

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Методическое пособие
по курсу «Инженерная графика»

ТЕХНИКА ЧЕРТЕЖНО–ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ.
МЕТОД ПРОЕКЦИЙ.
ВИДЫ

УДК
744
М545

Утверждено учебным управлением МЭИ
Подготовлено на кафедре инженерной графики
Рецензенты: докт. техн. наук проф. В.М. Матюнин
докт. техн. наук проф. В.П. Рубцов

Авторы: Т.А. Боброва, В.Р. Пивоваров, Е.А. Капитанова, О.И. Исаева,
Л.В. Захарова.

Методическое пособие по курсу «Инженерная графика»

ТЕХНИКА ЧЕРТЕЖНО–ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ. МЕТОД ПРОЕКЦИЙ. ВИДЫ

Методическое пособие по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика». / Под ред. Е.П. Касаткиной – М.: Издательский дом МЭИ, 2010 г. – 72 с.

Методическое пособие содержит основные сведения, необходимые для построения изображений геометрических фигур при помощи метода прямоугольного проецирования. Приведен перечень основных терминов, определений и обозначений, используемых в разделе «Теория построения чертежа» курса инженерной графики.

Рассматриваются вопросы по построению, классификации, обозначениям основных и дополнительных видов на чертежах. Представлены примеры выполнения графических заданий на практических занятиях. Приведены сведения о применении чертежных приспособлений, принадлежностей и инструментов, описаны способы построения линий с помощью циркуля и линейки. Даны примеры построения сопряжений и лекальных кривых.

Методическое пособие предназначено для студентов первого курса МЭИ (ТУ), изучающих раздел «Теория построения чертежа» курса «Инженерной графики».

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика представляет собой научную дисциплину, которая изучает способы передачи информации при помощи конструкторских документов.

Конструкторский документ содержит информацию о конструкции технического предмета. Под конструкторским объектом или просто предметом мы понимаем любые изделия промышленности, а также их составные части.

Конструкция предмета – это состав, взаимное расположение и соединение его частей и элементов, принцип действия и материалы, из которых изготовлены составные части предмета.

Конструкторский документ содержит сведения о составе, взаимном расположении, соединении частей и элементов предмета, о материалах, из которых изготовлены эти части и элементы, описание принципа действия, то есть конструкторский документ содержит сведения об устройстве данного объекта техники.

Основную информационную нагрузку на чертеже несет изображение предмета. Изображение предмета на чертеже представляет собой воспроизведение комплекса геометрических свойств объекта в образной форме, т.е. в наглядном представлении.

Данная работа является результатом переработки в компьютерных технологиях ранее изданных методических пособий, выполненных на кафедре в разное время [5], [6], [7], [8]. Материал дополнен и приведен в соответствие с действующими Государственными стандартами. В разработке раздела «Построение дополнительных видов» использован алгоритм построения дополнительного вида, представленный Е.П. Касаткиной.

1. ПРИЕМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЧЕРТЕЖНЫХ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ

В первой части пособия рассматриваются вопросы организации рабочего места чертежника, инструменты, принадлежности и приспособления для выполнения чертежей, приемы выполнения чертежей карандашом. Оформление чертежей включает в себя линии чертежа и их обводку, стандартные шрифты, форматы и основные надписи.

Для выполнения чертежей каждый студент должен иметь чертежные приспособления, принадлежности и инструменты.

К чертежным приспособлениям относятся столы и чертежные доски.

К чертежным принадлежностям относятся: рейшина, линейка, треугольник, лекало, транспортир, готовальня, циркуль.

Чертежные доски изготавливают из мягких пород дерева. Их размеры стандартизованы (ГОСТ 6671-70). Наиболее универсальной является доска с размерами 1000х650. При работе освещение должно быть с левой стороны. Чертежи выполняются на плотной чертежной бумаге. Бумага должна быть хорошего качества, чтобы при стирании изображений резинкой на ней не оставалось следов.

Для копировальных работ применяется прозрачная бумага – калька, а для выполнения диаграмм, графиков и эскизов – миллиметровая бумага.

Для выполнения чертежных работ пользуются карандашами, предпочтительно марки «Конструктор». Твердость карандаша выбирается в зависимости от сорта бумаги, на которой выполняется чертеж. Так, для писчей бумаги рекомендуются карандаши ТМ для выполнения чертежа в тонких линиях и М для обводки, а для чертежной бумаги – Т и ТМ соответственно. Для выполнения тонких линий карандаши затачивают на конус (рис.1.1а), а для обводки – «лопаткой» – (рис.1.1б). Очень удобно применять цанговые и автоматические карандаши. Для заточки карандаша применяют нож, скальпель или специальную точилку. Для заточки графита применяют мелкую наждачную бумагу.

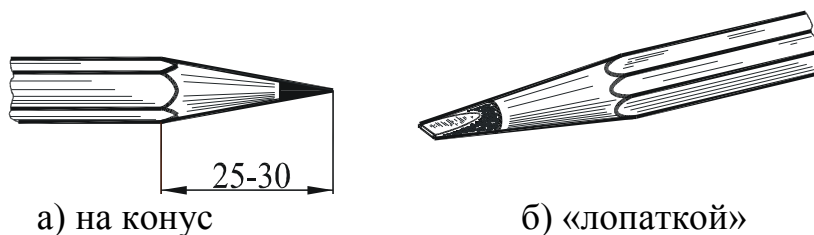


Рис.1.1

Для циркуля используют стержни, у которых твердость на единицу меньше, чем у карандаша, выбранного для обводки линий. Применяют мягкие резинки для работы с чертежами, выполняемыми карандашами.

Для проведения на чертеже параллельных горизонтальных линий применяют рейшины, т.е. длинные линейки с поперечной планкой, либо с роликами. Для индивидуального использования лучше применять рейшину с роликами.

Для проведения на чертеже вертикальных и наклонных линий используют прямоугольные треугольники с углами 45° или 30° и 60° . Треугольники бывают деревянные и пластмассовые. Для выполнения чертежных работ лучше использовать деревянные, т.к. они меньше пачкают бумагу.

Готовальня – это набор чертежных инструментов в специальном футляре. Студентам рекомендуется пользоваться готовальнями №13 или №14. Номер готовальни соответствует числу входящих в нее инструментов.

Приступая к выполнению чертежа, необходимо подготовить рабочее место: заточить карандаши, разрезать бумагу и прикрепить её к доске, запастись инструментами. Перед черчением рекомендуется вымыть руки.

Выполнение чертежа производится в два этапа. Вначале – в тонких линиях, затем чертеж обводят карандашом. При этом необходимо придерживаться определенных правил. Вначале наносят осевые и центровые линии. Затем размеры симметрично расположенных элементов наносят от осевой линии в обе стороны с помощью измерителя. Отложенные размеры отмечают мягким уколом иглы. При проведении линии карандаш должен быть немного отклонен в сторону движения. Линии должны проводиться тонко без нажима, чтобы не оставалось борозд на бумаге. Карандаш необходимо чаще затачивать. Если чертеж предполагается обводить карандашом, то вспомогательные линии надо стирать в процессе работы. Во время работы рекомендуется часть чертежа закрывать листом бумаги и оставлять открытыми лишь те участки формата, где производится работа.

1.1 ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Линии

При обводке чертежа карандашом трудно достигнуть одинаковой толщины линий обводки и их яркости, а также трудно сохранить чистоту листа. Поэтому рекомендуется соблюдать определенные правила. Так, при выполнении чертежа в тонких линиях следует избегать проведения всяких лишних линий, т.е. линий, выходящих за размеры данной фигуры, длинных засечек циркулем т.д.

Рекомендуется начинать обводку чертежа с окружностей и скруглений. Для сохранения центров окружностей необходимо следить за перпендикулярностью иглы циркуля к плоскости чертежа. В случае, когда чертеж обводится карандашом, тонкие линии рекомендуется выполнять чернее обычного, чтобы не обводить их вторично. После обводки окружностей обводят горизонтальные, вертикальные и наклонные линии.

Толщину обводки контурных линий S рекомендуется выбирать в пределах 0,8–1,0 мм. Остальные линии чертежа проводятся в соответствии с ГОСТ 2.303–68. Название линий, их назначение и толщина показаны на конкретном примере, приведенном на рис. 1.2.

Каждый чертеж сопровождается надписями в виде размеров, заголовков спецификаций, письменных указаний, примечаний т.д. Буквы и цифры

надписей рекомендуется выполнять шрифтом с наклоном 75° , установленным ГОСТ 2.304-81. Размер шрифта определяется *высотой прописных букв*.

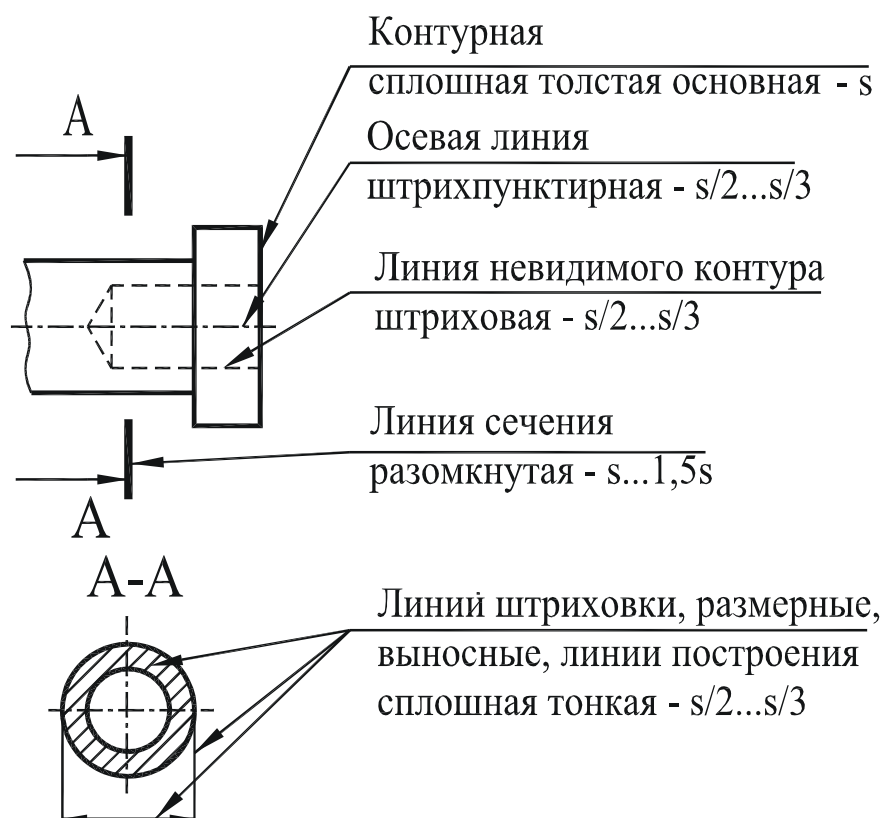


Рис.1.2.

Шрифты (ГОСТ 2.304-81)

Необходимость изучения конструкции букв латинского и греческого алфавитов диктуется применением их в других вузовских дисциплинах.

Для хорошего изображения шрифта необходимо выполнять следующие правила:

1. Писать, строго следуя указанному направлению (сверху вниз и слева направо как указано на рис. 1.3) и порядку проведения штрихов, составляющих отдельные элементы букв и цифр.
2. Обязательно наносить горизонтальные направляющие карандашные линии.
3. Строго выдерживать заданный наклон шрифта.
4. Строго соблюдать конструкцию каждой буквы.
5. Выдерживать равномерное расстояние между буквами.



Рис.1.3

Наиболее часто встречающиеся ошибки при начертании стандартного шрифта приведены на рис.1.4.



Рис.1.4

Ознакомление с этими ошибками будет являться для студентов некоторой профилактикой против их повторения. При начертании шрифтов необходимо также помнить:

1. В надписи, выполняемой только прописными буквами (заглавными), не следует выделять по высоте первую букву.
2. В надписи, выполняемой строчными буквами, обводка первой прописной буквы выполняется той же толщины, что и остальная надпись.
3. Максимальная толщина обводки равна 1/10 высоты шрифта.
4. Качество чертежа резко снижается небрежным и неправильным шрифтом. Небрежность не вызывает доверия к правильности чертежа, а неясные цифры и знаки часто приводят к серьезным недоразумениям и ошибкам.

