10. Для углов малых размеров размерные числа помещают на полках линий – выносок в любой зоне.

13. Если надо показать координаты вершины скругляемого угла или центра дуги скругления, то выносные линии проводят от точки пересечения сторон скругленного угла или от центра дуги скругления (Рис.2.2.11)

14. Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных, симметрично расположенных элементов, изображают только до оси симметрии с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или обрыва предмета, а размер указывают полный (Рис.2.2.12)

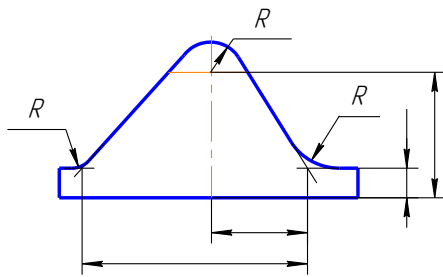


Рис.2.2.11

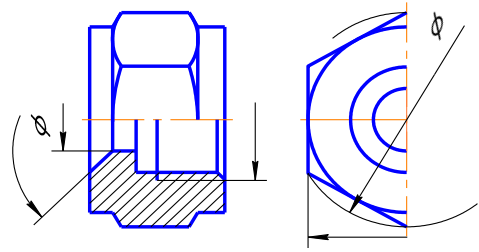


Рис.2.2.12

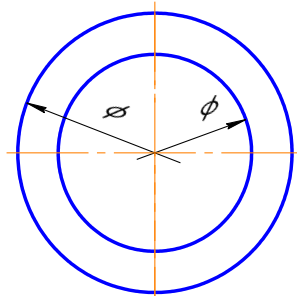


Рис.2.2.13

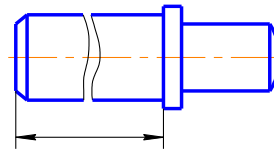
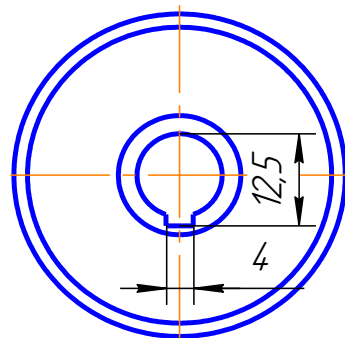


Рис.2.2.14

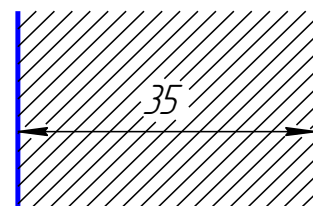
15. Размерные линии можно проводить с обрывом и при указании размера диаметров окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (Рис.2.2.13)

16. При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (Рис.2.2.14)

17. Размерные числа нельзя разделять или пересекать, какими бы то ни было линиями чертежа. Осевые, центровые линии (Рис.2.2.15а) и линии штриховки (Рис.2.2.15б) в месте нанесения размерного числа допускается прерывать.



а)



б)

Рис.2.2.15

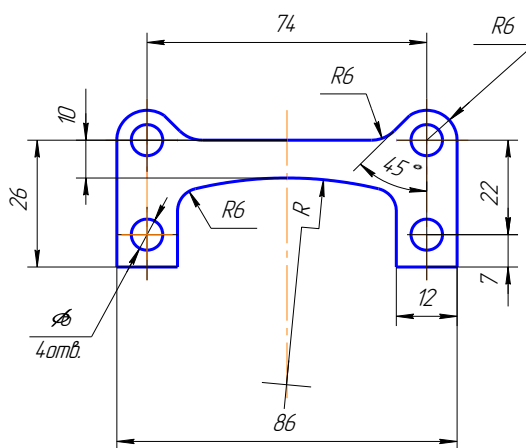


Рис.2.2.16

18. Перед размерным числом радиуса помещают прописную букву R. Ее нельзя отделять от числа любой линией чертежа (Рис.2. 2.16)

19. Размеры радиусов наружных и внутренних скруглений наносят, как показано на Рис.2.2.17. Способ нанесения определяет обстановка. Скругления, для которых задают размер, должны быть изображены. Скругления с размером радиуса (на чертеже), менее 1 мм не изображают.

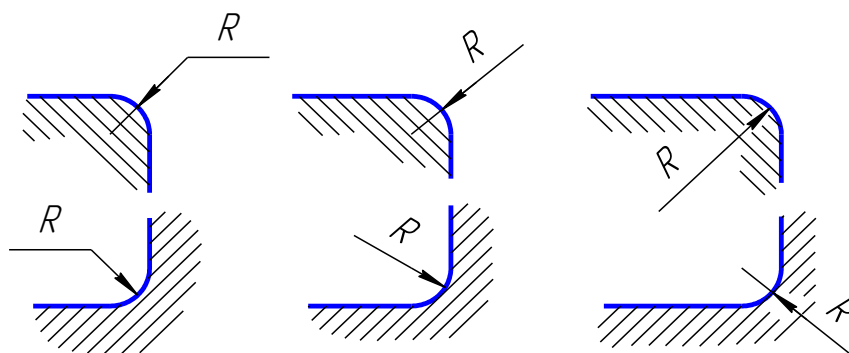


Рис.2.2.17

20. В случаях, если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, наносят слово «Сфера» или знак \circ (Рис.2.2.18). Диаметр знака сферы \circ равен размеру размерных чисел на чертеже.

21. Размер квадрата наносят, как показано на Рис.2.2.19. Высота знака \square равна высоте размерных чисел на чертеже.

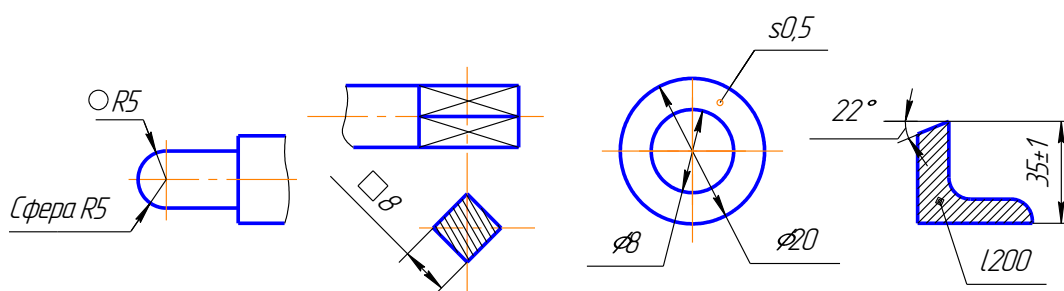


Рис.2.2.18

Рис.2.2.19

Рис.2.2.20

22. Если чертеж содержит одно изображение детали, то размер ее толщины или длины наносят, как показано на Рис.2.2.20а или б.

23. Размеры изделия всегда наносят действительные, независимо от масштаба изображения.

24. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения, располагая по возможности внутренние и наружные размеры по разные стороны изображения (Рис.2.2.21). Однако размеры можно нанести внутри контура изображения, если ясность чертежа от этого не пострадает.

25. При нанесении размера диаметра окружности знак \varnothing является дополнительным средством для пояснения формы предмета или его элементов, представляющих собой поверхность вращения. Этот знак проставляется перед размерным числом диаметра во всех случаях (Рис.2.2.20а). В ряде случаев, пользуясь этим знаком, можно избежать лишних изображений. Так, применение знака \varnothing позволило для детали на Рис.2. \2.21 ограничиться одним изображением.

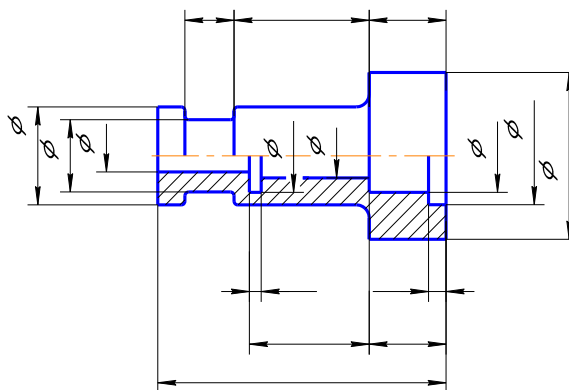


Рис.2.2.21

Последовательность нанесения размеров.

Размеры ставятся в следующей последовательности:

1. Поэлементные размеры – размеры каждой поверхности, входящей в данную деталь. Эти размеры ставятся на том изображении, где эта поверхность лучше читается.
2. Координирующие размеры – размеры привязки центров одних элементов к другим, межосевые, межцентровые.
3. Габаритные размеры – общая высота, длина и ширина изделий. Эти размеры располагаются дальше всего от контура детали.

Условности выполнения горно-геологических чертежей

Сложность и многообразие горно-геологических чертежей, необходимость передачи с их помощью большого объема различной информации делает необходимым широкое применение условных графических обозначений. Обозначения материалов регламентируются ГОСТ 2. 306-68 «Обозначения графические материалов и правила нанесения их на чертежах», а обозначения горных пород ГОСТ 2. 857-75 «Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий залегания».

С помощью условных обозначений на горно-геологических чертежах показываются вид материала, тип, структура, текстура и другие особенности полезных ископаемых и вмещающих горных пород, а также элементы горных работ (вскрывающие выработки, уступы и т. п.). При выполнении условных обозначений широко используются цветные линии и цветовое тонирование, а также буквы латинского и греческого алфавитов (см. Рис.2. 6, 1. 7).

Масштабы изображений на горно-геологических чертежах обычно выбирают из следующего ряда: 1: 5; 1: 10; 1: 20; 1: 50; 1: 100; 1: 200; 1: 500; 1: 1000; 1: 2000; 1: 5000; 1: 10000; 1: 25000.

Упрощенные контуры сложных криволинейных форм, горизонтали, изолинии, границы горных пород на разрезах и сечениях, линии ската откосов и нижнюю бровку уступов на планах вычерчивают сплошной тонкой линией, а нижнюю бровку насыпей (отва-

лов, терриконов, навалов и др.) - штрихпунктир ной тонкой. Верхнюю бровку уступов и гребни отвалов на плане принято выполнять основной линией.

На горных чертежах размеры проставляют в миллиметрах, кроме чертежей, на которых изображают большие площади и протяженные объекты. Например, чертежи шахтных полей, чертежи систем разработок, схемы вскрытия, погоризонтные планы, планы горных работ, чертежи транспортных и энергетических коммуникаций, чертежи всех видов по открытым разработкам, чертежи целиков и т. д. На этих чертежах все линейные размеры следует приводить в метрах, не указывая единицы измерения.

2.Изображения - виды, разрезы, сечения. Стандартные аксонометрические проекции.

Виды

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю *видимой части поверхности* предмета.

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий.

Виды разделяются на основные, местные и дополнительные. **Основные виды** - изображения, получаемые на основных плоскостях проекций - гранях куба (Рис.2,2.1): 1 - вид спереди (главный вид); 2 - вид сверху; 3 - вид слева; 4 - вид справа; 5 - вид снизу; 6 - вид сзади.

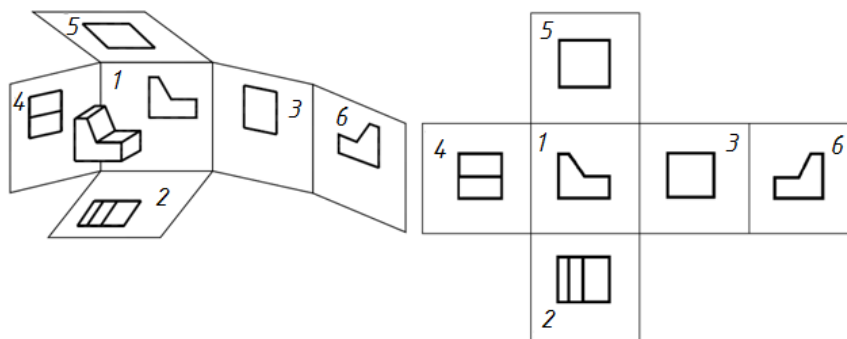


Рис.2,2.1. Основные виды

Название видов на чертежах не надписываются, если они расположены, как показано на рисунке 3, т.е. в проекционной связи. Если же виды сверху, слева и справа не находятся в проекционной связи с главным изображением, то они отмечаются на чертеже надписью по типу "А" (Рис.2,2.2).

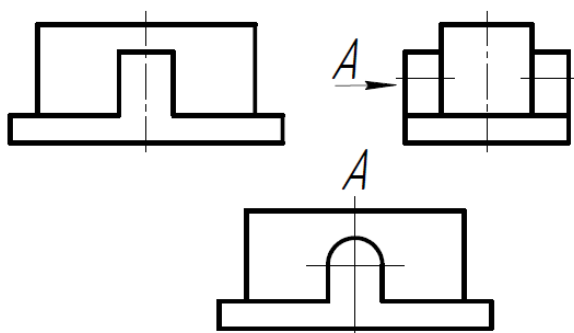


Рис. 2.2.2. Обозначение вида не в проекционной связи

Направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита. Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.

Местный вид - изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета на одной из основных плоскостей проекций. Местный вид можно располагать на любом свободном месте чертежа, отмечая надписью типа "А", а у связанного с ним изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указы-

вающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (Рис.2,2.3 в, г, виды Б и В).

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере, или не ограничен (Рис.2,2.3).

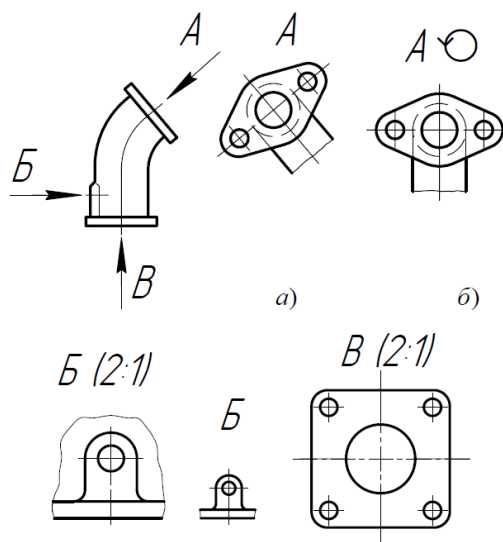


Рис. 2.2.3 Местные и дополнительные

Дополнительные виды - изображения, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций. Дополнительный вид отмечается на чертеже надписью типа "А", а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставится стрелка с соответствующим буквенным обозначением (стрелка А, Рис.2. 50 а), указывающая направление взгляда. Дополнительный вид можно повернуть, сохраняя при этом положение, принятое для данного предмета на главном изображении. При этом к надписи "А" добавляется знак \odot (повернуто) (Рис.2,2.3 б).

Когда дополнительный или местный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят.

Разрезы

Для выявления внутренней (невидимой) конфигурации предмета применяют условные изображения - сечения и разрезы.

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (Рис.2,2.4).

Положение секущей плоскости указываются на чертеже *линией сечения*. Для линии сечения применяется разомкнутая линия (Рис.2,2.6).

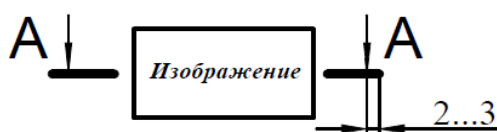


Рис.2,2.4. Обозначение разреза

В зависимости от определенных условий разрезы подразделяют, как показано на рисунке 2.2.5.

Вертикальные разрезы называются:

- а) фронтальными, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций;
- б) профильными, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

Сложные разрезы разделяются на:

- а) ступенчатые, если секущие плоскости параллельны (ступенчатые горизонтальные, ступенчатые фронтальные);
- б) ломаные, если секущие плоскости пересекаются.

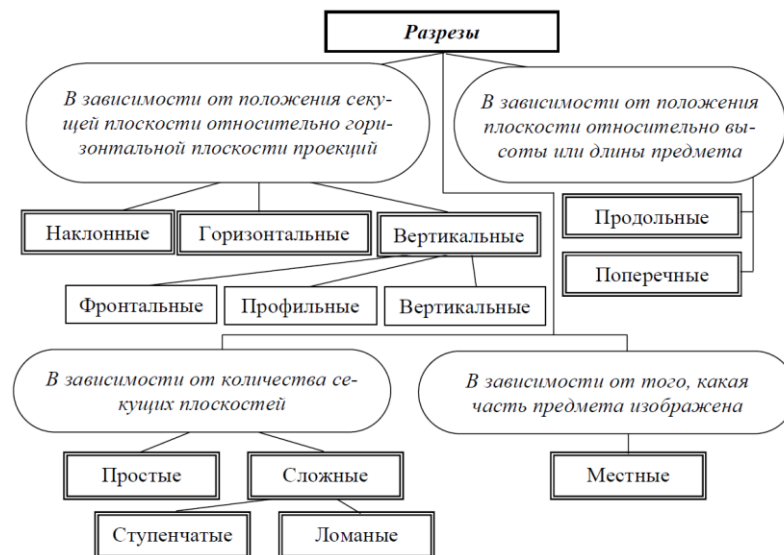


Рис.2,2.5. Классификация разрезов

Простые разрезы

Простой разрез на чертеже не обозначается, если выполняются одновременно два следующих условия:

- 1) секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали;
- 2) в проекционной связи на месте основного вида горизонтальный разрез – на месте вида сверху, фронтальный – вида спереди, профильный – вида слева (Рис.2. 8 справа).

Если не выполняется хотя бы одно из этих условий, то разрез обозначается, как показано на рисунке 2.2.6 слева.

Наклонный разрез должен строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками. Такой разрез допускается располагать на любом месте чертежа, с поворотом и добавлением к надписи А-А знака \odot (Рис.2.2.7).

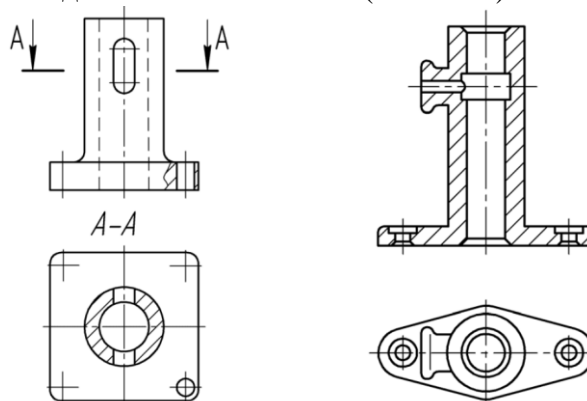


Рис.2,2.6. Изображение разрезов

Разрезы, служащие для выяснения устройства предмета лишь в отдельных, ограниченных местах, называются **местными** (Рис.2,2.8). Местные разрезы выделяются на виде сплошными волнистыми линиями.

Если вид и соответствующий ему разрез симметричны относительно одной и той же оси, то симметричные их части рекомендуют соединять в одно изображение. Границей между видом и разрезом в этом случае является ось симметрии (Рис.2,2.9а). Если ось симметрии вертикальна, то обычно левее оси показывают вид, а правее - разрез. Если ось симметрии горизонтальна, то обычно вид располагается выше оси, а разрез - ниже.

