

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

(инженерная графика и
проекционное черчение)

Методические указания
к выполнению контрольной работы № 1

Санкт-Петербург
2005

Составители: В. П. Дядькин, И. Н. Лукьяненко, А. Г. Федоренко

Рецензент кандидат технических наук, доцент *В. П. Котов*

Даны методические указания по выполнению и оформлению контрольной работы № 1 по курсу «Инженерная графика», выполняемой студентами заочного факультета. Могут быть использованы студентами вечернего факультета и студентами филиалов, занимающихся по дистанционной форме обучения.

Подготовлены кафедрой механики и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения.

Редактор *А. В. Семенчук*
Компьютерная верстка *А. Н. Колешко*

Сдано в набор 05.07.05. Подписано к печати 11.12.05. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,11. Уч. -изд. л. 5,3. Тираж 100 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел
Отдел электронных публикаций и библиографии библиотеки
Отдел оперативной полиграфии
ГУАП
190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 67

© ГОУ ВПО «СПбГУАП», 2005

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Предмет и задачи инженерной графики

Инженерная графика – одна из учебных дисциплин, составляющих основу общеинженерной подготовки специалистов по авиационному приборостроению и радиотехнике.

Основные задачи курса инженерной графики состоят в том, чтобы научить студентов:

- правильно составлять рабочие чертежи приборов, электрооборудования, радиоаппаратуры и грамотно читать их;
- применять графические методы при решении инженерных задач.

Теоретический базис курса инженерной графики составляют элементы начертательной геометрии, в котором излагаются способы построения проекционных чертежей. Изучение начертательной геометрии развивает пространственное представление, зрительную память и логическое мышление – качества, необходимые для инженерной деятельности.

В разделе «Проекционное и техническое черчение» изучаются общие правила выполнения чертежей. Важной задачей практической части курса является решение конкретных задач и выполнение рабочих чертежей в соответствии с государственными стандартами единой системы конструкторской документации (ГОСТ ЕСКД).

При выполнении рабочих чертежей используются изделия и детали авиационных приборов, радиоаппаратуры, радиоэлектронных устройств и электрооборудования летательных аппаратов. Деталирование производится по сборочным чертежам радиоизделий, отражающих специальности по профилю факультета. Чертежи, выполняемые студентами в конце изучения курса инженерной графики, должны быть близки к производственным.

1.2. Краткое содержание программы курса

Элементы начертательной геометрии. Предмет инженерной графики и ее задачи. Краткая история развития методов изображений и технического чертежа. Требования ГОСТов ЕСКД к графическому оформлению чертежей.

Метод проекций. Виды проекций и их свойства. Обратимость чертежа. Комплексный чертеж точки. Изображение точки в декартовой системе координат.

Чертежи прямых общего и частного положения. Определение натуральной величины отрезка прямой. Чертежи параллельных, пересекающихся и скрещивающихся прямых. Определение видимости геометрических элементов на чертеже.

Плоскость и способы отображения ее на чертеже. Чертежи плоскостей общего и частного положения. Прямая и точка в плоскости. Прямые уровня в плоскости. Пересечение прямой с плоскостью. Пересечение двух плоскостей. Преобразование комплексного чертежа методом замены плоскостей проекций и основные задачи, решаемые этим методом.

Чертежи кривых линий, многогранников и поверхностей. Принадлежность точки и линии поверхностям. Взаимное пересечение поверхностей. Развертывание поверхностей. Построение разверток пирамидальных (конических) и призматических (цилиндрических) поверхностей. Приближенное построение разверток кривых поверхностей.

АксонOMETрические проекции. Образование. Виды. Стандартные прямоугольные изометрические и диметрические проекции.

Изображение предметов: виды, разрезы, сечения. Построение по двум данным проекциям геометрического тела третьей проекции.

Элементы технического черчения. Изображения резьбовых крепежных деталей и их соединений. Изображение соединения сваркой, пайкой и склеиванием. Изображение цилиндрических зубчатых деталей и пружин (общее ознакомление).

Чертежи деталей. Выполнение эскизов деталей с натуры. Нанесение на чертежах деталей размеров, обозначений шероховатости поверхности и защитно-декоративных покрытий.

Сборочный чертеж. Создание сборочного чертежа. Условности и упрощения, допускаемые на сборочных чертежах. Составление, чтение и детализирование сборочных чертежей. Краткие сведения об автоматизации проектно-конструкторских работ. Элементы компьютерной графики.

Рекомендуемая литература

1. *Посвянский А. Д.* Краткий курс начертательной геометрии. М.: Высш. шк., 1974. 180 с.

2. *Попова Г. Н., Алексеев С. Ю.* Машиностроительное черчение: Справочник. Л.: Машиностроение, 2001. 447 с.

3. ГОСТ 2.101–68 – ГОСТ 2.117–71. Основные положения.

4. ГОСТ 2.301–68 – ГОСТ 2.317–69. Общие правила выполнения чертежей.

5. ГОСТ 2.401–68 – ГОСТ 2.418–77. Правила выполнения чертежей различных изделий.

1.3. Указания по оформлению контрольных работ

На период изучения курса инженерной графики каждый студент-заочник получает из деканата методические разработки «Начертательная геометрия», «Проекционное черчение», «Техническое черчение» и сборочный чертеж для детализировки. Все учебные пособия после выполнения контрольных работ и сдачи зачетов должны быть возвращены в деканат.

Номер варианта при выполнении контрольных работ определяется последней цифрой номера (шифра) студенческого билета. Например, для билета 03/2314 следует выполнять вариант № 4, а для билета с шифром 03/2320 – вариант № 10.

Комплект задач, листов чертежей и эскизов каждой контрольной работы должен быть сброшюрован в альбом формата А4 с титульным листом (см. образец).

Надписи на титульном листе следует выполнять карандашом чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304–81, конструкцию букв и цифр писать с построением сетки тонкими линиями, которые после завершения надписей следует аккуратно удалить резинкой. Для развития навыка в исполнении надписей чертежным шрифтом рекомендуется выполнять одновременно два титульных листа для последующей брошюровки с соответствующей контрольной работой при отсылке ее на рецензию.

Все чертежи должны быть выполнены в полном соответствии с требованиями ГОСТов ЕСКД, отличаться четкостью и аккуратностью исполнения.

Листы форматов А3 следует складывать «гармошкой» до формата А4 с изображением основной надписью наружу.

Каждый вариант задания контрольной работы № 1 включает 7 задач раздела «Начертательная геометрия» и одну задачу раздела «Проекционное черчение».

Задача № 4 (раздел «Начертательная геометрия») выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (420×297), для задачи № 8 (раздел «Проекционное черчение») формат листа и масштаб изображения выбирается студентом самостоятельно. Остальные чертежи выполняются на листах формата А4 (210×297).

Таблица 1.1

Исходные данные для задач № 1 и 2

Вариант	Координаты точек для задач № 1 и 2, мм											
	A			B			C			S		
	X_A	Y_A	Z_A	X_B	Y_B	Z_B	X_C	Y_C	Z_C	X_S	Y_S	Z_S
1	60	60	15	10	40	0	40	10	30	15	50	25
2	55	0	20	25	50	50	5	15	0	45	45	0
3	60	5	15	40	60	50	5	30	0	30	60	10
4	10	40	0	60	60	15	40	10	35	55	30	5
5	25	50	50	55	0	20	5	15	0	50	40	10
6	40	60	50	60	5	15	5	30	0	25	60	10
7	40	10	35	10	40	0	60	60	15	15	50	25
8	55	0	20	5	15	0	25	50	50	45	45	10
9	60	5	15	5	30	0	40	60	50	30	60	10
10	60	60	15	40	10	30	10	40	0	55	30	5
11	25	50	50	40	10	30	5	0	20	50	40	10
12	40	60	50	5	30	0	60	5	15	25	60	10
13	60	55	15	10	35	0	40	5	30	15	45	20
14	55	5	20	25	55	50	5	20	0	45	50	10
15	60	5	20	40	60	55	5	30	5	30	60	10
16	55	60	15	5	40	0	35	10	30	10	50	25
17	25	55	50	55	5	20	5	20	0	50	45	10
18	60	10	15	40	60	50	5	25	0	30	60	10
19	55	60	20	5	40	5	35	10	35	10	50	25
20	55	5	20	5	15	0	25	55	50	45	45	10

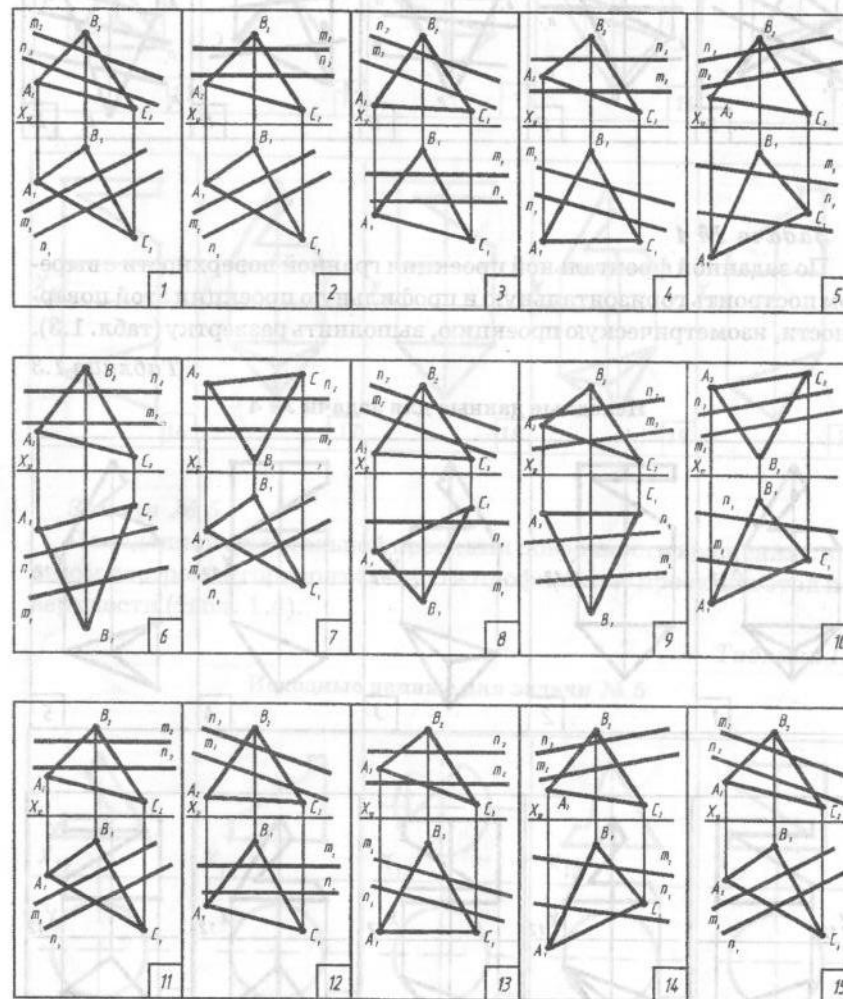
Примечание. В вариантах 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19 следует учитывать, что решение в задаче № 2 пойдет влево и вниз от исходного комплексного чертежа. В остальных вариантах вправо и вниз.

Задача № 3

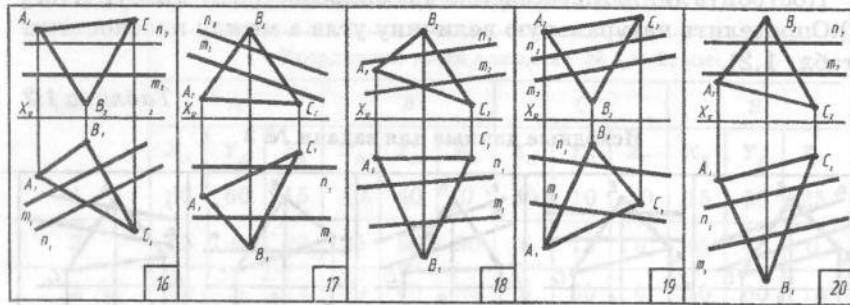
Построить линию пересечения двух плоскостей Σ ($\triangle ABC$) и Ω ($m \parallel n$). Определить натуральную величину угла α между плоскостями (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Исходные данные для задачи № 3



Окончание табл. 1.2

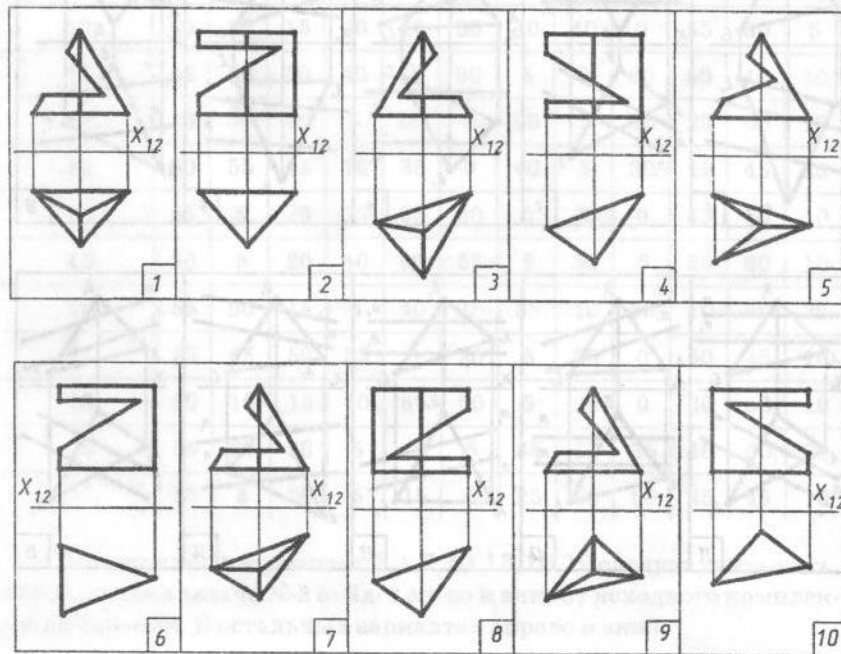


Задача № 4

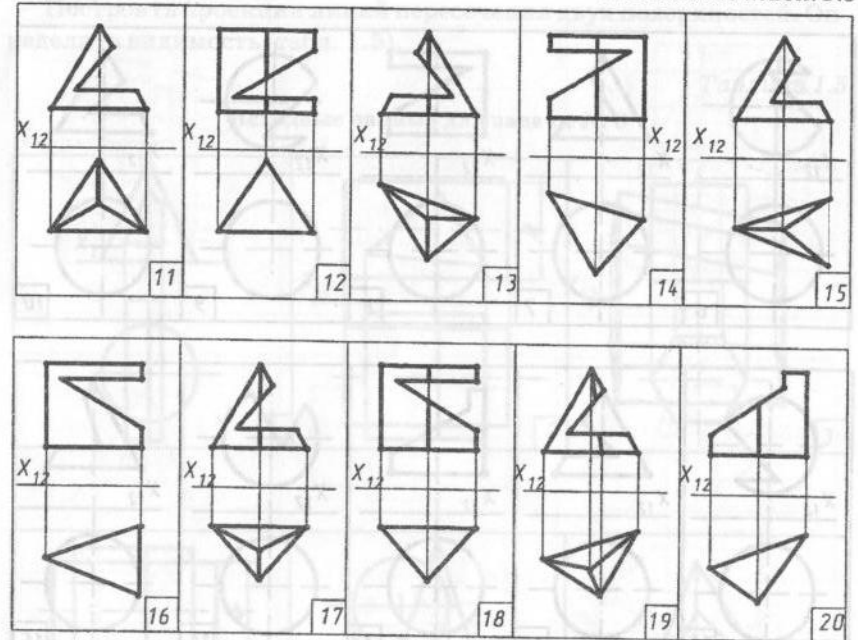
По заданной фронтальной проекции гранной поверхности с вырезом построить горизонтальную и профильную проекции этой поверхности, изометрическую проекцию, выполнить развертку (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Исходные данные для задачи № 4



Окончание табл. 1.3

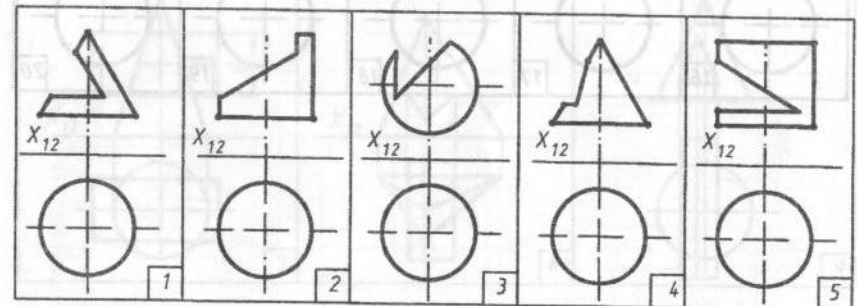


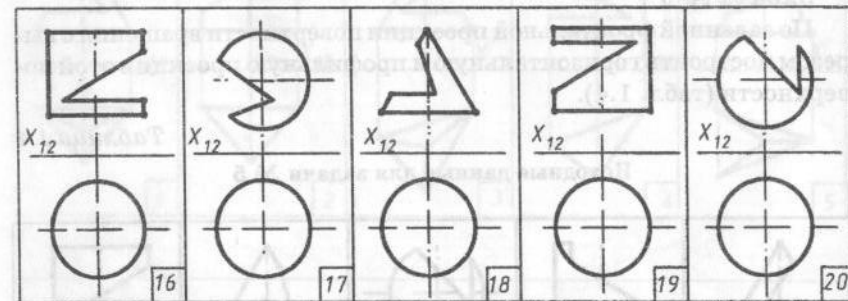
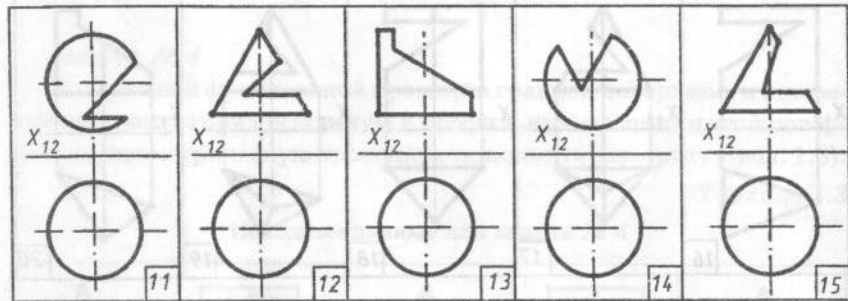
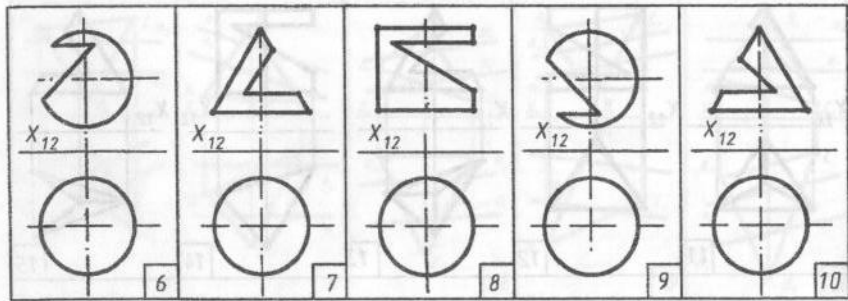
Задача № 5

По заданной фронтальной проекции поверхности вращения с вырезом построить горизонтальную и профильную проекции этой поверхности (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Исходные данные для задачи № 5



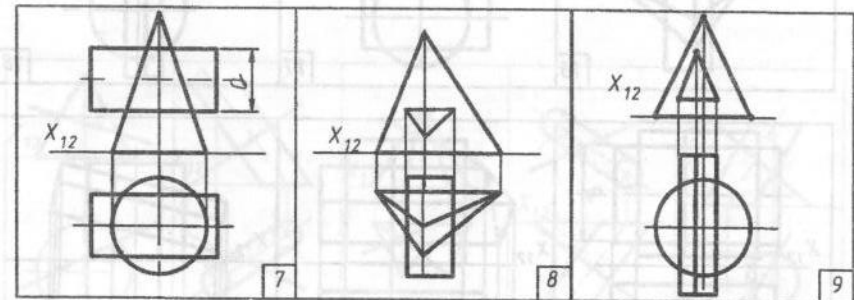
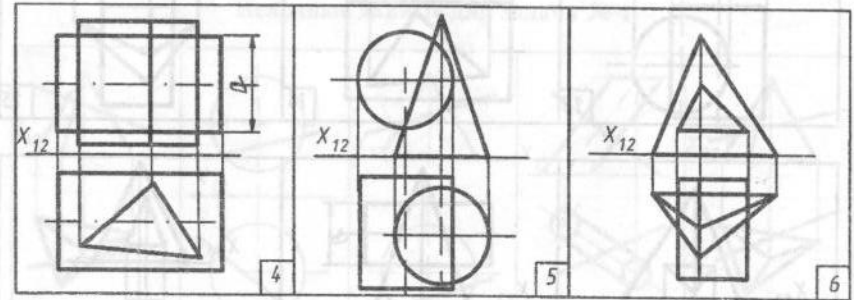
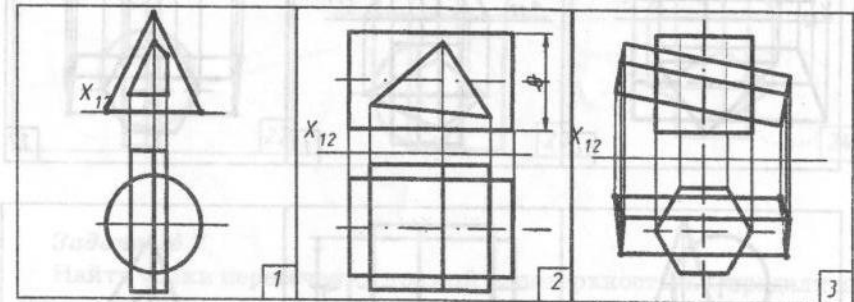