Масштабы

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам. Масштабы бывают натуральные, увеличения и уменьшения (см. ГОСТ 2.302–68). Масштаб, про- ставляемый в графе основной надписи, обозначается 1:1, 1:2 и т.д., а в ос- тальных случаях (2:1), (1:4) и т.д.

Форматы

Все конструкторские документы, в том числе и чертежи, необходимо исполнять на бумаге стандартных размеров, определяемых ГОСТ 2.301–68. Форматы применяются с целью экономии бумаги и удобства комплектования конструкторских документов в альбомы, а также для удобства их хранения и пользования ими. Формат листа определяется размерами внешней рамки. Основных форматов пять. Формат 1189x841 имеет площадь равную 1м². Ос- тальные четыре формата получают путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне. Отношение длин боль- шей и меньшей стороны каждого формата составляет $\sqrt{2}:1$. Наименьший формат с размерами 297x210 *располагается только вертикально*.

Основная надпись

На всех чертежах и конструкторских документах, кроме титульного листа, в правом нижнем углу выполняется основная надпись. Содержание, расположение и размеры граф основной надписи, а также размеры рамок ус- тановлены ГОСТ 2.104–68. При этом для чертежей и схем установлена фор- ма 1 основной надписи, для текстовых документов – форма 2, а для после- дующих листов всех конструкторских документов – форма 2а.

1.2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

Сопряжения

К наиболее часто встречающимся в чертежной практике геометриче- ским построениям с помощью циркуля и линейки относятся деление отрез- ков и углов на равные части, проведение перпендикуляров, построение укло- нов и конусностей, деление окружностей на равные части, построение со- пряжений линий, вычерчивание лекальных кривых. Из всего перечисленного наиболее сложным является выполнение сопряжений, а также построение и обводка циркульных и лекальных кривых. Поэтому остановимся на этих во- просах подробнее.

Сопряжением называют плавный переход от прямой к дуге окружности или от дуги окружности одного радиуса к дуге окружности другого радиуса. Примерами сопряжений могут служить изображения электрической лампы накаливания или крюка подъемного механизма, показанные на рис. 1.5.

Построение сопряжений основано на следующих положениях геометрии:

- при сопряжении прямой линии и дуги, центр дуги сопряжения лежит на перпендикуляре к прямой, восстановленном из точки сопряжения;
- при сопряжении двух дуг окружностей, центры этих дуг, а также точка касания дуг лежат на одной прямой.

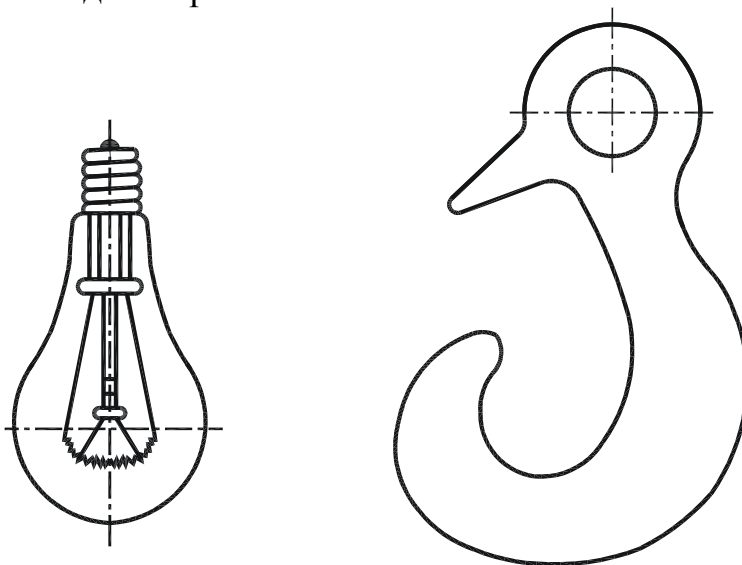


Рис.1.5

В любом сопряжении можно выделить три элемента:

1. Точку сопряжения.
2. Центр дуги сопряжения.
3. Радиус дуги сопряжения.

Для построения заданного сопряжения должен быть известен один из элементов: радиус или точка сопряжения, тогда два других элемента можно определить графически при помощи построения. Центр окружности находят с помощью двух непараллельных между собой и произвольно проведенных хорд (рис.1.6 а).

Центр заданной окружности или ее дуги находится на пересечении перпендикуляров к хордам, проведенных через их середины.

Следует также обратить внимание (рис.1.6 б) на то, что перпендикуляры, проведенные через середины хорд [1,2] и [2,3] и определяющие центр O дуги радиуса R_1 , будут также перпендикулярны хордам [4,5] и [5,6] концентрической окружности. Причем они также будут делить хорды [4,5] и [5,6] пополам, а отрезки [1,4] и [3,6] равны разности радиусов R_1 и R_2 .

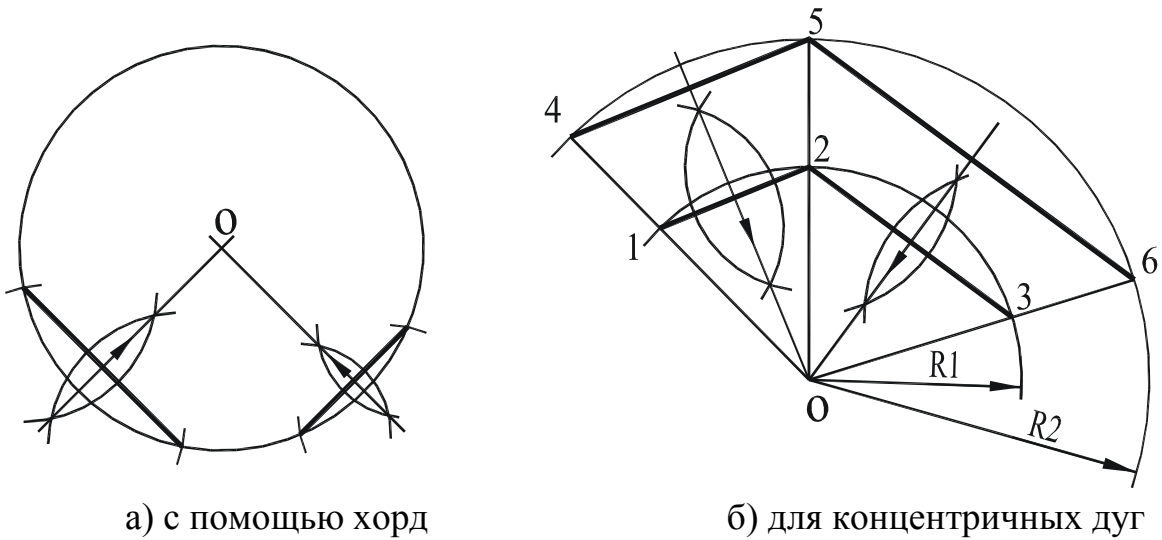


Рис. 1.6.

Касательные к окружностям

Рассмотрим построение касательной к окружности, проходящей через заданную точку, лежащую вне этой окружности. На рис. 1.7 а задана окружность радиуса R с центром O_1 и точка O_2 , через которую надо провести касательную.

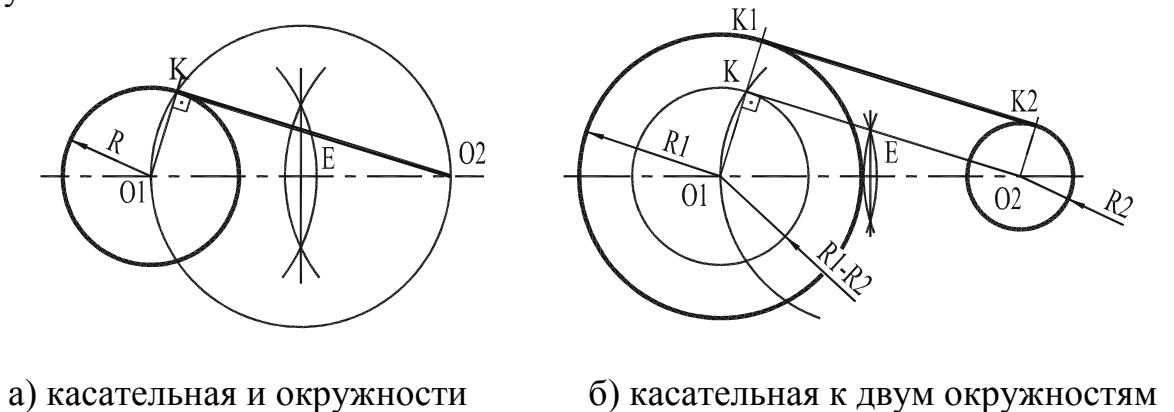


Рис.1.7

Предположим, что задача решена, и мы знаем положение точки касания K . Тогда угол между касательной $[O_2, K]$ и радиусом $[O_1, K]$ – прямой. Поэтому построение проводится в следующем порядке: соединяем прямой центр заданной окружности O_1 с заданной точкой O_2 и, поделив отрезок $[O_1, O_2]$ пополам, через его середину E проводим вспомогательную окружность радиусом $R = O_1, E = E O_2$. Эта окружность пересечет заданную в точке K , которая будет являться искомой точкой касания. Это утверждение справедливо, поскольку угол между проведенной касательной $[O_2, K]$ и радиусом

$[01, K]$ является вписанным углом, опирающимся на диаметр $[01, 02]$, и является прямым.

Рассмотрим построение касательной к двум окружностям. Здесь могут быть два случая – внешнее касание и внутреннее. Построение внешнего касания показано на рис.1.7 б.

Заданы две окружности радиуса R_1 с центром O_1 и радиуса R_2 с центром O_2 , к которым надо провести внешнюю касательную. Как и в предыдущем случае, предположим, что касательная $[K_1, K_2]$ уже проведена. Точки касания K_1 и K_2 лежат на параллельных между собой радиусах $[O_1, K_1]$ и $[O_2, K_2]$ и перпендикулярных касательной $[K_1, K_2]$. Затем, переместим касательную $[K_1, K_2]$ параллельно самой себе до положения, когда она будет пересекать центр второй окружности O_2 , а радиус $[O_1, K_1]$ в точке K . При этом точка K оказывается точкой касания прямой, проходящей через центр O_2 второй окружности и окружности радиуса $R_1 - R_2$. Следовательно, построение внешней касательной к двум окружностям проводят в следующем порядке: вначале проводим окружность радиуса $R_1 - R_2$ из центра O_1 большей окружности. Затем находим точку касания K прямой, проведенной через центр O_2 к вспомогательной окружности радиуса $R_1 - R_2$. Данное построение рассмотрено в предыдущем примере (см. рис.1.7 а).

Так как заданная окружность радиуса R_1 и вспомогательная радиуса $R_1 - R_2$ концентричны, то первая искомая точка касания K_1 лежит на продолжении радиуса $[O_1, K]$. Вторая точка касания K_2 будет лежать на радиусе $[O_2, K_2]$ параллельном $[O_1, K_1]$.

Построение внутренней касательной к двум окружностям аналогично, с той лишь разницей, что в этом случае из центра большей окружности проводим вспомогательную окружность радиусом, равным сумме радиусов заданных окружностей.

Сопряжение двух пересекающихся прямых

Варианты сопряжений, встречающиеся на практике можно разделить на две группы:

1. Задан радиус сопряжения.
2. Задана точка сопряжения.

Первая группа сопряжений чаще всего встречается в конструкторской практике, широко освещена в литературе, и здесь не рассматривается.

Рассмотрим несколько задач из второй группы сопряжений, когда задана точка сопряжений и не заданы радиус и центр дуги сопряжения.

Построить сопряжения двух пересекающихся прямых m и n . Точка сопряжения $M \in m$ (рис.1.8).

Центр O сопряжения находится на пересечении перпендикуляра, восстановленного в точке M , к прямой m и биссектрисы угла, образованного пересечением прямых m и n .

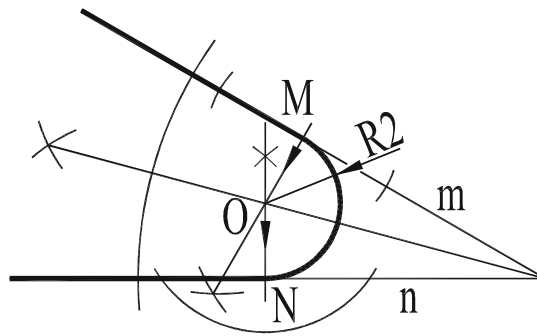


Рис.1.8

Радиус сопряжения равен $[O,M]$, а вторая точка сопряжения N определяется при помощи перпендикуляра $[O,N]$, опущенного из точки O на прямую n .