Нельзя соединять половину вида с половиной разреза, если какая-либо линия изображения совпадает с осевой линией, например, ребро. В этом случае соединяют большую

часть вида с меньшей частью разреза (Рис.2,2.11б) или большую часть разреза с меньшей частью вида (Рис.2,2.11в) с помощью тонкой линии обрыва.

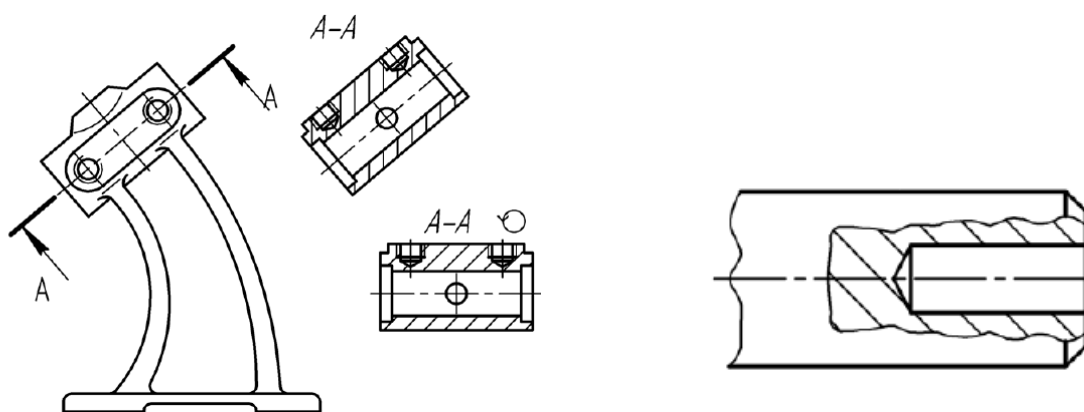


Рис.2,2.7. Наклонный разрез

Рис.2.2.8. Местный разрез

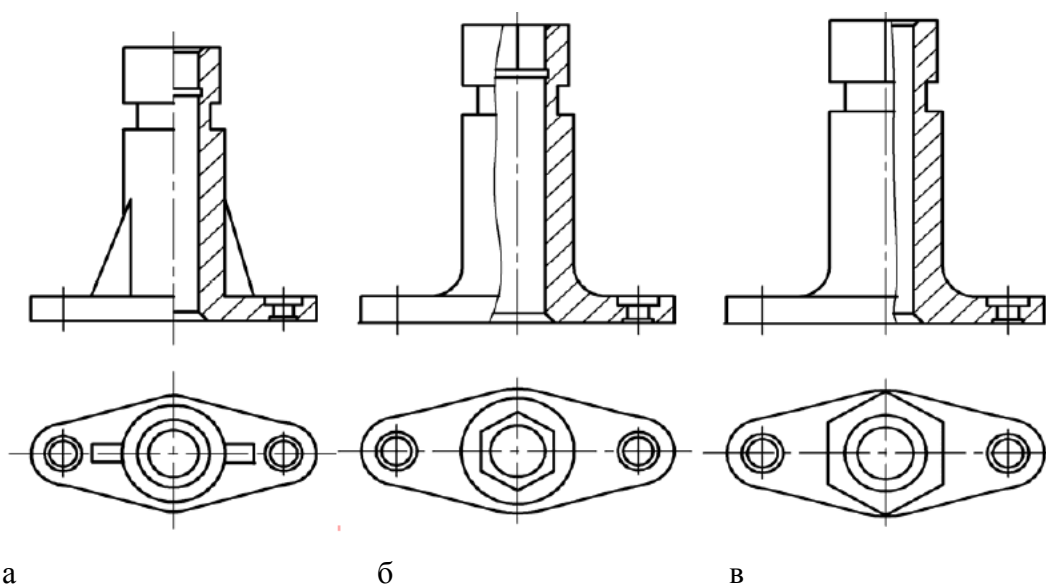


Рис.2,2.9. Совмещение вида с разрезом

. Сечения

Сечением называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Сечения делятся на:

- 1) вынесенные (Рис.2,2.10);
- 2) наложенные (Рис.2,2.11).

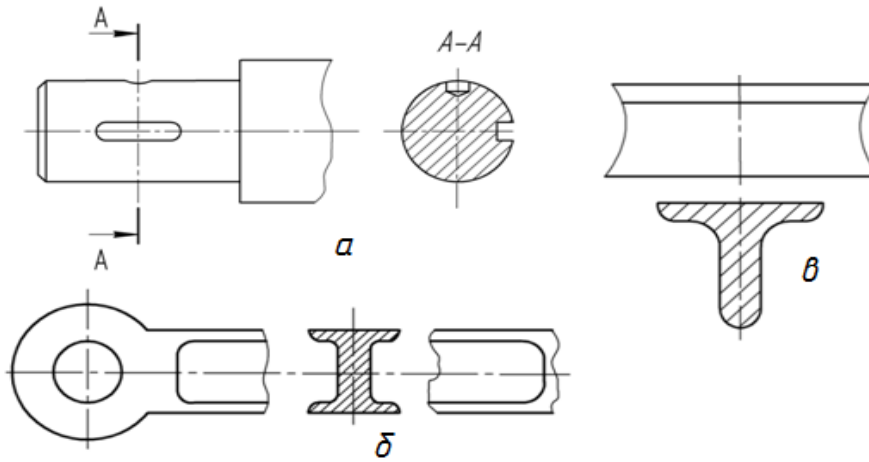


Рис. 2.2.10. Вынесенные сечения

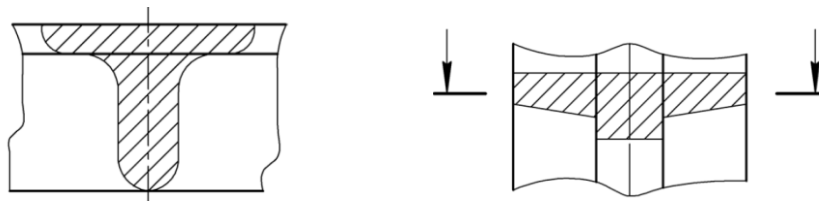


Рис.2.2.11. Наложённые сечения

Графическое обозначение материалов в сечениях в зависимости от вида материалов должно соответствовать приведенным в таблице 2.1.

Таблица 3,1

Графические обозначения материалов в сечениях

Обозначение	Материал	Обозначение	Материал
	Металлы и твердые сплавы		Стекло и другие прозрачные материалы
	Неметаллические материалы		Жидкости

Аксонетрические проекции

Для выполнения наглядных изображений ГОСТ 2.317-69 "Аксонетрические проекции" устанавливает следующие аксонетрические проекции, применяемые в чертежах всех отраслей промышленности и строительства (Рис.2,2.14).

1. Прямоугольные
 - а) изометрическая проекция;
 - б) диметрическая проекция.
2. Косоугольные
 - а) фронтальная изометрическая проекция;
 - б) горизонтальная изометрическая проекция;
 - в) фронтальная диметрическая проекция.

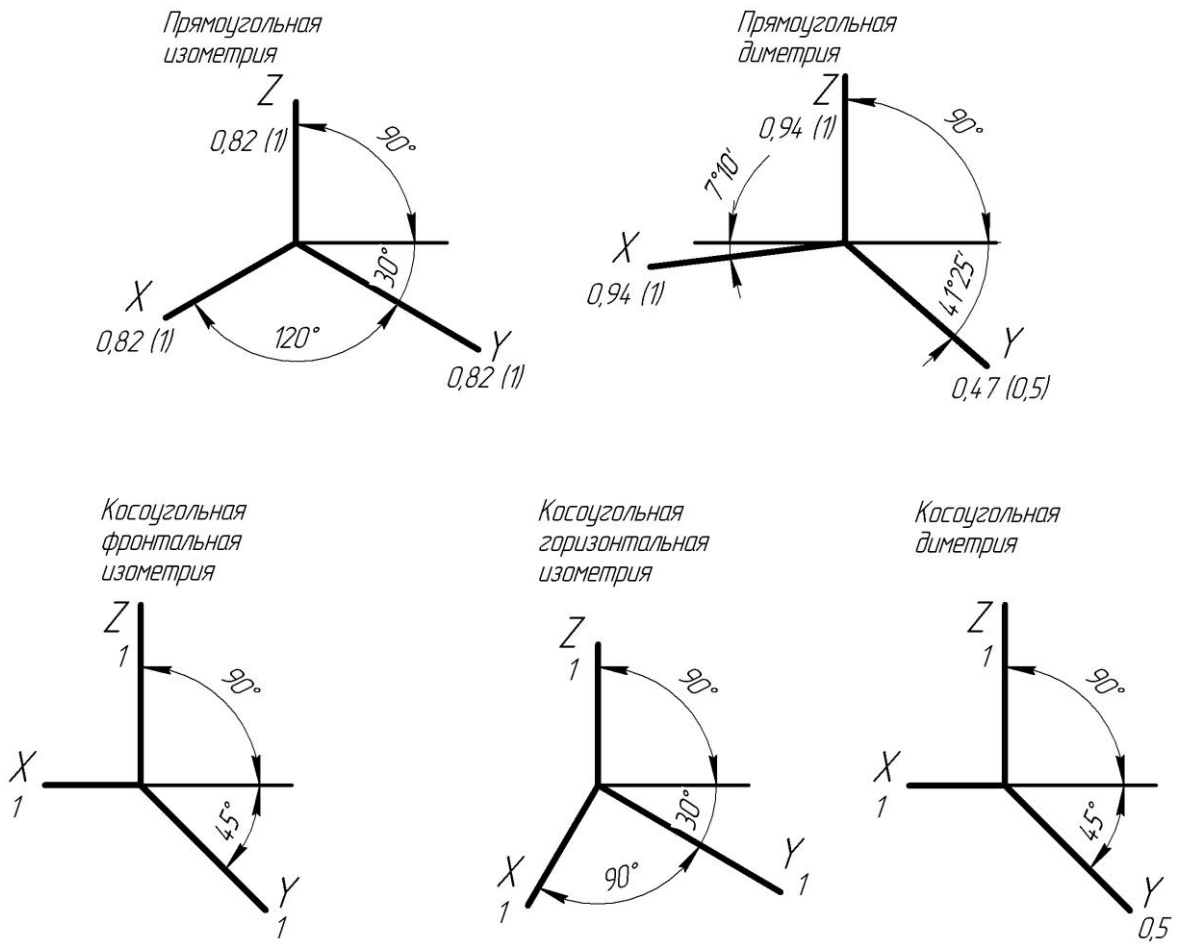


Рис.2.2.12 Аксонометрические проекции

Раздел 3. Основы машиностроительного черчения

1. Резьба

Основные параметры резьбы

Резьбы предназначены для преобразования движения (вращательного в поступательное или наоборот) и для соединения отдельных деталей в сборочные единицы. ГОСТ 11708-82 устанавливает термины и определения основных понятий для цилиндрических и конических резьб.

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. Цилиндрическая резьба - резьба, образованная на цилиндрической поверхности. Коническая резьба - резьба, образованная на конической поверхности.

Резьба наружная – резьба, образованная на наружной цилиндрической или конической поверхности.

Резьба внутренняя – резьба, образованная на внутренней цилиндрической или конической поверхности. В резьбовом соединении внутренняя резьба является охватывающей поверхностью и выполняется на поверхности отверстия.

Профиль резьбы – плоский контур выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения.

Сбег резьбы – участок в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, на которой резьба имеет неполный профиль (Рис.3.1.1).

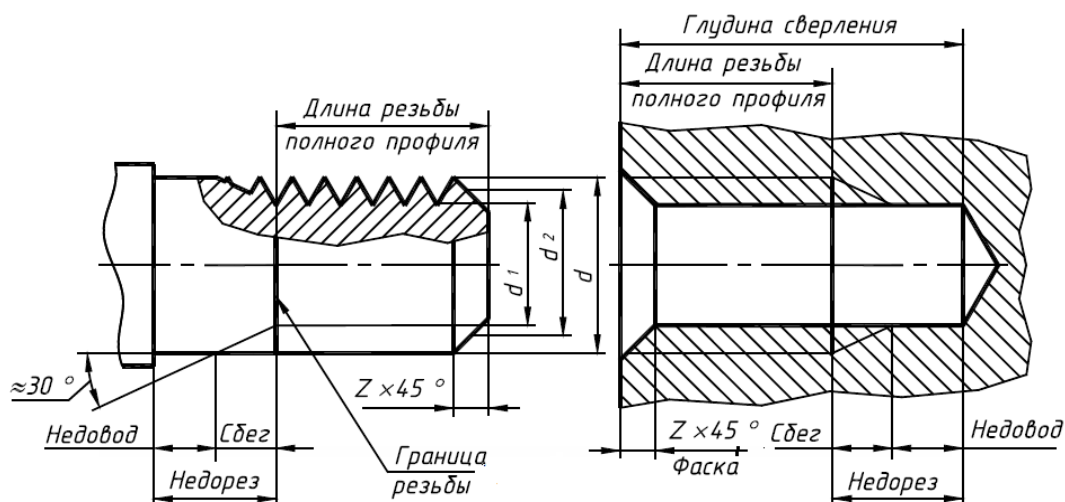


Рис. 3.1.1 – Основные параметры резьбы

Номинальный диаметр резьбы d – диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее образовании (Рис.2, 2).

Шаг резьбы P (рис. 2) – расстояние по линии параллельной оси резьбы, между средними точками ближайших одноименных сторон ее профиля, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы.

Ход резьбы (рис. 2) – это величина относительного осевого перемещения гайки (винта) за один оборот. В однозаходной резьбе ход равен шагу ($P_h = P$) (рис.2а), в многозаходной – произведению шага P на число заходов Z ($P_h = P Z$) (рис.2б).

Классификация резьбы

Резьбы классифицируются по разным признакам:

По числу заходов. Резьба, образованная одним выступом резьбы, называется *однозаходной* (рис. 3.1.2 а), а двумя или более равномерно расположенными выступами – *многозаходной* (рис. 3.1.2б);

по направлению – левая (резьба, образованная контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя), и правая (резьба, образованная контуром, вращающимся по часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя);

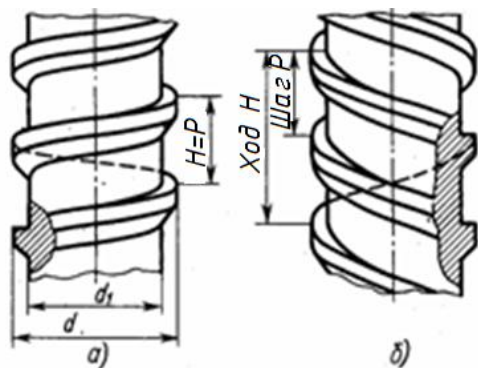


Рис. 3.1.2 – Однозаходная и двухзаходная резьба

по профилю резьбы (рис. 3.1.3) – на треугольную (а-метрическая, б-трубная), трапецеидальную(г), упорную (в), прямоугольную (д) и круглую (е);

по назначению – крепежные и ходовые. Крепежные резьбы применяют для соединения деталей конструкций машин и механизмов.

Ходовые резьбы используют для передачи движения. Наиболее распространенная крепежная резьба - метрическая. Она стандартизована (ГОСТ 9150-81 и 8724-81) и имеет профиль равностороннего треугольника.

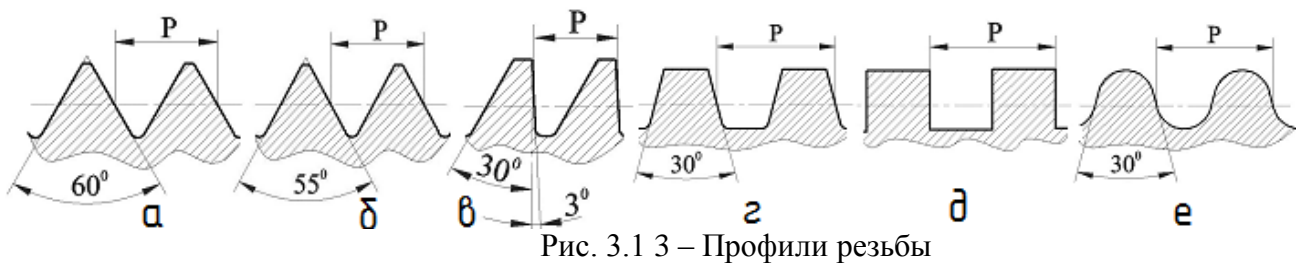


Рис. 3.1.3 – Профили резьбы

Изображение и обозначение резьбы на чертежах

На чертежах резьба, как правило, изображается условно, так как изображение ее действительной формы очень трудоемко. По ГОСТ 2.311-68 резьба на стержне изображается сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями - по внутреннему. В отверстии – сплошными основными по внутреннему диаметру, а тонкими – по наружному.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте (рис.3.1.4).

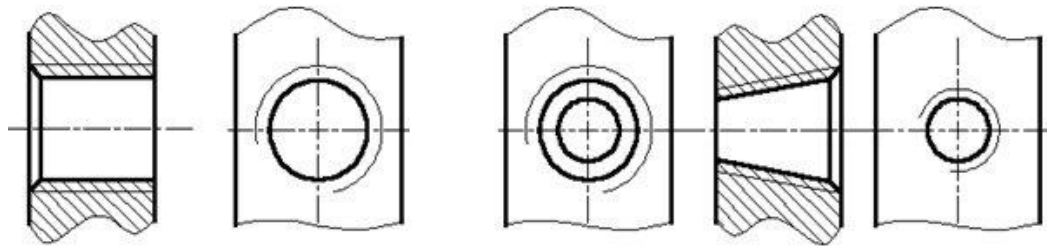


Рис. 3.1.4 – Изображение резьбы в отверстии

Резьбу, показываемую как невидимую (Рис. 3.1.5), изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру. Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега).

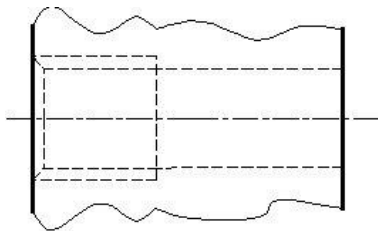


Рис. 3.1.5 – Изображение невидимой резьбы

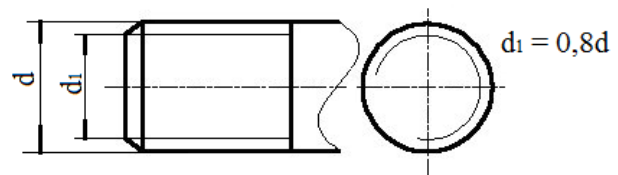


Рис. 3.1.6 - Изображение границы резьбы

Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба невидимая (рис.3.1.5 и 3.1.6). Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстиях, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (рис. 3.1.7).