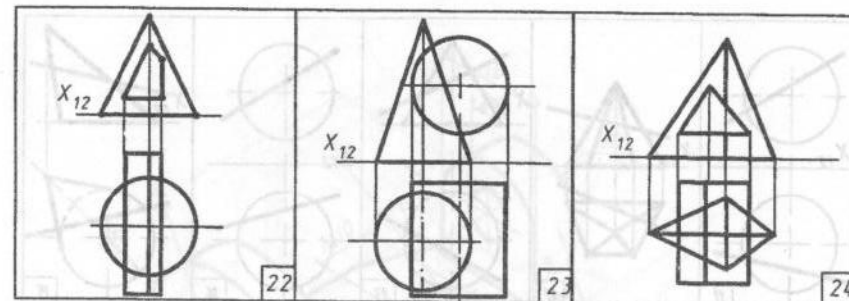
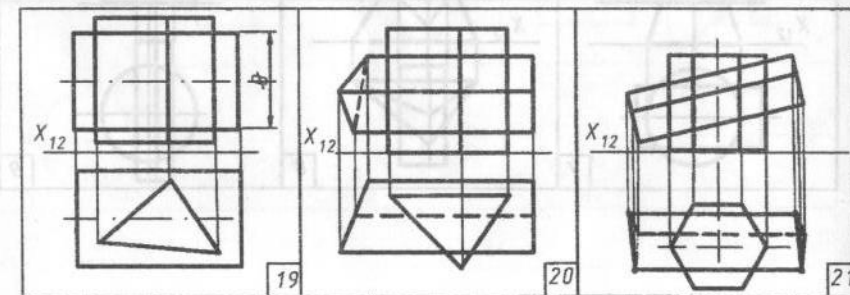
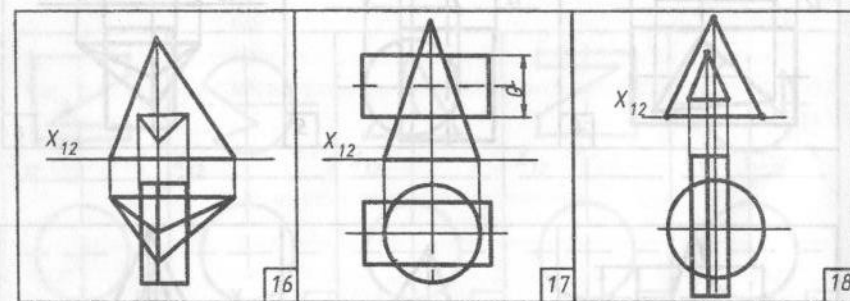
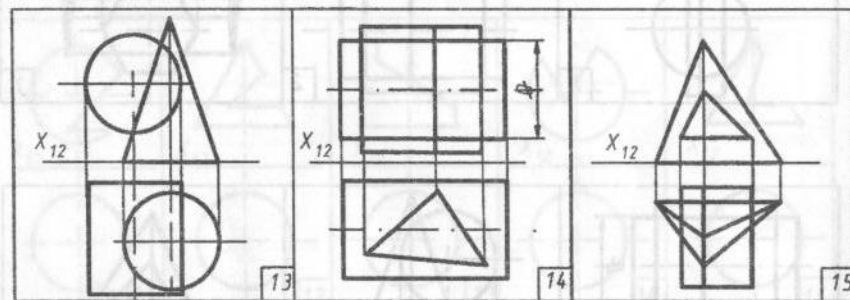
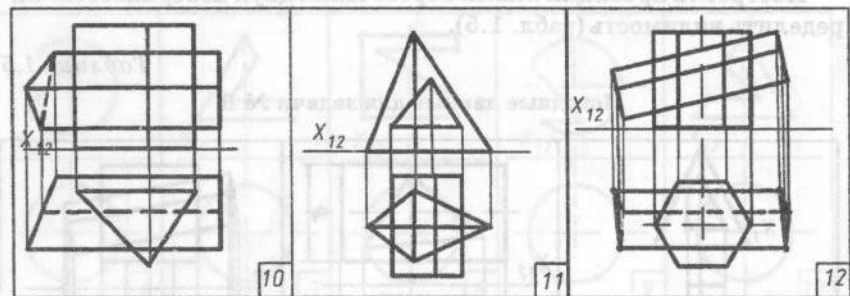
Задача № 6

Построить проекции линий пересечения двух поверхностей. Определить видимость (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Исходные данные для задачи № 6



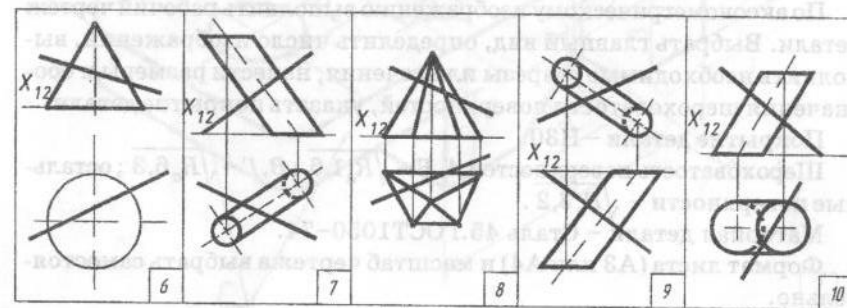
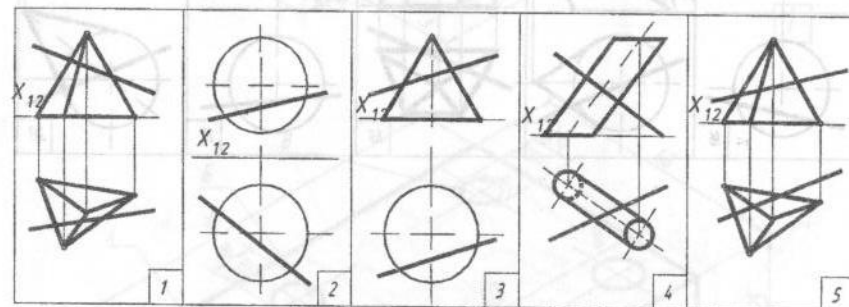


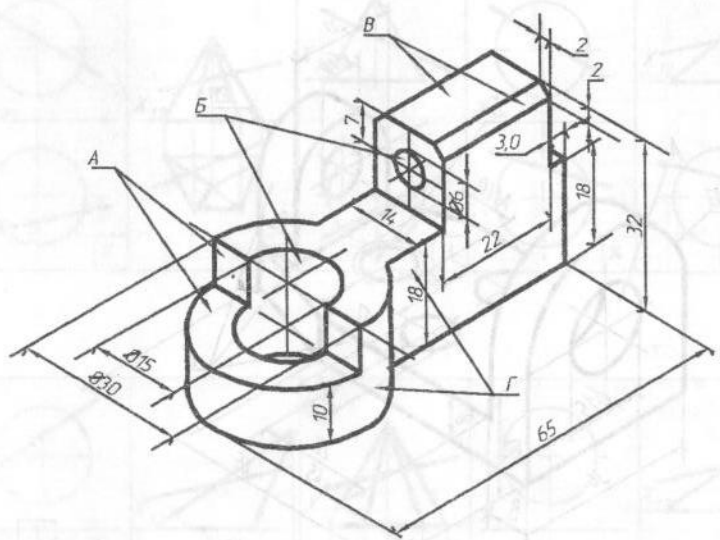
Задача № 7

Найти точки пересечения прямой l с поверхностью. Определить видимость прямой (табл. 1.6).

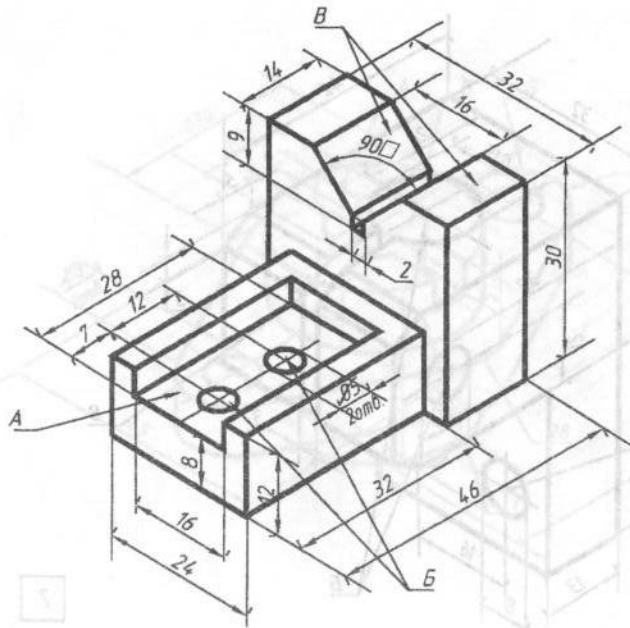
Таблица 1.6

Исходные данные для задачи № 7

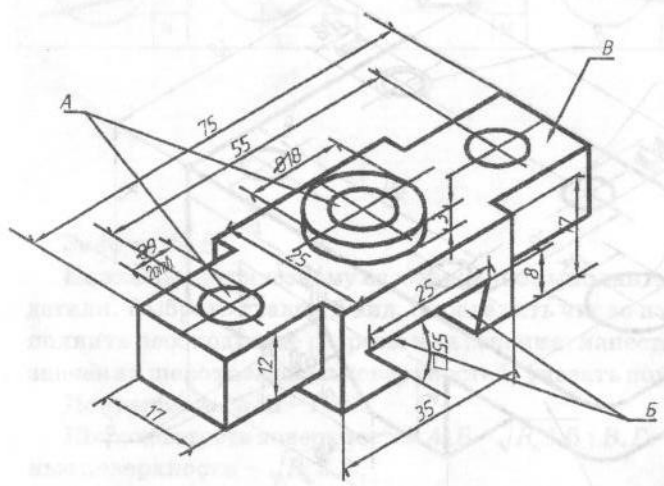




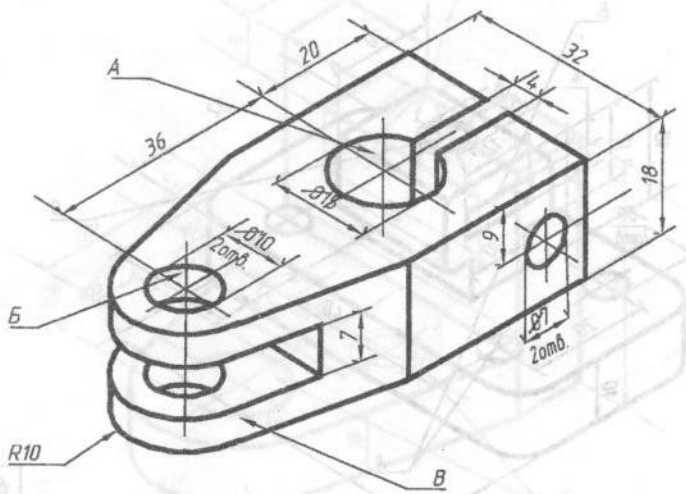
3



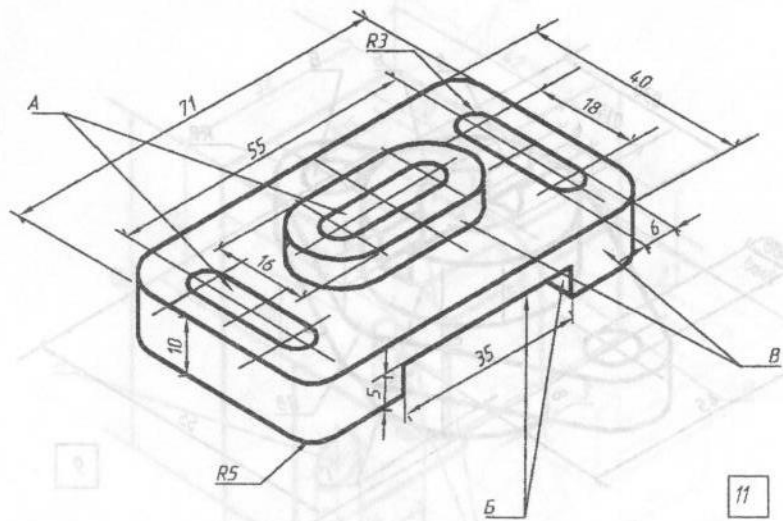
5



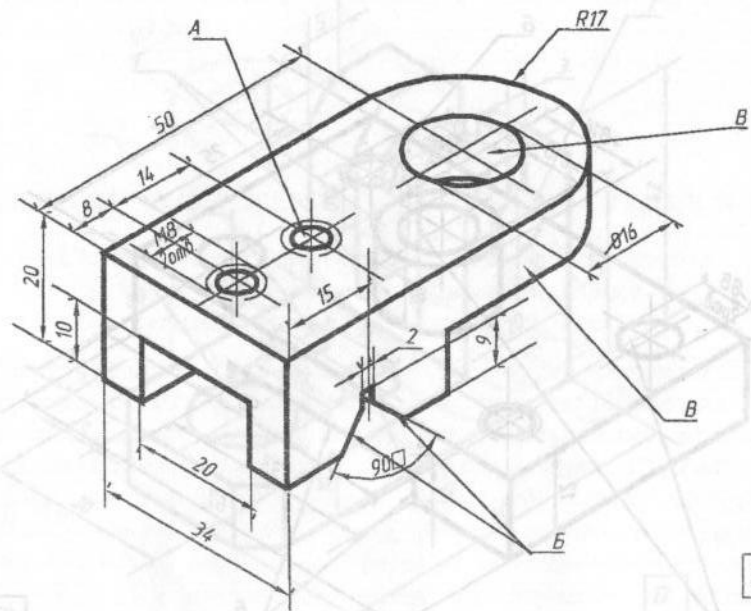
4



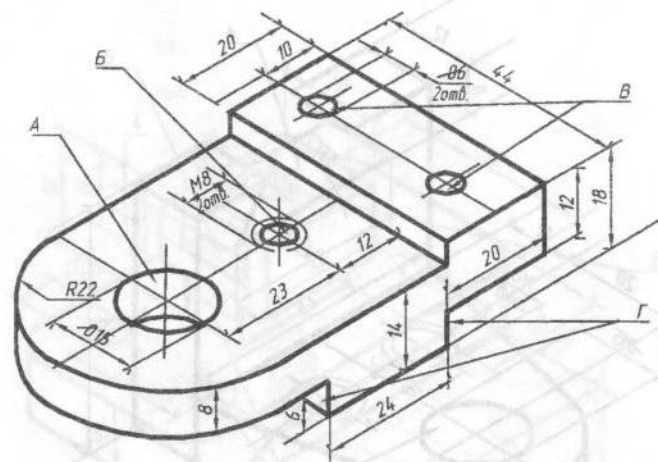
6



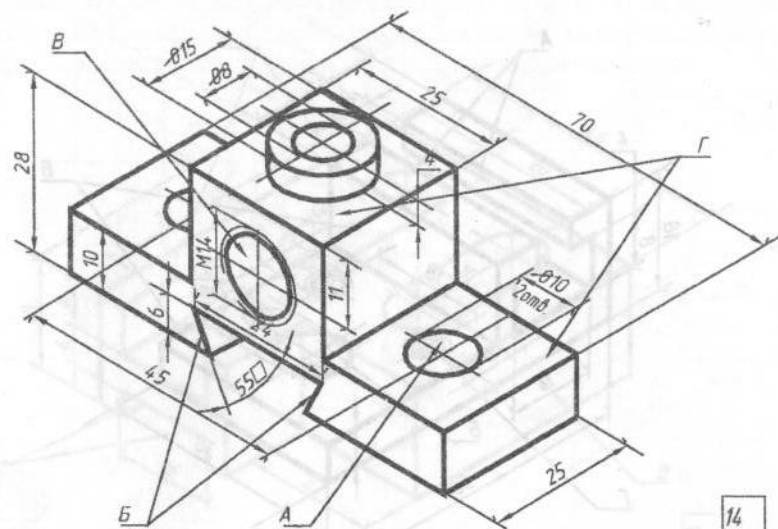
11



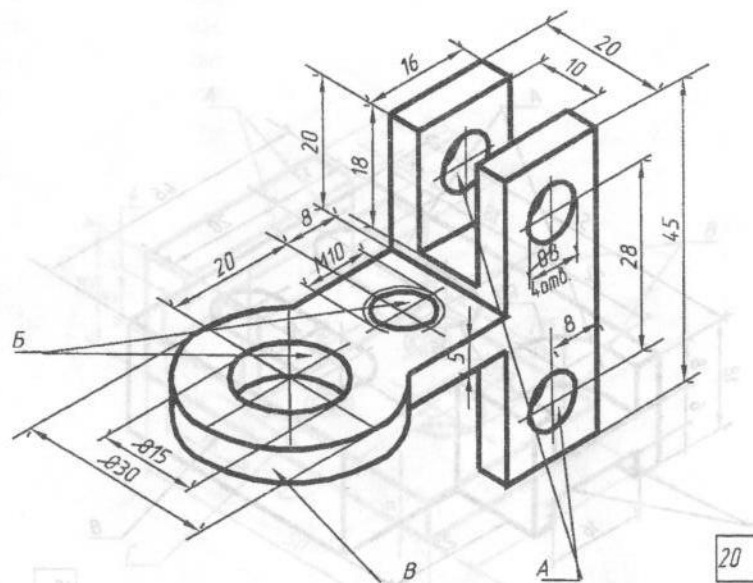
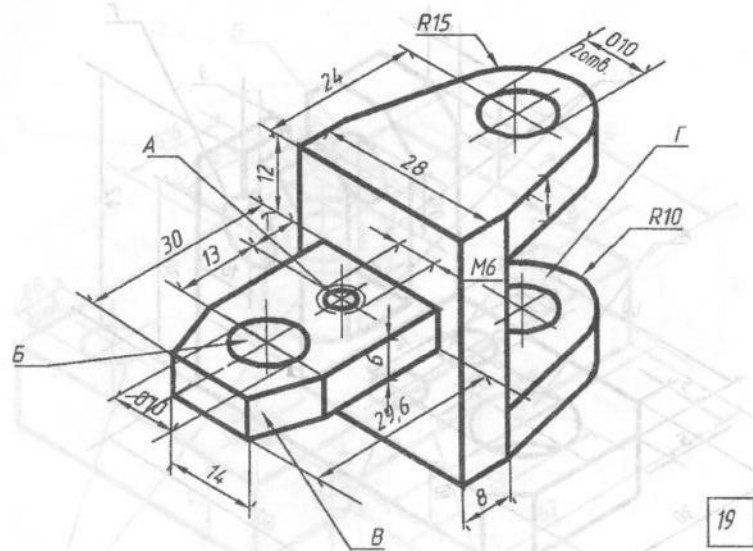
13



12



14



2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ № 1–3

2.1. Определение натуральной величины отрезков и углов его наклона к плоскостям проекций (способ прямоугольного треугольника)

Натуральная величина отрезка AB – гипотенуза прямоугольных треугольников ABB_1^* и ABB_2^* , один катет которых равен проекции на какую-нибудь плоскость проекций, а другим катетом является разность расстояний концов отрезка до этой же плоскости (рис. 2.1, а и б).

Рассмотрим, например, прямоугольный треугольник ABB_1^* , в котором один катет равен проекции отрезка на горизонтальную плоскость $AB_1^* = A_1B_1$, а другой катет равен разности высот концов отрезка $BB_1^* = Z_B - Z_A$. Угол α между гипотенузой и отрезком AB_1^* является углом наклона прямой AB и горизонтальной плоскости проекции Π_1 .

Для определения на комплексном чертеже (рис. 2.1, б) натуральной величины отрезка AB и углов его наклона α , β , γ к плоскостям проекции Π_1 , Π_2 , Π_3 на проекциях отрезков A_1B_1 , A_2B_2 , A_3B_3 строим прямоугольные треугольники, у которых вторым катетом является разность третьей координаты ΔX , ΔY , ΔZ у концов отрезка.

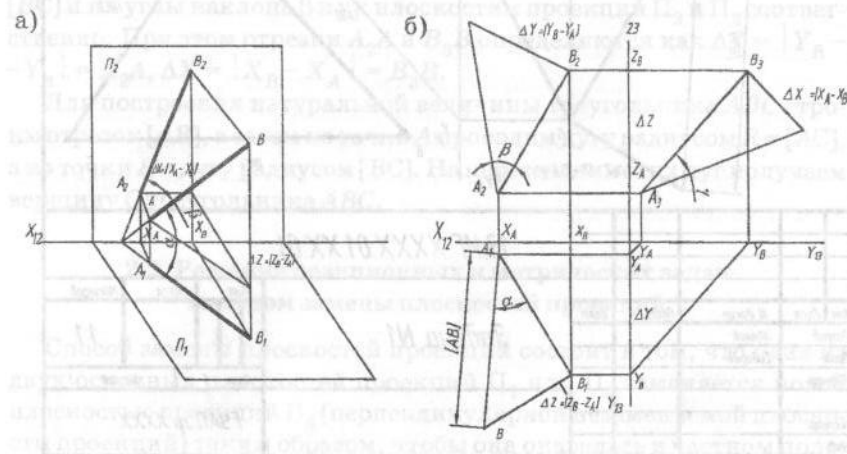
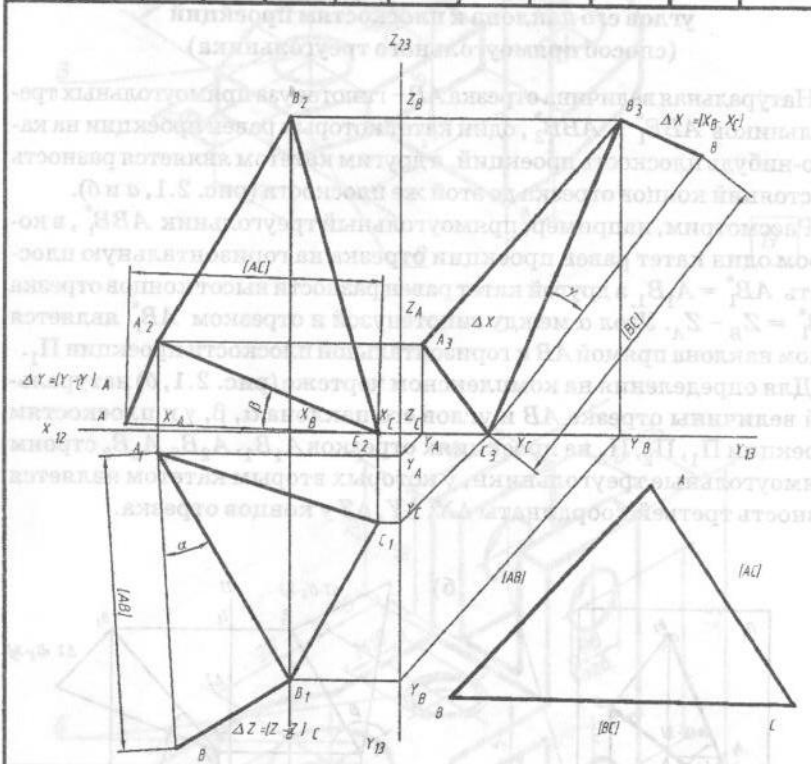


Рис. 2.1

По заданным координатам вершин треугольника ABC построить его проекции. Определить натуральную величину его сторон и их углы наклона к плоскостям проекции: AB к Π_1 , AC к Π_2 , BC к Π_3 . Определить натуральную величину треугольника ABC.