Сопряжения прямой и дуги

Построить сопряжение прямой линии a и дуги заданного радиуса R_1 , проведенной из заданного центра O_1 . Задана также точка сопряжения M .

а) Точка сопряжения M задана на дуге (рис.1.9 а).

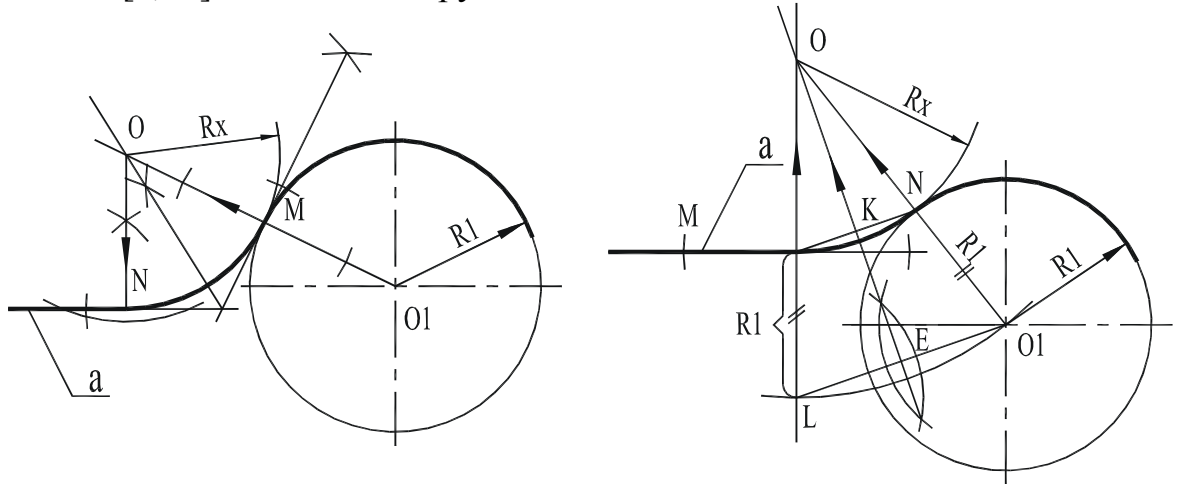
Проводим прямую (O_1,M) . На ее продолжении будет лежать центр O дуги сопряжения. Затем проводим касательную к дуге в точке M . Центр O найдем на пересечении биссектрисы угла, образованного заданной прямой a и построенной касательной с продолжением прямой $[O_1,M]$. Точку касания N на прямой найдем, опустив перпендикуляр из центра O на заданную прямую. Радиус сопряжения $R_x = OM = ON$.

б) Точка сопряжения M задана на прямой (рис.1.9 б).

Центр дуги сопряжения O лежит на перпендикуляре к заданной прямой, проведенной в точке касания M . Прежде чем решать поставленную задачу проведем анализ в предположении, что центр сопряжения O уже найден. Тогда, соединив O и O_1 , получим точку сопряжения N с заданной окружностью. Соединив прямой точки M и N , получим хорду искомой дуги сопряжения. Центр O находится на пересечении уже поведенной прямой $[M,O]$ и перпендикуляра, восстановленного в середине хорды $[M,N]$ (т.К.). Следовательно, надо найти положение этого перпендикуляра. Для этого из центра O проведем через O_1 дугу, concentричную дуге сопряжения $[M,N]$ до пересечения с перпендикуляром $[O,M]$ в точке L , а также хорду $[O_1,L]$. Продлив $[O,K]$ до пересечения с хордой $[O_1,L]$, получим, что $[O,K]$ есть перпендикуляр к хорде $[O_1,L]$, проведенный через его середину. Отрезок $[M,L]$ проведен через заданную точку M перпендикулярно заданной прямой, а его длина по построению равна радиусу заданной окружности.

Итак, основываясь на выводах проделанного анализа, построение проводим в следующем порядке. Через точку M проводим прямую, перпендикулярную заданной прямой и на ней откладываем точку L , причем длина отрезка $[M,L]$ равна радиусу R_1 заданной окружности. Затем соединяем точку L с

центром O_1 заданной окружности и, поделив отрезок $[O_1, L]$ пополам, через его середину E проводим перпендикуляр. Центр искомой дуги сопряжения O находится в точке пересечения построенного перпендикуляра $[E, K]$ с перпендикуляром $[M, L]$, проведенным через точку M перпендикулярно заданной линии. Радиус сопряжения R_x равен $[O, M]$, а точка сопряжения N лежит на пересечении $[O, O_1]$ с заданной окружностью.



а) Точка сопряжения на дуге

б) Точка сопряжения на прямой

Рис.1.9

Сопряжение двух дуг

Построить сопряжения двух дуг радиусов R_1 и R_2 с центрами O_1 и O_2 соответственно. Точка сопряжения M задана, например, на дуге с центром в точке O_1 .

Проводим через точки M и O_1 прямую, и на ней от точки M откладываем отрезок $[M, K]$ в направлении либо к центру (рис.1.10 а), либо от центра (рис.1.10 б) первой окружности. Полученную точку K соединяем с центром O_2 второй окружности. Затем в центре отрезка $[K, O_2]$ восстанавливаем перпендикуляр $[E, O]$. Центр дуги сопряжения находится в точке O пересечения перпендикуляра $[E, O]$ с прямой $[M, O_1]$. Радиус сопряжения равен $[O, M]$. Вторая точка сопряжения N находится на пересечении $[O, O_2]$ со второй окружностью.

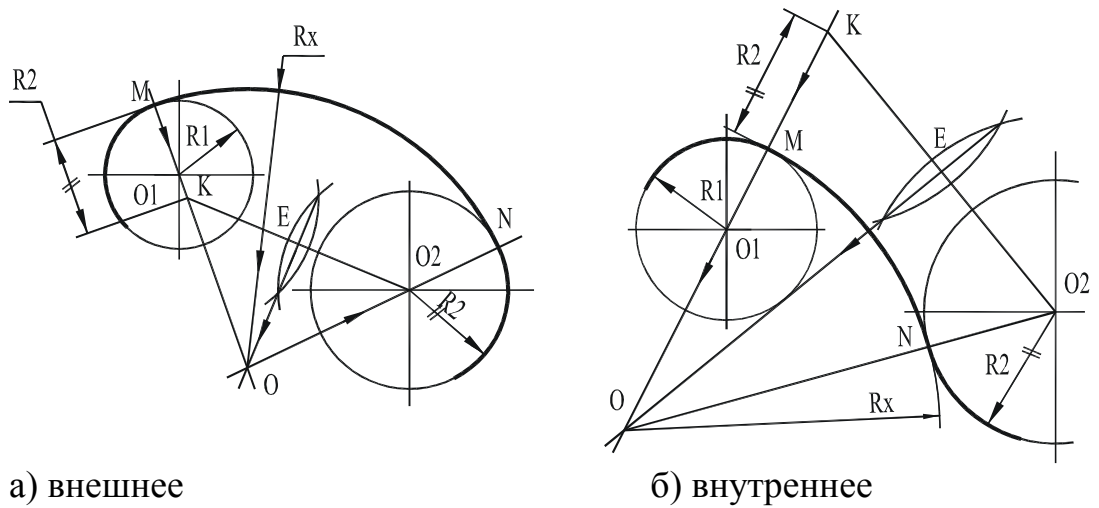


Рис.1.10

Контуры реальных деталей

В заключение вопросов построения сопряжений, рассмотрим несколько реальных случаев построения сопряжений.

В контуре (рис.1.11) задано положение окружностей с радиусами $R1=R2$ и центрами в точках $O1$ и $O2$, соответственно, а также точка A , через которую должна проходить дуга сопряжения. Вначале проведем анализ в предположении, что задача решена и нам известна точка сопряжения M . Ввиду симметричности заданного контура, можно утверждать, что центр дуги сопряжения должен лежать на оси симметрии этого контура.

Проведем хорду $[M,A]$. Тогда центр дуги сопряжения определится в результате пересечения оси симметрии контура и перпендикуляра $[O,F]$ к хорде $[M,A]$, проведенного через его середину. Далее, проведем из точки O дугу $O1K$, concentricную дуге MA . Дуга $O1K$ отсекает на оси симметрии отрезок $[A,K]$, равный заданному радиусу $R1$.

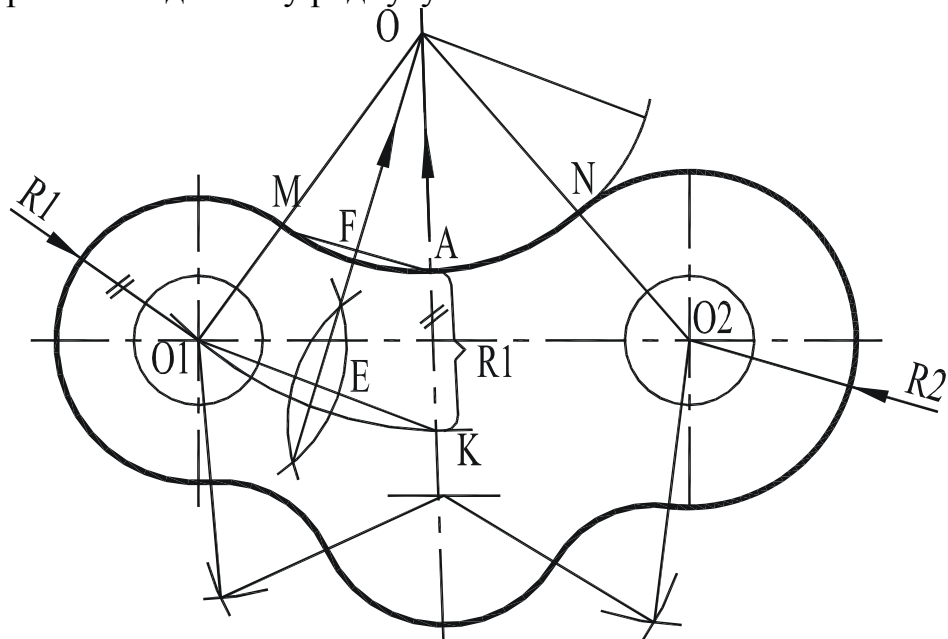


Рис.1.11

Перпендикуляр $[0,F]$, проведенный через середину хорды $[M,A]$, будет также перпендикулярен к хорде $[01,K]$ и проходить через его середину т.к. дуги MA и $01K$ – концентричны. Из проведенного анализа ясен ход решения задачи. От точки A на оси симметрии откладываем $AK=R1$. Проводим отрезок $[01,K]$, и в точке E , являющейся его серединой восстанавливаем перпендикуляр $[E,0]$ к $[01,K]$. Центр дуги сопряжения 0 находим на пересечении перпендикуляра $[E,0]$ и оси симметрии $[A,0]$. Точки сопряжения M и N находятся на пересечении линий $[01,0]$ и $[02,0]$ с заданными окружностями. Радиус сопряжения равен $R_x=[0,M]=[0,N]=[0,A]$.

На рис.1.12 приведен контур крюка.

Порядок построения его следующий.

Проводим вертикальную осевую линию и две горизонтальных на заданном расстоянии 100 мм. Полученная точка 01 есть центр окружностей диаметров 22 мм и 50 мм. Окружность $\varnothing 50$ мм сопрягается с дугами $R12$, центры которых определяются двумя засечками – из центра 01 радиусом $(25+12)$ мм и линией, параллельной вертикальной оси на расстоянии $(22,5+12)$ мм. Точки сопряжения 1 и 15 лежат на линиях, соединяющих центры дуг сопряжения $01,02$ и $01,03$. Затем находим центр 04 . Он находится на расстоянии $(52-6)$ мм и $(55-6)$ мм, соответственно, от вертикальной и горизонтальной осей. Из центра 04 проводим дугу радиусом 6 мм. Для сопряжения дуг, с центрами 02 и 04 соединяем эти центры, делим отрезок $[02,04]$ пополам и из полученного центра проводим окружность с диаметром 0204 . Эту окружность пересечем ещё одной окружностью, проведенной из центра 02 радиусом $(12+6)$ мм. Получим т. H . Соединив $[02,H]$, получим точку сопряжения 3 . Через центр 04 проводим линию $[04,2]$ параллельно $[02,H]$ и получаем точку сопряжения 2 . Линия $[2,3]$ есть касательная к окружностям с центрами 02 и 04 . Далее строим центр 05 на расстоянии 3 мм и $(35+6)$ мм от вертикальной и горизонтальной осей. Из построенного центра 05 проводим окружность радиусом 6 мм. Касательную к окружностям с центрами 04 и 05 строим так же как и в предыдущем случае.