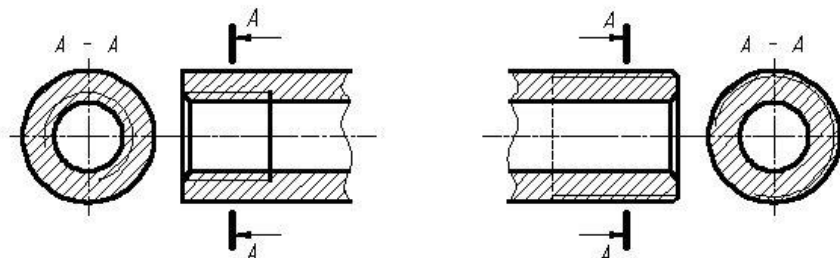


Рис. 3.1.7 – Изображение резьбы в разрезе

Допускается изображать недорез резьбы, как показано на рисунке 3.1. 8.

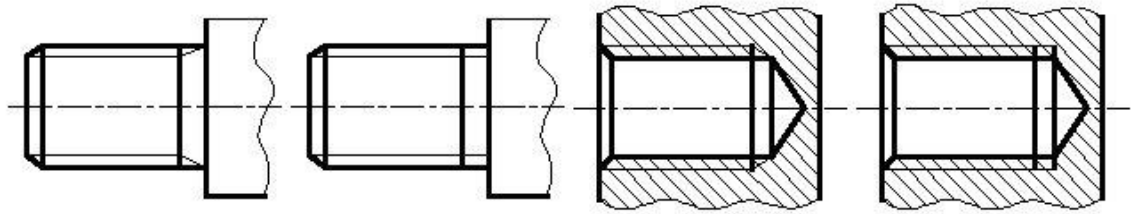


Рис. 3.1 8 – Изображение недореза резьбы

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рисунке 3.1.9.

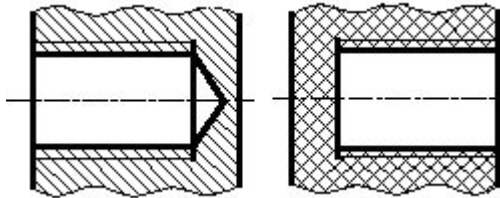


Рис. 3.1 9 – Упрощение в изображении резьбы

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают (рис. 4, 6, 7). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

Для изготовления резьбы полного профиля делают *проточку*, диаметр которой больше номинального диаметра резьбы в отверстии и меньше – на стержне (Рис.21).

Обозначение резьбы указывают по соответствующим стандартам на размеры резьбы и относят их для всех видов резьбы, кроме конической и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на рисунках 3.1.10 и 3.1.12.

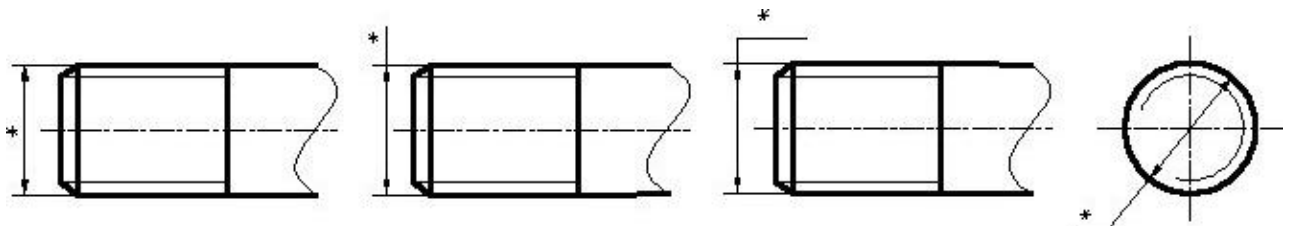


Рис. 3.1 10 – Обозначение наружной резьбы

Обозначение конической и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на рисунке 13 на полке с выносной линией, оканчивающейся стрелкой. Размер трубной резьбы задается по внутреннему диаметру трубы, на который рассчитывается пропускная способность (условный диаметр).

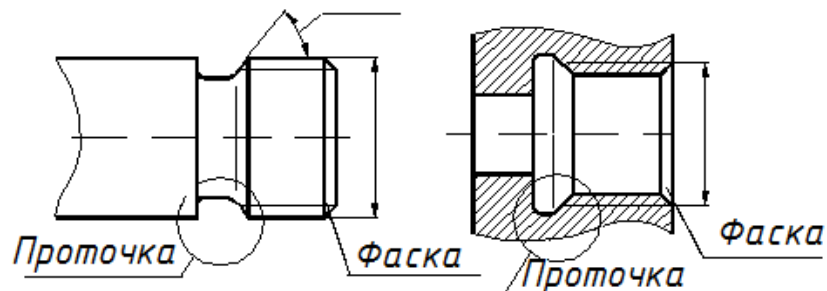


Рис. 3.1 11 – Изображение проточки и фаски на резьбе

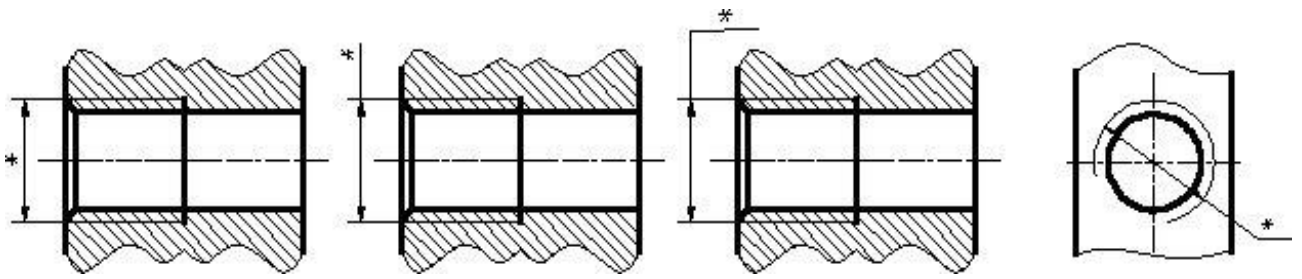


Рис. 3.1 12 – Обозначение внутренней резьбы

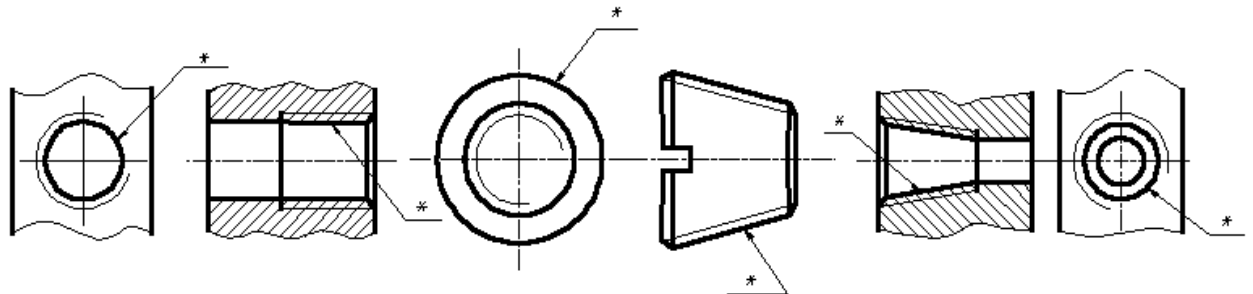


Рис. 3.1 13– Обозначение трубной цилиндрической и конической резьбы

Все резьбы, кроме трубной и дюймовой, измеряются в мм. На чертеже резьба задается своим основным параметром - наружным диаметром, а трубная – диаметром условного прохода, т.е. диаметром внутреннего отверстия присоединяемой трубы. Перед числом пишется буквенное обозначение. Крупный шаг резьбы не наносится. В обозначении резьбы с мелким шагом указывают также и величину шага, поскольку у мелкой резьбы шаг может быть различным при одном и том же диаметре резьбы. Буквенные обозначения резьбы: М– метрическая цилиндрическая, МК – метрическая коническая; Тг – трапецидальная; S– упорная; G – трубная цилиндрическая; R – трубная коническая; R_c – внутренняя трубная коническая; R_p – внутренняя трубная цилиндрическая; Кр – круглая; Sp – специальная.

На рисунках 3.1.10, 3.1.12 и 3.1.13 вместо обозначения показаны *. Примеры обозначений:

M16– Метрическая цилиндрическая резьба, с наружным диаметром 16 мм, крупным шагом, однозаходная, правая;

M16X1,5 – Метрическая цилиндрическая резьба, с наружным диаметром 16 мм, мелким шагом 1,5 мм, однозаходная, правая;

M16X 3(P1,5)LH– Метрическая цилиндрическая резьба, с наружным диаметром 16 мм, ходом 3 мм и шагом 1,5 мм, двухзаходная, левая;

$R1\frac{3}{4}$ – Коническая наружная резьба размера условного прохода $1\frac{3}{4}$ дюйма(это диаметр внутреннего отверстия в трубе), (для внутренней конической вместо R пишется R_c);

$G\frac{3}{4}$ –Трубная цилиндрическая резьба с размером условного прохода $\frac{3}{4}$ дюйма;

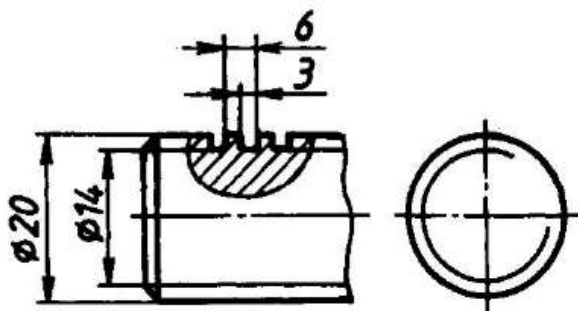


Рис. 3.1 14 – Чертеж детали с прямоугольной резьбой

$G \frac{3}{4}$ – Трубная цилиндрическая левая резьба с размером условного прохода $\frac{3}{4}$ дюйма.

Для нестандартной резьбы – прямоугольной не существует стандартного обозначения и частично на чертеже показывают местным разрезом ее профиль с размерами (Рис.3.1.14).

При изображении резьбы в соединении деталей резьба стержня всегда перекрывает собой резьбу отверстия (Рис.3.1.15). При изображении резьбового соединения в разрезе стержень, не имеющий полостей, не штрихуют.

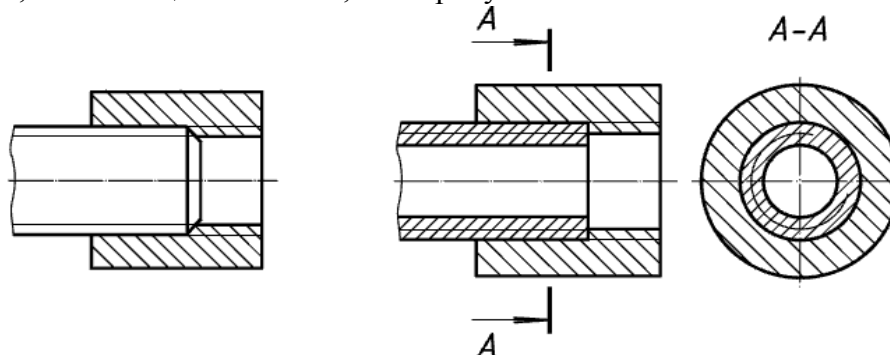


Рис. 3.1. 15 – Разрез резьбового соединения

Соединения деталей Разъемные соединения

Все соединения деталей делят на разъемные и неразъемные.

Разъемными называют такие соединения, которые позволяют производить многократную сборку и разборку конструкции без разрушения ее составных частей. К ним относят соединения, собранные с помощью специальных стандартных дополнительных деталей (болтов, винтов, гаек, шайб, шпилек, шплинтов, шпонок и др.), а также соединения шлицевые и др.

Все крепежные детали изготавливаются в соответствии со стандартами на размеры и технические требования к ним и имеют строгое, установленное стандартами, обозначение. В учебном процессе используется упрощенная (сокращенная) схема условных обозначений стандартных крепежных деталей. Поэтому в условное обозначение студентам рекомендуется включать только наименование, вариант исполнения, основные размеры и номер соответствующего стандарта.

Согласно ГОСТ 2.315-68 крепежные детали: болт, винт, гайка, шайба, шпилька, шплинт и штифт в соединениях (на чертежах сборочных единиц) изображаются упрощенно или условно, когда диаметры стержней деталей на чертеже 2 мм и менее. Такие крепежные детали как шпонка и заклепка, а также элементы шлицевого соединения изображаются с упрощениями, предусмотренными ГОСТ 2.109-73.

Соединения болтом, винтом и шпилькой осуществляются при помощи резьбы и называются резьбовыми.

Соединение деталей болтом

В состав болтового соединения входят: болт, гайка, шайба и соединяемые детали со сквозными цилиндрическими отверстиями, диаметры которых при выполнении данного задания рекомендуется принять равными $1,1d$, где d - номинальный (наружный) диаметр резьбы болта и гайки. Длину болта (l) приближенно можно определить по формуле

$$l = A + S + h + K,$$

где A - сумма толщин соединяемых деталей (в данном случае $B_1 + B_2$);
 S - толщина шайбы, H_f - высота гайки, K - высота выступающей части болта,
 d - диаметр резьбы болта и гайки.

Рассчитанная по формуле длина болта уточняется по ряду длин, установленному ГОСТ 7798-70, из которого следует выбрать значение, ближайшее к расчетному.

d – по варианту;
 $H = 0,8 d$;
 $h = 0,7 d$;
 $D = 2d$;
 $D_{ш} = 2,2 d$;
 $S_{ш} = 0,1 d$;
 $K = 0,3d$;
 l – по ГОСТ

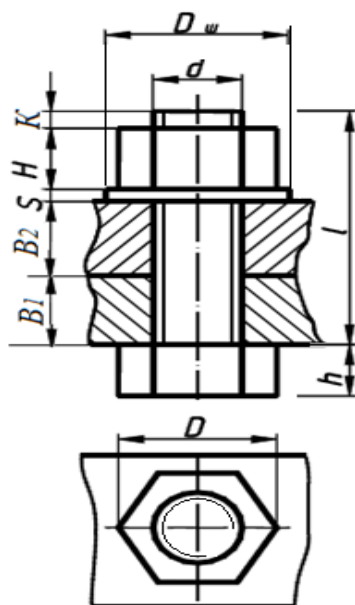


Рис. 3.1.16 – Упрощенное соединение болтом

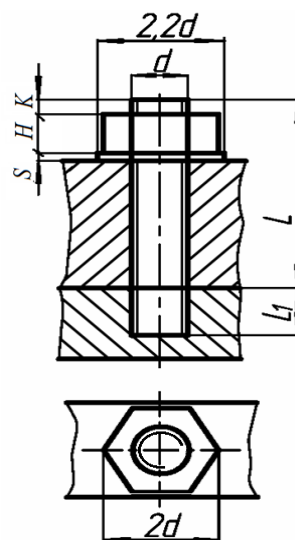


Рис.3.1.17 – Упрощенное соединение шпилькой

На рисунке 16 изображено упрощенное болтовое соединение, которое может рассматриваться как простейший сборочный узел. На сборочных чертежах болтовые соединения изображаются упрощенно или условно. При упрощенном изображении зазоры между стержнем и отверстием не показывают. Дуги скругления фасок на головке болта и гайки, а также фаски на стержне, не вычерчивают. Линию границы резьбы на стержне не показывают, а тонкую линию внутреннего диаметра резьбы проводят по всей длине стержня болта.

Соединение шпилькой

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Шпильчатое соединение состоит из шпильки, гайки и шайбы. В одной из соединяемых деталей просверливают глухое отверстие. В этом отверстии нарезают резьбу диаметром d . Шпильку резьбовым посадочным концом L_1 завинчивают в отверстие. Затем в присоединяемой детали просверливают отверстие диаметром $(1,05-1,1) d$ и надевают ее на шпильку.

После этого на шпильку надевают шайбу и навинчивают гайку (Рис.3.1.17). Размеры деталей упрощенного изображения соединения берутся в зависимости от диаметра резьбы шпильки. Упрощения на чертеже аналогичны упрощениям на болтовом соединении.

Длина ввинчиваемого (посадочного) конца шпильки L_1 выбирается из таблицы 3.11 в зависимости от области применения.

Таблица 3.1

Область применения шпилек нормальной точности

ГОСТ на шпильку	Длина посадочного конца шпильки	Материал нижней детали
22032-76	$l_1 = d$	Сталь, бронза, латунь
22034-76	$l_1 = 1,25d$	Ковкий и серый чугун
22038-76	$l_1 = 2d$	Лёгкие сплавы

2. Соединение винтом

Винтовое соединение состоит из самого винта и двух соединяемых деталей. В одной из них просверлено глухое отверстие с резьбой. Винт свободно проходит сквозь отверстие присоединяемой детали и ввинчивается в глухое резьбовое отверстие другой детали, причем, коническая головка винта не должна выступать над поверхностью детали (Рис. 3.1.18). Размеры деталей упрощенного изображения соединения берутся в зависимости от диаметра резьбы винта.

Длина ввинчиваемого (посадочного) конца винта L_1 зависит от материала детали, имеющей резьбовое отверстие, и выбирается из таблицы 3.2.

Таблица 3. 2

Область применения винтов	
Длина ввинчиваемой части винта	Материал нижней детали
$l_1 = 1,25d$	Сталь, бронза, латунь
$l_1 = 2d$	Ковкий и серый чугун
$l_1 = 2,5d$	Лёгкие сплавы

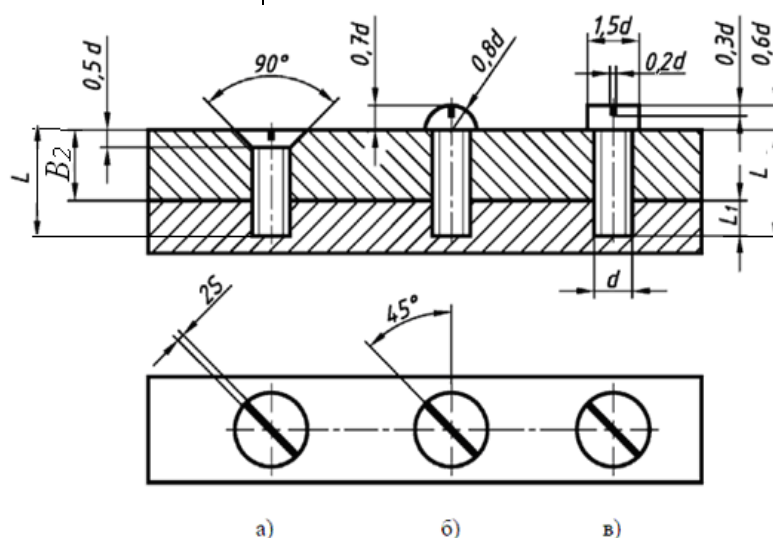


Рис. 3.1.18 – Упрощенное изображение винтового соединения:

- а) винт с потайной головкой ГОСТ 17475–80;
- б) винт с полукруглой головкой ГОСТ 17473–80;
- в) винт с цилиндрической головкой ГОСТ 1491–80

Пример условного обозначения стандартных изделий – болтов, винтов и шпилек:

Болт М12×60 ГОСТ 7798–70 – болт с диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной $L = 60$ мм;

Винт М8×50 ГОСТ 1491–80 – винт с цилиндрической головкой, с диаметром резьбы $d = 8$ мм, длиной $L = 60$ мм;

Шпилька М16×120 ГОСТ 22032–76 – шпилька с диаметром резьбы $d = 16$ мм, длиной $L = 120$ мм.