A			B			C			S		
X_A	Y_A	Z_A	X_B	Y_B	Z_B	X_C	Y_C	Z_C	X_S	Y_S	Z_S
55	5	20	25	55	50	5	20	0	45	50	10



13.ИГ.ХХХХ.01.ХХ.01				Лист	Масса	Масштаб
Задача N1						1:1
Изм	Лист	И докум	Подп.	Дата		
Разраб		Иванов				
Проб		Сидоров				
Т.контр						
Н.контр						
Читб						
				Лист	1	Листов
				ГЧАП, гр. ХХХХ		

Рис. 2.2

В таких прямоугольных треугольниках гипотенуза является натуральной величиной отрезка $[AB]$, а угол между гипотенузой и проекцией отрезка, это угол α, β, γ наклона отрезка к плоскостям проекций Π_1, Π_2, Π_3 соответственно.

Решение задачи № 1 (рис. 2.2)

По заданным координатам вершин треугольника ΔABC построить его проекции. Определить натуральную величину сторон треугольника и их углы наклона к плоскостям проекции: AB к Π_1 , AC к Π_2 , BC к Π_3 . Построить натуральную величину ΔABC .

Для построения проекции точки A на плоскости Π_1 откладываем по осям X_{12} и Y_{13} координаты X_A и Y_A и проводим линии связи, перпендикулярные к этим осям. На пересечении этих линий связи получаем горизонтальную проекцию точки A_1 . Фронтальная проекция точки A_2 определяется координатами X_A и Z_A , а профильная проекция координатами Y_A и Z_A . Аналогично строятся проекции точки B (рис. 2.2).

Для определения натуральной величины отрезка $[AB]$ и угла его наклона α к плоскости проекции Π_1 строим прямоугольный треугольник A_1B_1B , в котором один из катетов проекция отрезка A_1B_1 на данную плоскость, а другой катет B_1B есть разность третьей координаты $\Delta Z = |Z_B - Z_A|$ у концов отрезка, которая определяется по оси Z_{23} как расстояние между линиями связи. Гипотенуза A_1B есть натуральная величина отрезка $[AB]$, а угол α между гипотенузой A_1B и проекцией отрезка A_1B_1 – угол наклона к плоскости Π_1 .

Аналогично определяются натуральные величины отрезков $[AC]$, $[BC]$ и их углы наклона β и γ к плоскостям проекций Π_2 и Π_3 соответственно. При этом отрезки A_2A и B_3B определяются как $\Delta Y = |Y_B - Y_A| = A_2A$, $\Delta X = |X_B - X_A| = B_3B$.

Для построения натуральной величины треугольника ABC строим отрезок $[AB]$, а затем из точки A проводим дугу радиусом $R = [AC]$, а из точки B – дугу радиусом $[BC]$. На пересечении этих дуг получаем вершину C треугольника ABC .

2.2. Решение позиционных и метрических задач методом замены плоскостей проекций

Способ замены плоскостей проекций состоит в том, что одна из двух основных плоскостей проекций Π_1 или Π_2 заменяется новой плоскостью проекций Π_4 (перпендикулярной незаменяемой плоскости проекций) таким образом, чтобы она оказалась в частном положении по отношению к оригиналу.

Пусть точка A задана своими проекциями A_1 и A_2 в системе плоскостей проекций Π_1 и Π_2 (рис. 2.3, а). Заменим плоскость Π_2 на новую плоскость Π_4 , перпендикулярную плоскости Π_1 . Опустив перпендикуляр из точки A на плоскость Π_4 , получаем проекцию A_4 точки A на плоскость Π_4 .

Нетрудно видеть, что в новой системе плоскостей проекций Π_1, Π_4 точка A определяется проекциями A_1 и A_4 , при этом координата Z_A , содержащаяся в заменяемой плоскости проекций Π_2 , остается неизменной в новой плоскости Π_4 , а в плоскости проекций Π_1 остается неизменной проекция точки A_1 .

Произведем операцию перехода от системы Π_1, Π_2 к системе $\Pi_1, \Pi_4, \Pi_2 \rightarrow \Pi_4$, на комплексном чертеже (рис. 2.3, б). Так как горизонтальная проекция точки A_1 остается неизменной, то через эту проекцию проводим новую линию связи, перпендикулярную оси X_{14} .

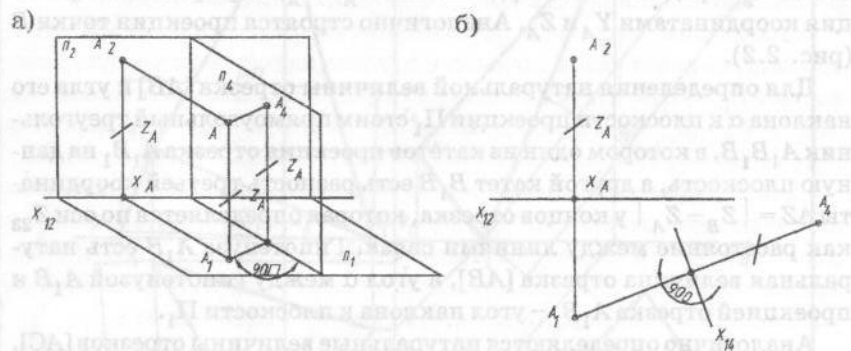


Рис. 2.3

Измерив на плоскости Π_2 высоту точки Z_A и отложив ее на новой линии связи от оси X_{14} , получим новую проекцию A_4 на плоскость Π_4 .

Аналогичным образом производится замена плоскости Π_1 на новую плоскость проекций $\Pi_4, \Pi_1 \rightarrow \Pi_4$, перпендикулярную к плоскости Π_2 . При этой замене остается неизменной фронтальная проекция A_2 и глубина точки Y_A .

2.2.1. Преобразование прямой $l(l_1, l_2)$ общего положения в прямую уровня

Чтобы прямую $l(l_1, l_2)$ общего положения преобразовать в прямую уровня (рис. 2.4), достаточно заменить одну плоскость проекций, например Π_2 на новую плоскость Π_4 , перпендикулярную к неизменной плоскости Π_1 и параллельную прямой $l, \Pi_2 \rightarrow \Pi_4$. Новая ось X_{14} должна располагаться параллельно горизонтальной проекции

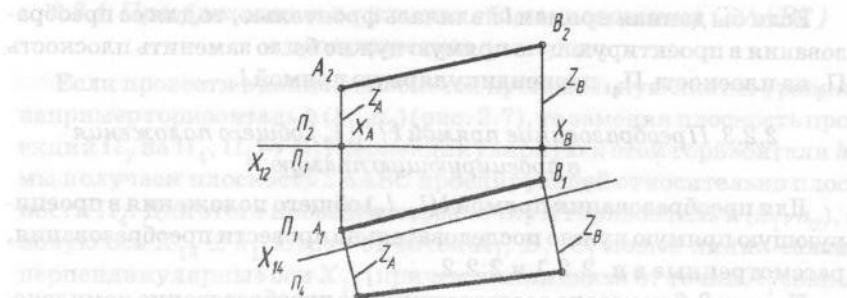


Рис. 2.4

прямой $X_{14} \parallel l_1$. Из горизонтальных проекций концов отрезка прямой A_1B_1 проводим линии связи, перпендикулярные новой оси X_{14} . Расстояния концов отрезка A_4B_4 от оси X_{14} равны расстояниям проекций концов A_2B_2 от оси X_{12} (т. е. неизменными остаются координаты Z_A и Z_B).

2.2.2. Преобразование прямой уровня $l(l_1, l_2)$ в проецирующую прямую

Пусть прямая $l(A, B)$ будет горизонталью $h(h_1, h_2)$ в системе плоскостей проекций (Π_1, Π_2) (рис. 2.5). Заменим плоскость Π_2 на новую плоскость $\Pi_4, \Pi_2 \rightarrow \Pi_4$, располагая ее перпендикулярно прямой l и незаменяемой плоскости Π_1 . На комплексном чертеже новая ось $X_{14} \perp l_1 (A_1B_1)$. Проводя новые линии связи от точек A_1 и B_1 и откладывая от новой оси X_{14} высоты Z точек A_2 и B_2 , измеренные на плоскости Π_2 , получим проекцию прямой l на плоскость Π_4 в виде точки $l_4 \equiv (A_4) \equiv B_4$.

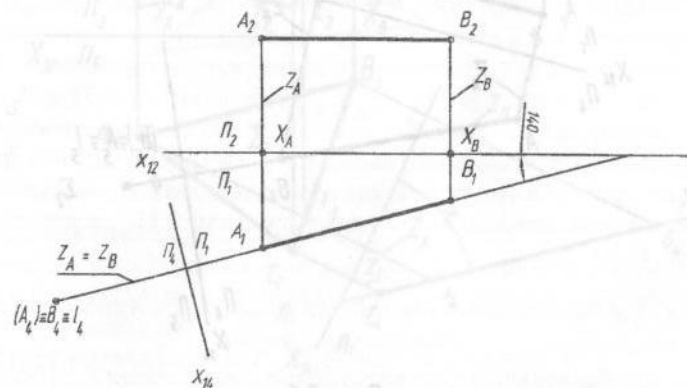


Рис. 2.5

Если бы данная прямая l являлась фронталью, то для ее преобразования в проектирующую прямую нужно было заменить плоскость Π_1 на плоскость Π_4 , перпендикулярную прямой l .

2.2.3. Преобразование прямой $l(l_1, l_2)$ общего положения в проектирующую прямую

Для преобразования прямой $l(l_1, l_2)$ общего положения в проектирующую прямую нужно последовательно провести преобразования, рассмотренные в п. 2.2.1 и 2.2.2.

На рис. 2.6 показано соответствующее преобразование комплексного чертежа. Вначале в системе Π_1, Π_2 проведена замена плоскости Π_2 на $\Pi_4, \Pi_2 \rightarrow \Pi_4$, причем $\Pi_4 \perp \Pi_1$, а $X_{14} \perp A_1B_1$. Далее в системе Π_1, Π_4 , в которой прямая $l(l_1, l_2)$ является прямой уровня относительно плоскости Π_4 , производим замену плоскости Π_1 на $\Pi_5, \Pi_1 \rightarrow \Pi_5$, причем $\Pi_5 \perp \Pi_4$, а $X_{45} \perp l_1$. В системе плоскостей Π_4, Π_5 прямая $l(l_4, l_5)$ является проектирующей прямой относительно плоскости Π_5 .

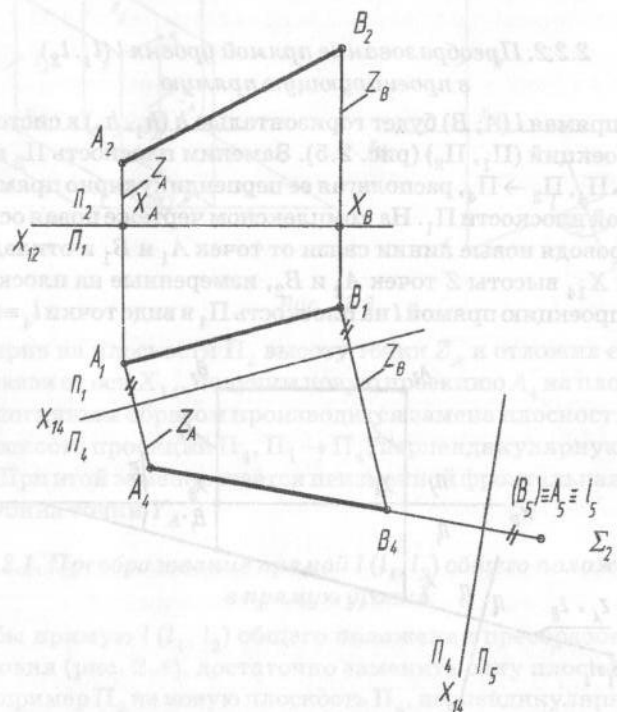


Рис. 2.6

2.2.4. Преобразование плоскости общего положения ($\Sigma \triangle ABC$) в проектирующую плоскость

Если провести в данной плоскости произвольную линию уровня, например горизонталь $h(h_1, h_2)$ (рис. 2.7), то заменяя плоскость проекций Π_2 на $\Pi_4, \Pi_2 \rightarrow \Pi_4$, перпендикулярную к этой горизонтали h , мы получаем плоскость $\Sigma \triangle ABC$ проектирующей относительно плоскости Π_4 . Для этого проведем через точку A горизонталь $h(h_1, h_2)$, а новую ось $X_{14} \perp h_1$. Строя от точек A_1, B_1, C_1 новые линии связи, перпендикулярные оси X_{14} (причем линия связи от точки A_1 совпадает с проекцией горизонтали h_1), откладываем от оси X_{14} высоты точек Z_A, Z_B, Z_C , измеренные на плоскости Π_2 . Полученные проекции точек A_4, B_4, C_4 лежащие на одной прямой, являются новой проекцией плоскости Σ_4 . Угол α , образованный проекцией плоскости Σ_4 и осью X_{14} , является натуральной величиной угла наклона плоскости Σ к плоскости проекций Π_1 . Аналогично можно определить угол наклона плоскости Σ к плоскости Π_2 , для этого нужно заменить плоскость Π_1 на $\Pi_4, \Pi_1 \rightarrow \Pi_4$, перпендикулярную к фронтالي $f(f_1, f_2)$, принадлежащий плоскости $\Sigma \triangle ABC$.

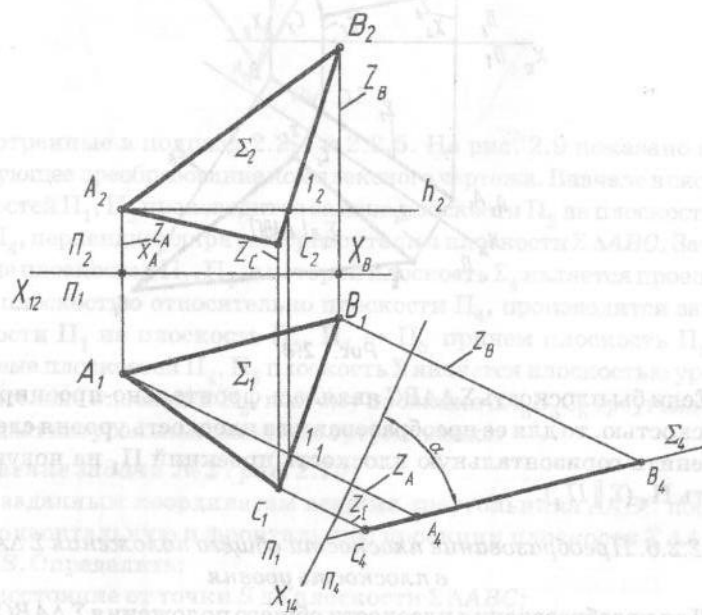


Рис. 2.7

2.2.5. Преобразование проецирующей плоскости $\Sigma \triangle ABC$ в плоскость уровня

Пусть плоскость $\Sigma \triangle ABC$ является горизонтально проецирующей плоскостью (рис. 2.8). Для преобразования этой плоскости в плоскость уровня заменим плоскость проекций Π_2 на плоскость Π_4 , $\Pi_2 \rightarrow \Pi_4$, параллельную плоскости $\Sigma \triangle ABC$. Для этого проведем новую ось X_{14} , параллельную горизонтальной проекции плоскости Σ_1 ($\triangle A_1 B_1 C_1$). Для прохождения проекций точек A_4, B_4, C_4 на плоскость Π_4 проводим от точек A_1, B_1, C_1 новые линии связи, перпендикулярные оси X_{14} , откладывая их от оси X_{14} , высоты точек, измеренные на заменяемой плоскости Π_2 от оси X_{12} . В системе плоскостей Π_1, Π_4 плоскость Σ является плоскостью уровня относительно плоскости Π_4 ($\Sigma \parallel \Pi_4$), а проекция треугольника $\triangle ABC$, определяющего плоскость, дает натуральный вид этого треугольника.

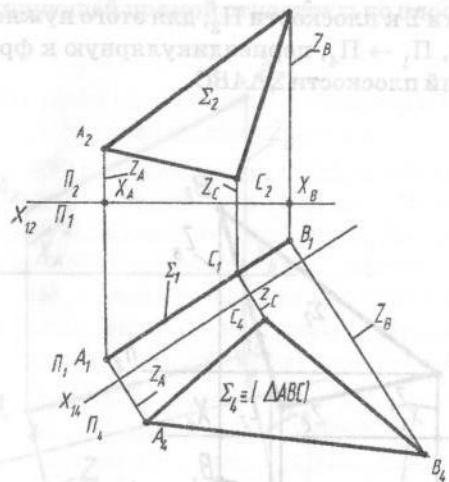


Рис. 2.8

Если бы плоскость $\Sigma \triangle ABC$ являлась фронтально-проецирующей плоскостью, то для ее преобразования в плоскость уровня следовало заменить горизонтальную плоскость проекций Π_1 на новую плоскость Π_4 ($\Sigma \parallel \Pi_4$).

2.2.6. Преобразование плоскости общего положения $\Sigma \triangle ABC$ в плоскость уровня

Для преобразования плоскости общего положения $\Sigma \triangle ABC$ в плоскость уровня нужно последовательно выполнять преобразования,

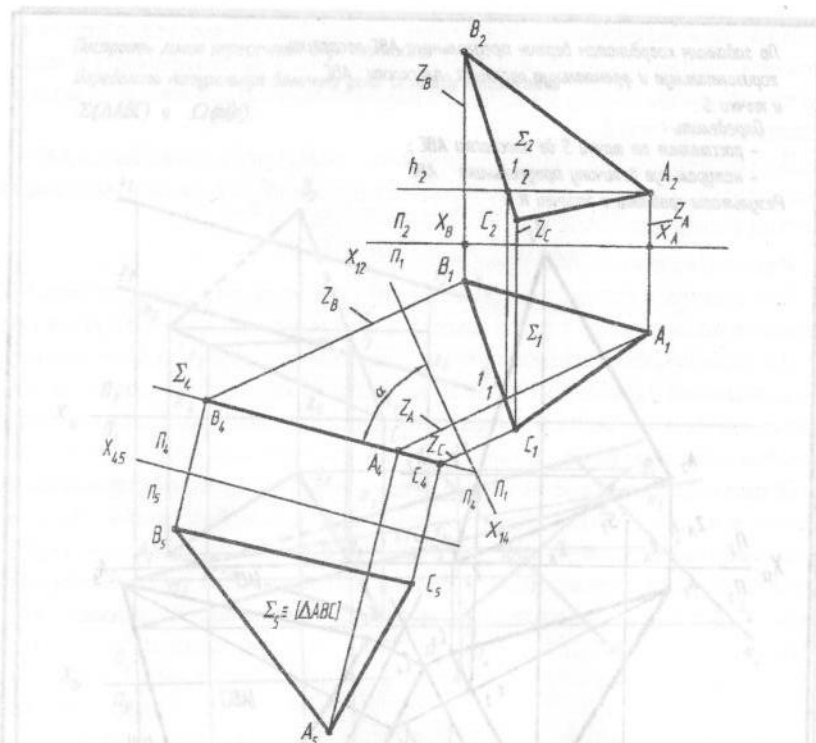


Рис. 2.9

рассмотренные в подразд. 2.2.4 и 2.2.5. На рис. 2.9 показано соответствующее преобразование комплексного чертежа. Вначале в системе плоскостей Π_1, Π_2 производится замена плоскости Π_2 на плоскость Π_4 , $\Pi_2 \rightarrow \Pi_4$, перпендикулярную горизонтали h плоскости $\Sigma \triangle ABC$. Затем в системе плоскостей Π_1, Π_4 , в которой плоскость Σ_4 является проецирующей плоскостью относительно плоскости Π_4 , производится замена плоскости Π_1 на плоскость Π_5 , $\Pi_1 \rightarrow \Pi_5$, причем плоскость $\Pi_5 \parallel \Sigma$. В системе плоскостей Π_4, Π_5 плоскость Σ является плоскостью уровня относительно плоскости Π_5 , поэтому проекция $\triangle A_5 B_5 C_5$ треугольника $\triangle ABC$ дает натуральный вид этого треугольника.