Затем необходимо построить касательную к дуге с центром 05 и к следующей дуге, положение центра которой и радиус нам пока неизвестен. Поэтому дальнейшее построение начнем из центра 06 , расположенного на расстоянии 5 мм и 15 мм от вертикальной и нижней горизонтальной осей. Дуга радиуса 50 мм, проведенная из центра 06 сопрягается с дугой радиуса 7 мм. Её центр находится на пересечении дуги радиуса $(50-7)$ мм, проведенной из центра 06 , и вертикальной прямой на расстоянии $(45+7)$ мм от оси. Точка сопряжения 6 лежит на продолжении линии $[06,07]$. Затем дугу с центром 07 необходимо сопрячь с дугой радиуса 42 мм, центр которой расположен на горизонтальной оси. Поэтому центр 08 находится в точке пересечения дуги радиуса $(42+7)$ мм, проведенной из центра 07 , с горизонтальной осью. Точка сопряжения 7 лежит на линии $[07,08]$. Далее сопрягаем дугу радиуса 42 мм с центром 08 с дугой неизвестного радиуса. Однако известно, что следующая сопрягаемая дуга должна проходить через заданную точку A , а ее центр ле-

жит на вертикальной оси. Для нахождения центра дуги от точки А на вертикальной оси откладываем отрезок [А,В], равный радиусу предыдущей сопрягаемой окружности 42мм.

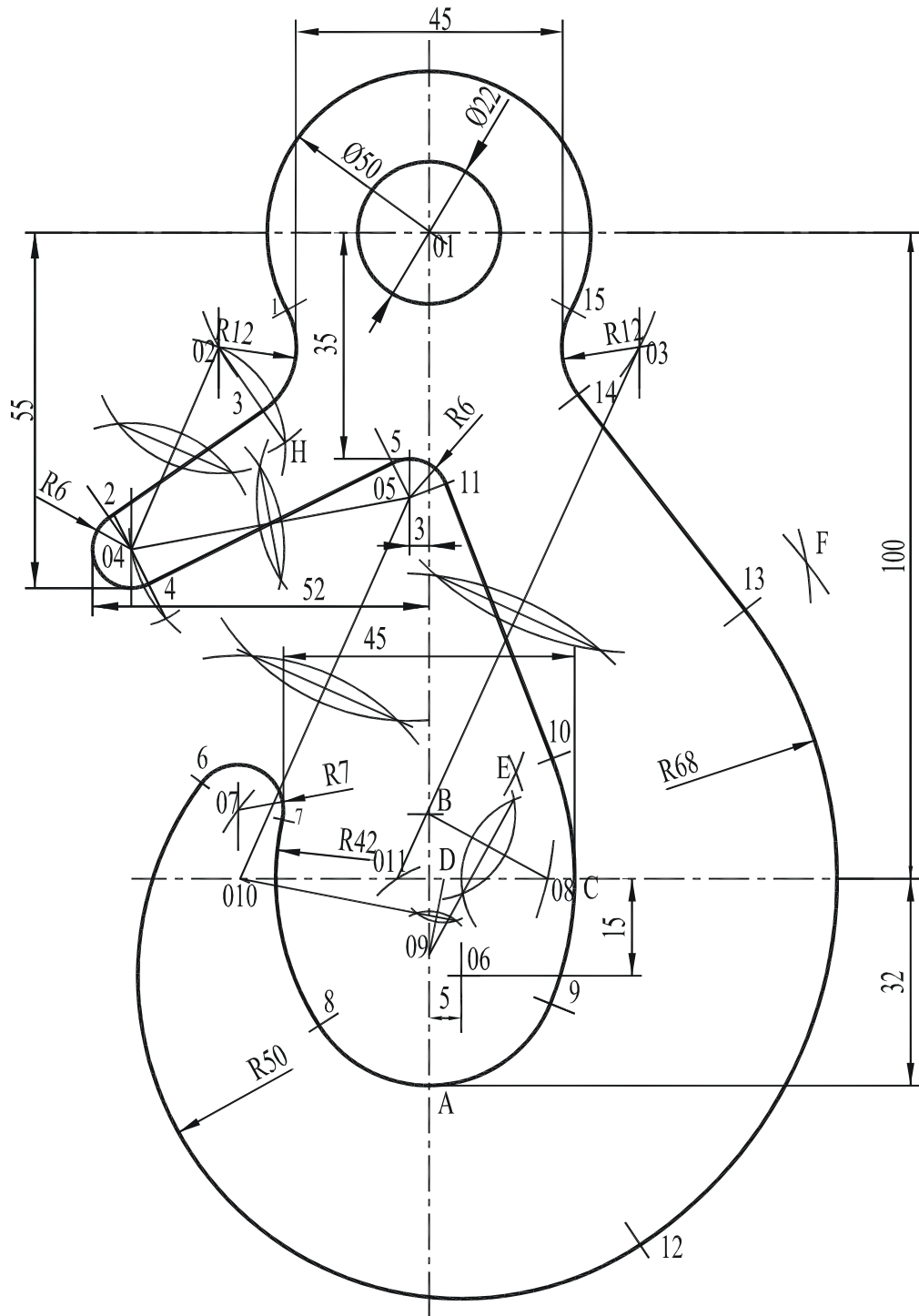


Рис.1.12

Затем проводим отрезок [В,08] и через его середину проводим перпендикуляр до пересечения с вертикальной осью в точке 09. Полученная точка 09 – есть центр сопрягаемой окружности. Точка сопряжения 8 лежит на продолжении линии, соединяющей центры сопрягаемых окружностей 08,09.

Центр следующей дуги лежит на горизонтальной оси, а дуга проходит через точку С, лежащую на горизонтальной оси на расстоянии 22,5 мм от вертикальной оси. Построение центра точно такое же, как и в предыдущем случае. От точки С на горизонтальной оси откладываем отрезок [С,Д], равный радиусу предыдущей сопрягаемой дуги 09,А. Затем проводим отрезок [Д,09], восстанавливаем в его центре перпендикуляр и продолжаем его до пересечения с горизонтальной осью в точке 010. Радиус искомой сопрягаемой дуги равен [01,0С], а точка сопряжения 9 лежит на продолжении отрезка [010,09].

Для замыкания внутреннего контура необходимо провести касательную к окружностям с центрами 010 и 05. Для этого соединяем их центры и на отрезке [010,05] как на диаметре строим вспомогательную окружность. Вторую вспомогательную окружность проводим из центра 010, радиусом равным разности радиусов окружностей (05 и 010), к которым проводится касательная. Обе вспомогательные окружности пересекаются в точке Е, точка касания 10 лежит на продолжении [010,Е]. Точка касания 11 лежит на линии [05,11], проведенной параллельно [010,Е].

Внешнюю часть контура заканчиваем построением окружности радиуса 68 мм и касательной к этой окружности, а также к окружности радиуса 12мм с центром в точке 03. Центр окружности радиуса 68 мм лежит на горизонтальной оси. Предыдущая сопрягаемая дуга имеет радиус 50 мм. Следовательно, центр 011 искомой сопрягающей дуги находится на пересечении дуги радиуса (68-50) мм, проведенной из центра 06, и горизонтальной оси. Точка сопряжения 12 лежит на продолжении отрезка [011,06], проходящего через центры сопрягаемых дуг. Сопряжение оставшихся дуг окружностей с центрами 03 и 011 производится аналогично описанному сопряжению дуг с центрами 02 и 04.

При построении сопряжений необходимо с помощью засечек, выполненных тонкими линиями, показывать центры сопряженных дуг, а также точки сопряжения, как это показано на рис. 1.12.

Приведенные геометрические построения могут быть выполнены в ряде графических задач. В этом случае удастся избежать ряда дополнительных операций, необходимых в ручном режиме. Тем не менее авторы считают полезным знание приведенных геометрических построений, т.к. при решении ряда задач начертательной геометрии и инженерной графики необходимо уметь определять точки касания и сопряжений различных линий и поверхностей.

Современные технологии позволяют выполнять чертежи автоматизированным способом с использованием различных графических пакетов.

Ниже приводятся рекомендации, полезные при выполнении чертежа в системе AutoCad.

Выполнение любого нового чертежа в системе AutoCad следует начинать с проверки настроек программы в предлагаемой последовательности.

1. Проверить настройки системы в группе команд «Сервис», команда «Настройка». Здесь находятся команды настройки цветов и размеров всех элементов интерфейса программы, настройки автосохране-

ния, пользовательские настройки правой кнопки мыши, возможность создания, экспорта и импорта собственного профиля пользователя (совокупности настроек интерфейса).

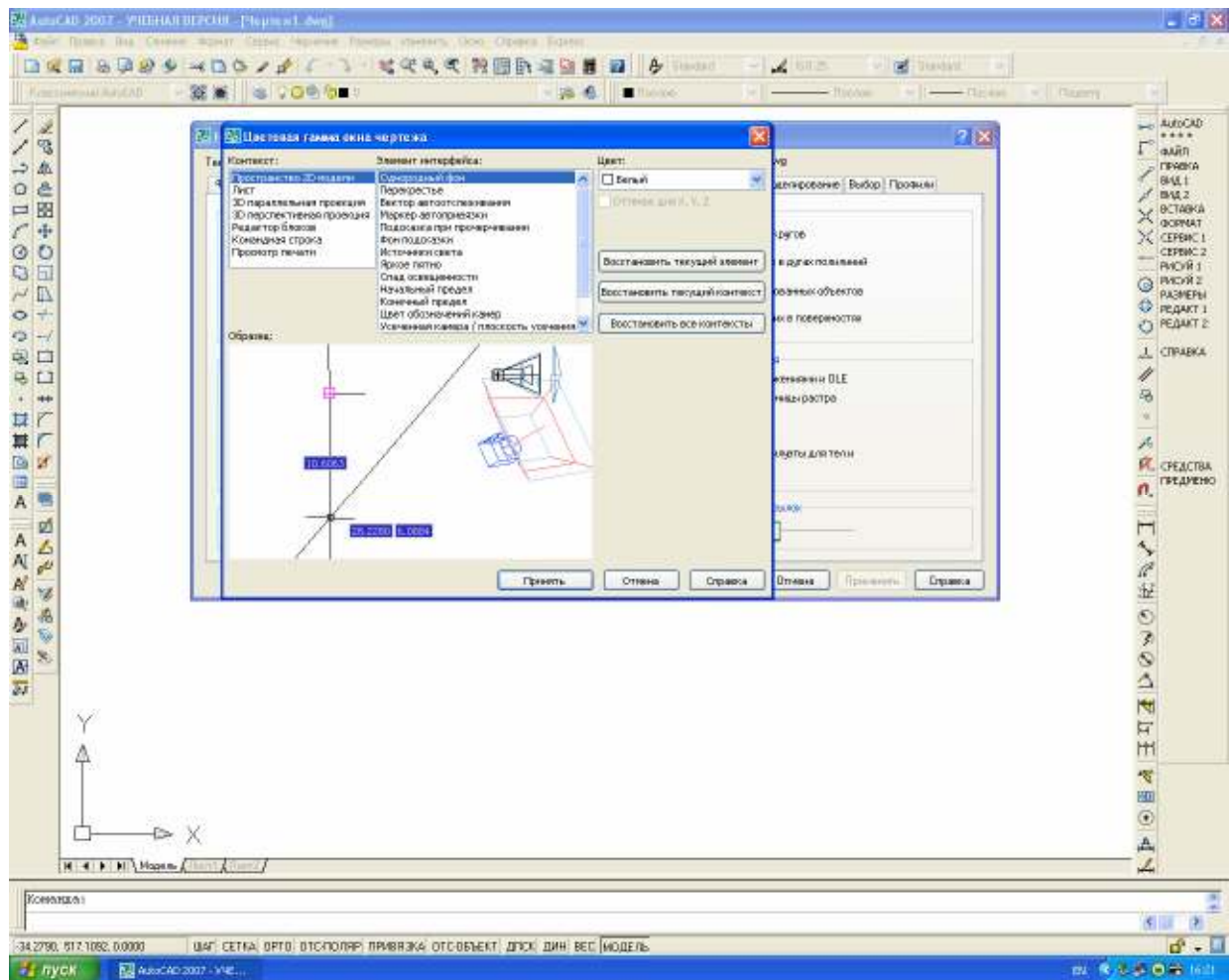


Рис. 1.13

2. Границы, в которых выполняется изображение, настраиваются в группе команд «*Формат*», команда «*Лимиты чертежа*».
3. Для настройки элементов программы использовать команды, которые находятся в группе команд «*Формат*»: «*Слои*», «*Цвета*», «*Типы линий*», «*Отображение точек*», «*Стили текста и размера*».
4. Проверить настройки системы «*Объектных привязок*». Обычно используют 5-6 основных привязок (например - конечная точка, центр, узел, пересечение, нормаль). Использование большего количества привязок может привести к неточностям в работе.
5. При вычерчивании чертежей, состоящих в основном из прямых, удобно использовать команду «*Сетка*», настроив ее параметры в соответствии с размерами изображения.
6. Количество и содержание Слоев, создаваемых пользователем, определяется видом выполняемого чертежа. Полезно под каждый тип линий использовать отдельный слой.