Неразъемные соединения

Неразъемными называют соединения, которые могут быть разобраны лишь путем разрушения одного или более элементов конструкции (например, сварные, паяные, клеевые и др.).

Неразъемные соединения могут быть получены сваркой, пайкой, склеиванием, клепкой.

Сварка. Различают соединения (Рис.3.1.19): *стыковое*(а), *нахлесточное*(г), *угловое* (б) и *тавровое*(в), обозначаемые символами *С*, *Н*, *У*, *Т* соответственно. Кромки свариваемых деталей могут быть подготовлены различным способом: без скосов, со скосом одной

кромки, со скосом двух кромок, с двумя симметричными скосами одной кромки, с отбортовкой кромок и др. Для их различия к соответствующему буквенному символу добавляется еще цифровое обозначение вида подготовленных кромок: $C1, C2, C3$ и т.д.; $У1, У2, У3, \dots$; $H1, H2, H3, \dots$; $T1, T2, T3, \dots$

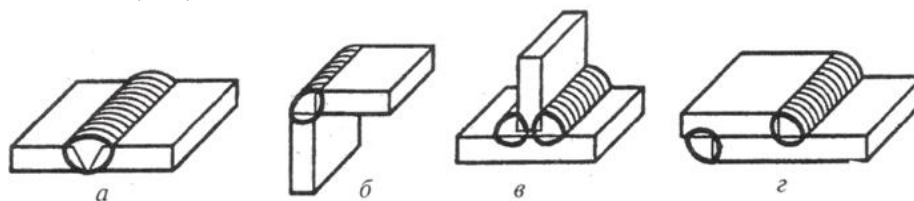


Рис. 3.1.19 – Сварные соединения

Шов может быть односторонним и двусторонним, непрерывным или прерывистым с цепным или шахматным расположением свариваемых участков, точечным и др. Шов может выполняться при монтаже изделия по замкнутой или незамкнутой линии, на флюсовой подушке, на стальной или флюсомедной подкладке, в среде защитного газа, с плавящимся или неплавящимся электродом и т.д. Все это находит отражение в условных обозначениях швов сварных соединений, в соответствующих стандартах.

Правила обозначения швов сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой, изложены в ГОСТ 5264–80; выполняемых сваркой под флюсом – в ГОСТ 8713–79; выполняемых дуговой сваркой в защитном газе – в ГОСТ 14771–76 и т.д. Следовательно, чтобы правильно обозначить шов сварного соединения надо знать вид сварки (дуговая или газовая, ручная или автоматическая и т.д.), тип шва (С, Н, У, Т), форму подготовки кромок.

Согласно ГОСТ 2.312–72, *видимый шов* изображают *сплошной основной линией*, а *невидимый* – *штриховой линией* (рис. 3.1.20а). *Условное обозначение шва* наносят или над полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва или одиночной сварной точки с лицевой стороны, или под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны, причем на линии выноске делается *односторонняя стрелка*. За лицевую сторону одностороннего шва принимают сторону, с которой производят сварку. Вспомогательный знак – треугольник и размеры катета проставляют согласно стандарту на данный шов. Знак выполняется сплошными тонкими линиями. Высота знака должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

Пайка. Склеивание. Правила изображения швов, получаемых пайкой, склеиванием изложены в ГОСТ 2.313–82 "Условное изображение неразъемных соединений". Согласно стандарту, *место соединения элементов*, начерченных в разрезе и на видах, *показывают толстой сплошной линией, толщиной 2s*.

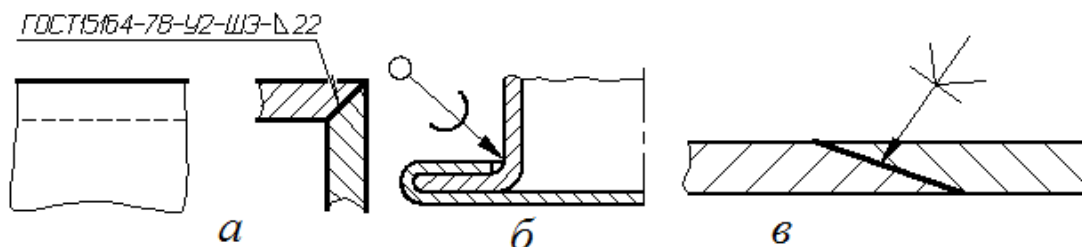


Рис. 3.1 20 – Изображение неразъемных соединений (а – сварное, б – паяное по замкнутой линии, в – клеевое)

От места пайки проводится начинающаяся *двусторонней стрелкой* тонкая линия – выноска. На линии-выноске, между стрелкой и полкой, наносится сплошной основной линией символ пайки (П) выпуклостью к двусторонней стрелке симметричной формы или символ склеивания (К). Для обозначения на чертеже швов по периметру, линию-выноску заканчивают окружностью, диаметром 3 ... 4 мм (рис. 20 б, в).

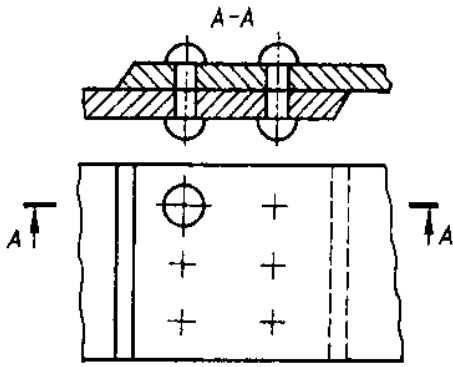


Рисунок 3.1.21 – Соединение заклепкой

Клепка. При соединении заклепками скрепляемые листы или накладывают один на другой – соединение *внахлестку*, или стыкуют один к другому – соединение *встык*, и ставят одну или две накладки, затем в соединяемых деталях просверливают отверстия, вставляют заклепку и ударами, или сильным давлением расклепывают свободный конец, создавая вторую головку. По числу рядов заклепок швы делят на *однорядные* и *многорядные*, а по расположению заклепок – на *параллельные* и *шахматные*.

По ГОСТ 2.313–82 швы заклепочных соединений могут изображаться условно. В проекциях на плоскость, перпендикулярную оси, заклепки должны изображаться условными знаками "+", нанесенными тонкими линиями (рис. 3.1.21).

Если изделие, изображенное на чертеже, имеет клепаный шов, то одну или две (крайние) заклепки в сечении и на виде следует показывать условно, а остальные центровыми или осевыми линиями.

2. Эскиз и рабочий чертеж детали

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

Рабочий чертеж детали – конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Этот документ содержит данные о материале, шероховатости поверхностей, технические требования и др. Таким образом, рабочий чертеж включает в себя как графическую, так и текстовую часть.

Рабочие чертежи деталей разрабатываются по снятым с натуры эскизам или по сборочному чертежу изделия.

Эскиз – это документ временного характера, содержащий изображение детали и другие данные для ее изготовления и выполненный от руки без точного соблюдения масштаба, но с соблюдением пропорций. Эскизы выполняются на листах писчей бумаги в клетку или на миллиметровке стандартного формата.

Эскиз должен давать полное представление о внешней и внутренней формах детали, ее размерах, обработке и иметь все поясняющие надписи, необходимые для ее изготовления.

Оформляется эскиз рамкой и основной надписью по форме 1 (прил. Б). Для работы лучше всего использовать мягкие карандаши «ТМ» или «М». Эскизы выполняют в таком масштабе, чтобы даже на мелких деталях можно было проставить все размеры, обозначения и надписи. Для цифровых и текстовых надписей и обозначений используют стандартный шрифт, размером не менее 3,5 мм, что диктуется удобством чтения.

Эскиз должен содержать полную характеристику детали:

- 1) четкие геометрические формы;
- 2) геометрические зависимости элементов, связанных между собой размерами;
- 3) технологические сведения о допусках и посадках для контролируемых размеров, а также указания о шероховатости и специальных покрытиях поверхностей;
- 4) характеристику материала: показатели механических или специальных свойств материала, как например, термообработка или кислотоупорность и т. д.

Выполнение эскиза детали с натуры

Последовательность выполнения эскиза детали с натуры

Последовательность графического выполнения эскиза детали с натуры состоит из следующих этапов:

1. Определяется геометрическая форма детали и ее основных элементов, на которые можно мысленно расчленить деталь.
2. Выбирается главный вид детали и устанавливается необходимое и достаточное количество изображений: видов, разрезов, сечений. Например, для деталей типа тел вращения достаточно одного изображения на плоскости проекций, параллельной оси тела: вида, разреза с указанием знаков \emptyset перед размерными числами диаметров.

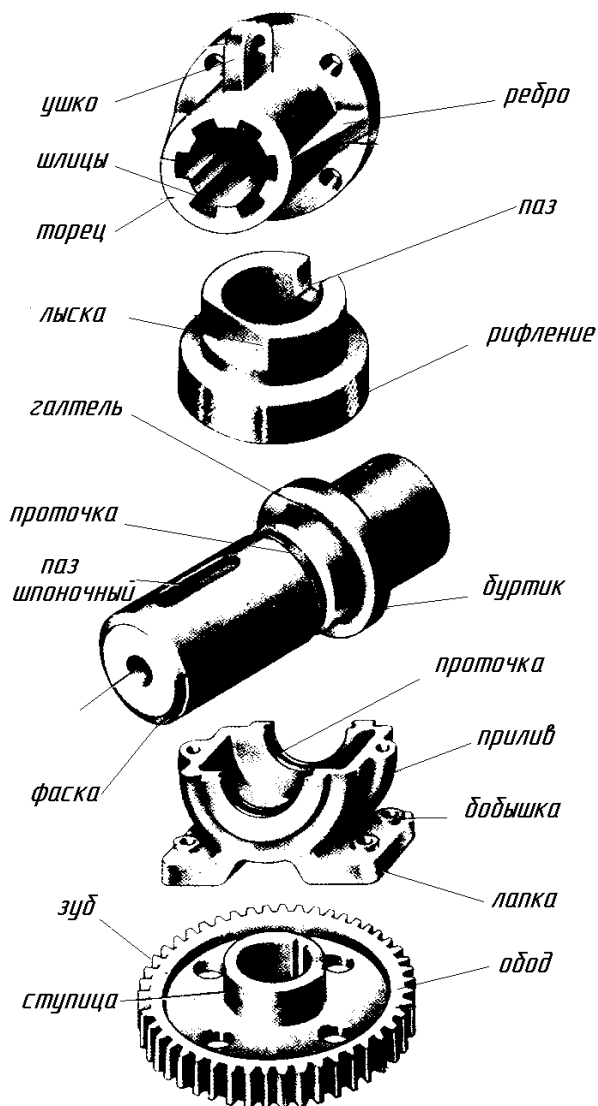


Рисунок 3.2.1 - Элементы деталей

Одного изображения достаточно также для деталей типа валов, втулок с резьбой с обозначением резьбы. Для деталей типа тел вращения с различными конструктивными элементами, например отверстиями, срезами, пазами, главное изображение дополняют одним или несколькими видами, разрезами, сечениями, которые выявляют форму этих элементов, а также выносными элементами. На рис.3.2.1 изображены наиболее часто встречающиеся элементы деталей и их наименование.

Для симметричных деталей рекомендуется при ее изображении соединять половину вида с половиной разреза.

При выполнении эскиза (и рабочего чертежа) учитывают положение детали в сборочной единице или положение детали при разметке на разметочной плите, или ее положение на металлорежущем станке при выполнении наиболее трудоемкой технологической операции. Например, фланцы, маховики, шкивы, блоки, цилиндры, зубчатые колеса, валы, оси и подобные им детали, имеющие форму тел вращения, располагают так, чтобы на главном виде их ось была параллельна основной надписи чертежа.

3. Устанавливается формат листа для эскиза по ГОСТу 2.301—68, с учетом требований к характеристике детали на эскизе.

4. Производится компоновка изображений на поле эскиза, определяются границы изображений, проводятся осевые и центровые линии.

5. Наносятся линии контура детали.
6. Наносятся линии внутренних очертаний детали и одновременно выполняются необходимые разрезы, сечения и дополнительные виды.
7. Наносятся выносные и размерные линии и знаки.
8. После обмера детали проставляются размеры.
9. Наносятся штриховка, знаки обработки, поясняющие надписи, и заполняется основная надпись.
10. Производится обводка контура после уточнения изображений.

При выполнении эскизов следует обратить внимание на соблюдение пропорций отдельных элементов детали и их проекционной связи. Перед тем, как обвести все изображения, нужно уточнить конструктивные особенности детали, связанные с технологичностью ее изготовления, например, наличие фасок, проточек, канавок, галтелей и т. д. (прил. Е), если деталь получается путем механической обработки, или литейных уклонов и литейных радиусов, литьем, необходимо учесть, что многие детали могут иметь различные дефекты, которые не следует принимать во внимание: неровности, вмятины, искривления, раковины в отливках, смещение центров отверстий, разницу толщины стенок пустотелых деталей, выступы избытка металла на деталях, изготавливаемых литьем или поковкой и т. д.

При заполнении основной надписи следует указывать по ГОСТу материал, из которого изготовлена деталь.

Выполнение эскиза точеной детали

На рис. 3.2.2 деталь, взятая для выполнения эскиза в качестве примера (крышка), состоит в основном из тел вращения (цилиндров и конусов), поэтому ее расположение на чертеже должно быть горизонтальным. Наличие шестиугольной призмы делает необходимым выполнение ее второго вида. Наружная проточка может быть показана с помощью выносного элемента.

Внутренняя конструкция детали может быть показана на половине разреза. На главном виде цилиндрические поверхности должны быть расположены вправо, так как в этом положении выполняется наибольшее число операций при изготовлении детали.

Учитывая проведенный выше анализ формы детали (крышка) и число ее изображений и размеров, выполнять эскиз этой детали целесообразно на формате А3, расположенном горизонтально. Под рабочее поле формата эскиза, проведя рамку и очертив место для основной надписи, приступают к размещению изображений (рис. 3.2.3).

Для этого отмечают габаритными многоугольниками места для будущих изображений (в данном случае для главного вида слева), учитывая, что между ними должно быть место для размеров, а также то, что на эскизе кроме видов располагается еще и выносной элемент.

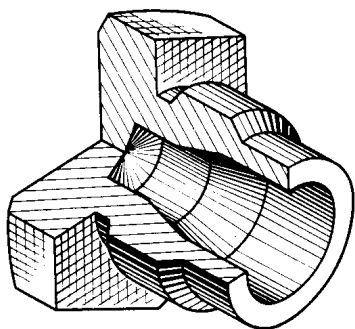
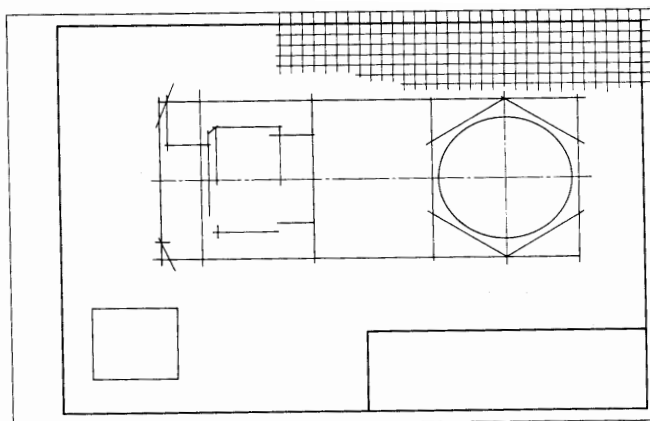


Рис. 3.2.2 - Крышка



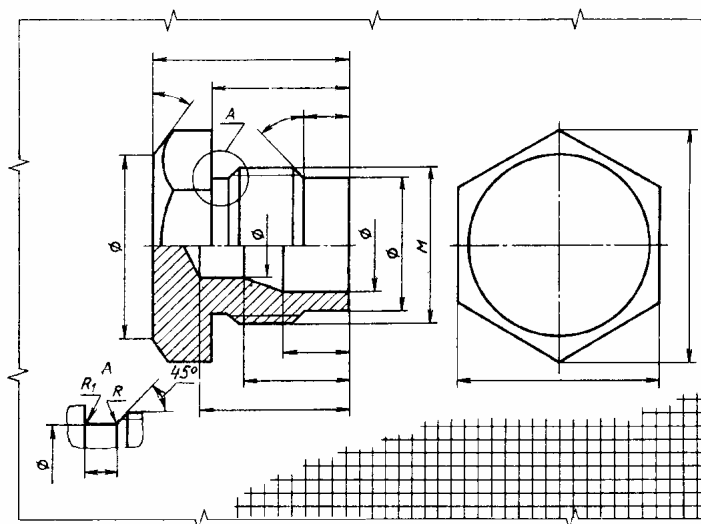


Рис. 3.2.3 - Этапы выполнения эскиза детали «Крышка»

Габаритные угольники проводят тонкими линиями, учитывая при этом наибольшие размеры детали по высоте, ширине и длине. Затем прорисовывают контуры видов и разрезов в пределах габаритных многоугольников, а также размещают дополнительные изображения на свободном поле формата эскиза. В данном случае речь идет о размещении выносного элемента (рис. 3.2.3). На этом же этапе выполняют штриховку разрезов и сечений. При нанесении выносных и размерных линий руководствуются правилами нанесения размеров и базовой простановки размеров с учетом конструкции детали и технологии ее изготовления. При соединении половины вида с половиной разреза размеры, относящиеся к наружной конструкции детали, следует ставить на виде, а к внутренней – на разрезе (рис.26). После этого необходимо измерить размеры самой детали, для которых на изображениях проведены размерные линии, надписать размерные числа, заполнить основную надпись и обвести изображение.

Для определения линейных размеров при выполнении эскизов используют простейшие измерительные инструменты – линейку, кронциркуль (для измерения наружных размеров), нутромер (для внутренних размеров). С их помощью размеры измеряют с погрешностью 1—0,5 мм. Более точно (с погрешностью 0,1—0,05 мм) измеряют размеры штангенциркулем.

3. Сборочный чертеж

Сборочный чертеж – это документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. Содержание и правила оформления сборочных чертежей устанавливает ГОСТ 2.109-73. Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля изделия;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- размеры: и другие параметры, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному сборочному чертежу; указания о методах выполнения неразъемных соединений (паяных, сварных и др.);
- техническую характеристику изделия (при необходимости).

Изображение сборочной единицы должно давать представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу.

Сборочная единица – это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, опрессовкой и т.п.).

Различают сборочный чертеж и *чертеж общего вида*.