Решение задачи № 2 (рис. 2.10)

По заданным координатам вершин треугольника $\triangle ABC$ построить горизонтальную и фронтальную проекции плоскости $\Sigma \triangle ABC$ и точки S . Определить:

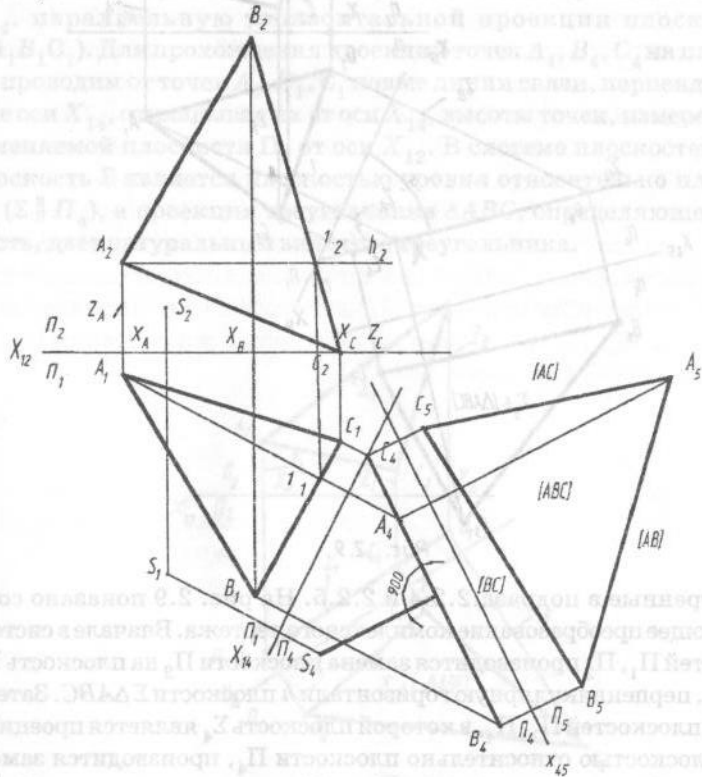
- расстояние от точки S до плоскости $\Sigma \triangle ABC$;
- натуральную величину $\triangle ABC$ (сравнить с результатами, полученными в задаче №1).

По заданным координатам вершин треугольника ABC построить горизонтальную и фронтальную проекции плоскости ABC и точки S.

Определить:

- расстояние от точки S до плоскости ABC;
- натуральную величину треугольника ABC.

Результаты сравнить с задачей N 1



13.ИГ.ХХХХ.02.ХХ.01

Задача N2

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист 1		Листов 1

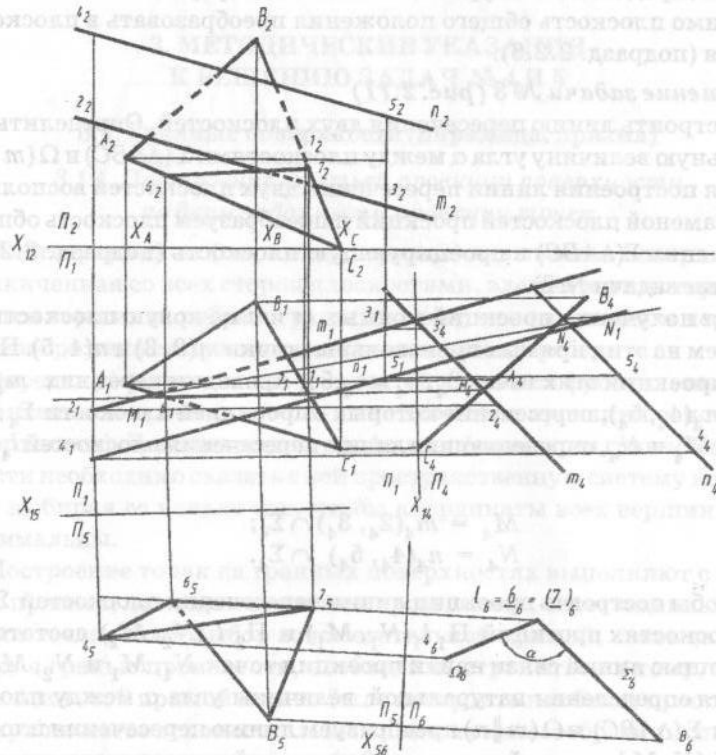
ГУАП, гр.ХХХХ

Рис. 2.10

Построить линию пересечения двух плоскостей.

Определить натуральную величину угла α между плоскостями

$\Sigma(\Delta ABC)$ и $\Omega(m|n)$.



13.ИГ.ХХХХ.03.ХХ.01

Задача N3

Изм	Лист	И докум	Подп.	Дата
		Иванов		
		Сидоров		

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист 1		Листов 1

ГУАП, гр.ХХХХ

Рис. 2.11

Для определения расстояния от точки S до плоскости общего положения $\Sigma \triangle ABC$ достаточно преобразовать в проецирующую плоскость (подразд. 2.2.4), и опустить перпендикуляр из точки S_4 на проекцию плоскости Σ_4 .

Для определения натуральной величины треугольника $\triangle ABC$ необходимо плоскость общего положения преобразовать в плоскость уровня (подразд. 2.2.6).

Решение задачи № 3 (рис. 2.11)

Построить линию пересечения двух плоскостей. Определить натуральную величину угла α между плоскостями $\Sigma (\triangle ABC)$ и $\Omega (m \parallel n)$.

Для построения линии пересечения двух плоскостей воспользуемся заменой плоскостей проекций и преобразуем плоскость общего положения $\Sigma (\triangle ABC)$ в проецирующую плоскость (подразд. 2.2.4 и решение задачи № 2).

Для получения проекций прямых m и n на новую плоскость Π_4 возьмем на этих прямых произвольные точки $m(2, 3)$ и $n(4, 5)$. Построив проекции этих точек $2_4, 3_4$ и $4_4, 5_4$, проводим через них $m_4(2_4, 3_4)$ и $n_4(4_4, 5_4)$, пересечение которых с проекцией плоскости Σ_4 дает точки M_4 и N_4 , определяющие линию пересечения плоскостей $l_4(N_4, M_4)$:

$$\begin{aligned} M_4 &= m_4(2_4, 3_4) \cap \Sigma_4; \\ N_4 &= n_4(4_4, 5_4) \cap \Sigma_4. \end{aligned}$$

Чтобы построить проекции линии пересечения плоскостей Σ и Ω на плоскостях проекций $\Pi_1 l_1(N_1, M_1)$ и $\Pi_2 l_2(N_2, M_2)$ достаточно с помощью линий связи найти проекции точек N_1, M_1 и N_2, M_2 .

Для определения натуральной величины угла α между плоскостями $\Sigma (\triangle ABC)$ и $\Omega (m \parallel n)$ преобразуем линию пересечения плоскостей $l(N, M)$ заменой плоскостей проекций в проецирующую прямую (подразд. 2.2.6). Угол α между плоскостями – угол между их проекциями Σ_6 и Ω_6 на плоскость Π_6 .

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ № 4 И 5

3.1. Гранные поверхности (пирамида, призма)

3.1.1. Построение третьей проекции поверхности по двум заданным и проекции точек

Многогранником (пирамида, призма) называется поверхность, ограниченная со всех сторон плоскостями, элементами которой являются вершины, ребра и грани, поэтому на комплексном чертеже они изображаются проекциями своих вершин и ребер.

Определителями этих поверхностей являются фронтальная и горизонтальная проекции (если на ней имеется проекция основания поверхности). Для построения профильной проекции гранной поверхности необходимо связать с ней пространственную систему координат, выбирая ее начало так, чтобы координаты всех вершин были минимальны.

Построение точек на гранных поверхностях выполняют с помощью прямых, лежащих в гранях и проведенных через заданные проекции точек. Хотя выбор вспомогательной прямой, связывающей точку с гранью произволен, необходимо стремиться к тому, чтобы проекция этой прямой можно было построить наиболее просто. Поэтому в качестве вспомогательных прямых целесообразно использовать прямые, параллельные ребрам.

В качестве примера рассмотрим приемы построения профильной проекции пирамиды $SABC$ (рис. 3.1, а) и трехгранной призмы $A'B'C'/ABC$ (рис. 3.1, б) по заданным фронтальной и горизонтальной проекциям и нахождению проекций точек M и N , заданных фронтальными проекциями $M_2 \equiv (N_2)$.

Выбираем пространственную систему координат так, чтобы основания поверхностей ($\triangle ABC$) лежали в горизонтальной плоскости Π_1 , а крайняя правая точка пирамиды S и ребро призмы $C'C$ находились в горизонтальной плоскости Π_3 , тогда координаты всех вершин будут минимальными, что повышает точность построений.

Построение профильной плоскости проекции поверхности очевидно из рис. 3.1, а и б. Для построения горизонтальной и профильной

проекции точек M и N проведем через заданные фронтальные проекции $M_2 \equiv (N_2)$ горизонтальную плоскость уровня Γ_2 , которая пересечет поверхность по линии $1-2-3$, горизонтальная проекция которой $\Delta 1_1 2_1 3_1$ у пирамиды параллельна проекции основания $\Delta A_1 B_1 C_1$, а у прямой призмы совпадает с проекцией основания.

Горизонтальные проекции точек M_1 и N_1 находятся с помощью линий связи. Построение профильных проекций точек M_3 и N_3 показано на рис. 3.1, а и б.

3.1.2. Построение пересечения гранной поверхности проецирующей плоскостью

При пересечении многогранника проецирующей плоскостью одна из проекций сечения вырождается в отрезок прямой линии. Чтобы определить недостающие проекции сечения, воспользуемся способом ребер. Он заключается в том, что отыскиваются проекции вершин многоугольника сечения, как проекции точек пересечения соответствующих ребер многоугольника с секущей плоскостью.

Трехгранная пирамида $SABC$ и трехгранная призма $A'B'C'/ABC$, стоящие на горизонтальной плоскости, пересекаются фронтально проецирующей плоскостью Σ (рис. 3.2). Фронтальные проекции $1_2, 2_2, 3_2$ точек пересечения ребер с плоскостью Σ , являющиеся точками пересечения фронтальных проекций ребер со следом плоскости Σ_2 , позволяют определить горизонтальную проекцию $1_1, 2_1, 3_1$ и профильную проекцию $1_3, 2_3, 3_3$ вершин искомого сечения на соответствующих горизонтальных и профильных проекциях ребер многогранника.

3.1.3. Построение развертки гранной поверхности

Преобразование, при котором все элементы поверхности совмещаются в одной плоскости без складок и разрывов, называется развертыванием поверхности, а результатом является развертка, над которой на чертеже помещают символ Ω , заменяющий слово "Развертка". При этом на развертке должен быть обязательно видна наружная сторона поверхности. При построении развертки их контуры обводятся толстой сплошной линией, а линии сгиба на развертках гранных поверхностей тонкой штрих пунктирной линией с двумя точками (ГОСТ 2.305-68*).

Развертка пирамиды (рис. 3.3, а) состоит из развертки боковой поверхности и основания (ΔABC). Если основание пирамиды лежит в горизонтальной плоскости уровня, то его натуральная величина известна – это горизонтальная проекция основания $\Delta A_1 B_1 C_1$ на рис.

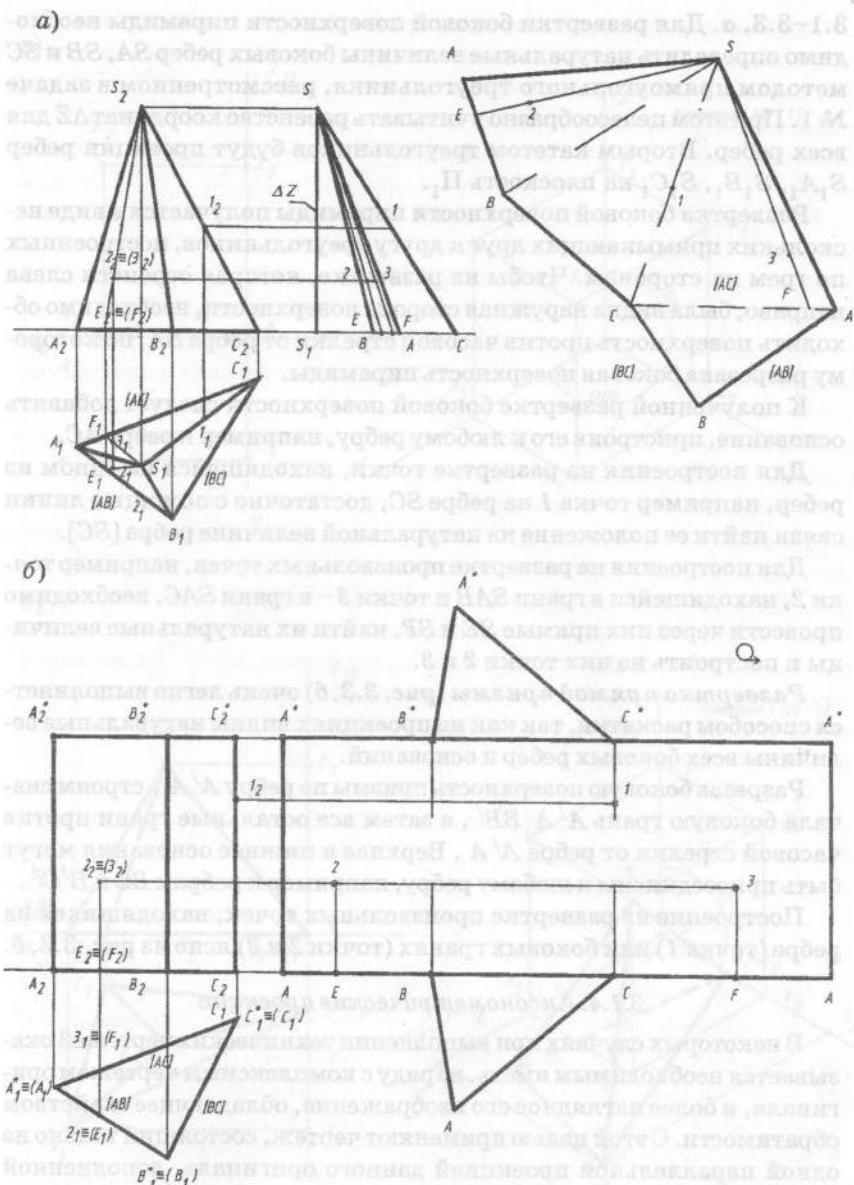


Рис. 3.3

3.1–3.3, а. Для развертки боковой поверхности пирамиды необходимо определить натуральные величины боковых ребер SA , SB и SC методом прямоугольного треугольника, рассмотренном в задаче № 1. При этом целесообразно учитывать равенство координат ΔZ для всех ребер. Вторым катетом треугольников будут проекции ребер S_1A_1 , S_1B_1 , S_1C_1 на плоскость Π_1 .

Развертка боковой поверхности пирамиды получается в виде нескольких примыкающих друг к другу треугольников, построенных по трем их сторонам. Чтобы на развертке, которая строится слева направо, была видна наружная сторона поверхности, необходимо обходить поверхность против часовой стрелки от ребра SA , по которому разрезана боковая поверхность пирамиды.

К полученной развертке боковой поверхности следует добавить основание, пристроив его к любому ребру, например к ребру AC .

Для построения на развертке точки, находящейся на одном из ребер, например точка 1 на ребре SC , достаточно с помощью линии связи найти ее положение на натуральной величине ребра $[SC]$.

Для построения на развертке произвольных точек, например точки 2, находящейся в грани SAB и точки 3 – в грани SAC , необходимо провести через них прямые SE и SF , найти их натуральные величины и построить на них точки 2 и 3.

Развертка прямой призмы (рис. 3.3, б) очень легко выполняется способом раскатки, так как на проекциях видны натуральные величины всех боковых ребер и оснований.

Разрезав боковую поверхность призмы по ребру $A'A$, строим сначала боковую грань $A'A BB'$, а затем все остальные грани против часовой стрелки от ребра $A'A$. Верхнее и нижнее основания могут быть присоединены к любому ребру, например к ребрам BC и $B'C'$.

Построение на развертке произвольных точек, находящихся на ребре (точка 1) или боковых гранях (точки 2 и 3) ясно из рис. 3.3, б.

3.1.4. Аксонометрические проекции

В некоторых случаях при выполнении технических чертежей оказывается необходимым иметь, наряду с комплексным чертежом оригинала, и более наглядное его изображение, обладающее свойством обратимости. С этой целью применяют чертеж, состоящий только из одной параллельной проекцией данного оригинала, дополненной проекцией пространственной системы координат, к которой предварительно отнесен изображаемый оригинал. Такой метод получения однопроекционного обратимого чертежа называется аксонометрическим методом.

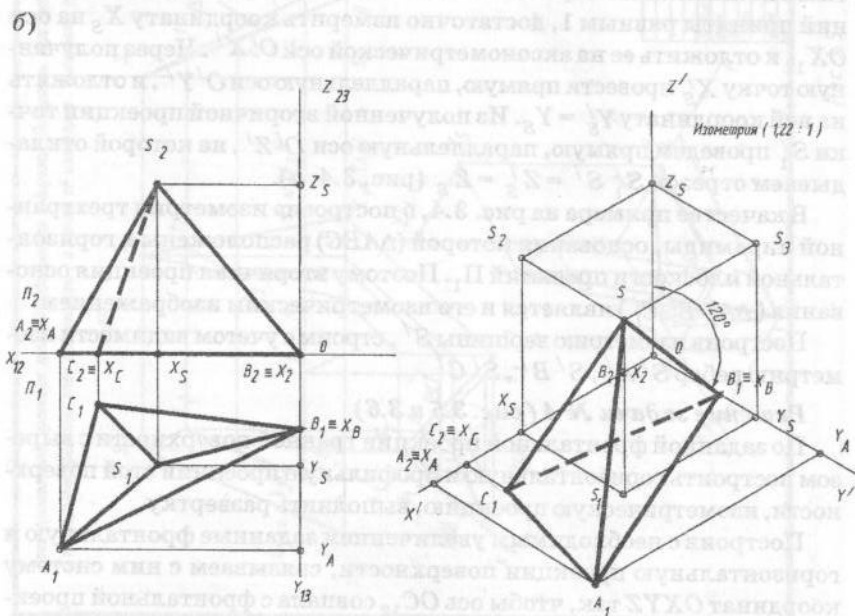
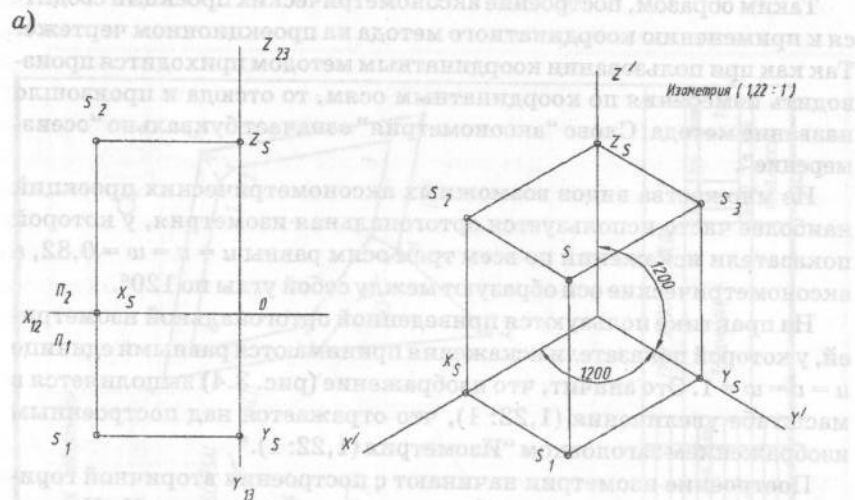


Рис. 3.4

Таким образом, построение аксонометрических проекций сводится к применению координатного метода на проекционном чертеже. Так как при пользовании координатным методом приходится производить измерения по координатным осям, то отсюда и произошло название метода. Слово “аксонометрия” означает буквально “осеизмерение”.

Из множества видов возможных аксонометрических проекций наиболее часто используется ортогональная изометрия, у которой показатели искажений по всем трем осям равны $u = v = w = 0,82$, а аксонометрические оси образуют между собой углы по 120° .

На практике пользуются приведенной ортогональной изометрией, у которой показатели искажения принимаются равными единице $u = v = w = 1$. Это значит, что изображение (рис. 3.4) выполняется в масштабе увеличения (1,22: 1), что отражается над построенным изображением заголовком “Изометрия (1,22: 1).”

Построение изометрии начинают с построения вторичной горизонтальной проекции точки S'_1 и координатным отрезкам X_S, Y_S , взятым с комплексного чертежа. Учитывая, что коэффициенты искажений приняты равным 1, достаточно измерить координату X_S на оси OX_{12} и отложить ее на аксонометрической оси $O'X'$. Через полученную точку X'_S провести прямую, параллельную оси $O'Y'$, и отложить на ней координату $Y'_S = Y_S$. Из полученной вторичной проекции точки S'_1 проведем прямую, параллельную оси $O'Z'$, на которой откладываем отрезок $S'_1 S' = Z'_S = Z_S$ (рис. 3.4, а).

В качестве примера на рис. 3.4, б построена изометрия трехгранной пирамиды, основания которой ($\triangle ABC$) расположены в горизонтальной плоскости проекций Π_1 . Поэтому вторичная проекция основания ($\triangle A'_1 B'_1 C'_1$) является и его изометрическим изображением.

Построив изометрию вершины S' , строим с учетом видимости изометрию ребер $S'A', S'B', S'C'$.

Решение задачи № 4 (рис. 3.5 и 3.6)

По заданной фронтальной проекции гранной поверхности с вырезом построить горизонтальную и профильную проекции этой поверхности, изометрическую проекцию, выполнить развертку.

Построив с необходимым увеличением заданные фронтальную и горизонтальную проекции поверхности, связываем с ним систему координат $OXYZ$ так, чтобы ось OC_{12} совпала с фронтальной проекцией основания поверхности, после чего вычерчиваем тонкими линиями профильную проекцию поверхности без вырезов.