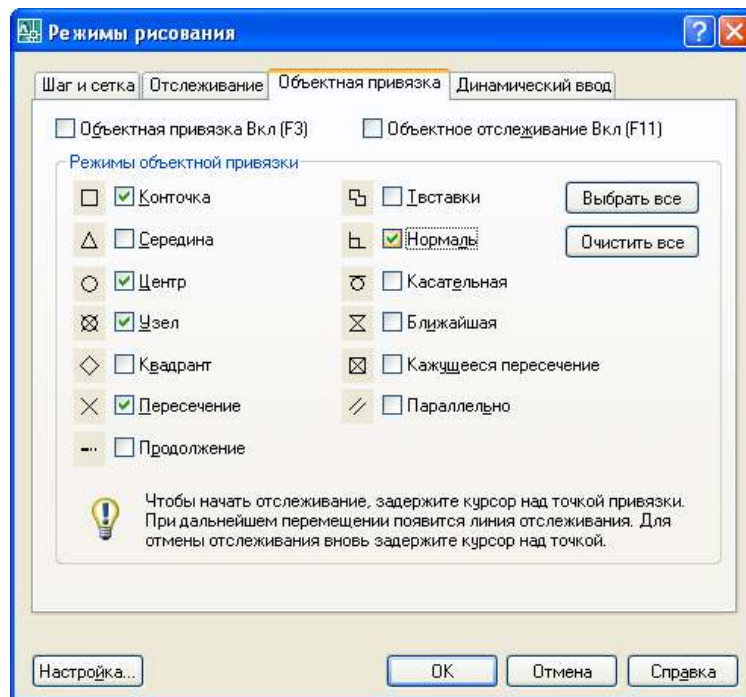


Рис. 1.14

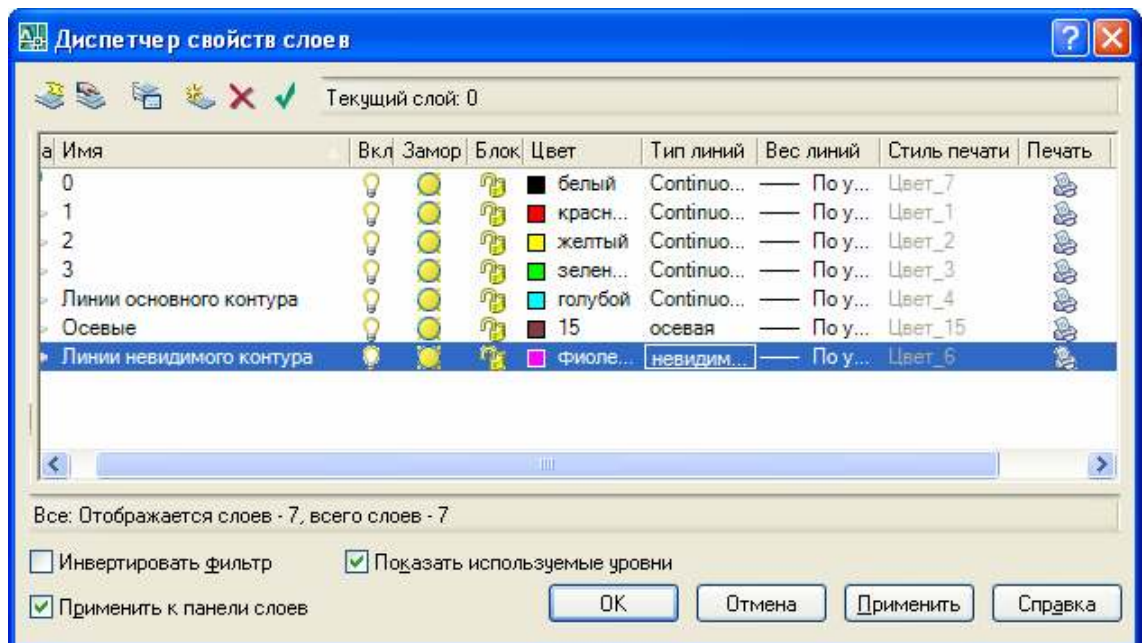


Рис. 1.15

7. При вычерчивании горизонтальных и вертикальных линий удобно использовать режим ортогонального черчения, который зачастую может быть заменен режимом полярного отслеживания.

Вычерчивание любого чертежа следует начинать с осевых линий. Изображение удобно выполнять в тонких линиях, не забывая о команде «Зеркало» для симметричных изображений. Линии основного контура выполняются с помощью команды «Полилиния», которая позволяет выполнять линии заданной толщины для корректного отображения при выводе на печать.

Не следует забывать, что «Профиль» и настройки файла можно сохранить и использовать в дальнейшей работе. «Профиль» это совокупность параметров, определяющих интерфейс продукта.

На рис. 1.16 приведен пример построения чертежа детали «Прокладка», выполненный в системе AutoCad.

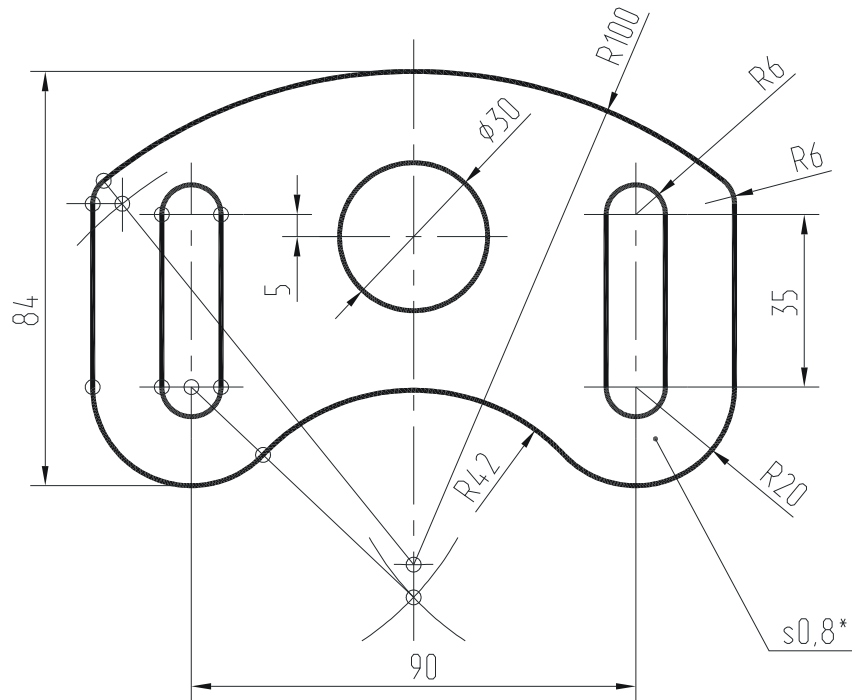


Рис. 1.16

Сопряжения, рассмотренные нами выше, относятся к циркульным кривым, т.к. они составлены из дуг окружностей. К циркульным кривым относятся также коробовые кривые, гладкий обвод которых составлен из кривых имеющих в точках сопряжения общие касательные. Примерами коробовых кривых являются овалы, овоиды, коробовые кривые сводов (арки), завитки и др. Рассмотрим построение некоторых из них.

Овал— это замкнутая кривая линия, состоящая из дуг сопрягающихся окружностей, которую чертят с помощью циркуля.

На рис. 1.17 даны две взаимно-перпендикулярные оси овала. [АВ]- большая ось, [С, D]- малая ось.

- Проводим окружность радиуса [О,А] с центром О, соединяем точки А и С.
- Проводим окружность радиуса [С,М] из центра С, получаем точку N. Отрезок [А,N] делим на две равные части и через середину отрезка [А,N] проводим прямую [1,2], перпендикулярную [А,N]. Получаем точки L и К.

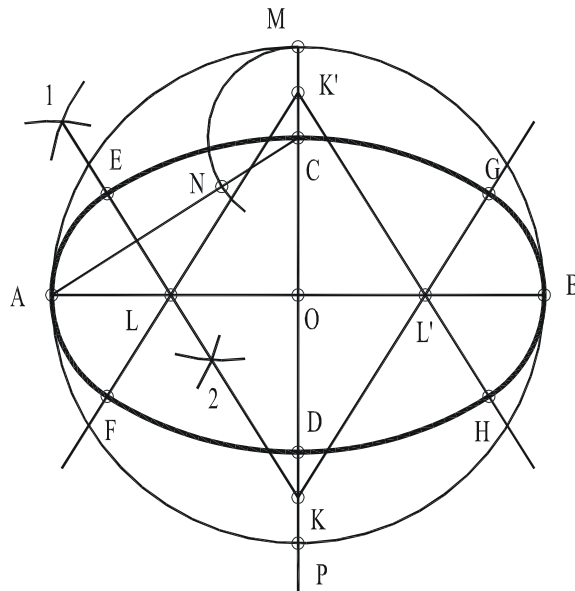


Рис. 1.17

- Точка K' симметрична точке K . Точка L' симметрична точке L .
- Проводим дугу EAF радиуса $[A,L]$ из центра L и дугу GBH радиуса $[A,L]=[L',B]$ из центра L' .
- Проводим дугу ECG радиуса $[K,C]$ из центра K и дугу FDH радиуса $[K,C]=[K',D]$ из центра K' . $[A,B]$ и $[C,D]$ – оси симметрии овала.

Завиток- это плоская спиральная кривая. Пример построения завитка с тремя центрами приведен на рисунке 1.18.

- Дан правильный треугольник.
- Продолжаем стороны треугольника в одном направлении, например, по движению часовой стрелки.
- Проводим в направлении против часовой стрелки дугу AD радиуса $R=[A,C]$ с центром в точке C . Проводим дугу $[D,E]$ радиуса $2R$ с центром в точке B . Проводим дугу $[E,F]$ радиуса $3R$ с центром в точке A и т.д.

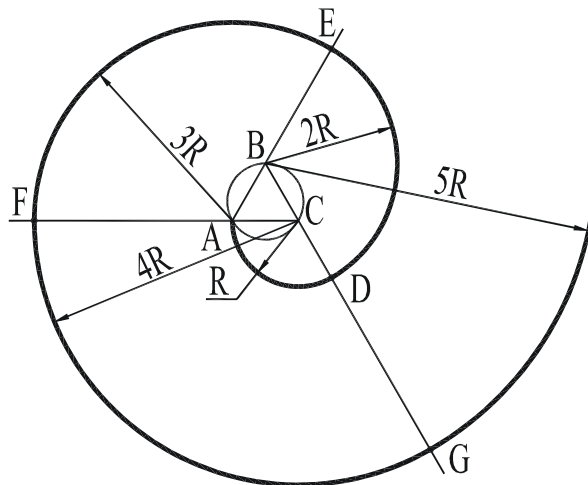


Рис. 1.18

Линии с переменной кривизной

Плоские кривые с переменной кривизной, точки которых не лежат на окружности, называются лекальными кривыми. К наиболее часто встречающимся в технике лекальным кривым, построение которых подчинено известному закону, относятся:

- эллипс, парабола и гипербола, получающиеся при пересечении конической поверхности плоскостью;
- циклические кривые – циклоида, эпициклоида и гипоциклоида. Это траектории точки, расположенной на окружности, перекатывающейся без скольжения, соответственно, по плоскости или другой окружности при внешнем или внутреннем касании;
- эвольвента – кривая, описываемая точкой прямой линии, перекатываемой по окружности без скольжения;
- синусоидальные кривые – это кривые колебательных процессов;
- спиральные кривые, и др.