На сборочном чертеже нет необходимости выявлять форму всех деталей, поэтому он может содержать меньшее количество изображений, чем чертеж сборочной единицы общего вида, где должны быть выявлены технические формы всех деталей. Для выполнения этого требования часто дают ряд дополнительных изображений для групп деталей или отдельных деталей.

Некоторые изображения могут быть выполнены в увеличенном или уменьшенном масштабе по отношению к главному виду. Смежные детали в разрезах и сечениях выделяют разной по направлению и плотности штриховкой, одинаковой для каждой детали на всех изображениях. Соединения резьбовые изображают упрощенно по ГОСТ 2.315-68.

Проставление позиций на сборочном чертеже

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанных в спецификации. Номера, позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей..

Линии – выноски и полки на чертежах выполняют сплошной тонкой линией, длина полка – 6...8 мм. Линию - выноску заканчивают точкой на изображении соответствующей части устройства. Линии – выноски по возможности не должны пересекаться между собой и не должны быть параллельны линиям штриховки и линиям основной надписи.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта размерных чисел. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и разрезах. Номера позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается делать общую линию – выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления.

Простановка размеров на сборочном чертеже

На сборочных чертежах проставляют следующие размеры: габаритные, монтажные, установочные, присоединительные.

Габаритными называются размеры, определяющие предельные внешние очертания изделия. Если изделие имеет наружные перемещающиеся части, изменяющие его габарит, то допускается их изображать в крайних или промежуточных положениях с соответствующими размерами.

Монтажные размеры – размеры, необходимые при сборке изделия (расстояния между осевыми линиями).

Установочные размеры – размеры, указывающие место установки одной детали относительно другой при сборке изделия.

Присоединительные размеры – размеры элемента, по которому данное изделие присоединяется к другому. Например, диаметр выходного отверстия, размер резьбы и т.п. Любой из этих размеров может быть справочным и отмечен на чертеже звездочкой (*).

В технических требованиях на чертеже делается запись: «* Размеры для справок». К ним относятся, например, размеры, перенесенные с чертежей деталей, входящих в изделие, и используемые в качестве установочных и при-

соединительных; размеры, определяющие предельные положения перемещающихся частей (ход поршня, ход штока клапана); габаритные размеры, если они перенесены с чертежей деталей или являются суммой размеров нескольких деталей.

Условности и упрощения при выполнении сборочного чертежа

Допускается:

- изображать упрощенно резьбовые и другие крепежные соединения по ГОСТ 2.315-68;
- не показывать фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, насечки и другие мелкие элементы, а также зазоры между стержнем и отверстием;
- помещать изображения пограничных (соседних) изделий («обстановки») сплошными тонкими линиями;
- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия (например, масленки) изображать внешними очертаниями;
- не показывать составные части изделия, закрывающие другие части изделия и затрудняющие чтение чертежа (маховики, кожухи, рукоятки, перегородки). При этом над изображением делают соответствующую надпись, например «*Маховик поз. 11 не показан*»;
- детали, изготовленные из прозрачного материала, вычерчивать как непрозрачные;
- сплошные валы, шпиндели, рукоятки, стандартные изделия изображаются в продольных разрезах не рассеченными. Также не рассеченными показывают составные части, на которые выпущены самостоятельные чертежи, например затвор вентиля;
- детали, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, показывают до осевой линии сечений витков;
- сварное, паяное, клепаное и т.п. изделия в сборе штрихуются в разрезах в одну сторону, причем границы между деталями) вычерчиваются сплошными основными линиями;
- подвижные части сборочного узла, как правило, показывают в рабочем положении. Крайние или промежуточные положения изображаются по контуру штрихпунктирной линией с двумя точками.

Спецификация

Спецификация – это основной конструкторский документ на сборочную единицу. Она определяет состав сборочной единицы и необходима для изготовления и комплектования конструкторских документов.

В спецификацию вносят все составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и его составным частям.

Спецификация – это текстовый стандартный документ табличного вида, выполняемый по ГОСТ 2.108-68* на формате А4 (прил.Д). Первый лист спецификации содержит основную надпись по форме 2, все последующие – по форме 2 а.

Спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы.

Наличие или отсутствие тех или иных разделов определяется составом изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка. Заголовок отделяют снизу пустой строкой и подчеркивают сплошной тонкой линией. Разделы отделяются свободными строками (не менее одной).

В разделе «*Документация*» в графу «*Наименование*» вносят конструкторские документы, составленные на все изделие в целом. Например, сборочный чертеж. В графе

«Обозначение» указывается буквенно-цифровое обозначение записываемых документов, в графе «*Формат*» – обозначение формата, на котором выполнен данный документ.

В раздел «*Сборочные единицы*» записывают наименование сборочных единиц, предварительно собранных и входящих в состав данного изделия; в графе «*Обозначение*» – обозначение сборочного чертежа этой единицы, а в графе «*Формат*» – обозначение формата чертежа.

В раздел «*Детали*» записывают наименование всех нестандартных деталей данного изделия; в графе «*Обозначение*» – обозначение чертежа детали; заполняют соответствующую графу «*Формат*».

В раздел «*Стандартные изделия*» вносят обозначения стандартных изделий, входящих в сборочную единицу, с указанием соответствующих им

ГОСТов. Например: Болт М12х1,25х40.58 ГОСТ 7798-70. Запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия и т.п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия. Графы «*Обозначение*» и «*Формат*» не заполняют.

Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 (210х297 мм).

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

В процессе практических занятий осуществляется углубление теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. Еженедельно в начале каждого практического занятия проводится опрос (тестирование) по изучаемой теме занятия. В основной части занятия студенты выполняют разноуровневые аудиторские задания по темам курса под руководством преподавателя. Для работы в аудитории необходимо иметь набор чертежных инструментов (циркуль, измеритель, линейку и т. п.), чтобы обеспечить аккуратность и точность графических построений.

Практические занятия обеспечены контролируемыми материалами, раздаточным обучающим и справочным материалом.

Аудиторные графические задания по темам дисциплины

Раздел 1. Начертательная геометрия

Аудиторные задания по разделу «начертательная геометрия» выполняются в пособии (рабочая тетрадь):

Сборник заданий по курсу начертательной геометрии [Электронный ресурс] / АмГУ, ФДиТ; сост.: Е. А. Гаврилюк, Л. А. Ковалева, Е. Б. Коробий. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2016. - 96 с. - Б. ц.

http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7714.pdf

Учебный материал изложен в семи разделах и двух приложениях, которые охватывают содержание курса начертательной геометрии. Задания распределены по темам в последовательности, соответствующей порядку изложения дисциплины и на лекциях и в соответствии с тематикой практических занятий рабочей программы дисциплины: точка, прямая, плоскость, способы преобразования комплексного чертежа, поверхности, аксонометрические проекции.

Каждый раздел содержит вопросы по теме, упражнения, аудиторные задания, задания для самостоятельной работы.

Раздел 2. Инженерная графика

Тема 1. Общие правила оформления чертежей

1	Общие правила оформления чертежей.	Выполнения аудиторных заданий по теме. Основные правила нанесения размеров на чертежах. Требования государственных и отраслевых стандартов к горно-геологической графической документации. ГОСТ 2.857-75 «Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий залегания». Выдача РГР 1 «Титульный лист» и РГР №2 «Стандарты выполнения горно-геологических чертежей».
2	Изображения - виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-68). Стандартные аксонометрические проекции.	Выполнение аудиторных заданий по теме. Построение третьего вида объекта по двум заданным. Выполнение простых разрезов. Выдача РГР №3 «Проекционное черчение» (часть 1).
3	(ГОСТ 2.317-69)	Выполнение аудиторных заданий по теме. Построение изометрической проекции объекта с вырезом четверти. Выдача РГР №3 «Проекционное черчение» (часть 2).
4	Контрольная работа	Изображения - виды, разрезы, сечения. аксонометрические проекции
5	Основы машиностроительного черчения	Выполнение аудиторных заданий по теме. Изображение и обозначение резьбы на чертеже.
6		Эскиз и рабочий чертеж детали. Требования к их выполнению. Выдача РГР №4 «Эскиз детали»
7,8		Соединения деталей. Изображение резьбовых соединений. Неразъемные соединения. Особенности изображения и обозначения неразъемных соединений. Выдача РГР №5 «Соединения деталей»
9		Сборочный чертеж. Оформление, условности и упрощения, размеры, проставляемые на сборочных чертежах. Оформление спецификации. Чтение сборочного чертежа.

Практическое занятие 1.

Общие правила оформления чертежей.

Цель – изучение теоретического материала и приобретение практических навыков по геометрическим построениям и нанесению размеров.

Вопросы для обсуждения:

- основные правила нанесения размеров на чертежах.
- требования государственных и отраслевых стандартов к горно-геологической графической документации. ГОСТ 2.857-75 «Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий залегания».

Аудиторные задания:

Задание 1. Проставить размеры на детали «Пластина»

Задание 2. Проставить размеры на детали «Валик»

Задание для самостоятельной работы - завершение аудиторных заданий, подготовка к тестированию и опросу, выполнение РГР 1 «Титульный лист» и РГР №2 «Стандарты выполнения горно-геологических чертежей».

Практическое занятие № 2,3

Изображения - виды, разрезы, сечения. аксонометрические проекции

Цель - изучение теоретического материала и приобретение практических навыков по проекционному черчению.

Вопросы для обсуждения и аудиторские задания:

- построение третьего вида объекта по двум заданным;
- выполнение простых разрезов.
- построение изометрической проекции объекта с вырезом четверти.

Аудиторские задания:

Задание 1. По аксонометрической проекции построить три вида детали

Задание 2. По двум заданным видам построить третий вид и аксонометрическую проекцию детали

Задание 3. Выполнить простые разрезы и аксонометрическую проекцию детали с вырезом четверти

Задание для самостоятельной работы – завершение аудиторских заданий, выполнение РГР № 2 «Проекционное черчение», подготовка к тестированию и контрольной работе.

Практическое занятие № 4.

Контрольная работа

Цель – проверка усвоения практических навыков по теме «Изображения - виды, разрезы, сечения. аксонометрические проекции»

Содержание задания:

1. По двум видам детали построить третий (вид слева).
2. Выполнить необходимые разрезы.
3. Нанести размеры.
4. Выполнить аксонометрическую проекцию детали.

Практическое занятие № 5.

Резьба

Цель - изучение теоретического материала и закрепление практических навыков по правилам изображения резьбы.

Вопросы для обсуждения и аудиторские задания:

- особенности изображения резьбы на стержне;
- особенности изображения резьбы в отверстии;
- классификация резьбы;
- параметры резьбы.

Аудиторские задания:

Задание 1. Выполнить условное изображение и обозначение резьбы на стержне, в отверстии и в соединении.

Задание для самостоятельной работы – завершение аудиторских заданий, подготовка к тестированию и опросу.

Практическое занятие № 6.

Выполнение эскизов и рабочих чертежей

Цель - изучение теоретического материала и закрепление практических навыков по выполнению эскизов и рабочих чертежей деталей.

Вопросы для обсуждения:

- особенности выполнения эскизов деталей;
- основные принципы обмера деталей;
- правила оформления эскизов;
- особенности выполнения рабочих чертежей деталей.

Аудиторские задания:

Задание 1. Выполнение эскиза по натурному образцу (точеная деталь).
Задание для самостоятельной работы – завершение аудиторных заданий, выполнения РГР № 4«Эскиз детали», подготовка к тестированию и опросу.

Практическое занятие № 7,8 **Соединения деталей**

Цель - закрепление практических навыков по правилам изображения соединений деталей.

Вопросы для обсуждения:

- изображение разъемных резьбовых соединений;
- изображение крепежных деталей;
- особенности оформления спецификации;
- нанесение номеров позиций составных частей изделия;
- виды неразъемных соединений;
- особенности и способы изображения неразъемных соединений на чертеже.

Аудиторные задания:

Задание 1. Выполнение чертежа упрощенного болтового и шпилечного соединения неразъемных соединений.

Задание 2. Выполнение чертежей неразъемных соединений.

Задание для самостоятельной работы – завершение аудиторных заданий, выполнения РГР № 5«Соединения деталей», подготовка к тестированию и опросу.

Практическое занятие № 9 **Сборочный чертеж.**

Цель - изучение теоретического материала и приобретение практических навыков по оформлению сборочного чертежа.

Вопросы для обсуждения:

- условности и упрощения на сборочных чертежах;
- размеры на сборочных чертежах;
- чтение и детализирование сборочного чертежа.

Аудиторные задания:

Выполнение задания по чтению сборочного чертежа

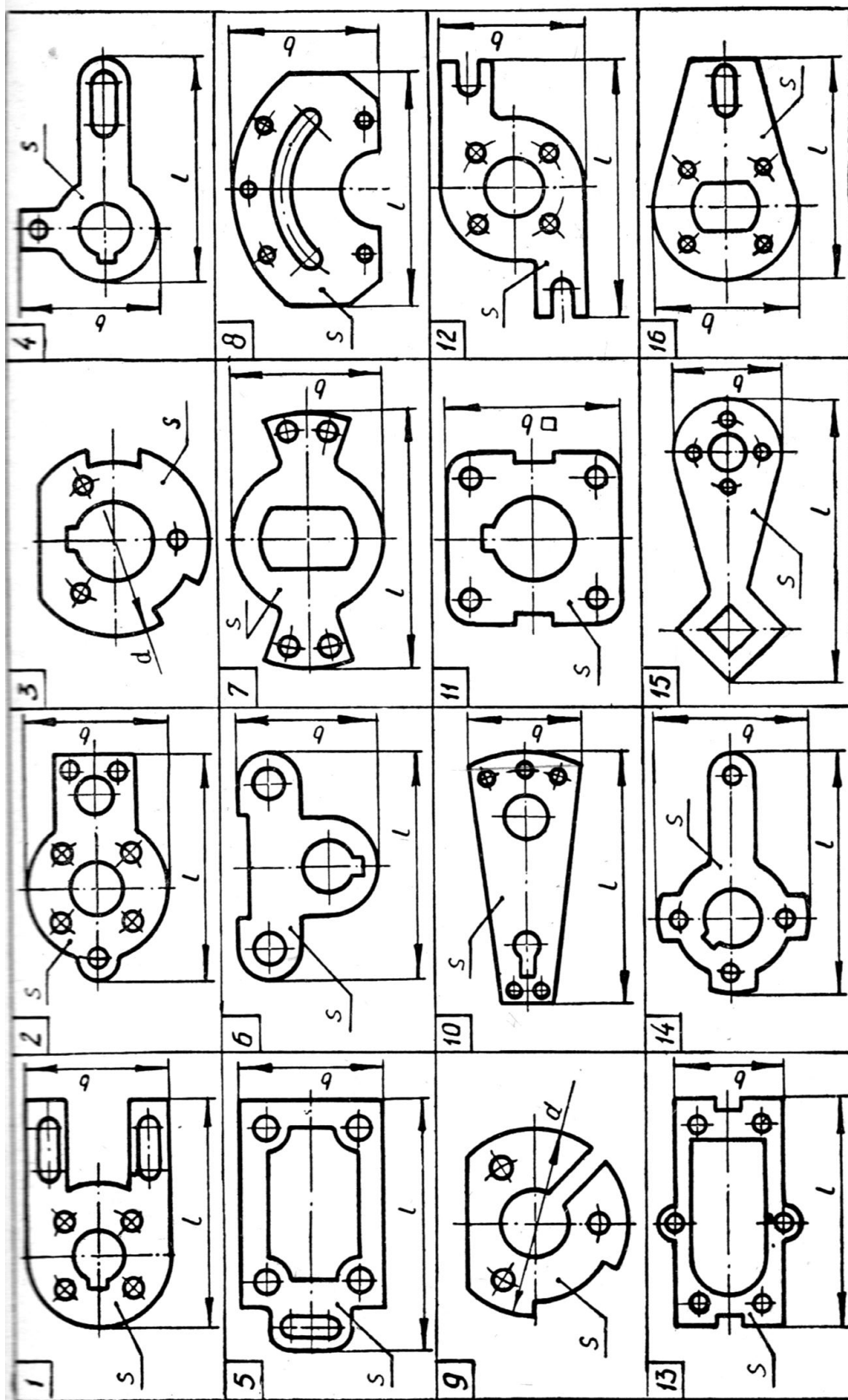
Задания для самостоятельной работы – завершение аудиторных заданий, подготовка к экзамену.

Раздел 3. Компьютерная графика

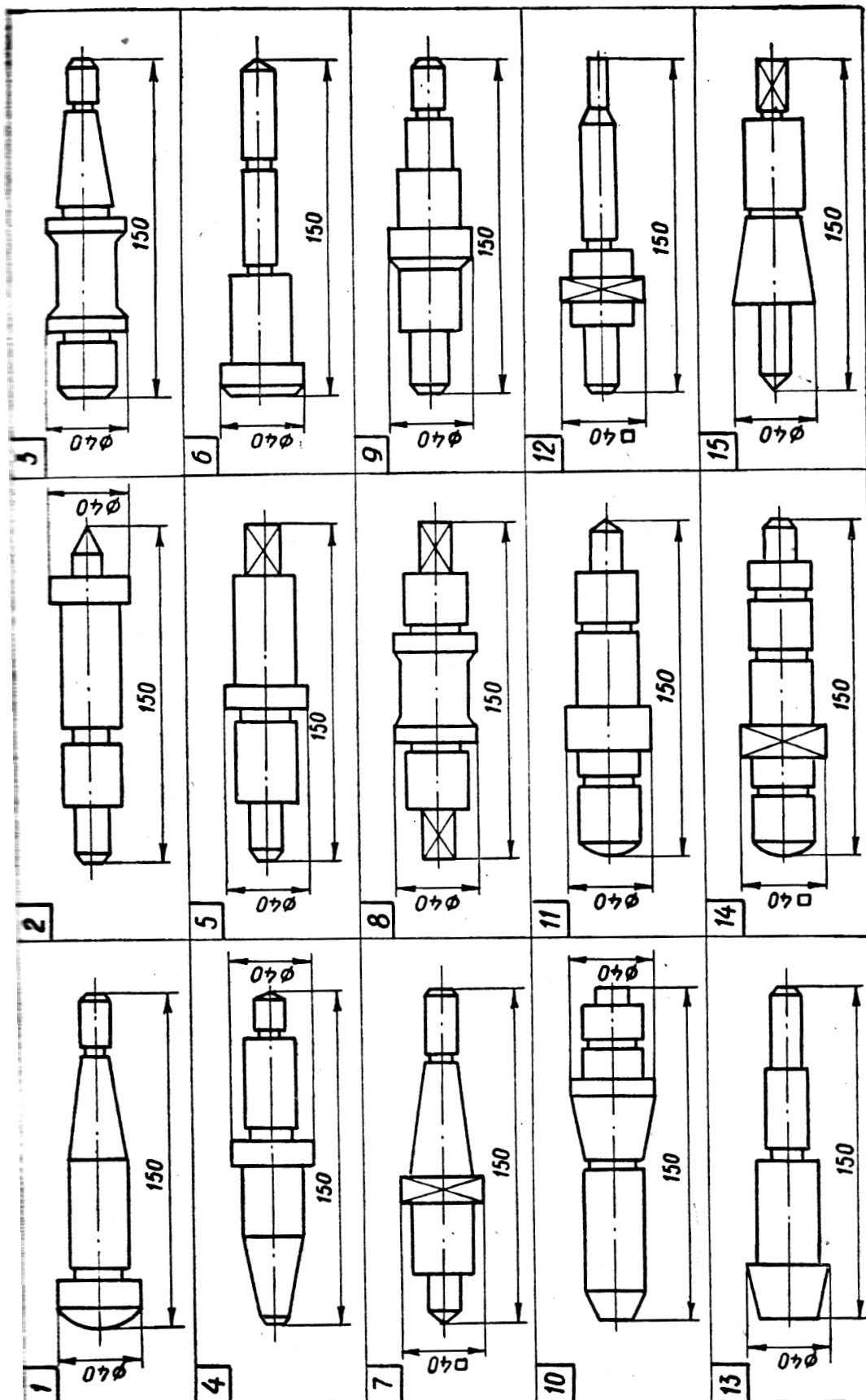
Варианты аудиторных графических заданий по темам раздела и методические указания по их выполнению представлены в пособии:

AutoCAD. Двумерное проектирование [Электронный ресурс] : учеб. метод. пособие / Е. А. Гаврилюк, Л. А. Ковалева ; АмГУ, ФДиТ.- Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 121 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3723.pdf

Варианты к заданию «Пластина»



Варианты к заданию «Валик»



3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

3.1 Цели и порядок организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает изучение теоретических вопросов курса, завершение выполнения аудиторных графических заданий, подготовку к практическим занятиям, выполнение индивидуальных РГР, подготовку к текущей и итоговой аттестации (зачету).