На фронтальной проекции поверхности обозначаем с учетом видимости все точки $1_2, 2_2, \dots, 6_2$ определяющие линию выреза и нахо-

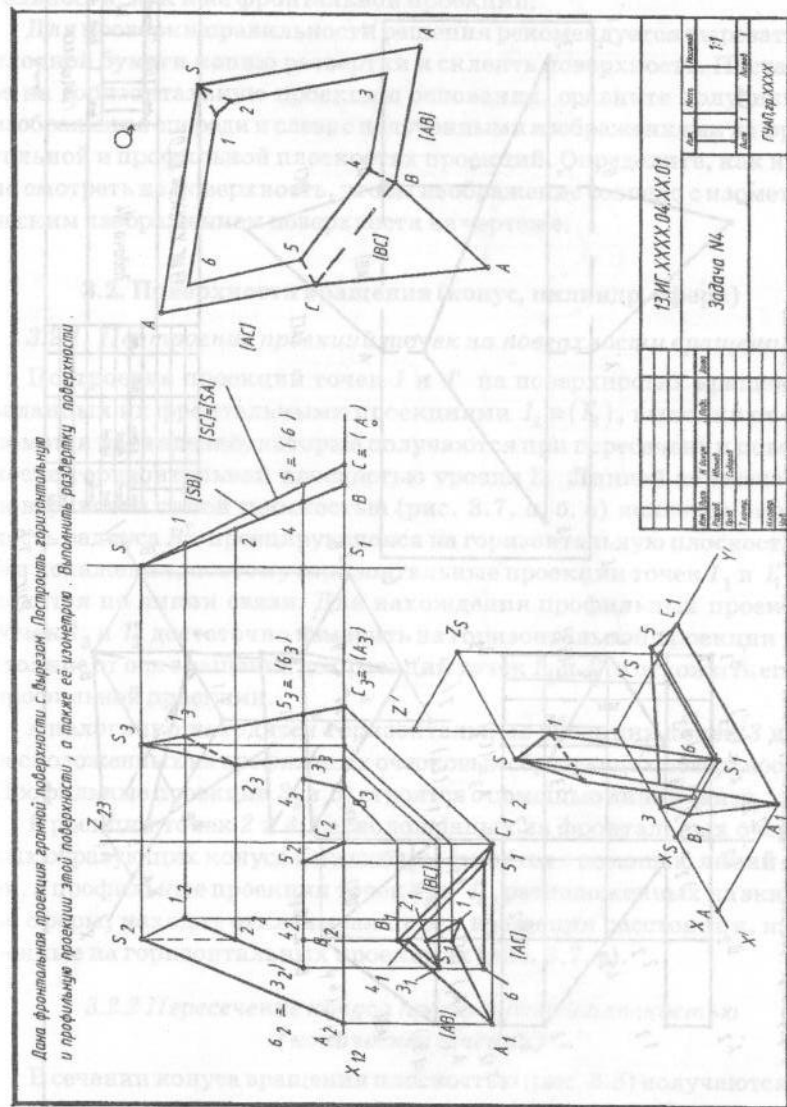


Рис. 3.5

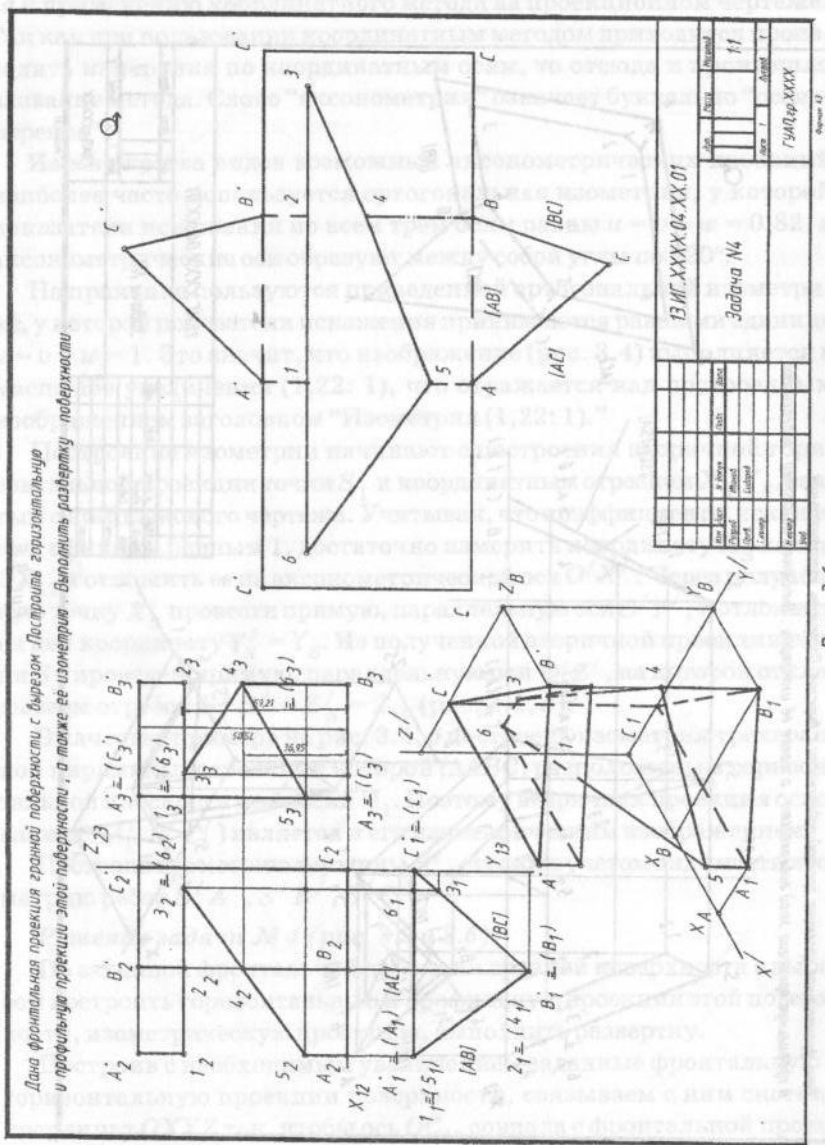


Рис. 3.6

дим их горизонтальные $1_1, 2_1, \dots, 6_1$ и профильные $1_3, 2_3, \dots, 6_3$ проекции, которые соединяем с учетом видимости в той же последовательности, как и на фронтальной проекции.

Для проверки правильности решения рекомендуется вырезать из плотной бумаги копию развертки и склеить поверхность. Поставив ее на горизонтальную проекцию основания, сравните полученные изображения спереди и слева с полученными изображениями на фронтальной и профильной плоскостях проекций. Определите, как нужно смотреть на поверхность, чтобы изображение совпало с изометрическим изображением поверхности на чертеже.

3.2. Поверхности вращения (конус, цилиндр, сфера)

3.2.1. Построение проекций точек на поверхности вращения

Построение проекций точек I и I' на поверхностях вращения, заданных их фронтальными проекциями $I_2 \equiv (I'_2)$, выполняют при помощи параллелей, которые получаются при пересечении поверхности горизонтальной плоскостью уровня Σ . Линией пересечения поверхности такой плоскостью (рис. 3.7, а, б, в) является окружность радиуса R^Σ , проецирующаяся на горизонтальную плоскость Π_1 без искажения, поэтому горизонтальные проекции точек I_1 и I'_1 находятся по линии связи. Для нахождения профильных проекций точек I_3 и I'_3 достаточно измерить на горизонтальной проекции расстояние от оси вращения до проекций точек I_1 и I'_1 и отложить его на профильной проекции.

Аналогично находятся горизонтальные проекции точек 3 и $3'$, расположенных на профильных очерковых образующих поверхностей. Профильные проекции 3_3 и $3'_3$ строятся с помощью линий связи.

Проекции точек 2 и 4 , расположенных на фронтальных очерковых образующих конуса и цилиндра, строятся с помощью линий связи, а профильные проекции точек 4_3 и $4'_3$, расположенных на экваторе сферы, находят откладывая от оси вращения расстояния, измеренные на горизонтальных проекциях (рис. 3.7, в).

3.2.2 Пересечение конуса проецирующей плоскостью (конические сечения)

В сечении конуса вращения плоскостью (рис. 3.8) получаются все виды кривых второго порядка (конические сечения). Если секущая плоскость Σ не параллельна ни одной из образующих конуса, т. е. пересекает все образующие, то в сечении получается эллипс, в частности, если секущая плоскость перпендикулярна оси конуса, то получается окружность.

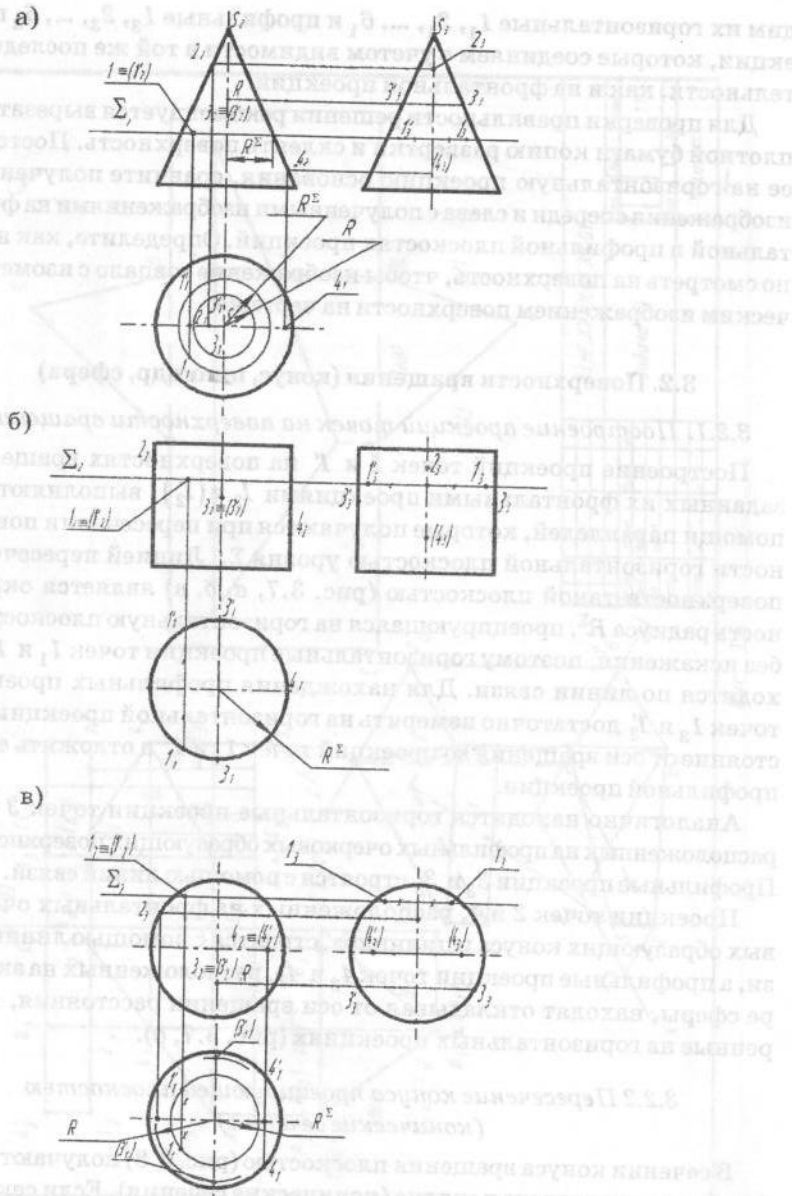


Рис. 3.7

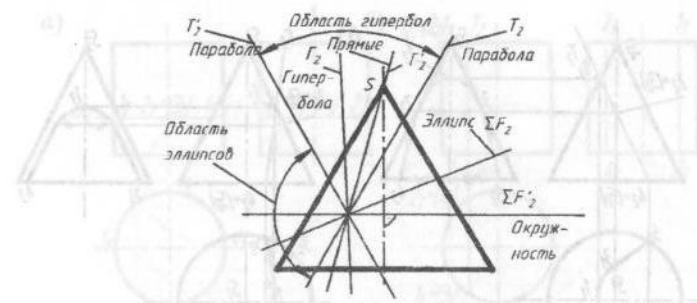


Рис. 3.8

Если секущая плоскость T, T' параллельна только одной образующей конуса, то в сечении получается парабола. Две плоскости T и T' , параллельные очерковым образующим конуса, делят пространство на две области: область гипербол и область эллипсов. В частности, если плоскость Γ' проходит через вершину конуса, то в сечении получается пара пересекающихся прямых.

В тех случаях, когда линия пересечения конуса плоскостью представляет собой окружность или пару прямых, построения проводятся по их основным элементам (рис. 3.9 а, б).

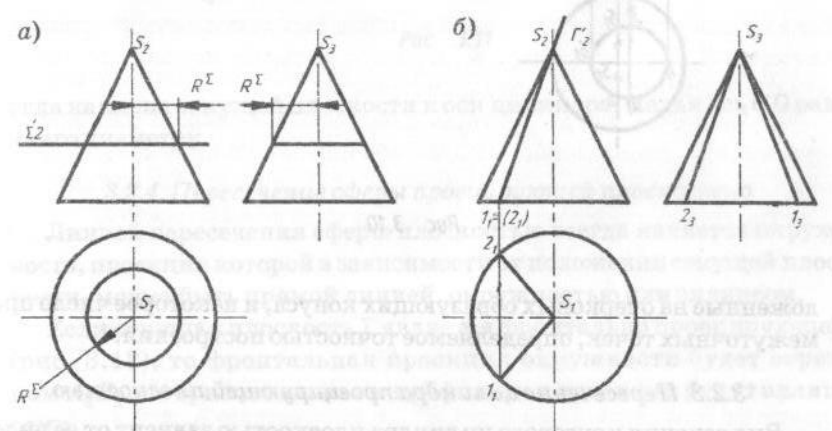


Рис. 3.9

Локальные кривые – гиперболы, параболы, эллипсы, строят по точкам (рис. 3.10). В начале определяют положения вершин и замыкающих хорд для парабол и гипербол (рис. 3.10, а, б), или больших и малых осей для эллипсов (рис. 3.10, в). Затем строят точки, распо-

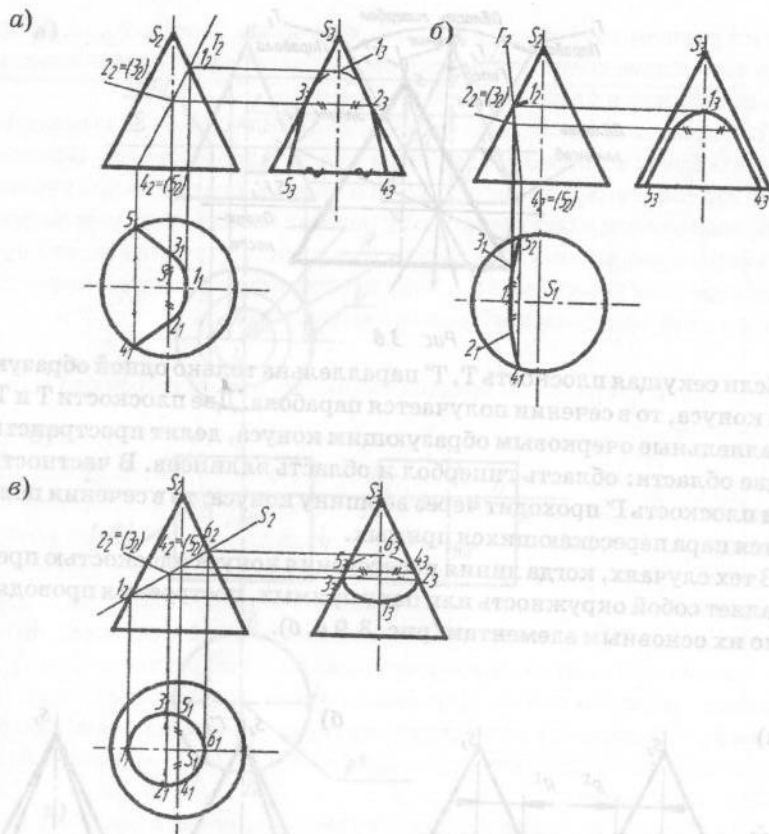


Рис. 3.10

ложенные на очерковых образующих конуса, и некоторое число промежуточных точек, определяемое точностью построения.

3.2.3. Пересечение цилиндра проецирующей плоскостью

Вид сечения кругового цилиндра плоскостью зависит от ее положения относительно оси цилиндра. Если секущая плоскость Δ перпендикулярна (рис. 3.11, а) или T параллельна (рис. 3.11, б) оси цилиндра, то в сечении получается окружность или пара параллельных прямых. Во всех остальных случаях, когда плоскость Σ наклонена к оси цилиндра (рис. 3.11, в), линией пересечения является эллипс (или его часть). Величина большой оси эллипса AB зависит от

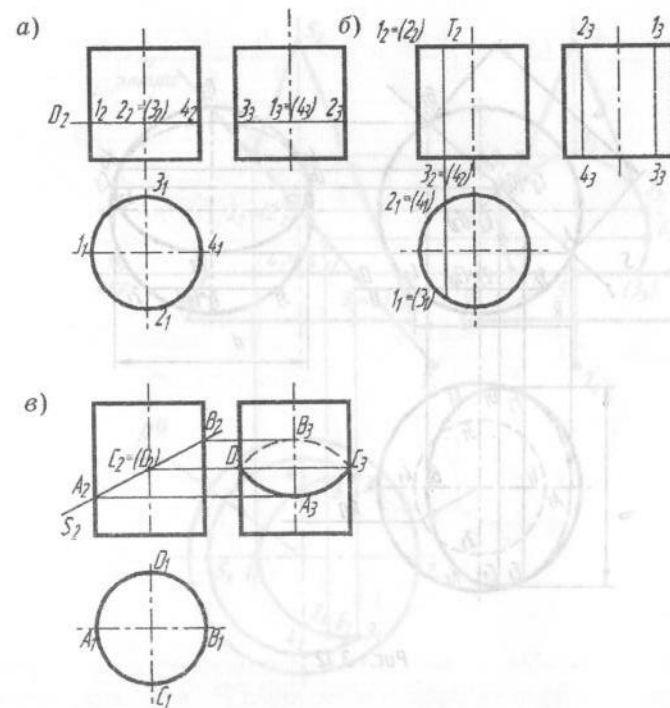


Рис. 3.11

угла наклона секущей плоскости к оси цилиндра, малая ось CD равна его диаметру.

3.2.4. Пересечение сферы проецирующей плоскостью

Линией пересечения сферы плоскостью всегда является окружность, проекция которой в зависимости от положения секущей плоскости, может быть прямой линией, окружностью или эллипсом.

Если секущая плоскость Σ является фронтально проецирующей (рис. 3.12), то фронтальная проекция окружности будет отрезком A_2B_2 , а горизонтальная и профильная проекции будут эллипсами.

Фронтальная проекция центра сечения O_2 находится на середине отрезка A_2B_2 , который является диаметром окружности сечения $d = A_2B_2$. Эллипсы, являющиеся горизонтальной и профильной проекциями окружности диаметра d , определяются своими осями A_1B_1 , C_1D_1 и A_3B_3 , C_3D_3 , причем оси $C_1D_1 = C_3D_3 = d$. По имеющимся осям эллипс можно построить любым из известных способов,

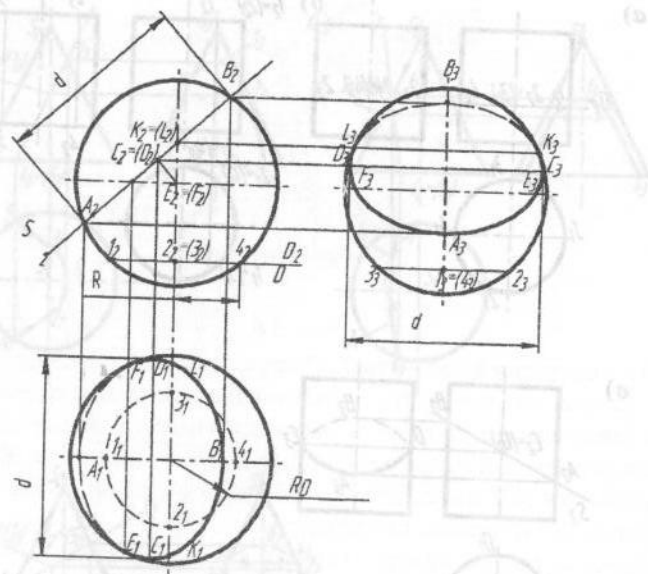


Рис. 3.12

однако для уточнения чертежа необходимо дополнить построение точками E, F на экваторе и K, L на профильном меридиане сферы, являющимися точками смены видимости.

В том случае, когда секущая плоскость Δ является плоскостью уровня, т. е. параллельна какой-либо плоскости проекций Π , то на эту плоскость окружность радиуса R^Δ проецируется без искажения, а на две другие плоскости проекций – в виде прямых линий.

Решение задачи № 5 (рис. 3.13–3.15)

Пример № 1

По фронтальной проекции конуса с вырезом построить горизонтальную и профильную проекции (рис. 3.13).

В данном примере вырез образован плоскостью Θ , пересекающей конус по окружности радиуса R^Θ , и плоскостью Σ , пересекающей конус по эллипсу. Большая ось эллипса определяется отрезком 1_2-7_2 , а малая отрезком $6-6'$. Для правильного построения проекций линий выреза необходимо обозначить все точки, находящиеся на одинаковых образующих конуса ($1, 2, 2', 4, 4', 5$) и точки $3, 3'$, в которых соединяются окружность и эллипс, и найти их горизонтальные и профильные проекции.