Перечисленные кривые нашли широкое применение в технике. Эллипс применяется при вычерчивании наклонно расположенных окружностей при конструировании фланцев, спиц, маховиков и др. Параболу употребляют при изготовлении корпусов машин, стоек, плавных переходов, а также отражателей источников света. Циклические кривые и эвольвенты применяют в машиностроении при вычерчивании профиля зубьев зубчатых колес. Синусоидальными кривыми изображают графики колебательных процессов, а также винтовые линии и резьбовые поверхности. Спирали применяются в улитках центробежных насосов, в различных пружинах и кулачковых патронах.

Построение точек лекальных кривых подробно описано в справочниках по машиностроительному черчению и здесь не рассматривается.

Когда точки лекальной кривой построены, необходимо соединить их тонкой плавной линией от руки. Это необходимо для примерного установления кривизны отдельных участков кривой и возможных точек перегиба. Для обводки кривой применяются шаблоны с переменной кривизной, выполненные из листового материала. Эти шаблоны называются лекалами. Некоторые возможные формы лекал приведены на рис. 1.19.

К проведенной вначале от руки тонкой линией прикладывают лекало и ищут на нем участок, соответствующий кривизне части обводимой линии. Затем переходят к смежному участку, захватывая часть уже обведенной линии. Этим достигается плавность обводимой линии.



Рис.1.19

При обводке симметричных линий рекомендуется вначале произвести подбор участков кривой, делая на лекале карандашные отметки, а затем обводят симметричные участки кривой строго по соответствующему подобранному участку лекала, как это показано на рисунке 1.20.

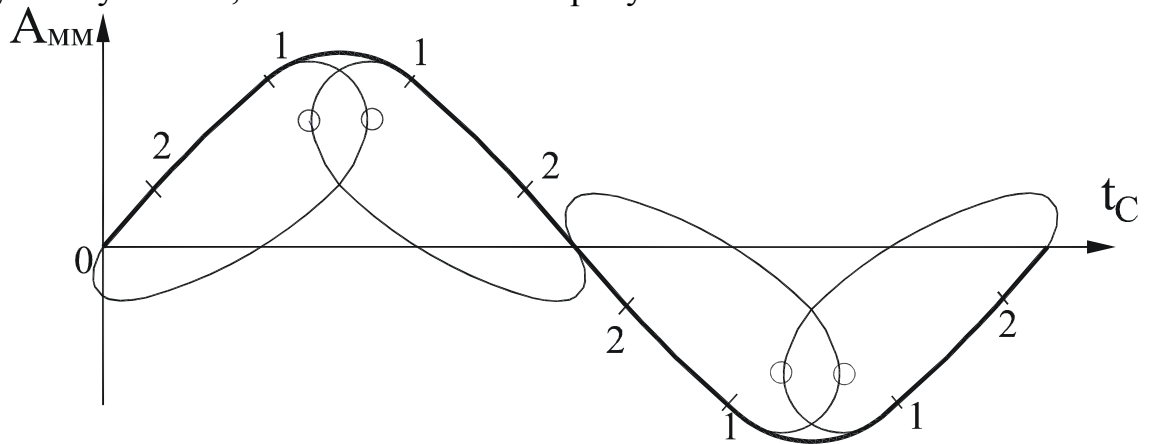


Рис.1.20

Важно обратить внимание на то, что при обводке участков лекальной кривой их не следует состыковывать, а необходимо оставлять зазор порядка 1-2мм. Соединение смежных участков производится затем от руки. Это позволяет выполнить сопряжения участков кривой более плавными, без стыков.

В заключение, следует отметить, что вместо лекала можно применить какой-либо гибкий материал, например, одножильный электропровод в пластмассовой оплетке, изгибая его по форме отдельных участков вычерчиваемой кривой.

2. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА ПРОЕКЦИЙ

Понятие геометрической фигуры

Поскольку изображение на чертеже несет в себе информацию о геометрических свойствах и является графическим, следовательно, оно представляет собой совокупность геометрических фигур.

С позиции теории множеств геометрическая фигура может быть определена как множество принадлежащих ей точек. Простейшими геометрическими фигурами являются точка, прямая, плоскость. Эти фигуры не имеют определений, так как не могут быть определены с помощью других элементарных понятий. Свойства этих фигур определяются аксиомами, составляющими основание геометрии.

Другие геометрические фигуры получают преобразованием этих основных фигур. Операция преобразования состоит в том, что каждая точка заданной фигуры Φ смещается каким-либо образом и получается фигура Φ' . Так, преобразованием отрезка прямой линии можно получить кривую линию: окружность, эллипс, гиперболу, параболу и т.д. Любая поверхность получается преобразованием плоскости.

При построении графических изображений на чертеже мы будем использовать такие фигуры, как точка, отрезок прямой или кривой линии и различные отсеки плоскости, ограниченные прямыми и кривыми линиями.

Метод проекций

В основе построений графических изображений предметов лежит принцип отображения геометрических фигур, который заключается в том, что каждой точке M изображаемой фигуры Φ ставится в соответствие единственная точка M' изображения фигуры Φ' . При этом точка M' называется образом точки M . (рис. 2.1).

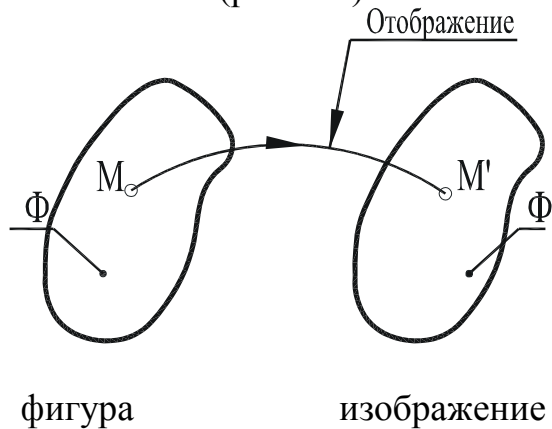


Рис.2.1

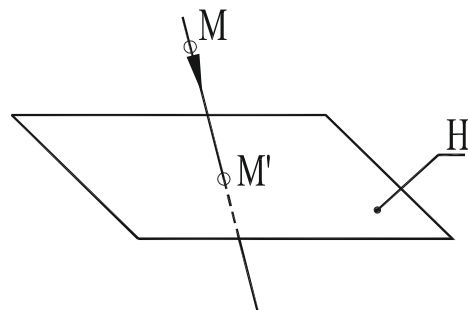


Рис.2.2

Способы отображения могут быть различными. В инженерной графике принцип отображения находит применение в виде метода проекций или метода проецирования.

Сущность метода проецирования заключается в следующем.

1. Изображение любой фигуры, в том числе и пространственной, строится на плоскости, которая называется плоскостью проекций. Плоскость проекций обозначена буквой Н.

2. Образ M' любой точки M фигуры Φ получается в результате пересечения прямой, проходящей через точку M , с плоскостью проекций Н. Полученный в результате построения образ M' носит название проекционное изображение или проекция точки M на плоскость Н (рис. 2.2).

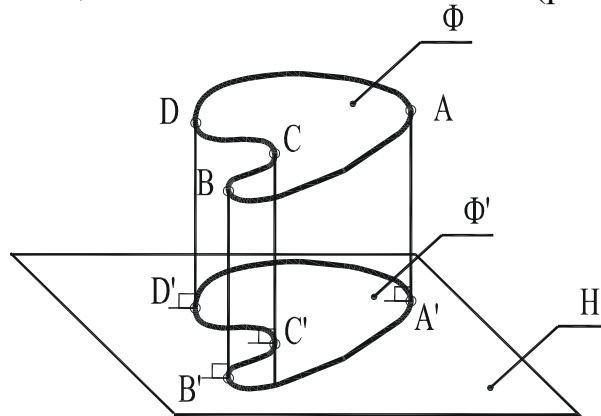


Рис.2.3

Прямая (MM') называется *проецирующей прямой*.

Для получения изображения какой-либо фигуры Φ на плоскости Н проецирующие прямые всех точек заданной фигуры должны быть связаны общим свойством или образовывать семейство прямых.

Чаще всего используется проецирование, при котором проецирующие прямые перпендикулярны плоскости проекций. Этот вид проецирования носит название прямоугольное или ортогональное проецирование.

Чтобы получить изображение геометрической фигуры, необходимо получить изображение точек, ее составляющих. Принцип построения проекционного изображения фигуры Φ показан на рис. 2.3.

Изображение Φ' фигуры Φ на плоскости Н носит название *проекция фигуры Φ* .

Прямоугольное проецирование не является единственно возможным случаем проецирования. В инженерной графике встречаются случаи косоугольного проецирования, когда проецирующие прямые параллельны друг другу, но не перпендикулярны плоскости Н (рис.2.4). В случае центрального проецирования все проецирующие прямые проходят через точку S и представляют собой расходящийся пучок прямых. Точка S называется *центром проецирования* (рис.2.5).

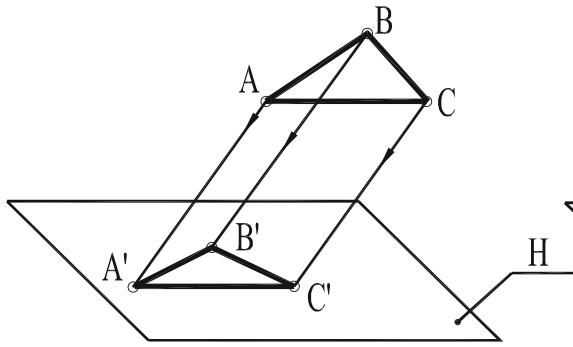


Рис. 2.4

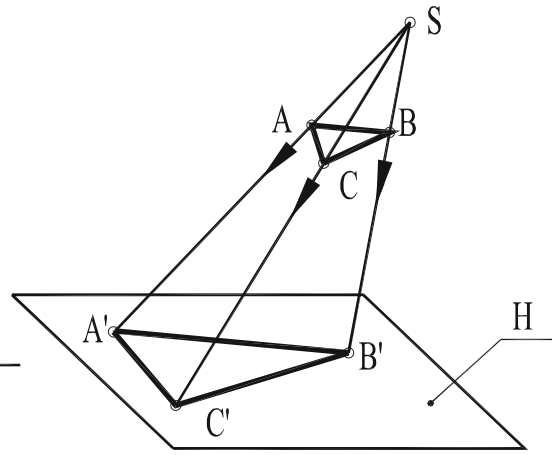


Рис. 2.5

Инвариантные свойства прямоугольного проецирования

Свойства геометрических фигур, которые не изменяются в процессе проецирования, называются независимыми или инвариантными относительно выбранного способа проецирования. Геометрические фигуры в общем случае проецируются на плоскость проекций с искажением линейных и угловых величин, но некоторые свойства проецируемой фигуры Φ сохраняются на ее проекции Φ' . Так, из рассмотрения рис.2.6 видно, что:

- а) проекцией трапеции является трапеция,
- б) вершины A, B, C, D проецируются в вершины A', B', C', D' ,
- в) стороны трапеции проецируются в соответствующие стороны и т.д.

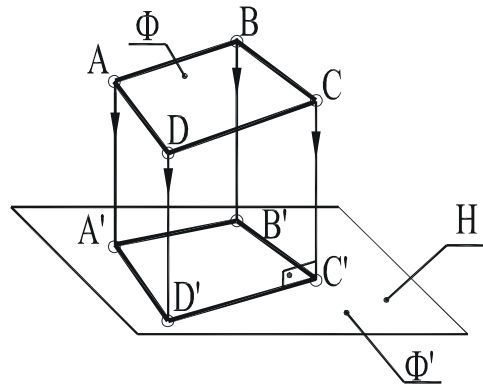


Рис. 2.6

Получение проекции геометрической фигуры по ее оригиналу базируется на следующих инвариантных свойствах прямоугольного проецирования:

1. Прямоугольная проекция точки A есть точка A' .