Целью самостоятельной работы является:

- систематизация, закрепление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений;
- формирование умений самостоятельно выполнять графические задания;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления.

Самостоятельная работа требует активной мыслительной деятельности и может привести к желаемым результатам лишь при ее правильной организации. Неумение работать самостоятельно является одной из основных причин низкой успеваемости.

Самостоятельная работа состоит из следующих модулей:

- работа над темами для самостоятельного изучения;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе;
- выполнение индивидуальных РГР;
- подготовка к зачету и экзамену.

Рекомендуется следующий порядок организации самостоятельной работы над темами курса и подготовки к практическим занятиям:

- Ознакомиться с содержанием темы;
- Прочитать материал в учебнике, справочной литературе, относящейся к данной теме;
- Отметить трудные для понимания, неясные места и проконсультироваться у преподавателя;
- Дополнить конспект;
- Приступить к выполнению индивидуальной графической работы.

Нельзя переходить к изучению нового материала, не усвоив предыдущего, так как все темы дисциплины взаимосвязаны, и каждая последующая тема зависит от предыдущей.

При выполнении самостоятельной работы по компьютерной графике необходимо установить бесплатную лицензионную студенческую версию на персональный компьютер с сайта компании Autodesk (<http://www.autodesk.ru>)

Графические работы (РГР) выполняются по мере последовательности прохождения курса и выдаются по определенному графику. Задания на домашние графические работы индивидуальные для каждого студента.

При выполнении домашних графических работ необходимо внимательно изучить методические рекомендации по их выполнению.

Для подведения промежуточных результатов текущей успеваемости обучающихся дважды в семестр проводится форма текущего контроля – контрольная точка. Аттестованным считается студент, у которого выполнено на данный период необходимое количество заданий для самостоятельной работы.

Рабочей программой дисциплины предусмотрены контрольные работы, целью которых является проверка усвоения студентами темы «Проецирование точки, прямой и плоскости» (7 семестр) и «Изображения – виды, разрезы, сечения» (8 семестр). При подготовке к контрольной работе следует повторить учебный материал по темам. При необходимости следует повторно выполнить задания, вызывающие трудности.

По окончании 7-го семестра студенты сдают зачет. Подготовка к зачету состоит в повторении разделов курса в сочетании с повторным (при необходимости) решением типовых задач.

К зачету допускаются студенты, не имеющие задолженностей по практической части курса (положительные оценки по всем видам текущего контроля), а также выполнившие и защитившие все индивидуальные задания (РГР).

По окончании 8-го семестра студенты сдают экзамен. Подготовка к экзамену состоит в повторении разделов курса в сочетании (при необходимости) с повторным решением типовых задач.

К экзамену допускаются студенты, не имеющие задолженностей по практической части курса (полностью выполнен объем аудиторных заданий и заданий для самостоятельной работы и имеются положительные оценки по контрольным работам и тестовым заданиям), а также выполнившие и защитившие все РГР.

3.2 Методические рекомендации по выполнению расчетно-графических работ

Выполнение и защита РГР - основной вид самостоятельной деятельности студентов по освоению дисциплины. Цель РГР - систематизация, углубление и развитие теоретических знаний, практических графических умений и навыков, полученных в процессе аудиторного и самостоятельного изучения начертательной геометрии.

Расчетно-графические работы выполняются в часы, отведенные на самостоятельную работу студентов. Студенты выполняют расчетно-графические работы в соответствии с индивидуальным вариантом задания.

Графические работы по инженерно-геологической графике (РГР) представляют собой эскизы (чертежи), которые выполняются по мере прохождения курса и выдаются по утвержденному графику.

Все РГР оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД.

Расчетно-графические работы выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297x420) или А4 (210x297). Формат А4 нельзя располагать горизонтально, только вертикально! А3 может располагаться и горизонтально и вертикально.

На чертежах проводится рамка поля чертежа. В правом нижнем углу формата вплотную к рамке помещается основная надпись. В основной надписи указывается тема выполненного задания.

Задания должны быть сброшюрованы в альбом и снабжены титульным листом. Чертежи заданий вычерчиваются в заданном масштабе с учетом наиболее рационального размещения в пределах указанного формата.

Построения необходимо выполнять точно и аккуратно с помощью чертежных инструментов.

Характер и толщина линий должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.303-68. Все видимые основные линии - сплошные основные $s = 0,8-1,0$ мм. Осевые линии выполняются штрихпунктирной линией толщиной от $s/2$ до $s/3$ (0,4-0,3 мм). Линии построений и линии связи должны быть сплошными тонкими ($s/2 \dots s/3$). Линии невидимых контуров показывают штриховыми линиями, имея при этом в виду, что заданные плоскости и поверхности непрозрачны.

Все надписи, как и отдельные обозначения, в виде букв и цифр на чертежах должны быть выполнены стандартным шрифтом размером 3,5 или 5 в соответствии с требованиями ГОСТ 2.304-81.

Чертежи должны быть выполнены в масштабе, регламентируемом ГОСТ 2.302-68.

На рецензирование чертежи необходимо представлять в строгой последовательности и в сроки, установленные графиком выполнения РГР. Рецензирование проводится в часы консультаций при обязательном присутствии студента.

В процессе рецензирования преподаватель кратко характеризует основные достоинства чертежа, отмечает правильно выполненные графические построения, надписи и т.

п. Указывает студенту все принципиальные ошибки, нарушения и отступления от правил, норм и стандартов. Указывает на небрежности в графическом оформлении, если они имеют место. Дает рекомендации студенту по совершенствованию графических навыков и умений, изучению недостаточно проработанных вопросов по учебной и справочной литературе. В случае необходимости полной или частичной переделки чертежа или его доработки преподаватель конкретно и четко формулирует все требования, которые должен выполнить студент.

Для выполнения РГР по разделу компьютерной графики, необходимо установить бесплатную лицензионную студенческую версию на персональный компьютер с сайта компании Autodesk (<http://www.autodesk.ru>).

Чертежи по компьютерной графике также оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД. Сначала работы на электронном носителе представляются преподавателю на рецензирование, в установленные графиком сроки. Все чертежи, выполненные на компьютере, распечатываются на листах стандартного формата А3 (297x420) или А4 (210x297) и должны быть сброшюрованы в альбом и снабжены титульным листом. Чертежи заданий вычерчиваются в заданном масштабе с учетом наиболее рационального размещения в пределах указанного формата.

Окончательно выполненный чертеж представляется к защите РГР, где студенту предлагается объяснить методику выполнения изображений, доказать правильность графических построений и их соответствие стандартам ЕСКД, показать умение читать графические изображения. Итоговая оценка проставляется с учетом качества РГР и качества ее защиты.

Студенты выполняют следующие расчетно-графические работы:

Раздел 1. Начертательная геометрия

РГР №1 «Титульный лист»

РГР №2 «Пересечение плоскостей»

РГР №3 «Пересечение многогранника плоскостью»

РГР №4 «Взаимное пересечение поверхностей»

Раздел 2. Инженерная графика

РГР №1 «Титульный лист»

РГР №2 «Стандарты выполнения горно-геологических чертежей»

РГР №3 «Простые разрезы»

РГР №4 «Эскиз детали»

РГР №5 «Соединения деталей»

3.3 Задания, примеры выполнения и методические указания к РГР 7 семестр

РГР 1. «ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ»

Содержание работы

Задание к работе состоит в выполнении титульного листа к альбому графических работ по дисциплине. Титульный лист выполняется на листе формата А4 Текст располагается симметрично. Относительно вертикальной оси рабочего поля листа. Переносы слов не допускаются.

Для выполнения задания рекомендуется использовать шрифт №5 (прописной и строчный) и №7 (прописной для названия альбома)

Образец выполнения работы

<i>Министерство образования и науки Российской Федерации</i>	
<i>АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</i>	
<i>Кафедра дизайна</i>	
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ	
\	
<i>Выполнил студент гр. 516ос</i>	<i>Гаїдук А.Н.</i>
<i>Проверила доцент</i>	<i>Гаврилюк Е.А.</i>
<i>Благовещенск</i>	
<i>2017</i>	

РГР№2 «ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ»

Содержание задания

Построить линию пересечения треугольников ABC и DEK, показать их видимость. Определить натуральную величину треугольника ABC. Данные для своего варианта взять из таблицы. Задание выполняется на формате А3. Шифр в основной надписи: Д.НГ.— 02.01.02, где Д.НГ. – дизайн, начертательная геометрия; 02 - № работы по методичке, 01 - № варианта, 02 - № листа (после титульного).

Данные к графической работе №2

№ вар.	X _A	Y _A	Z _A	X _B	Y _B	Z _B	X _C	Y _C	Z _C	X _D	Y _D	Z _D	X _E	Y _E	Z _E	X _K	Y _K	Z _K
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	64	105	80	130	18	35	12	50	0
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	20	20	15	0	50
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	18	10	90	83	79	25	135	48	82	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	20	12	92	85	89	25	135	50	85	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	80	108	0	35	20	120	0	50
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	67	20	0	0	111	48	121	78	86
17	18	75	40	83	6	107	135	38	47	67	0	20	0	48	111	121	86	78
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	135	0	20	86	48	111	15	68	78

Указания к решению

1) В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и из табл. 1 согласно своему варианту берутся координаты точек А, В, С, D, E, К вершин треугольников. Стороны треугольников и другие вспомогательные прямые проводятся вначале тонкими сплошными линиями. Линия пересечения треугольников строится по точкам пересечения сторон одного треугольника с другим или по точкам пересечения каждой из сторон одно-

го треугольника с другим порознь. Такую линию можно построить, используя и вспомогательные секущие проецирующие плоскости.

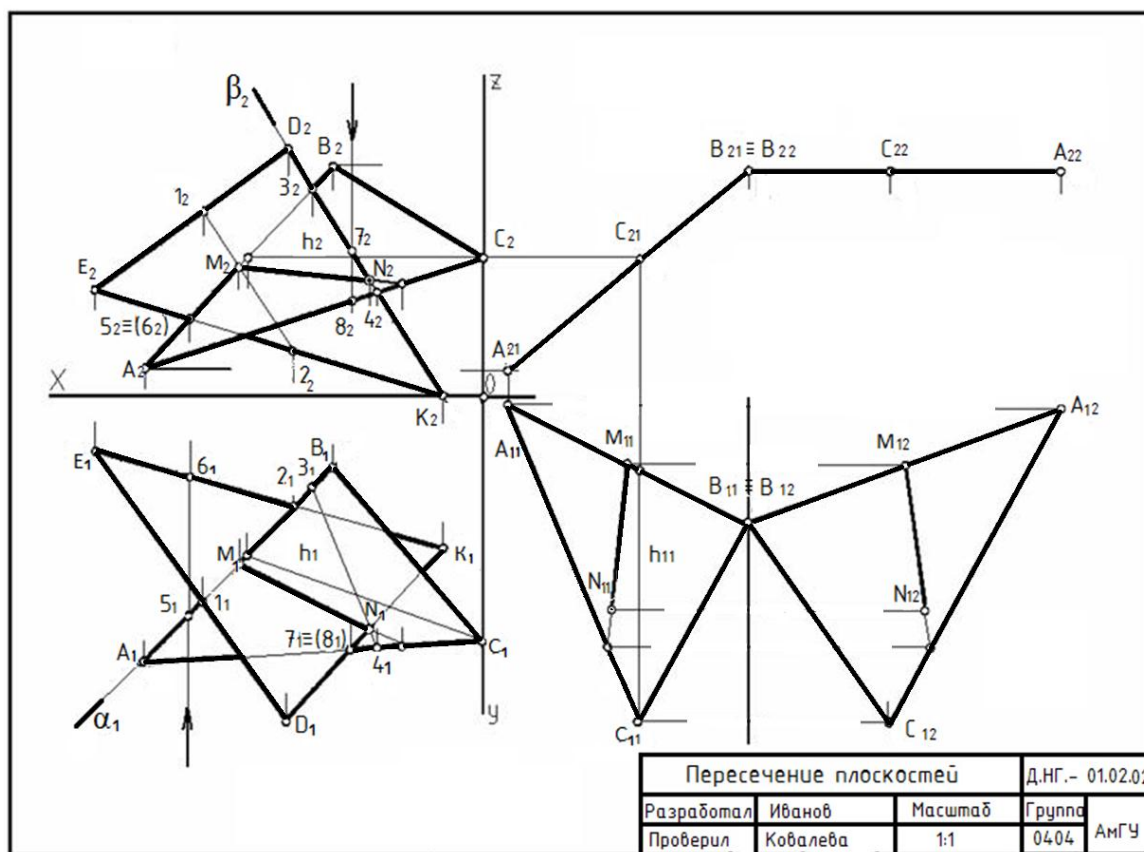
2) Видимость сторон треугольников определяется способом конкурирующих точек. Видимые отрезки сторон треугольников выделяют сплошными жирными линиями, невидимые следует показать штриховыми или тонкими линиями.

3) Плоскопараллельным перемещением (вначале горизонтальная проекция треугольника произвольно сдвигается и поворачивается так, чтобы ее горизонталь стала перпендикулярна оси Ox) треугольник ABC приводится в положение проецирующей плоскости, и далее вращением вокруг проецирующей прямой треугольник ABC приводится в положение параллельное оси Ox (плоскости Π_1) и, когда он будет параллелен плоскости проекций, на Π_1 определяется натуральная величина треугольника ABC .

4) Заполнить основную надпись.

Все вспомогательные построения должны быть показаны на чертеже в виде тонких линий.

Образец выполнения РГР№2



РГР№ 3 «ПЕРЕСЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКА ПЛОСКОСТЬЮ»

Содержание задания

По данным таблицы к заданию на листе формата А3 вычертить фронтальную и горизонтальную проекции усеченной призмы. Построить ее профильную проекцию. Построить сечение призмы заданной плоскостью. Определить истинную величину сечения. Построить аксонометрическую проекцию и развертку усеченной призмы. Все размеры даны в мм. Задание выполняется на формате А3. Шифр в основной надписи: Д.НГ.— 03.01.03, где , где Д.НГ. – дизайн, начертательная геометрия; 03 - № работы по методичке, 01- № варианта, 03 - № листа (после титульного).

Данные к графической работе № 3

Обозначение	№ варианта																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
d	50	55	60	50	56	60	52	55	60	54	55	62	50	56	60	52	56	55
h	55	60	65	55	62	65	55	60	70	56	62	65	55	60	70	56	62	70
a	37	60	46	38	66	42	36	66	35	38	65	40	37	60	35	38	62	40
α	45	30	45	45	30	45	45	30	45	45	30	45	45	30	45	45	30	30

Указания к решению

1) Разделить левую половину рабочего поля чертежа примерно пополам и посередине, отметить начало координат и провести оси X , Y и Z . В плоскости Π_1 наметить центр окружности заданного диаметра d . В тонких линиях вычертить окружность и разделить ее при помощи циркуля на 6 равных частей. При этом раствор циркуля берется равным радиусу заданной окружности. Получив на окружности 6 точек, соединить их линиями и получаем горизонтальную проекцию призмы.

2) Поднять линии связи на плоскость Π_2 и на оси OX получить проекции точек нижнего основания прямой призмы, которое будет проецироваться в линию, находящуюся на оси OX . Из каждой полученной вершины вертикально вверх достроить боковые ребра, высота которых (по оси Z) составляет h . От центральной оси призмы влево отложить расстояние a . От полученной точки провести угол α . Таким образом, получится фронтально-проецирующая плоскость, отсекающая часть призмы. Эту оставшуюся часть обвести сплошными основными линиями.

3) Построить профильную проекцию призмы. Для этого из каждой вершины на фронтальной плоскости провести горизонтальные линии связи, на которых от оси Z откладывают расстояния, измеренные от оси X до каждой из вершин. Соединяя полученные точки, получить профильную проекцию усеченной призмы. Определить видимость ребер.

4) Найти натуральную величину сечения призмы способом плоскопараллельного перемещения. Для этого линию, в которую проецируется сечение в плоскости Π_2 , повернуть так, чтобы она стала параллельна плоскости Π_1 (оси OX). Из вершин, полученных в новом положении, провести вниз линии связи. А из вершин в плоскости Π_1 провести линии параллельно оси OX . На пересечении этих линий с линиями связи получатся горизонтальные проекции вершин в новом положении. Соединив их, получаем натуральную величину сечения.

5) Построить аксонометрическую проекцию усеченной призмы. Сначала проводят аксонометрические оси и строят основание призмы (горизонтальную проекцию). Далее из точек горизонтальной проекции проводят прямые, параллельные оси Z , на которых откладывается высота вертикальных ребер. Она принимается равной их действительному значению, взятому с фронтальной или профильной проекций. В результате определятся аксонометрические проекции точек 1, 2, 3...., принадлежащие вершинам верхнего основания призмы — контуру сечения.