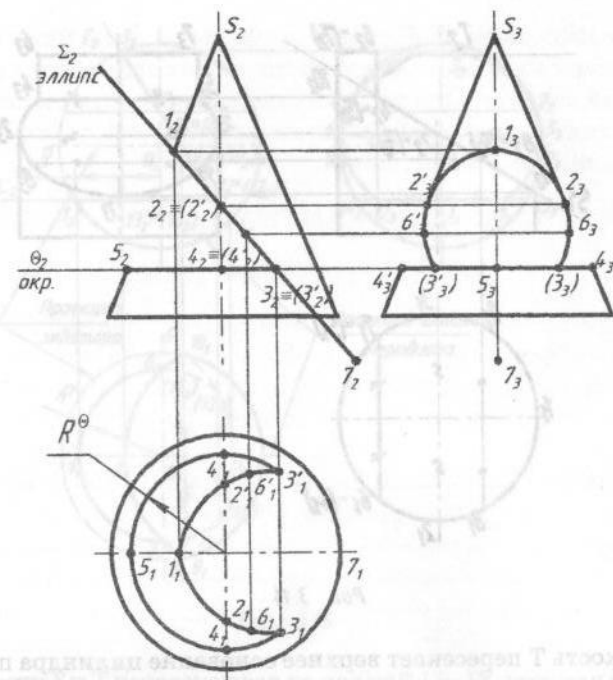


Рис. 3.13

Для построения линии пересечения на Π_1 соединяем горизонтальные проекции точек, принадлежащих плоскости Θ по дуге окружности радиуса R^Θ , а плоскости Σ – по эллипсу.

Для построения профильной проекции вычерчиваем тонкими линиями конус без выреза, а затем переходим к построению точек, принадлежащих вырезу. Найденные профильные проекции точек соединяем в той же последовательности, как на остальных проекциях, с учетом видимости.

Пример № 2

По фронтальной проекции прямого кругового цилиндра с вырезом построить горизонтальную и профильную проекции (рис. 3.14).

В данном примере цилиндр пересечен двумя фронтально-проецирующими плоскостями Σ и T . Плоскость Σ пересекает цилиндр по эллипсу, фронтальная проекция которого совпадает со следом плоскости Σ_2 , а горизонтальная – с горизонтальной проекцией цилиндра (с его очерком). Большая ось эллипса определяется отрезком 1_2-10_2 , а малая $2-3$. Построение промежуточных точек эллипса $8, 9$ ясно из чертежа.

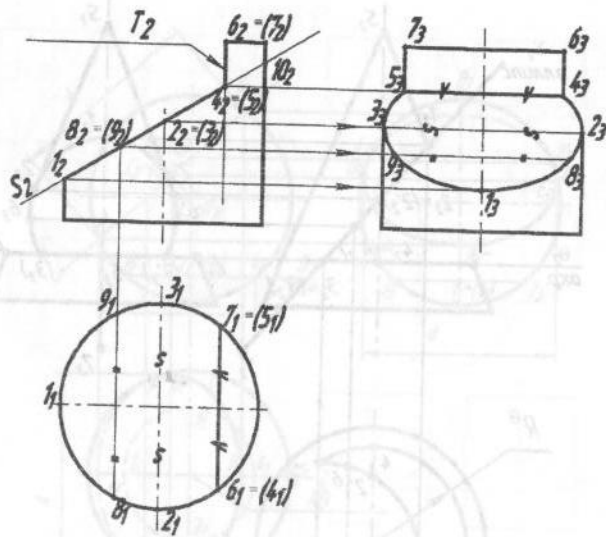


Рис. 3.14

Плоскость T пересекает верхнее основание цилиндра по прямой $6-7$, которая перпендикулярна к плоскости Π_2 и проецируется на нее в точки $6_2 \equiv 7_2$, которые на горизонтальной проекции находятся на очерке цилиндра.

Плоскости Σ и T пересекаются по прямой, перпендикулярной к плоскости Π_2 и проецирующейся на Π_2 в точки $4_2 \equiv 5_2$, а на Π_1 – в прямую 4_1-5_1 , перпендикулярную оси x_{12} . Следовательно, сечение цилиндра плоскостью T представляет прямоугольник $4-6-7-5$.

Для построения профильной проекции вычерчиваем тонкими линиями цилиндр без срезов, а затем переходим к построению точек, принадлежащих срезам.

Найденные профильные проекции точек соединяем в такой же последовательности, как и на остальных проекциях, учитывая при этом видимость.

Пример № 3

По фронтальной проекции сферы с вырезом построить горизонтальную и профильную проекции (рис. 3.15).

В данном примере сфера пересечена двумя фронтально-проецирующими плоскостями Σ и T , которые пересекают ее по окружностям.

Окружность радиуса R , по которой пересекается сфера плоскостью Σ на фронтальной проекции, совпадает со следом Σ_2 , а на Π_1 проецируется без искажения.

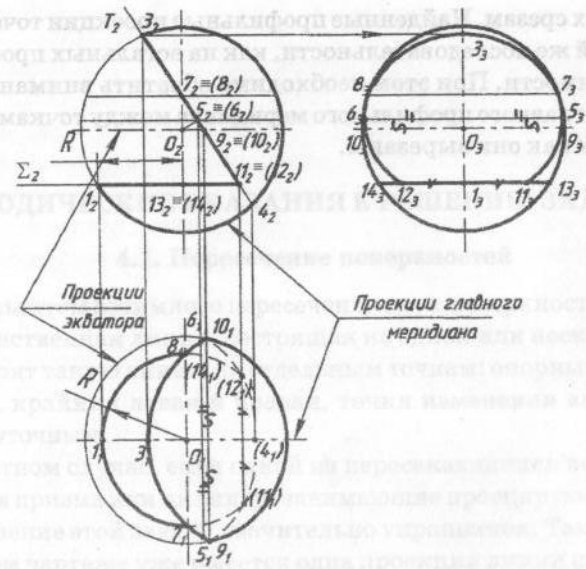


Рис. 3.15

Плоскости Σ и T пересекаются по прямой $11-12$, которая на фронтальной проекции проецируется в точку $11_2 \equiv 12_2$, а на горизонтальной – в отрезок прямой 11_1-12_1 .

Плоскость T пересекает сферу по окружности, фронтальная проекция которой совпадает со следом T_2 , а горизонтальная и профильная проекции представляют собой эллипсы. Фронтальная проекция малой оси эллипса определяется точками $3_2 \equiv 4_2$, горизонтальные проекции которых находим на горизонтальной проекции главного фронтального меридиана.

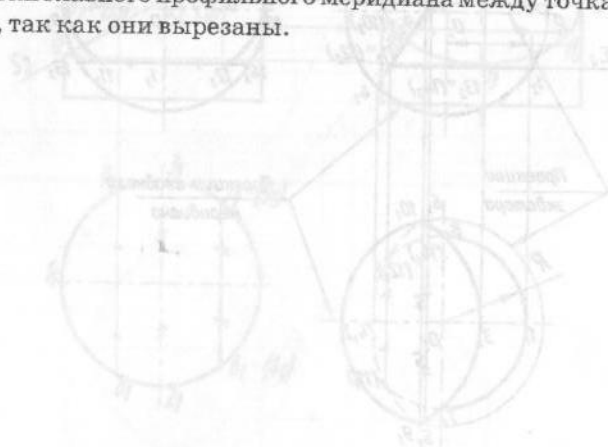
Фронтальная проекция большой оси эллипса, делящая малую ось пополам, определяется на Π_2 точками $5_2 \equiv 6_2$, горизонтальные проекции которых находятся при помощи параллели, проведенной через эти точки.

В точках 9 и 10 , лежащих на экваторе, видимая часть эллипса на горизонтальной проекции переходит в невидимую.

Для построения линии пересечения на Π_1 соединяем горизонтальные проекции найденных точек, принадлежащих плоскости Σ по дуге окружности радиуса R , а плоскости T – по эллипсу с учетом зависимости.

Для построения профильной проекции вычерчиваем тонкими линиями сферу без срезов, а затем переходим к построению точек, при-

надлежащих срезам. Найденные профильные проекции точек соединяем в такой же последовательности, как на остальных проекциях с учетом видимости. При этом необходимо обратить внимание на то, что участки главного профильного меридиана между точками не проводятся, так как они вырезаны.



4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ № 6

4.1. Пересечение поверхностей

Результатом взаимного пересечения двух поверхностей является пространственная линия, состоящая из одной или нескольких частей. Строят такую линию по отдельным точкам: опорным (высшая и низшая, крайняя левая и правая, точки изменения видимости) и промежуточным.

В частном случае, если одной из пересекающихся поверхностей является призма или цилиндр, занимающие проецирующее положение, решение этой задачи значительно упрощается. Так как на комплексном чертеже уже имеется одна проекция линии пересечения, совпадающая с очерком проецирующей поверхности, наложенным на проекцию другой поверхности. Вторая проекция линии пересечения строится по правилам построения точек на поверхности и их соединения в определенной последовательности с учетом видимости.

Следует отметить, что характер линии пересечения поверхностей определяется как видом поверхностей, так и их взаимным расположением.

При пересечении двух гранных поверхностей линия пересечения – пространственная ломаная линия. При пересечении гранной поверхности с поверхностью вращения линия пересечения представляет собой пространственную кривую, состоящую из отрезков плоских кривых второго порядка (эллипсов, парабол и т. д.). И, наконец, при пересечении двух поверхностей вращения линия пересечения – пространственная кривая четвертого порядка.

В зависимости от взаимного расположения пересекающихся поверхностей различают случаи:

- если неполное врезание одной поверхности в другую, то линия пересечения – одна замкнутая пространственная линия;
- если полное врезание (проничание) одной поверхности в другую, то линия пересечения распадается на две замкнутые части: линию входа и линию выхода;
- если врезание с касанием одной поверхности по отношению к другой, то линия пересечения будет состоять из нескольких частей, имеющих общие точки.

4.1.2. Пересечение гранных поверхностей

Порядок построения линии пересечения гранных поверхностей рассмотрим на примере пересечения трехгранной призмы ABC и четырехгранной, горизонтально проецирующей призмы $DEFL$ (рис. 4.1).

Из анализа комплексного чертежа пересекающихся ее поверхностей следует, что имеет место случай полного пересечения (трехгранная призма полностью пересекает четырехгранную), следовательно, линия пересечения распадается на две замкнутые пространственные ломаные линии.

Для построения линии пересечения необходимо найти точки пересечения всех ребер трехгранной призмы с гранями четырехгранной, а также точки пересечения ребер DD' и FF' четырехгранной призмы ADC .

Четырехгранная призма $DEFL$ является горизонтально проецирующей, следовательно, на горизонтальной плоскости мы имеем проекцию линии пересечения там, где очерк $D_1E_1F_1L_1$ наложен на проекцию трехгранной призмы. Для построения фронтальной проекции линии пересечения отмечаем горизонтальные проекции точек 1_1-2_1 ; 3_1-4_1 ; 5_1-6_1 пересечения ребер $A-A'$, $B-B'$ и $C-C'$ с четырехгран-

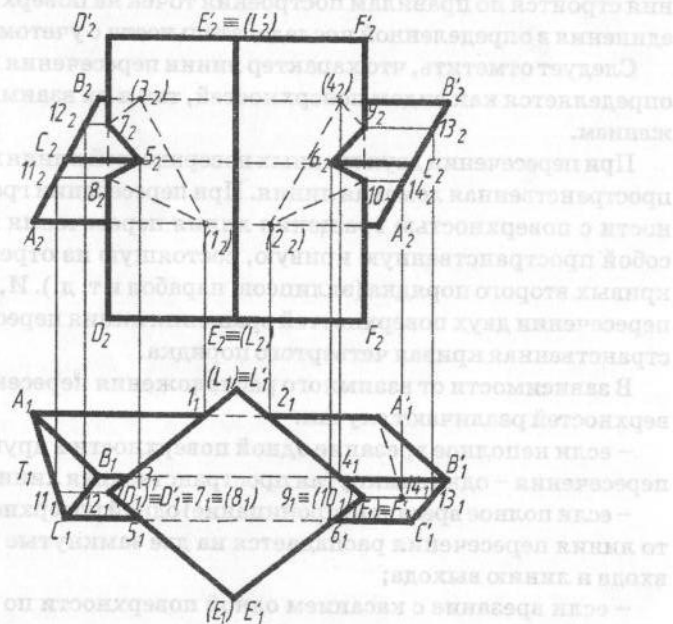


Рис. 4.1

ной призмой и точек $7_1 \equiv (8_1)$ и $9_1 \equiv (10_1)$ пересечения ребер $D-D'$ и $F-F'$ с трехгранной призмой. Фронтальные проекции точек $1_2, 2_2, \dots, 6_2$ находим с помощью линий связи на соответствующих проекциях ребер $A_2-A'_2, B_2-B'_2, C_2-C'_2$. Для нахождения фронтальных проекций точек $7_2, 8_2$ и $9_2, 10_2$ пересечения ребер $D-D'$ и $F-F'$ с трехгранной призмой проведем через них вспомогательную плоскость $T_1 \perp \Pi_2$, которая пересечет трехгранную призму по четырехугольнику $11-12-13-14$. Фронтальные проекции точек $7_2, 8_2, 9_2, 10_2$ находятся там, где проекции сторон 12_2-13_2 и 11_2-14_2 пересекают проекции ребер $D_2D'_2$ и $F_2F'_2$.

Линия пересечения гранных поверхностей определяется только точками пересечения ребер с поверхностями, поэтому не требуется определять промежуточные и опорные точки.

Последовательность соединения точек определяется порядком их расположения с учетом видимости на вырожденной проекции четырехгранной призмы $1_1-3_1-7_1-5_1-(8_1)-1_1$ и $2_1-4_1-9_1-6_1-(10_1)-2_1$, поэтому на фронтальной проекции соединяем точки в той же последовательности.

4.1.3. Пересечение гранной поверхности с поверхностью вращения

Построим линию пересечения призмы ABC и конуса (рис. 4.2).

Одна из пересекающихся поверхностей (трехгранная призма ABC) занимает фронтально-проецирующее положение, поэтому проекция линии пересечения совпадает с фронтальной проекцией призмы. Пересечение является полным, и линия пересечения распадается на две линии (входа и выхода), каждая из которых замкнута и представляет собой пространственную линию, состоящую из отрезков плоских кривых, получающихся в пересечении поверхности конуса с боковыми гранями призмы. Отрезки плоских кривых соединяются в точках пересечения ребер призмы с поверхностью конуса. Следовательно, построение линии пересечения сводится к построению линий пересечения конуса плоскостями, в которых лежат боковые грани призмы.

На плоскости Π_2 отмечаем точки $1_2, 2_2, 3_2$, в которых ребра призмы пересекают конус.

Грань призмы AB лежит в плоскости Θ_2 , проходящей через вершину конуса, и пересекает конус по отрезкам прямых SD , которые ограничиваются точками 1 и 2 пересечения ребер AA' и BB' с поверхностью конуса.

Нижняя грань AC призмы лежит в плоскости Λ_2 , параллельной основанию, пересекающей конус по окружности радиуса R_Λ , кото-

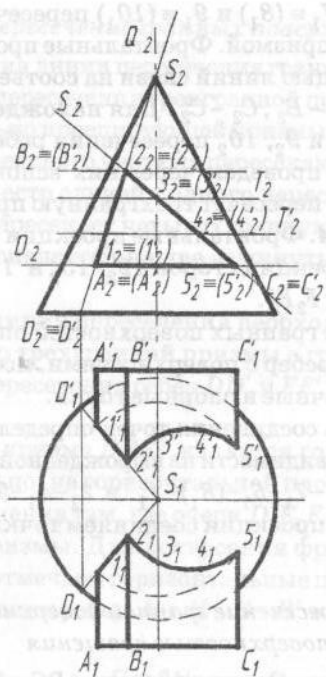


Рис. 4.2

рая проецируется на плоскость Π_1 в натуральную величину. Линия пересечения конуса гранью AC является частью окружности, ограниченной точками 1 и 5 пересечения ребер AA' и CC' с конусом.

Грань BC лежит в плоскости Σ_2 , которая пересекает все образующие конуса по эллипсу. Следовательно, линия пересечения конуса гранью BC является частью эллипса, ограниченного точками 2 и 5. Для построения горизонтальной проекции частей эллипса возьмем промежуточные точки 3_2 и 4_2 , горизонтальные проекции 3_1 и 4_1 которых находятся с помощью вспомогательных секущих плоскостей T_2 и T_2' , пересекающих конус по окружностям радиусов R_T и $R_{T'}$.

Соединяем горизонтальные проекции точек линии пересечения в порядке их следования на фронтальной проекции с учетом того, что часть окружности 1_1-5_1 лежит на невидимой грани A_1C_1 призмы и является также невидимой.

4.1.4. Построение линии пересечения поверхностей вращения с использованием плоскостей-посредников

Построим линию пересечения двух поверхностей вращения: конуса и сферы (рис. 4.3).

Пересечение поверхностей неполное, линия пересечения – замкнутая симметричная пространственная кривая четвертого порядка. Для построения опорных и вспомогательных точек целесообразно воспользоваться в качестве плоскостей-посредников горизонтальными плоскостями уровня, которые дадут при пересечении с поверхностями конуса и сферы графически простые линии – окружности, проецирующиеся на плоскость Π_1 без искажения.

Обе поверхности имеют общую плоскость симметрии, проходящую через ось вращения конуса и центр сферы, которая параллельна плоскости Π_2 , следовательно, точки 1_2 и 2_2 пересечения фронтальных очерковых образующих поверхностей являются высшей и нижней точками линии пересечения.

Для построения точек 3 и 4, лежащих на экваторе сферы и являющихся точками переходной видимости на Π_1 , используем вспомога-

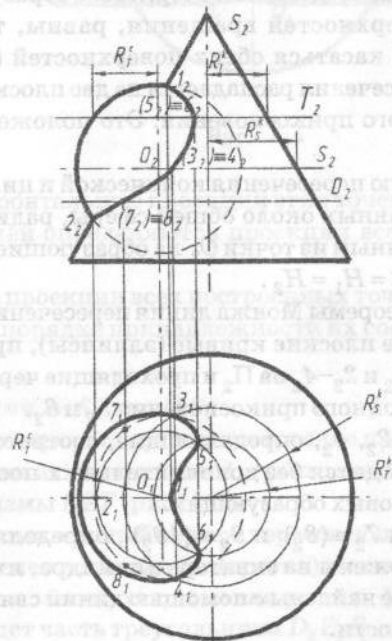


Рис. 4.3

тельную горизонтальную плоскость Σ_2 , проходящую через экватор сферы. Плоскость Σ рассечет сферу по экватору, а конус — по окружности радиуса R_Σ^k , пересечение горизонтальных проекций которых дает проекции точек 3_1 и 4_1 . Фронтальные проекции точек 3_2 и 4_2 находятся на фронтальной проекции экватора сферы.

Любая промежуточная точка строится аналогично. Например, для построения точек 5_1 и 6_1 проводим вспомогательную плоскость T_2 , которая рассечет сферу по окружности радиуса R_T^C , а конус — по окружности радиуса R_T^K . Пересечение горизонтальных проекций этих окружностей дает горизонтальные проекции точек 5_1 и 6_1 , а их фронтальные проекции находятся на проекции плоскости T_2 . Аналогичным образом находятся точки 7 и 8 .

Соединяем последовательно фронтальные проекции точек от верхней точки 1_2 до нижней 2_2 плавной кривой. В той же последовательности соединяем горизонтальные проекции точек. Учтем, что точки 3_1 и 4_1 являются точками смены видимости.

4.1.5. Построение линии пересечения поверхностей вращения, описанных около сферы (теорема Монжа)

Если нормали, проведенные к очерковым образующим двух пересекающихся поверхностей вращения, равны, то сфера радиуса $R = H_1 = H_2$ будет касаться обеих поверхностей (рис. 4.4). В этом случае линия пересечения распадается на две плоские кривые, имеющие точки двойного прикосновения. Это положение известно как теорема Монжа.

Построим линию пересечения конической и цилиндрической поверхностей, описанных около общей сферы, радиус которой равен нормальям, опущенным из точки O_2 на образующие поверхностей конуса и цилиндра $R = H_1 = H_2$.

На основании теоремы Монжа линия пересечения в данном случае распадается на две плоские кривые (эллипсы), проецирующиеся в виде прямых 1_2-3_2 и 2_2-4_2 на Π_2 и проходящие через прямую, соединяющую точки двойного прикосновения 5_2 и 6_2 .

Точки $1_2, 3_2$ и $2_2, 4_2$, определяющие, соответственно, большие оси эллипсов, находятся без дополнительных построений в местах пересечения очерковых образующих.

Опорные точки $7_2 \equiv (8_2)$ и $9_2 \equiv (10_2)$, определяющие малые оси эллипсов, расположены на экваторе цилиндра, их горизонтальные проекции, которые найдены с помощью линий связи, являются точками смены видимости.

Для построения горизонтальных проекций опорных точек 5_1 и 6_1 (точек двойного касания) используется параллель конуса A_2B_2 , про-

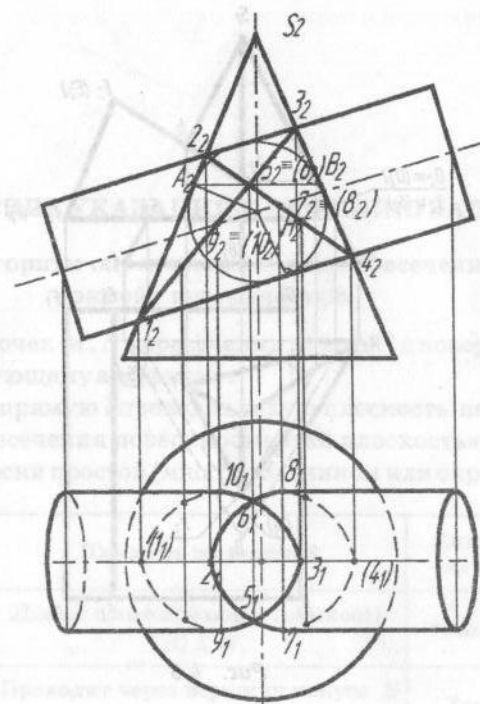


Рис. 4.4

ходящая через фронтальные проекции этих точек. Аналогично с помощью параллелей определяются проекции всех промежуточных точек.