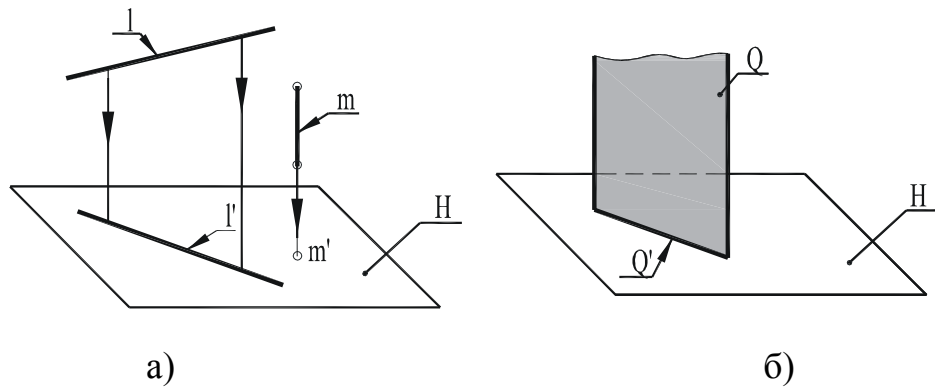


Рис. 2.7

2. Если точка A_1 принадлежит фигуре Φ , то ортогональная проекция фигуры A_1' принадлежит фигуре Φ' .

Если $A_1 \in \Phi$, то $A_1' \in \Phi'$.

Из второго свойства следует:

- а) если точка A принадлежит линии l , то и проекция точки A' принадлежит линии l' (рис. 2.8 а);
- б) если линия l принадлежит поверхности Q , то и проекция линии l' принадлежит проекции поверхности Q' (рис. 2.8 б);
- в) если точка A принадлежит поверхности Q , то и проекция точки A' находится на проекции поверхности Q' (рис. 2.8, б);
- г) проекция фигуры, лежащей в проецирующей плоскости, есть прямая (рис. 2.8 в);
- д) фигура, лежащая в плоскости, параллельной плоскости проекций, проецируется на плоскость проекций без искажений (рис. 2.8 г);
- е) проекция точки пересечения двух прямых есть точка пересечения проекций заданных прямых (рис. 2.8 д);
- ж) проекции параллельных прямых параллельны между собой (рис. 2.8 е).

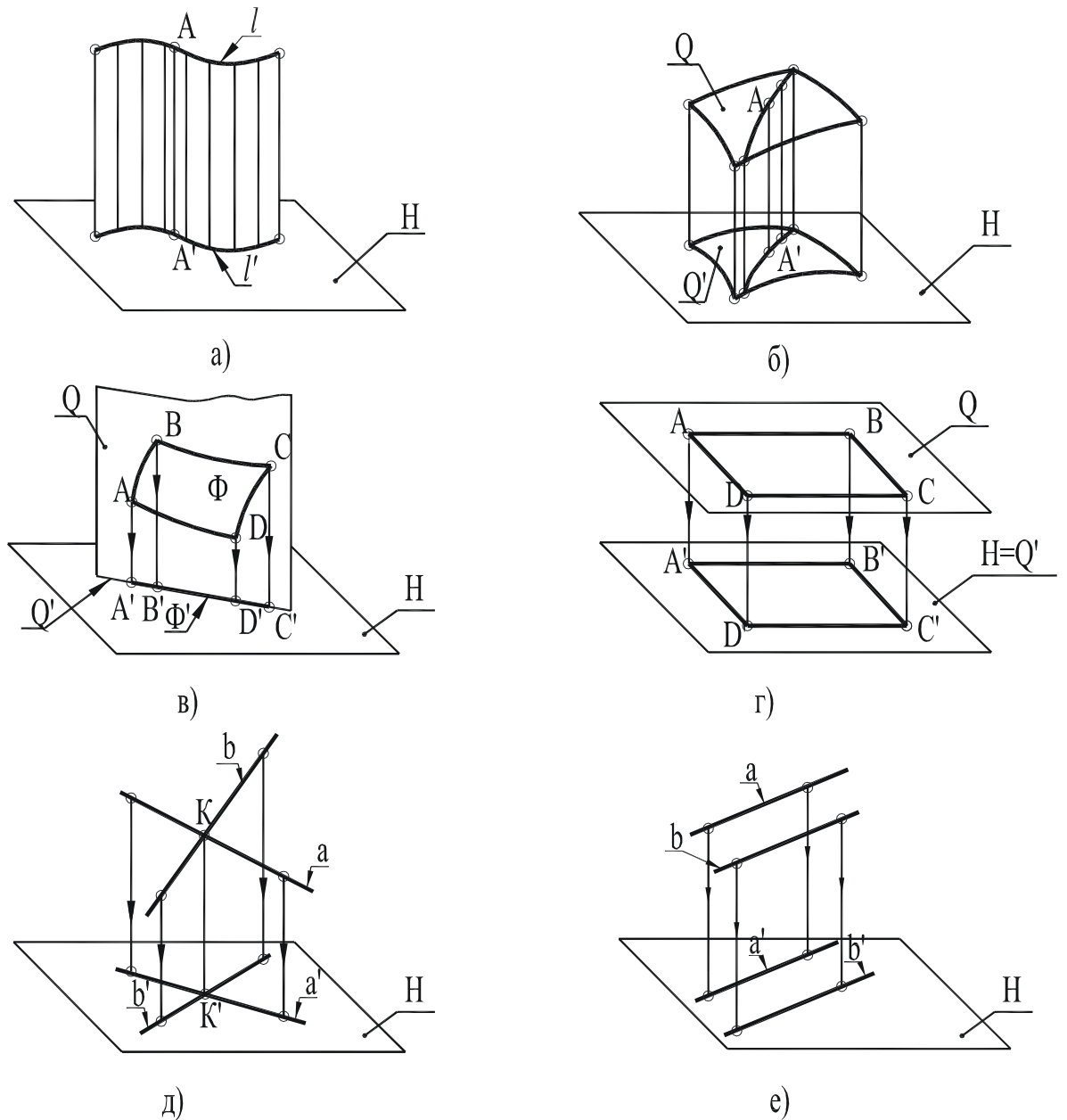


Рис.2.8

2. 1. Комплексный чертёж

Проекции точки на взаимно перпендикулярные плоскости проекций

Проекция точки на одну плоскость проекций не определяет ее положение в пространстве, а лишь говорит о том, что проецируемая точка лежит на проецирующей прямой.

Для определения положения точки в пространстве необходимо иметь две прямоугольные проекции на различные не параллельные плоскости проекций, фиксированные в пространстве.

Положение любой точки в пространстве обычно фиксируется при помощи системы координат, жестко связанной с этим пространством (рис.2.9). X, Y, Z – координатные оси; O – начало координат.

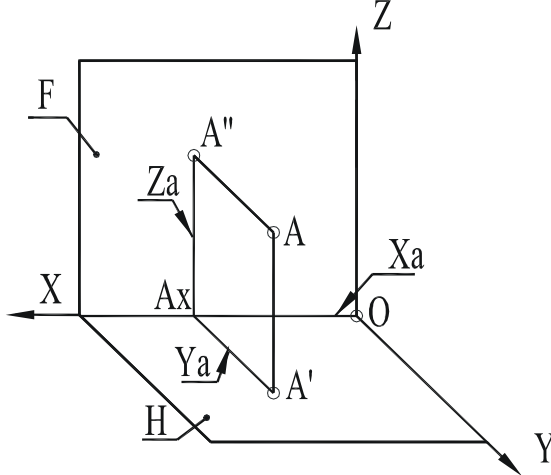


Рис. 2.9

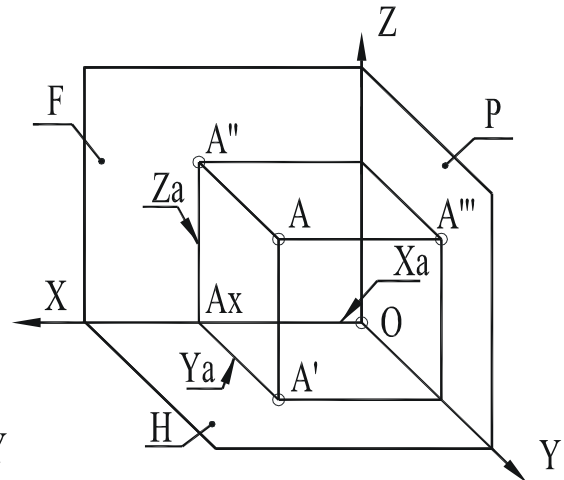


Рис. 2.10

Проведем плоскости проекций через координатные оси. Плоскость $\{XOY\}$ назовем горизонтальной плоскостью проекций и обозначим H , плоскость $\{XOZ\}$ назовем фронтальной плоскостью проекций и обозначим F .

Выберем произвольную точку A и спроецируем ее на плоскости H и F . Проекция точки A на плоскости H называется *горизонтальной проекцией* и обозначается A' , проекция точки A на плоскость F называется *фронтальной проекцией* и обозначается A'' .

Прямая $[A, A']$ на рис. 2.9 определяет высоту точки A над плоскостью H и называется горизонтально–проецирующей прямой. Прямая $[A, A'']$ определяет расстояние точки A от плоскости F и называется фронтально–проецирующей прямой.

Перпендикуляры, проведенные через проекции A' и A'' к координатной оси X , пересекаются с осью X в точке A_x . Прямые $[A', A_x]$ и $[A'', A_x]$ носят название *линии проекционной связи*. Очевидно, отрезки $[O, A_x]$, $[A', A_x]$, $[A'', A_x]$ являются координатами X_A, Y_A, Z_A точки A относительно выбранной системы отсчета и полностью определяют положение точки A в пространстве. Таким образом, положение точки A в пространстве определяется двумя ее прямоугольными проекциями на две взаимно–перпендикулярные плоскости H и F .

В технике часто применяют проецирование на три плоскости проекций, добавляя профильную плоскость проекций P , которая проходит через оси Z и Y (рис.2.10). Возможно проецирование на дополнительные плоскости проекций, не проходящие через координатные оси.

Понятие комплексного чертежа

Пользоваться пространственным чертежом для построения прямоугольных проекций геометрических фигур неудобно ввиду его громоздкости,

а также из-за того, что на плоскостях Н и Р происходит искажение форм и размеров проецируемой фигуры. Поэтому мы развернем плоскости Н и Р до совмещения с фронтальной плоскостью F (рис. 2.11) и получим таким образом чертеж, состоящий из нескольких (двух или трех) связанных между собой проекций (рис. 2.12). Такой чертеж называется *комплексным чертежом*, суть которого состоит в проецировании объекта на две или более взаимно-перпендикулярные плоскости проекций. Имея две проекции геометрической фигуры, можно построить третью. Как правило, третья проекция используется для наглядности.

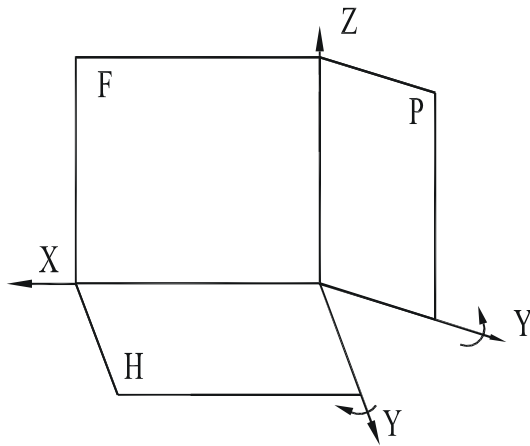


Рис. 2.11

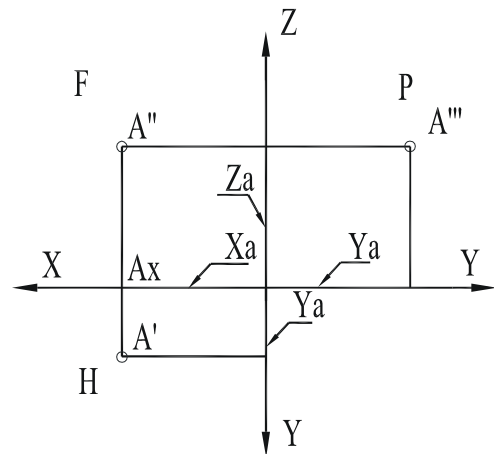


Рис. 2.12

Преимущества комплексного чертежа:

- а) простота графических построений;
- б) возможность при определенных условиях сохранить на чертеже форму и размеры проецируемой фигуры.