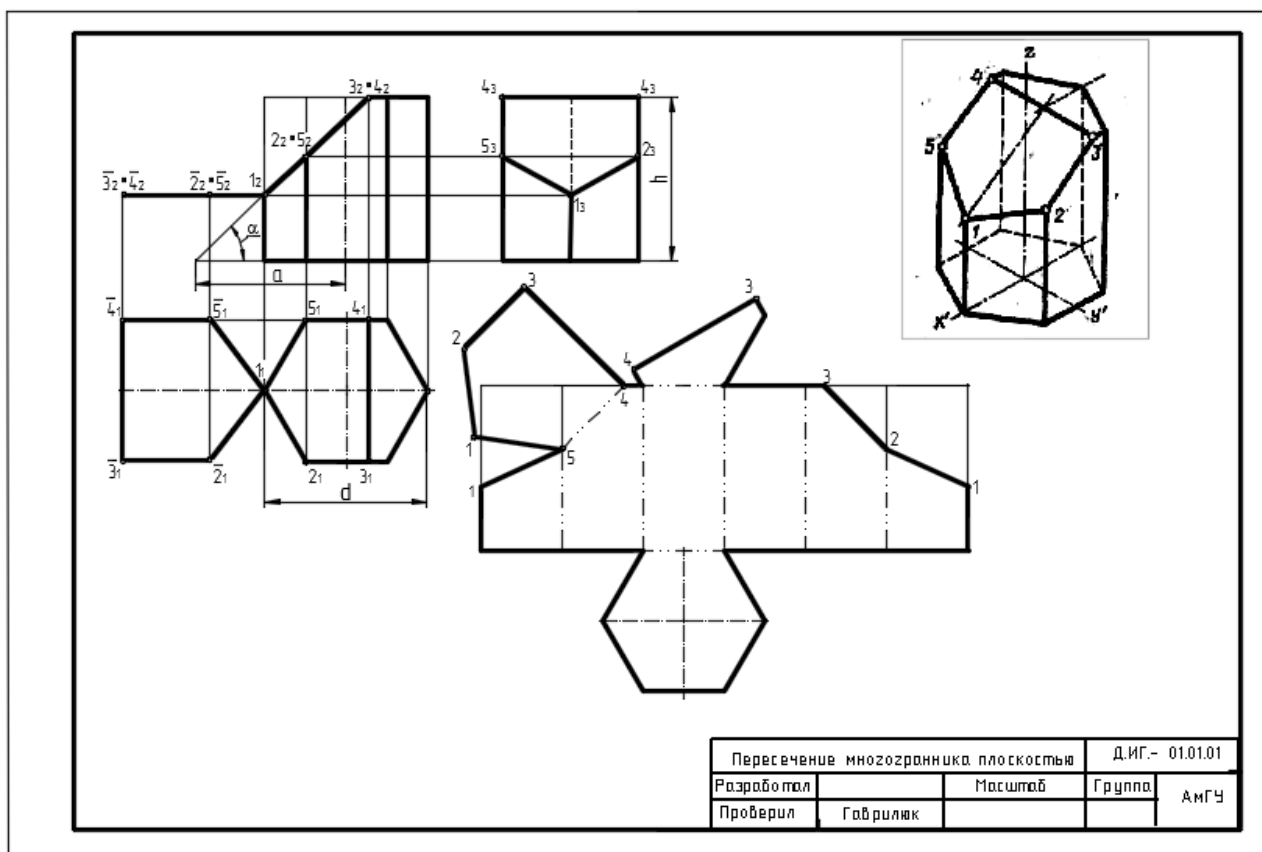
Аксонометрические оси следует располагать на линиях пересечения основания многогранника (или тела вращения) с его осями симметрии, линиях пересечения осей симметрии и пр. Для несимметричных тел и предметов аксонометрические оси располагают в направлениях, параллельных большинству элементов данного предмета (ребра, грани, осевые и центровые линии).

6) Построить полную развертку усеченной призмы. Сначала развернуть основание призмы в прямую, на которой последовательно отложить все стороны многоугольника основания. Из каждой полученной точки вертикально вверх отложить отрезки, равные усеченным боковым ребрам (длины отрезков берут с фронтальной или с профильной про-

екции призмы). Так как призма усеченная, то вместо верхнего основания, к боковой развертке причерчивают натуральную величину сечения.

7) Заполнить основную надпись.

Образец выполнения РГР№3



РГР №4 «ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ»

Содержание задания

Задание состоит в решении двух задач

1. Построить линию пересечения двух многогранников
2. Построить линию пересечения двух тел вращения

Задача 1. «Пересечение многогранников»

Построить линию пересечения пирамиды с прямой призмой. Исходные данные (координаты точек вершин) приведены в таблице, где точки А, В, С и D – вершины пирамиды, а точки Е, К, G и U – вершины нижнего основания призмы, h – высота призмы. Задание выполняется на формате А4. Шифр в основной надписи: Д.ИГ. — 04.01.04, где , где Д.ИГ. – дизайн, начертательная геометрия; 04 - № работы по методичке, 01- № варианта, 04 - № листа (после титульного).

Указания к решению

- 1) Разделить рабочее поле чертежа примерно пополам и посередине провести горизонтальную линию (ось X). В 10-15 мм от правого края чертежа отметить начало координат и провести оси Y и Z.

2) Построить на чертеже вершины пирамиды, заданные точками ABCD, соединить их. Далее построить вершины нижнего основания прямой призмы, заданного точками EGKU, соединить их и достроить боковые ребра, высота которых (по оси Z) составляет h.

3) Найти линию пересечения данных многогранников, которая определяется по точкам пересечения ребер каждого из них с гранями другого многогранника или построением линий пересечения граней многогранников. Соединяя пары точек одних и тех же граней отрезками прямых, получаем линии пересечения многогранников.

4) Определить видимость ребер многогранников и линии пересечения.

Видимыми являются только те стороны многоугольника пересечения, которые принадлежат видимым граням многогранников. Их следует показать сплошными основными линиями. Невидимые отрезки пространственной ломаной линии – штриховыми линиями. Все вспомогательные построения на эюре сохранить и показать их тонкими линиями.

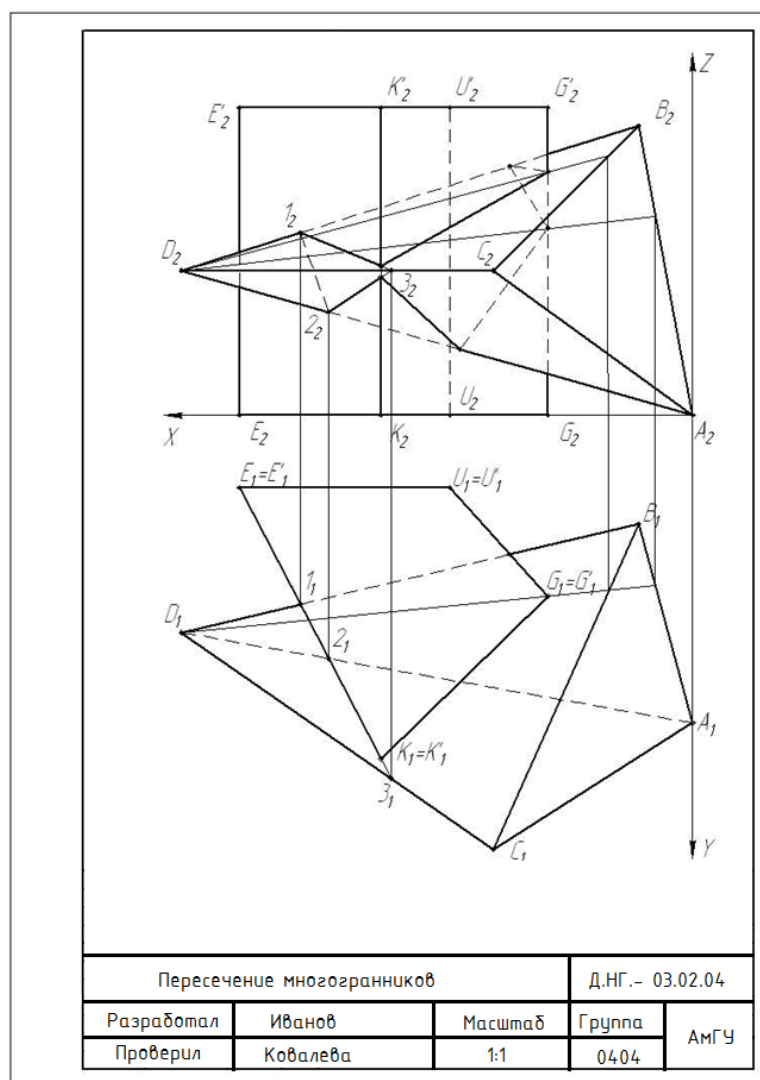
5) Заполнить основную надпись.

Данные для выполнения задачи 1

№ вар.	E			K			G			U			h
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
1	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
2	40	50	0	67	20	0	115	20	0	86	95	0	85
3	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
4	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
5	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
7	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
9	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
10	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	93	0	85
11	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
12	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
13	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
14	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
15	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
16	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
17	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	45	0	85
18	100	55	0	80	20	0	16	20	0	55	95	0	85
№ вар.	A			B			C			D			
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40	
3	0	80	0	20	19	77	53	111	40	141	55	40	
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40	
5	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40	
6	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40	
7	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40	
8	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40	
9	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40	
10	0	85	0	15	30	80	55	120	40	141	60	40	

11	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40
12	141	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	40
13	143	68	0	122	7	77	87	93	40	0	43	40
14	141	82	0	122	21	77	87	112	40	0	57	40
15	141	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	40
16	141	90	0	122	29	77	87	120	40	0	65	40
17	135	75	0	116	14	77	83	100	40	0	50	40
18	145	75	0	126	14	77	91	100	40	0	50	40

Образец выполнения задачи «Пересечение многогранников»



Задача 2. «Пересечение тел вращения»

Построить линию пересечения конуса и цилиндра. Исходные данные (величины, которыми задаются поверхности конуса вращения и цилиндра вращения) приведены в таблице к задаче. Работа выполняется на листах формата А4. Шифр в основной надписи: Д.НГ.— 05.01.05, где , где Д.НГ. – дизайн, начертательная геометрия; 05 - № работы по методичке, 01- № варианта, 05 - № листа (после титульного).

Указания к решению

1) Разделить рабочее поле чертежа примерно пополам и посередине провести горизонтальную линию (ось X). В 10-15 мм от правого края чертежа отметить начало координат и провести оси Y и Z.

2) Определяют центр (точка K) окружности радиусом R основания конуса вращая в горизонтальной координатной плоскости. На вертикальной оси на расстоянии h от плоскости уровня и выше ее определяют вершину конуса вращения.

3) Ось цилиндра вращения является фронтально-проецирующей прямой и на плоскости Π_2 проецируется в точку E_2 , основаниями цилиндра являются окружности радиусом R1. Образующие цилиндра вращения имеют длину, равную $3R1$, и делятся пополам фронтальной меридиональной плоскостью конуса вращения.

Данные для выполнения задачи 2

№ вар.	X _K	Y _K	Z _K	R	h	X _E	Y _E	Z _E	R1
1	80	70	0	45	100	50	70	32	35
2	80	70	0	45	100	50	70	32	30
3	80	72	0	45	100	53	72	32	32
4	80	72	0	45	100	60	72	35	35
5	70	70	0	44	102	50	70	32	32
6	75	70	0	45	98	65	70	35	35
7	75	70	0	45	98	70	70	35	35
8	75	72	0	45	98	75	72	35	35
9	75	72	0	43	98	80	72	35	35
10	75	75	0	44	102	50	75	35	35
11	80	75	0	43	102	85	75	36	36
12	80	75	0	43	102	85	75	40	35
13	80	75	0	42	102	80	75	40	35
14	80	70	0	42	102	80	70	40	32
15	80	70	0	42	100	75	70	40	32
16	70	72	0	43	100	75	72	42	32
17	70	72	0	44	100	70	72	40	32
18	70	74	0	44	100	70	74	36	32

4) С помощью вспомогательных секущих плоскостей определяются точки пересечения

очерковых образующих одной поверхности с другой и промежуточные точки линии пересечения поверхностей. Проводя вспомогательную секущую фронтальную меридиональную плоскость конуса вращения, определяют точки пересечения главного меридиана (очерковых образующих) конуса вращения с параллелью (окружностью) проецирующая цилиндра.

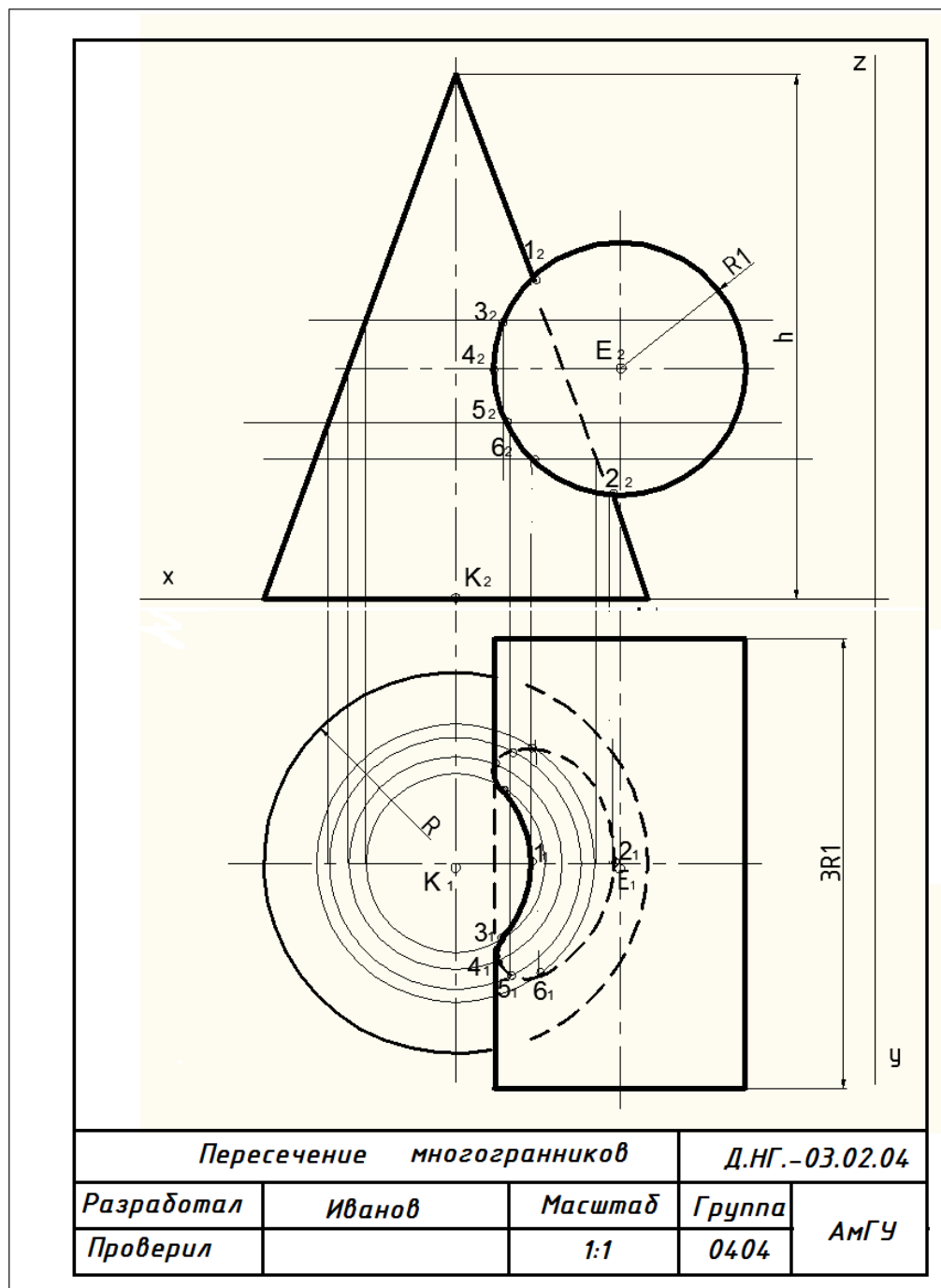
4) С помощью вспомогательных секущих плоскостей определяются точки пересечения очерковых образующих одной поверхности с другой и промежуточные точки линии пересечения поверхностей. Проводя вспомогательную секущую фронтальную меридиональную плоскость конуса вращения, определяют точки пересечения главного меридиана (очерковых образующих) конуса вращения с параллелью (окружностью) проецирующая цилиндра.

5) Выбирая горизонтальную секущую плоскость, проходящую через ось цилиндра вращения, определяют две точки пересечения очерковых образующих цилиндра с поверхностью конуса. Высшую и низшую, а также промежуточные точки линии пересечения поверхностей находят с помощью вспомогательных горизонтальных плоскостей – плоскостей уровня. По точкам строят линию пересечения поверхностей конуса

вращения с цилиндром вращения и устанавливают ее видимость в проекциях. Все вспомогательные построения на эюре сохранить и показать их тонкими линиями.

б) Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задачи «Пересечение тел вращения»



Раздел 2. Инженерная графика

РГР 1. «ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ»

Содержание работы

Задание к работе состоит в выполнении титульного листа к альбому графических работ по дисциплине. Титульный лист выполняется на листе формата А4 Текст располагается симметрично. Относительно вертикальной оси рабочего поля листа. Переносы слов не допускаются. Титульный лист рекомендуется выполнять после изучения тем «Линии чертежа» и «Шрифт чертежный».

Для выполнения задания рекомендуется использовать шрифт №5 (прописной и строчный) и №7 (прописной для названия альбома)

Образец выполнения работы

*Министерство образования и науки Российской Федерации
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ*

Кафедра дизайна

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

\

*Выполнил студент гр. 5160с
Проверила доцент*

*Гайдук А.Н.
Гаврилюк Е.А.*

*Благовещенск
2017*

РГР 2. «СТАНДАРТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ»

Содержание и последовательность выполнения графической работы

Работу выполняют на листе ватмана формата А3. Изображения предварительно наносят в тонких линиях карандашом. Затем, после проверки выполненных изображений, их обводят с учетом нормативной толщины линий (рекомендуемая толщина основной линии $s = 0,8-1$ мм, тонких линий - $0,3-0,5$ мм).

Задание к работе «Стандарты выполнения горно-геологических чертежей» включает шесть групп изображений, связанных с различными разделами изучаемой дисциплины. Поэтому на подготовительном этапе целесообразно выполнить условную разметку поля чертежа с делением его на шесть зон (рис. 3.1).



Рис. 3.1

Первая группа изображений (рис. 3.2) - это наиболее часто используемые в горно-геологической графике линии, вычерчиваемые по ГОСТ 2.303-68. В процессе работы в этой зоне чертежа особое внимание следует обратить на запоминание параметров стандартных линий и их условного назначения (см. разделы 1.2.3 и 1.3).

Во второй зоне вычерчивают план участка топографической поверхности, представленный проекциями ее горизонталей с высотой сечения 5 м (рис. 3.3). На данном этапе работы следует проанализировать изображение топографической поверхности в проекциях с числовыми отметками и отметить наличие таких свойств, как *конечность*, *однозначность*, *плавность*.