Одноименные проекции всех построенных точек соединяем с учетом видимости в порядке принадлежности их соответствующим эллипсам.

Решение задачи № 6 (рис. 4.5)

В качестве примера рассмотрим построение проекций линии пересечения двух гранных поверхностей: трехгранной пирамиды $SABC$ и трехгранной призмы DEF (рис. 4.5).

Анализируя комплексный чертёж пересекающихся поверхностей, видим, что пересечение частичное (врезка) и линия пересечения, это пространственная замкнутая ломаная линия, фронтальной проекцией которой будет часть треугольника $D_2E_2F_2$, наложенная на проекцию пирамиды $S_2A_2B_2C_2$, так как призма является фронтально проецирующей.

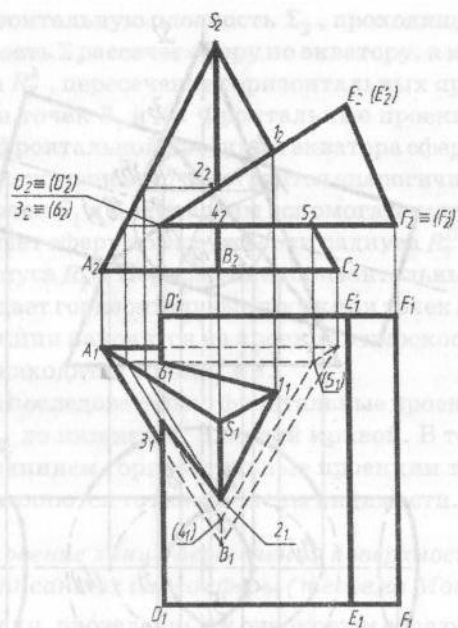


Рис. 4.5

Вершинами ломаной линии являются точки: 1 и 5 – пересечения ребра SC с призмой, 2 и 4 – пересечения ребра SB с призмой и точки 3 и 6 пересечения ребра DD' призмы с пирамидой.

Отметив с учетом видимости фронтальные проекции точек $1_2, 2_2, 3_2, 4_2, 5_2$ и 6_2 находим их горизонтальные проекции $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1$ и 6_1 .

Последовательность соединения горизонтальных проекций точек определяется порядком их расположения с учетом видимости на вырожденной проекции трехгранной призмы.

После построения горизонтальной проекции линии пересечения определяем видимость линии и элементов пересекающихся поверхностей. Невидимые линии проводятся тонкой штриховой линией.

После построения горизонтальной проекции линии пересечения определяем видимость линии и элементов пересекающихся поверхностей. Невидимые линии проводятся тонкой штриховой линией.

После построения горизонтальной проекции линии пересечения определяем видимость линии и элементов пересекающихся поверхностей. Невидимые линии проводятся тонкой штриховой линией.

После построения горизонтальной проекции линии пересечения определяем видимость линии и элементов пересекающихся поверхностей. Невидимые линии проводятся тонкой штриховой линией.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ № 7

5.1. Алгоритм определения точек пересечения прямой с поверхностью

Определение точек M, N пересечения прямой l с поверхностью Φ проводят по следующему алгоритму.

Через данную прямую l проводят такую плоскость-посредник Σ , чтобы линия пересечения поверхности этой плоскостью-посредником была графически простой (многоугольником или окружностью).

Поверхность Φ	Плоскость-посредник S	Линия пересечения $LIN = \Phi \cap \Sigma$
Гранная (пирамида, призма)	Любая проецирующая плоскость $\Sigma(l) \perp \Pi_1$	Многоугольник
Конус	Проходит через вершину конуса S $\Sigma(l, S)$	Треугольник
Наклонный цилиндр	Проходит параллельно оси цилиндра $\Sigma(l \cap k); k \parallel$ оси цилиндра	Параллелограмм
Сфера	Любая проецирующая плоскость $\Sigma(l) \perp \Pi_1$	Окружность

5.2. Пересечение прямой с гранной поверхностью

Используем приведенный выше алгоритм для определения точек пересечения прямой общего положения l с поверхностью пирамиды $SABC$ (рис. 5.1):

1. Проводим через прямую фронтально-проецирующую плоскость $\Sigma_2 \equiv l_2$.

2. Находим фронтальную проекцию линии пересечения пирамиды, проецирующей плоскостью $1_2-2_2-3_2$, и строим ее горизонтальную проекцию $1_1-2_1-3_1$.

3. Определяем горизонтальные проекции точек $M_1, N_1 = l_1 \cap LIN(1_1-2_1-3_1)$ и строим их фронтальные проекции.

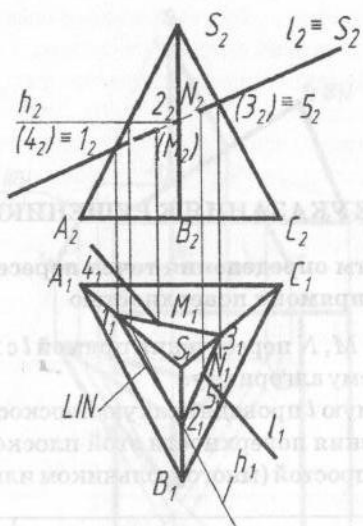


Рис. 5.1

Видимость прямой l на фронтальной плоскости определяется по конкурирующим точкам $l_2 \equiv (4_2)$ и $(3_2) \equiv s_2$, принадлежащим прямой l и ребрам пирамиды.

5.3. Пересечение прямой с конусом

Чтобы задать плоскость-посредник Σ проведем через вершину конуса S вспомогательную прямую k , пересекающуюся с заданной прямой l в точке A (рис. 5.2, а), т. е. плоскость $\Sigma(l \cap k)$ задается двумя пересекающимися прямыми, одна из которых заданная, а вторая проходит через вершину конуса S . Прямые l и k пересекают горизонтальную плоскость Π_1 в точках E, F , которые позволяют построить линию EF пересечения плоскости Σ и плоскости Π_1 (след плоскости Σ_1).

Решение задачи на комплексном чертеже (рис. 5.2, а) полностью соответствует пространственному решению, приведенному на рис. 5.2, б.

1. Через произвольно взятую на прямой l точку $A(A_1, A_2)$ и вершину конуса $S(S_1, S_2)$ проводим прямую k , фронтальная и горизонтальная проекции которой строятся по полученным точкам: $K_1(S_1 A_1), K_2(S_2 A_2)$.

Пересекающиеся прямые k и l определяют плоскость-посредник $\Sigma(l \cap k)$.

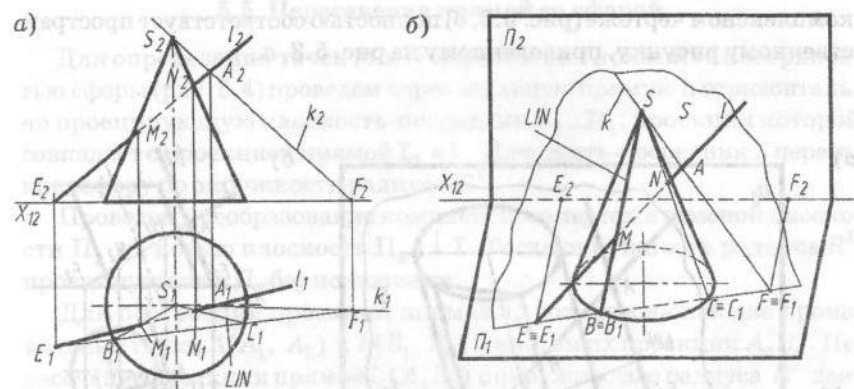


Рис. 5.2

2. Пересечение фронтальных проекций прямых l_2 и k_2 с осью X_{12} дает фронтальные проекции точек E_2 и F_2 , горизонтальные проекции которых E_1, F_1 находим с помощью линии связи.

Прямая $E_1 F_1$ (след плоскости) пересекает проекцию основания конуса в точках B_1 и C_1 . Треугольник $S_1 B_1 C_1$ является горизонтальной проекцией линии пересечения плоскости $\Sigma(l \cap k)$ и поверхности конуса Φ

$$LIN(SBC) = \Phi \cap \Sigma(l \cap k).$$

3. Пересечение горизонтальной проекции прямой l_1 с треугольником $S_1 B_1 C_1$ дает горизонтальные проекции искомых точек M_1, N_1

$$M_1, N_1 = l_1 \cap LIN(S_1 B_1 C_1).$$

Фронтальные проекции точек M_2, N_2 находятся с помощью линий связи.

5.4. Пересечение прямой с наклонным цилиндром

Чтобы задать плоскость-посредник Σ , проведем параллельно оси цилиндра через произвольно взятую на заданной прямой l точку A прямую k , в этом случае плоскость $\Sigma(l \cap k)$ параллельна оси цилиндра и пересечет цилиндр по параллелограмму $BB'C'C$ (рис. 5.3, а). Линия пересечения плоскости-посредника $\Sigma(l \cap k)$ и горизонтальной плоскости проекций Π_1 (след плоскости) строится по точкам E и F пересечения прямых l и k плоскостью Π_1 , а линия пересечения цилиндра плоскостью Σ — по точкам B и C , в которых след плоскости EF пересекает основание цилиндра. Пересечение прямой l с параллелограммом $BB'C'C$ дает искомые точки M и N . Решение задачи на

комплексном чертеже (рис. 5.3, б) полностью соответствует пространственному рисунку, приведенному на рис. 5.3, а.

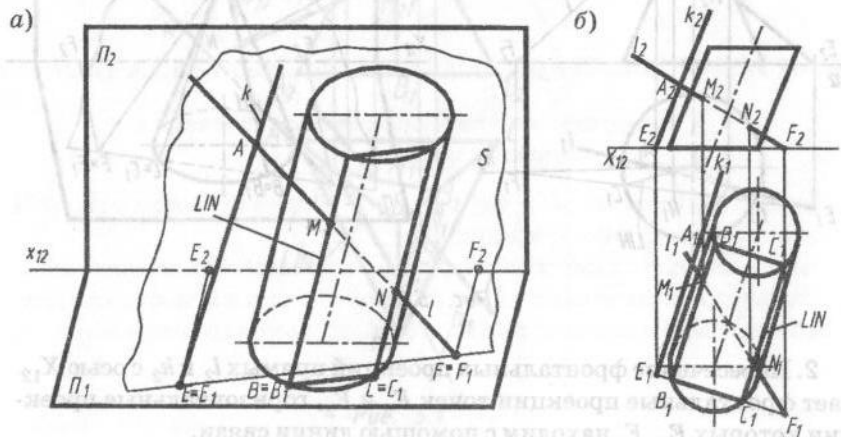


Рис. 5.3

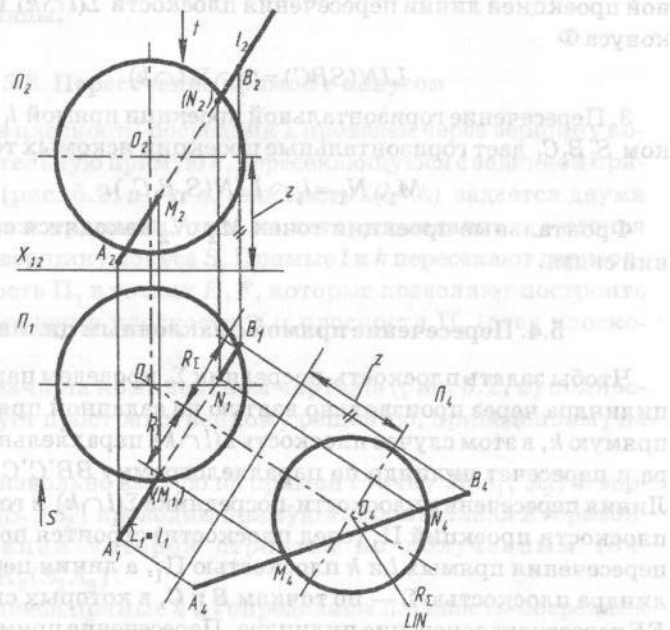


Рис. 5.4

5.5. Пересечение прямой со сферой

Для определения точек M и N пересечения прямой l с поверхностью сферы (рис. 5.4) проведем через заданную прямую l , горизонтально проецирующую плоскость-посредник $\Sigma_1 \perp \Pi_1$, проекция которой совпадает с проекцией прямой $\Sigma_1 \equiv l_1$. Плоскость-посредник Σ пересекает сферу по окружности радиуса R^Σ .

Проведем преобразование комплексного чертежа заменой плоскости Π_2 на новую плоскость $\Pi_4 \parallel \Sigma$. Тогда окружность радиуса R^Σ проецируется на Π_4 без искажения.

Для построения проекции прямой l_4 возьмем на ней две произвольные точки $A(A_1, A_2)$ и $B(B_1, B_2)$ и найдем их проекции A_4, B_4 . Пересечение проекции прямой $l_4(A_4, B_4)$ с окружностью радиуса R^Σ дает проекции искомых точек M_4, N_4 , которые обратным проецированием возвращаем на плоскости Π_1, Π_2 .

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ № 8 «ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

6.1. Цель работы «Проекционное черчение»

Проекционное черчение – раздел инженерной графики, в котором изучаются вопросы построения изображений (ГОСТ 2.305–68*) (видов, разрезов, сечений) при выполнении рабочих чертежей деталей, а также требования к рабочим чертежам деталей, определяемых стандартами ЕСКД.

При выполнении задания необходимо по аксонометрическому изображению детали «Подвеска» (рис. 6.13) выполнить ее рабочий чертеж, т. е. с помощью ИЗОБРАЖЕНИЙ (ГОСТ 2.305–68*) выявить форму детали, проставить необходимые размеры (ГОСТ 2.307–68), указать шероховатость всех поверхностей (ГОСТ 2.309–73*) и обозначить покрытие детали (ГОСТ 2.310–68*), а также заполнить «Основную надпись» (рис. 6.14) с указанием материала, из которого данная деталь должна быть изготовлена.

Формат листа (ГОСТ 2.301–68*) и масштаб изображения (ГОСТ 2.302–68*) выбирается самостоятельно.

6.2. Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305–68*)

6.2.1. Общие правила изображения предметов

Правила изображения предметов, а также расположения этих изображений на чертежах для всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.305–68*, в который в 1987–89 гг. были внесены существенные изменения. Поэтому вся учебно-методическая литература, книги, справочники и различная техническая документация, издания до 1992 г. содержат устаревшие обозначения изображений, что необходимо учитывать при их использовании.

За основные плоскости проекций принимаются шесть граней куба, на которые может быть спроецирован любой предмет. Изображение предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования, при этом изображаемый предмет считается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций таким образом, чтобы изображение на фронтальной плоскости (фрон-

тальная проекция), которое теперь будет называться «Видом спереди» или «Главным видом», давало наиболее полное представление о его форме и размерах. Остальные проекции располагаются в проекционной связи относительно главного изображения так, как показано на рис. 6.1.



Рис. 6.1

Число изображений на чертежах должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете. В зависимости от содержания все изображения подразделяются на виды, разрезы, сечения и выносные элементы, которые должны выполняться с соблюдением условий и упрощений, допускаемых стандартом.

6.2.2. Виды

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части предмета при помощи штриховых линий.

Виды подразделяются на основные, дополнительные и местные. ГОСТ 2.305–68 устанавливает следующие названия основных видов (рис. 6.1): вид спереди или главный вид 1, вид сверху 2, вид слева 3, вид справа 4, вид снизу 5, вид сзади 6.

Обозначать основные виды следует только в том случае, если отсутствует проекционная связь между ним и главным видом. При этом сам вид отмечают прописной буквой русского алфавита, которой этот вид обозначен. Направления проецирования указывают стрелкой, обозначенной той же буквой, что и вид. Положение буквы всегда вер-

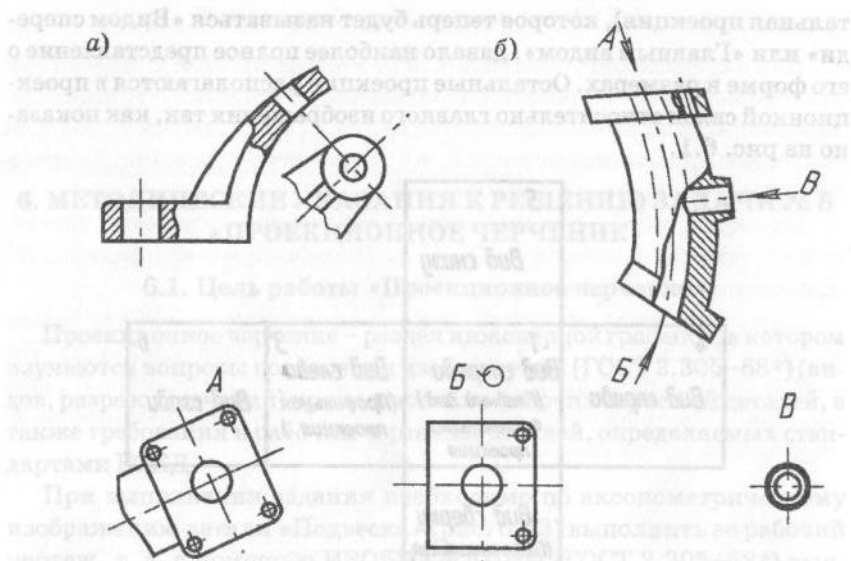


Рис. 6.2

тикально (рис. 6.2). Если отсутствует изображение, на котором можно показать направление проецирования, пишут название вида.

Дополнительным видом называется вид, полученный проецированием на плоскость, не параллельную ни одной из основных плоскостей проекций. Эти виды применяют в тех случаях, когда какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров. Если дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, его не обозначают (рис. 6.2, а). В остальных случаях дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой, а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (рис. 6.2, б, стрелка А). Если дополнительный вид повернут относительно главного изображения, к обозначению вида добавляют условное графическое обозначение поворота \odot (рис. 6.2, б, В \odot).

Местным видом называется изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета. Местный вид может быть ограничен линией обрыва или же не ограничен. Обозначение местного вида аналогично обозначению дополнительного (рис. 6.2, б, В).

6.2.3. Разрезы

Разрез — изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Все части предмета, пересекаемые плоскостью, заштриховываются, пустоты не штрихуются. Разрезы разделяются в зависимости от положения секущей плоскости (горизонтальные, вертикальные, наклонные, продольные, поперечные) и от числа секущих плоскостей (простые — одна секущая плоскость, сложные — две или более секущих плоскостей).

При обозначении разреза указывают положение секущей плоскости, а сам разрез отмечают двумя прописными буквами русского алфавита, через тире (рис. 6.3, а, А-А). Положение секущей плоскости указывают разомкнутой линией толщиной 1,5 S. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой (рис. 6.3, б, в). На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление проецирования. Около стрелки, с их внешней стороны ставят одну и ту же букву, обозначающую разрез, положение букв всегда вертикально.

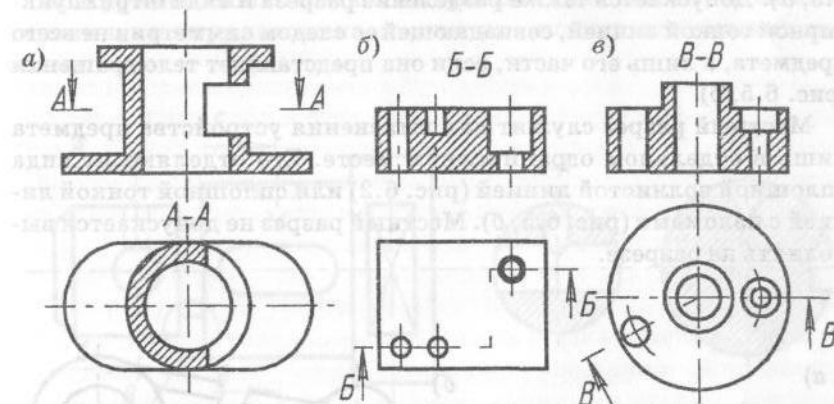


Рис. 6.3

Простые горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы не обозначают, если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии и соответствующие изображения расположены на одном и том же месте в непосредственной проекционной связи (рис. 6.4, а). Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 6.4, б) или сплошной линией с изломом (рис. 6.4, в). Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметрич-

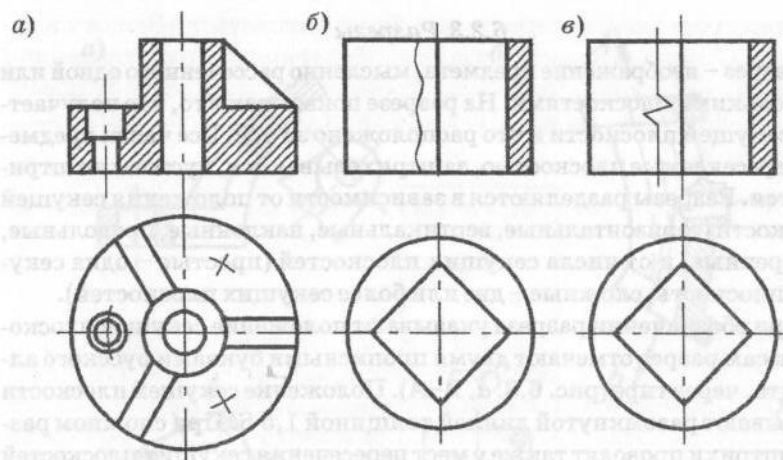


Рис. 6.4

ной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 6.5, а). Допускается также разделение разреза и вида штрихпунктирной тонкой линией, совпадающей со следом симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет тело вращения (рис. 6.5, б).

Местный разрез служит для выяснения устройства предмета лишь в отдельном ограниченном месте. Его отделяют от вида сплошной волнистой линией (рис. 6.2) или сплошной тонкой линией с изломами (рис. 6.5, б). Местный разрез не допускается выполнять на разрезе.