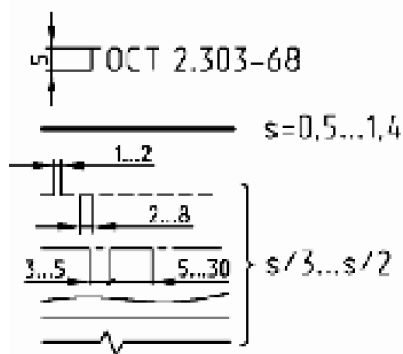


Рис. 3.2

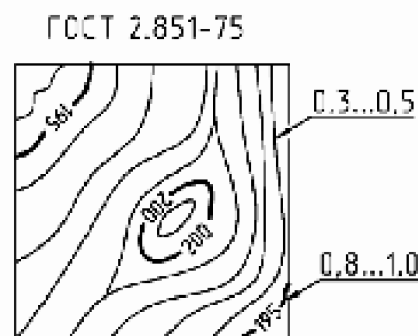


Рис. 3.3

Третья группа изображений (рис. 3.4) содержит условные обозначения вертикальных выработок на плане - ствола круглого сечения и устья скважины, вскрывшей полезное

ископаемое. Здесь же приводится условное обозначение подземной горной выработки на вертикальной плоскости проекций. Высотные отметки, наносимые возле условных обозначений, показывают уровни устья выработок и границ вскрываемых этими выработками слоев пород.



Рис. 3.4

В четвертой зоне вычерчивают примерный ряд условных обозначений, используемых на изображениях толщи горных пород в разрезе. При их нанесении следует придерживаться общепринятых пропорций. Например, длина и ширина прямоугольников, обозначающих известняк, должны иметь соотношение 2: 1 (рис. 3.5).

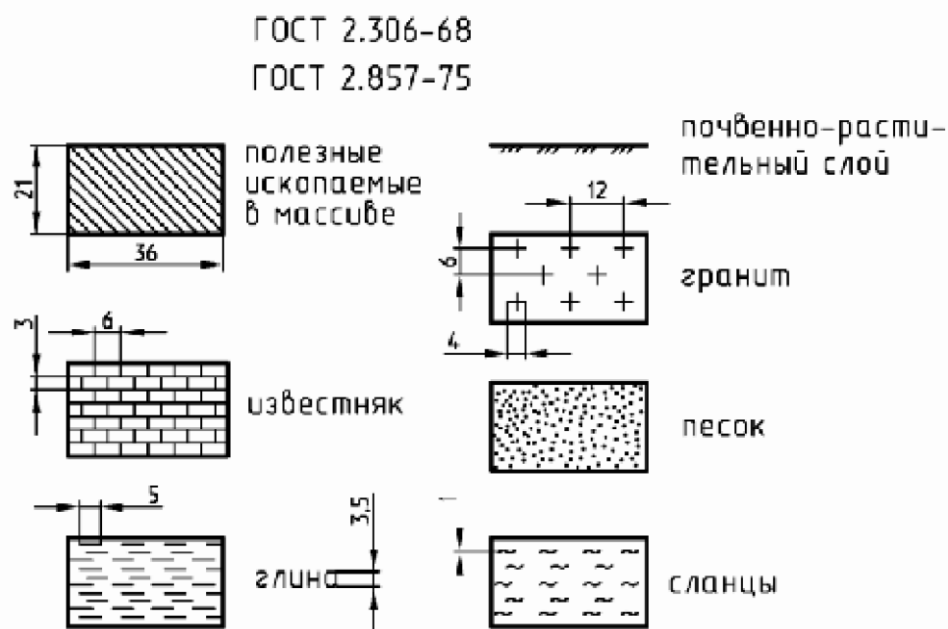
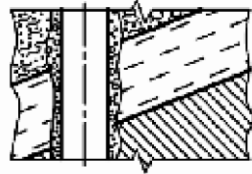


Рис. 3.5

В пятой зоне чертежа выполняют разрез фрагмента вертикального ствола с бетонной крепью в масштабе 1: 500 (рис. 3.6). Диаметр ствола 6 м.

ГОСТ 2.852-75

А-А (1:500)



горная выработка
в разрезе

Рис. 3.6

В *шестой зоне* изображают уступ карьера (рис. 3.7). На этом этапе работы следует обратить внимание на правила вычерчивания горизонтальных проекций отдельных элементов уступа, таких как верхняя и нижняя бровки, площадки и откосы

Максимальное расстояние между соседними линиями ската откоса уступа - $1/3$ длины горизонтальной проекции откоса. Направление повышения откоса указывают штрихами основной толщины, длина которых должна быть равна $1/4-1/3$ длины заложения откоса. При выполнении этой группы изображений используются сведения о правилах обозначения разрезов и секущих плоскостей (см. раздел 1. 2. 6).

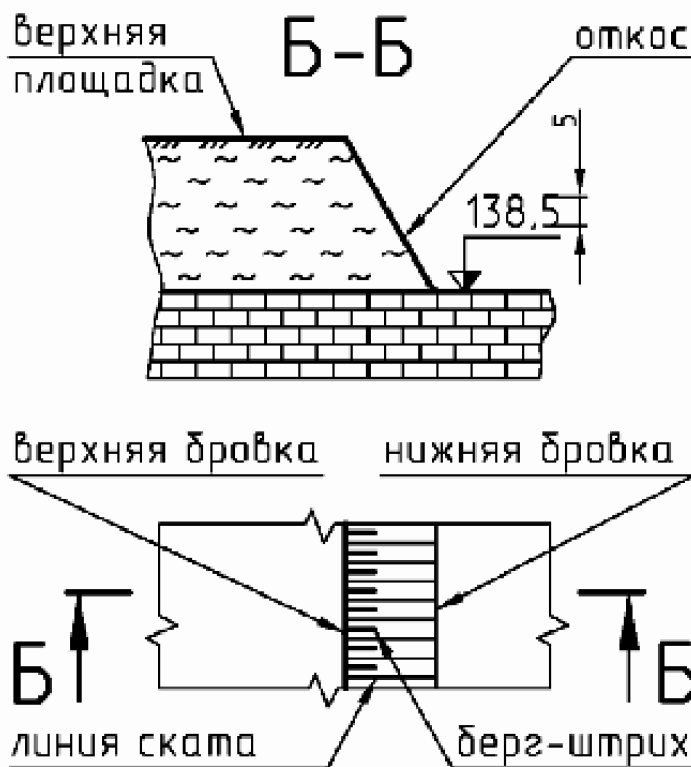


Рис. 3.7

Образец оформления работы 1

ГОСТ 2.303-68

$s=0.5...1.4$

$s/3...s/2$

ГОСТ 2.851-75

0.3...0.5

0.8...1.0

ГОСТ 2.855-75

Стб.7
130
70

устье стола
на плане

147
111
113

устье скважины
на плане

Стб.1
124.1

стбл на
вертикальной
проекции

ГОСТ 2.306-68
ГОСТ 2.857-75

полезные
ископаемые
в массиве

известняк

глина

почвенно-расти-
тельный слой

гранит

песок

СЛАНЦЫ

ГОСТ 2.852-75
A-A (1:500)

горная выработка
в разрезе

верхняя
площадка

откос

138.5

верхняя дробка

нижняя дробка

БТ

линия ската

Б

берг-штрих

Исполн	Проверил	Тех. Дир.	Лит.	Масштаб
			У	
Стандарты выполнения горно-геологических чертежей			Лист	Листов

РГР 3 «ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

Варианты заданий для выполнения РГР и методические указания по выполнению работ представлены в пособиях:

1. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие. Ч. 1 / Л. А. Ковалева, Е. А. Гаврилюк. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 76 с. - Б. ц. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/4574.pdf

2. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика [Электронный ресурс] : метод. указ. для самостоят. работы студентов спец. 130400.65 / сост. Е. А. Гаврилюк. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. - 27 с. - Б. ц.

http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/5414.pdf

РГР № 4 «ЭСКИЗ ДЕТАЛИ»

Содержание задания

Графическая работа выполняется на листе миллиметровой бумаги или бумаги в клетку формата А4 или А3 по натурному образцу, выданному преподавателем. Шифр в основной надписи: Д.ИГ.— 05.01.07, где Д.ИГ. – дизайн, инженерная графика; 05 - № работы, 01- № варианта, 07 - № листа (после титульного).

Содержание работы

Пример выполнения задания дан на рисунке 4,1.

1. Руководствуясь ГОСТ 2.305-68, нужно самостоятельно выбрать формат чертежа.
2. Определить количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов, учитывая, что их количество должно быть минимальным, но дающим полное представление об этой детали).
3. Выделить на листе бумаги соответствующую площадь для каждого изображения (при этом помнить, что площадь, занятая изображениями, должна составлять не менее $\frac{3}{4}$ поля чертежа).
4. В тонких линиях построить изображения.
5. Нанести выносные и размерные линии.
6. Обмерить деталь.
7. Проставить необходимые размеры.
8. Заполнить основную надпись и выполнить все другие надписи на чертеже. При заполнении основной надписи необходимо указать, из какого материала изготовлена деталь. Обозначения материалов по ГОСТу в приложении Ж.
9. Обвести видимые контурные линии.

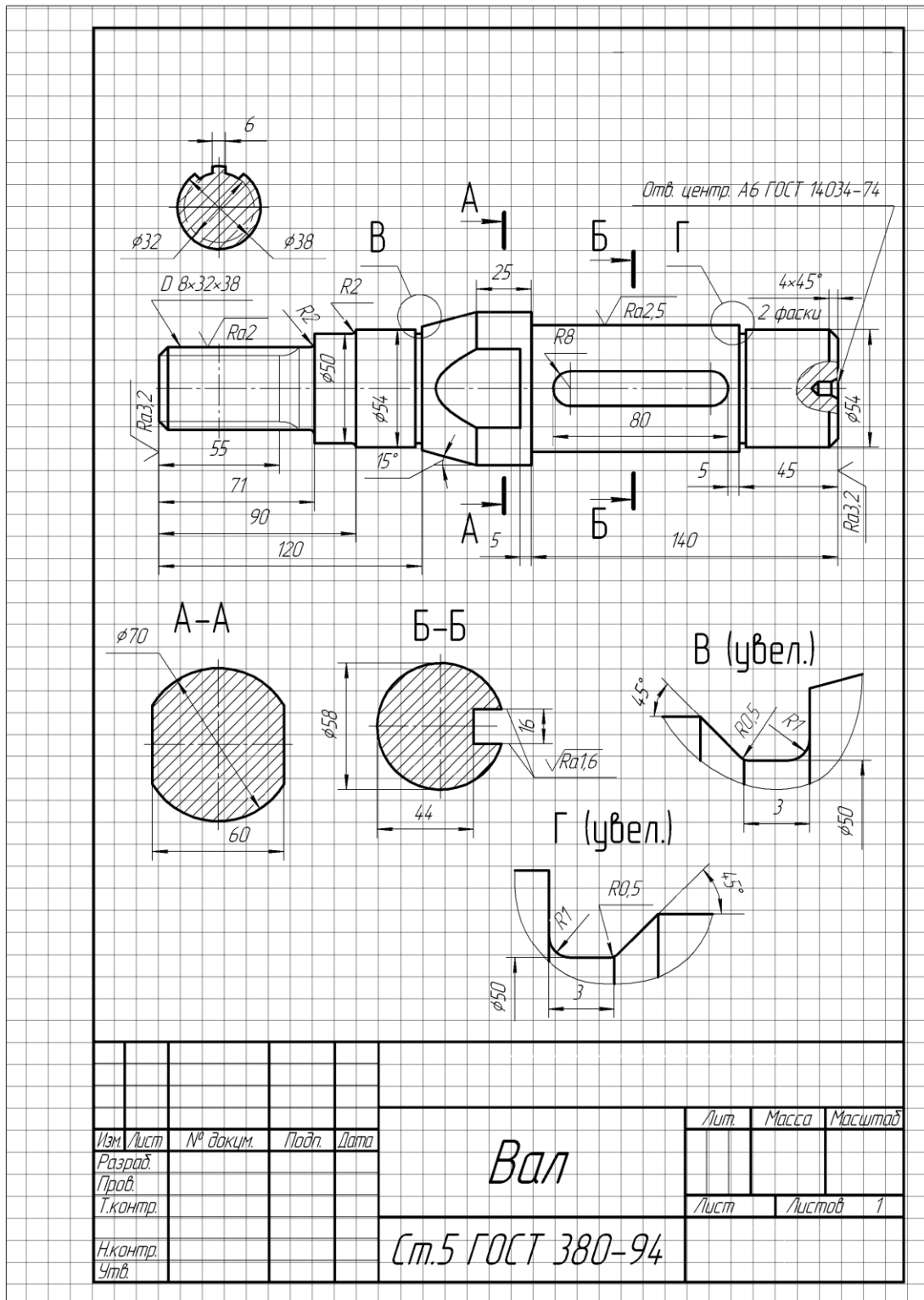


Рис. 4.1 – Образец выполнения работы №5.

РГР № 5 «Соединения резьбовые».

Содержание задания

Работа состоит из 2-х частей. 1-я часть выполняется на формате А 3 и заключается в выполнении упрощенного изображения резьбовых соединений – болтового, шпильчного и винтового. Во второй части задания (выполняется после изучения раздела 2.1) необходимо нанести номера позиций на чертеж, т.е. оформить его как сборочный чертеж, и вы-

полнить на формате А4 спецификацию. Задание взять из таблицы 3. Работа выполняется на двух листах чертежной бумаги форматов А3 (чертеж) и А4(спецификация). Шифр в основной надписи: Д.ИГ.— 04.01.06. 000 СБ, где Д.ИГ. – дизайн, инженерная графика; 04 - № работы, 01- № варианта, 06 - № листа (после титульного), 000СБ – шифр сборочного чертежа.

Указания к выполнению работы

Пример выполнения задания на рисунках 5.1 и 5.2.

Изображение соединяемых деталей перечерчивается с увеличением примерно в 1,5 раза по исходным данным индивидуального варианта (прил. Г).

Длины болтов и шпилек подбираются в зависимости от толщины соединяемых деталей. Исходные данные для вычерчивания резьбовых изделий приведены в таблице. Чертёж «Резьбовые соединения» оформляется как сборочный чертёж.

Исходные данные для изображения резьбовых изделий

Вариант	Резьбовые изделия	ГОСТ	Диаметр резьбы изделия, мм	Материал нижней детали
1	Винт Болт Шпилька	17475–80 7798–70 22034–76	М 8 М10 М 12	сталь
2	Шпилька Винт Болт	22034–76 1491–80 7798–70	М 10 М 10 М12	пластмасса
3	Шпилька Винт Болт	22034–76 1491–80 7798–70	М 8 М 10 М10	чугун
4	Болт Винт Шпилька	7798–70 1491–80 22034–76	М12 М 8 М 10	сталь
5	Болт Винт Шпилька	7798–70 1491–80 22038–76	М10 М 6 М 8	сталь
6	Болт Винт Шпилька	7798–70 1491–80 22034–76	М10 М 8 М 12	чугун
7	Болт Винт Шпилька	7798–70 1491–80 22034–76	М12 М 8 М 10	сталь
8	Болт Винт Шпилька	7798–70 17475–80 22036–76	М12 М 8 М 10	сталь
9	Болт Винт Шпилька	7798–70 1491–80 22034–76	М 10 М 8 М10	чугун
10	Болт Винт Шпилька	7798–70 1491–80 22034–76	М10 М 8 М 10	сталь
11	Шпилька Винт Болт	22034–76 1491–80 7798–70	М 10 М 8 М14	сталь

12	Шпилька Винт Болт	22032–76 17475–80 7798–70	M10 M 8 M 10	чугун
13	Винт Шпилька Болт	1491–80 22032–76 7798–70	M 6 M 8 M10	чугун
14	Винт Шпилька Болт	17475–80 22036–76 7798–70	M 8 M 8 M10	сталь
15	Винт Шпилька Болт	17475–80 22036–76 7798–70	M 10 M 10 M14	пластмасса
16	Винт Шпилька Болт	17475–80 22034–76 7798–70	M 6 M 8 M8	чугун
17	Болт Винт Шпилька	7798–70 1491–80 22034–76	M 10 M 8 M8	чугун
18	Болт Винт Шпилька	7798–70 1491–80 22034–76	M 10 M 8 M10	сталь
19	Болт Винт Шпилька	7798–70 1491–80 22034–76	M 12 M 10 M10	чугун
20	Винт Шпилька Болт	1491–80 7798–70 22034–76	M 12 M 10 M12	сталь
21	Болт Винт Шпилька	7798–70 1491–80 22034–76	M 12 M 10 M12	Сталь
22	Болт Винт Шпилька	7798–70 17475–80 22034–76	M 14 M 10 M12	чугун

Последовательность выполнения работы:

1. Из приложения Г в соответствии с индивидуальным заданием перечерчивают тонкими линиями контуры соединяемых деталей с увеличением примерно в 1,5-2 раза, оставляя место для изображения гаек, головки болта и обозначения крепежных изделий.
2. Наносят осевые линии в местах расположения стандартных изделий – винта, шпильки и болта.
3. Из таблицы 3 согласно варианту индивидуального задания выбирают диаметр болта и номер стандарта последнего. Болтовое соединение, в которое входят болт, гайка и шайба, вычерчивают по относительным размерам, приведенным на рисунке 16. При этом длину болта L следует уточнить по стандартному ряду чисел, принимая ближайшее большее значение, пользуясь справочниками ([2], [3]).
4. Из таблицы 3 согласно варианту индивидуального задания выбирают диаметр и номер стандарта шпильки, по которым из таблицы 1 определяют длину ее посадочного конца. Все остальные размеры рассчитывают по тем же формулам, что и для болтового соединения.

Критерии оценки выполнения РГР:

оценка «отлично» - глубокое знание программного материала, соответствующего тематике РГР. Отсутствие ошибок, высокое качество графического исполнения и оформления работы. Свободное владение терминологией. Квалифицированные ответы на вопросы преподавателя;

оценка «хорошо» - твердое усвоение программного материала по тематике РГР. Достаточно качественное графическое исполнение и оформление работы при наличии несущественных, легко исправимых недостатков и ошибок второстепенного характера. Самостоятельное устранение ошибок и погрешностей после замечаний преподавателя. Владение основной терминологией. Уверенные и правильные ответы на вопросы преподавателя;

оценка «удовлетворительно» - наличие знания основного программного материала по тематике РГР. Наличие существенных ошибок. Неполная, непоследовательная защита чертежа. Неуверенное владение терминологией. Ошибки в ответах на вопросы преподавателя;

оценка «неудовлетворительно» - незнание или непонимание большей или наиболее важной части программного материала. Наличие на чертеже существенных и грубых ошибок. Исправление чертежа только с помощью преподавателя. Низкое качество графического исполнения и оформления чертежа. Незнание терминологии. Неправильные ответы на вопросы преподавателя.