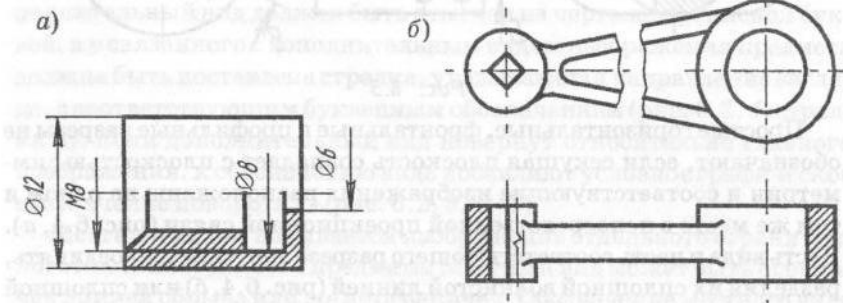


Рис. 6.5

6.2.4. Сечения

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Сечения, не входящие в состав разреза, разделяются на вынесенные (рис. 6.6, а) и наложенные (рис. 6.6, б). Вынесенные сечения являются предпочтительными.

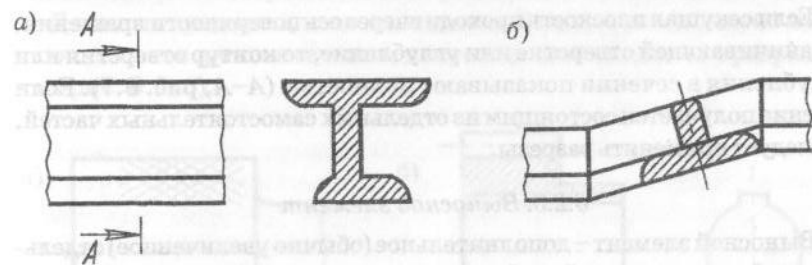


Рис. 6.6

Контур вынесенного сечения изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения – сплошными тонкими линиями.

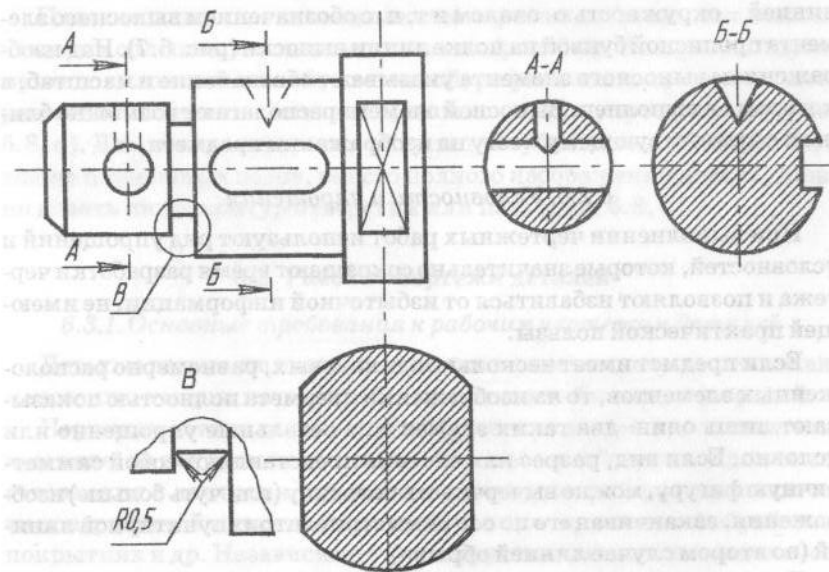


Рис. 6.7

Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают ее одинаковыми прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождают надписью по типу А-А, Б-Б (рис. 6.7).

Вынесенные сечения не подписывают и секущую плоскость не показывают, если линия сечения совпадает с осью симметрии сечения, а само сечение расположено на продолжении следа секущей плоскости (рис. 6.7).

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (А-А, рис. 6.7). Если сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы.

6.2.5. Выносной элемент

Выносной элемент – дополнительное (обычно увеличенное) отдельное изображение какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных. Оно обычно содержит подробности, не указанные на соответствующем изображении.

При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, овалом и т. п. с обозначением выносного элемента прописной буквой на полке линии выноски (рис. 6.7). Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен. Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

6.2.6. Условности и упрощения

При выполнении чертежных работ используют ряд упрощений и условностей, которые значительно сокращают время разработки чертежа и позволяют избавиться от избыточной информации, не имеющих практической пользы.

Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении предмета полностью показывают лишь один-два таких элемента, а остальные упрощенно или условно. Если вид, разрез или сечение представляют собой симметричную фигуру, можно вычерчивать половину (или чуть больше) изображения, заканчивая его по оси симметрии штрихпунктирной линией (во втором случае линией обрыва).

Если не требуется точного построения линий пересечения поверхностей, то вместо лекальных кривых проводят прямые линии или

дуги окружности. Плавный переход от одной поверхности к другой показывают условно (см. рис. 6.5, б, 6.7) или совсем не показывают.

При выполнении разреза следует помнить, что такие элементы, как винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы, гайки, шайбы, шарики, показывают нерассеченными. Тонкие стенки типа ребер жесткости, спиц маховиков, зубчатых колес показывают незаштрихованными в том случае, если секущая плоскость проходит вдоль оси или длинной стороны такого предмета (см. рис. 6.4, а).

Длинные предметы, имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение, допускается изображать с разрывом (см. рис. 6.5, б).

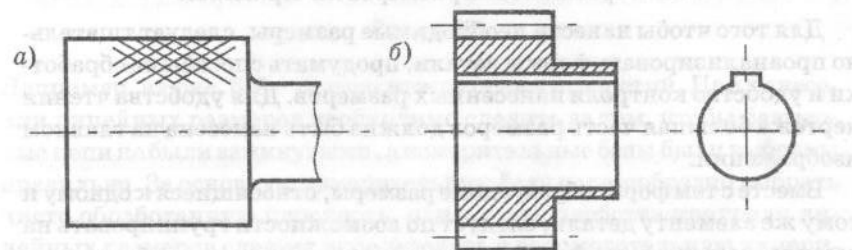


Рис. 6.8

Плоские поверхности выделяют на чертеже диагоналями, выполненными сплошными тонкими линиями (рис. 6.7). На чертежах предметов со сплошной сеткой, плетенкой, рифлением допускается изображать эти элементы частично, с возможными упрощениями (рис. 6.8, а). Для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов, а также шпоночных пазов, вместо полного изображения детали, можно давать лишь контур отверстия или паза (рис. 6.8, б).

6.3. Рабочие чертежи деталей

6.3.1. Основные требования к рабочим чертежам деталей

Деталью называется изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марки материала без применения сборочных операций.

Чертежом детали называется изображение детали в ее окончательном виде, на котором нанесены все размеры, необходимые для ее изготовления и контроля, указаны данные о материале, шероховатости поверхностей и технические требования о термической обработке, покрытиях и др. Независимо от конструктивного или технологического вида детали, ее чертеж выполняется с соблюдением требований стандартов, определяющих формат и масштаб.

При изображении детали главный вид следует выбирать, учитывая удобство пользования чертежом при ее изготовлении. Так, например, детали, имеющие в своей основе форму тел вращения (втулки, фланцы, валы), следует располагать так, чтобы на главном виде ось вращения занимала горизонтальное положение (см. рис. 6.5, а).

Такие детали, как корпуса, крышки и др. следует располагать основанием вниз, параллельно основной надписи.

Во всех случаях главный вид следует выбирать так, чтобы количество изображений детали было минимальным, но достаточным для полного выявления формы детали.

6.3.2. Простановка размеров на чертежах

Для того чтобы нанести необходимые размеры, следует тщательно проанализировать формы детали, продумать способы ее обработки и удобство контроля нанесенных размеров. Для удобства чтения чертежа большая часть размеров должна быть нанесена на главном изображении.

Вместе с тем формообразующие размеры, относящиеся к одному и тому же элементу детали, следует по возможности группировать на том изображении, где форма этого элемента показана наиболее полно, как это показано на рис. 6.9 (размеры отверстия). Координирующие размеры, которые определяют взаимное расположение одинаковых элементов детали, как правило, следует наносить на том изображении, где это взаимное расположение показано наиболее наглядно.

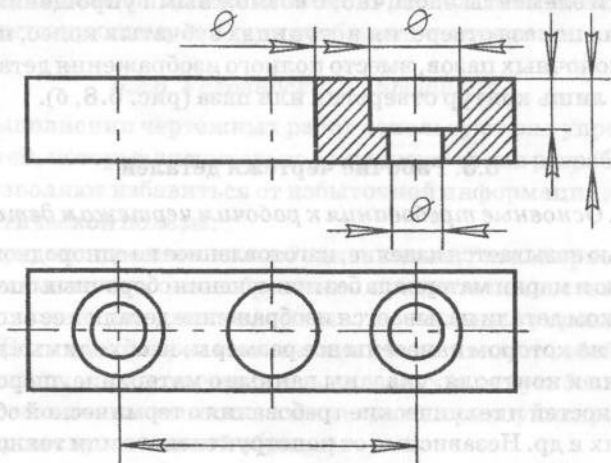


Рис. 6.9

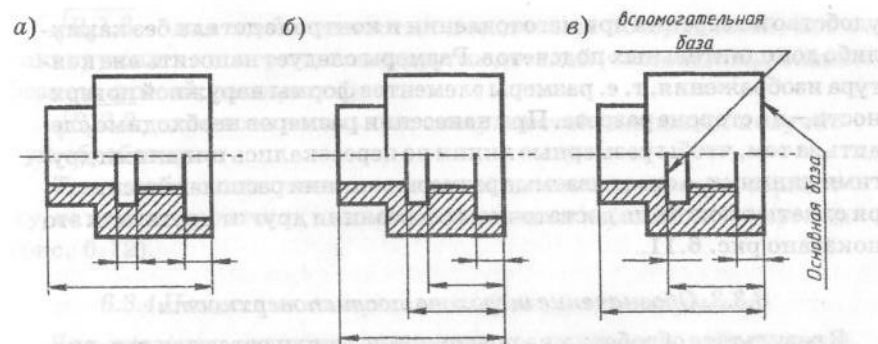


Рис. 6.10

Например, на рис. 6.9 – размер между осями отверстий. При нанесении линейных размеров необходимо следить за тем, чтобы размерные цепи не были замкнутыми, а измерительные базы были выбраны правильно. За основную измерительную базу целесообразно выбрать чисто обработанную плоскость, однако для удобства контроля линейных размеров следует использовать и вспомогательную измерительную базу, как это показано на рис. 6.10. В зависимости от расположения измерительных баз различают следующие три способа нанесения размеров: цепной (рис. 6.10, а), координатный (рис. 6.10, б) и комбинированный, представляющий собой сочетание цепного и координатного способов (рис. 6.10, в).

Комбинированный способ нанесения размеров получил наибольшее распространение, так как он обеспечивает достаточную точность,

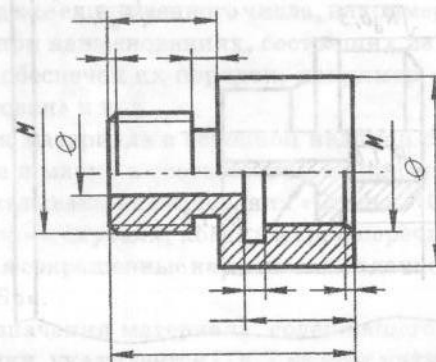


Рис. 6.11

удобство измерения при изготовлении и контроле детали без каких-либо дополнительных подсчетов. Размеры следует наносить вне контура изображения, т. е. размеры элементов формы наружной поверхности – на стороне разреза. При нанесении размеров необходимо следить за тем, чтобы размерные линии не пересекались никакими другими линиями, а охватываемые размерные линии располагались внутри охватывающих на достаточном расстоянии друг от друга, как это показано рис. 6.11.

6.3.3. Обозначение шероховатости поверхности

В результате обработки на поверхности детали остаются неровности в виде выступов и впадин – шероховатости поверхностей, которые являются одной из основных геометрических характеристик качества поверхности детали, оказывающих существенное влияние на эксплуатационные показатели.

При установлении требований к шероховатости поверхности рекомендуется применять параметр R_a (среднеарифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины (ГОСТ 2.309–73*)).

При выполнении учебных чертежей в курсе «Инженерная графика» следует брать для обозначения шероховатости следующие значения параметра R_a :

$\sqrt{R_a 6,3}$ – для обозначений шероховатости грубо обработанных поверхностей (торцы, фаски, канавки и другие неотчетливые поверхности);

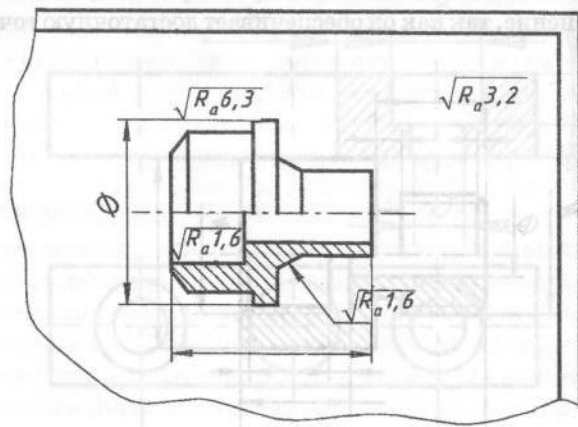


Рис. 6.12

$\sqrt{R_a 1,6}$ – для наиболее чистых посадочных поверхностей, контактирующих с поверхностями других деталей (чистовая обработка резцом, фрезой, разверткой);

$\sqrt{R_a 3,2}$ – для всех остальных поверхностей, имеющих полустружку обработку.

Так как большинство поверхностей имеет полустружковую обработку, то их шероховатость указывается в правом верхнем углу чертежа (рис. 6.12).

6.3.4. Нанесение на чертежах обозначений покрытий

Для указания защитно-декоративных покрытий поверхностей деталей на рабочих чертежах в соответствии с ГОСТ 2.310–68 все данные о покрытии указывают в технических требованиях, т. е. над основной надписью. Запись обозначения гальванического покрытия производят в строчку буквенно-цифровыми индексами в следующем порядке: материал – толщина – декоративные свойства. Материал покрытий обозначают начальными буквами: Н – никель, Х – хром, Ср – серебро. Значение минимальной толщины покрытия в микрометрах указывают в условном обозначении после материала. Например, гальваническое покрытие никелем, толщиной 30 мкм, без дополнительных декоративных свойств будет указываться на чертеже надписью: покрытие Н30.

6.3.5. Заполнение основной надписи

В соответствующих графах основной надписи следует записать наименование детали, обозначение (шифр) документа, наименование и марку материала, из которого должна быть изготовлена деталь. Наименование детали должно быть кратким и записано в именительном падеже единственного числа, например «Корпус», «Втулка» и т. п., а при наименованиях, состоящих из двух и более слов, должен быть обеспечен их порядок, например «Корпус разъема», «Втулка цанговая» и т. д.

При записи материала в основной надписи следует указать его наименование и марку в соответствии с принятыми в стандартах, при этом не указывают наименования «Сталь», «Серый чугун», «Латунь», «Бронза» в случаях, когда в марке перечисленных материалов содержатся сокращенные наименования данного материала «Ст», «Сч», «Л», «Бр».

После обозначения материала, содержащего его качественную характеристику, указывается ГОСТ на этот материал, содержащий

все сведения о нем (способ получения, механические свойства, методы испытаний и пр.).

6.4. Методические указания к выполнению рабочего чертежа детали «Подвеска»

По аксонометрическому изображению (рис. 6.13) детали «Подвеска» необходимо выполнить рабочий чертеж. Проанализировав форму детали видно, что потребуется три изображения: главный вид, вид сверху и вид слева с разрезами для выявления формы пяти отверстий и двух пазов. Габаритные размеры детали $95 \times 42 \times 16$ позволяют выполнить рабочий чертеж детали в масштабе 1:1 на листе формата А4 (рис. 6.14).

Для минимизации количества изображений разрезы располагаются на месте соответствующих видов: ступенчатый разрез А-А на месте главного вида и профильный разрез Б-Б на месте вида слева.

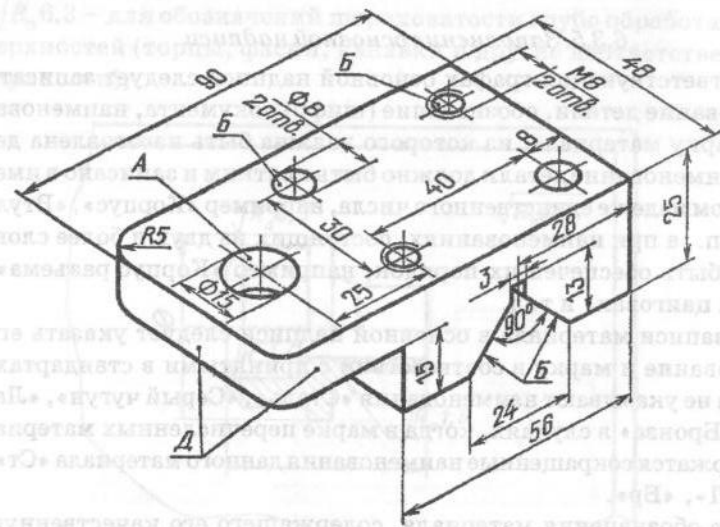


Рис. 6.13

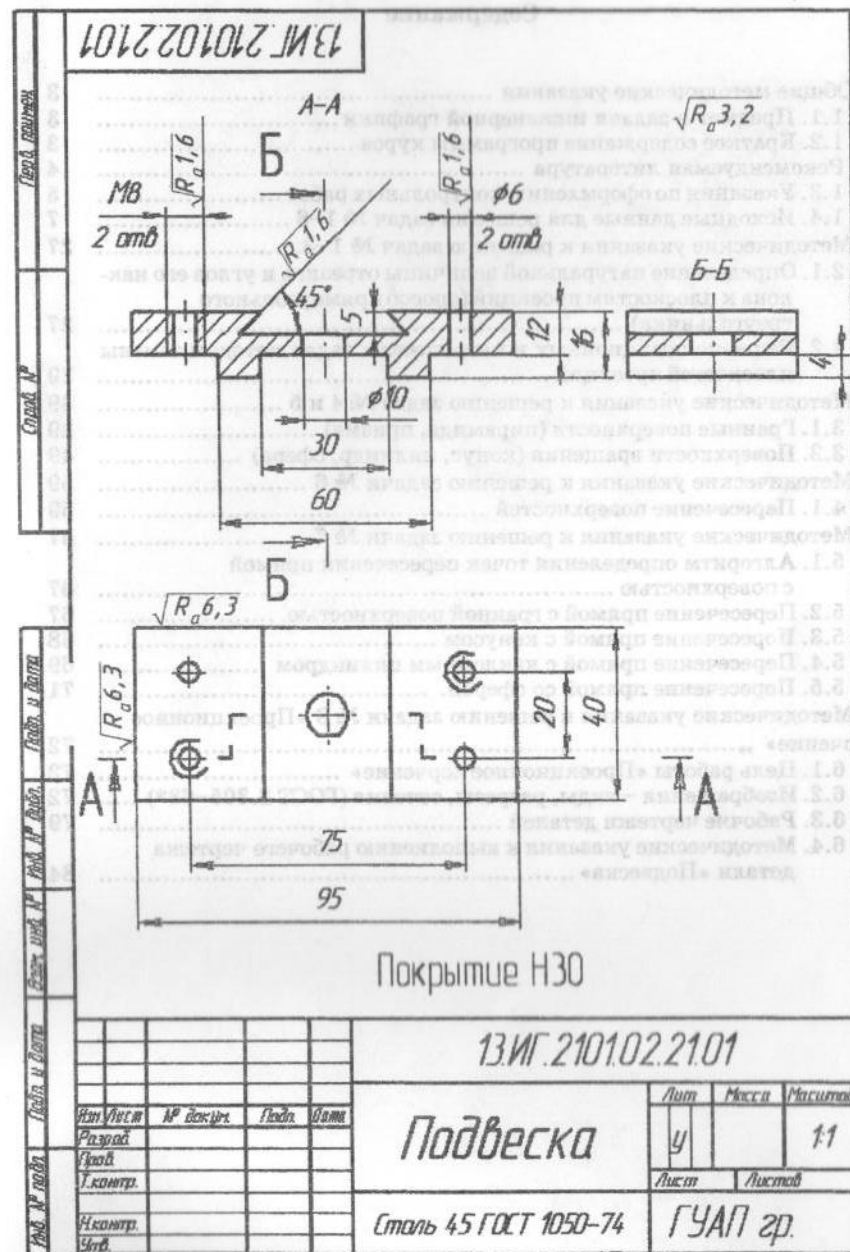


Рис. 6.14

Содержание

1. Общие методические указания	3
1.1. Предмет и задачи инженерной графики	3
1.2. Краткое содержание программы курса	3
Рекомендуемая литература	4
1.3. Указания по оформлению контрольных работ	5
1.4. Исходные данные для решения задач № 1–8	7
2. Методические указания к решению задач № 1–3.	27
2.1. Определение натуральной величины отрезков и углов его наклона к плоскостям проекций (способ прямоугольного треугольника)	27
2.2. Решение позиционных и метрических задач методом замены плоскостей проекций	29
3. Методические указания к решению задач № 4 и 5	39
3.1. Гранные поверхности (пирамида, призма)	39
3.2. Поверхности вращения (конус, цилиндр, сфера)	49
4. Методические указания к решению задачи № 6	59
4.1. Пересечение поверхностей	59
5. Методические указания к решению задачи № 7	67
5.1. Алгоритм определения точек пересечения прямой с поверхностью	67
5.2. Пересечение прямой с гранной поверхностью.	67
5.3. Пересечение прямой с конусом	68
5.4. Пересечение прямой с наклонным цилиндром	69
5.5. Пересечение прямой со сферой.	71
6. Методические указания к решению задачи № 8 «Проекционное черчение»	72
6.1. Цель работы «Проекционное черчение»	72
6.2. Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305–68*)	72
6.3. Рабочие чертежи деталей	79
6.4. Методические указания к выполнению рабочего чертежа детали «Подвеска»	84