Правила изображения предметов на комплексном чертеже устанавливает ГОСТ 2.305–2008. Изображения предметов должны выполняться методом прямоугольного проецирования. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве *главного* по информационному содержанию.

Проекция отрезков прямой на комплексном чертеже

Отрезок, не параллельный ни одной из плоскостей проекций, принято называть *отрезком общего положения*. На рис. 2.13 а отрезок [А,В] наклонен к плоскостям проекций Н и F. Это означает, что длины одноименных проецирующих прямых каких-либо точек не равны между собой и проекция отрезка будут наклонены к координатным осям. На рис. 2.13 б приведен комплексный чертеж отрезка прямой общего положения.

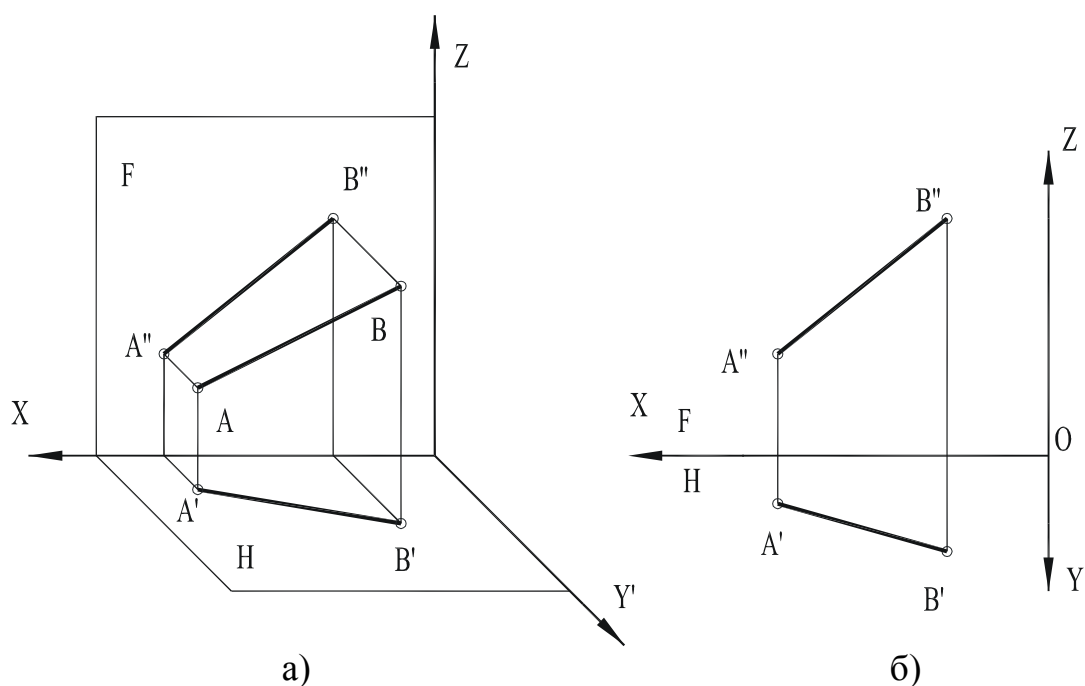


Рис. 2.13

Отрезки, параллельные плоскостям проекций, называются *отрезками частных положений (линиями уровня)*.

На рис. 2.14 а показано пространственное положение отрезка $[A,B]$, параллельного плоскости H , и отрезка $[C,D]$, параллельного плоскости F . Отрезок $[A,B]$ носит название горизонталь, отрезок $[C,D]$ – фронталь. Горизонтальная проекция отрезка $[A,B]$ (рис. 2.14 б) выражает его истинную величину. Фронтальная проекция отрезка $[A,B]$ параллельна координатной оси X . Соответствующими свойствами обладают проекции фронтали $[C,D]$.

Отрезки, параллельные двум плоскостям проекций, параллельны координатным осям, образуемым пересечением этих плоскостей, и перпендикулярны третьей плоскости проекций. Поэтому эти отрезки рассматривают как перпендикулярные к плоскости проекций и называют *проецирующими отрезками*.

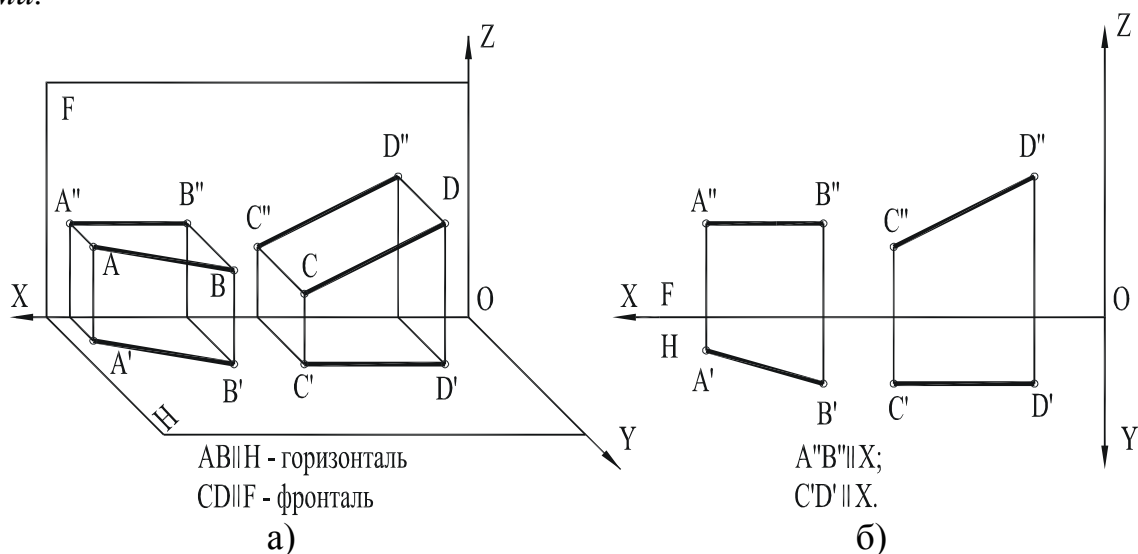


Рис.2.14

На рис. 2.15 а показаны горизонтально–проецирующий отрезок $[A,B]$, фронтально–проецирующий отрезок $[C,D]$ и профильно–проецирующий отрезок $[E,G]$.

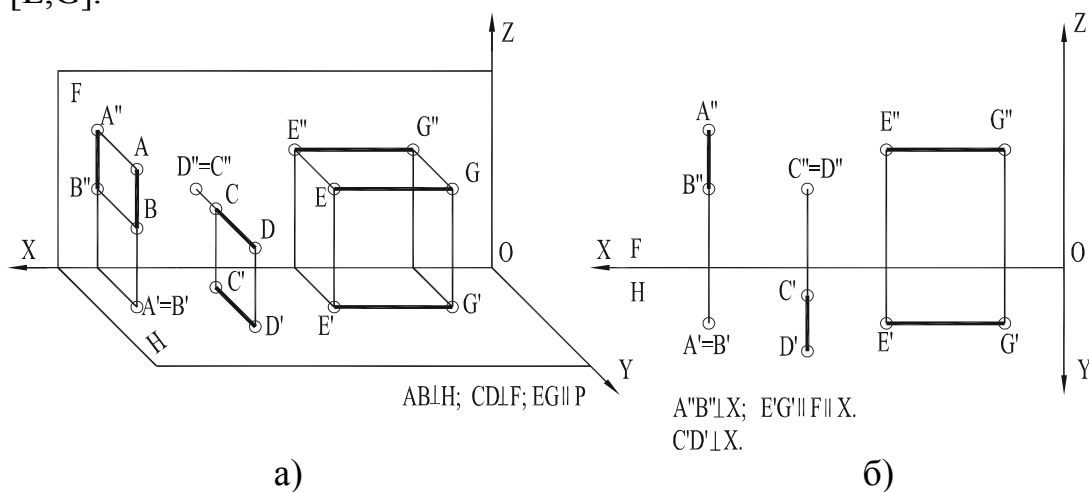


Рис.2.15

Проекция отрезка, перпендикулярного плоскости проекций, представляет собой точку. В этой точке сосредоточены проекции всех точек, принадлежащих данному отрезку. Такие точки называются *конкурирующими*. При обозначении их проекций первой обозначают видимую точку, а остальные – через запятую. На рис. 2.15 б приведен комплексный чертеж отрезков, перпендикулярных плоскостям проекций F, H, P.

Проекции плоскости на комплексном чертеже

Положение плоскости в пространстве можно задать на комплексном чертеже, изобразив какие–либо фигуры, определяющие ее, т.е. лежащие в этой плоскости.

Однозначно положение плоскости определяется:

- а) тремя различными точками A, B, C, не лежащими на одной прямой (рис. 2.16 а);
- б) одной прямой и точкой, не лежащей на этой прямой (рис.2.16 б);
- в) двумя пересекающимися прямыми (рис. 2.16 в);
- г) двумя параллельными прямыми (рис.2.16 г);
- д) плоской фигурой Φ (рис.2.16 д).

Можно задать плоскость при помощи прямых, по которым заданная плоскость пересекается с плоскостями проекций. На рис.2.17 а показана плоскость общего положения α , которая пересекает плоскости проекций H и F по прямым h_α и f_α . Проекция этой плоскости на комплексном чертеже (рис. 2.17 б) представляют собой области, расположенные между соответствующей линией пересечения (h_α или f_α) и координатной осью X. В точке X_α пересекаются прямые h_α и f_α . Эта точка носит название *точки схода*.

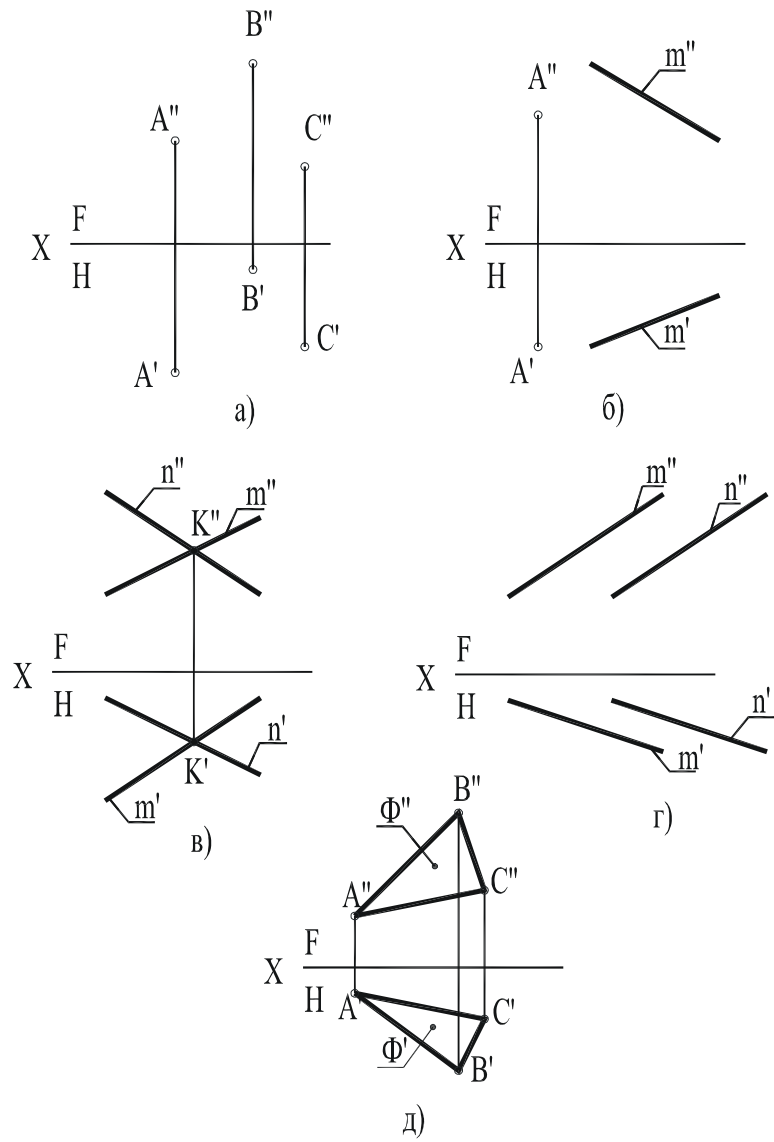


Рис. 2.16

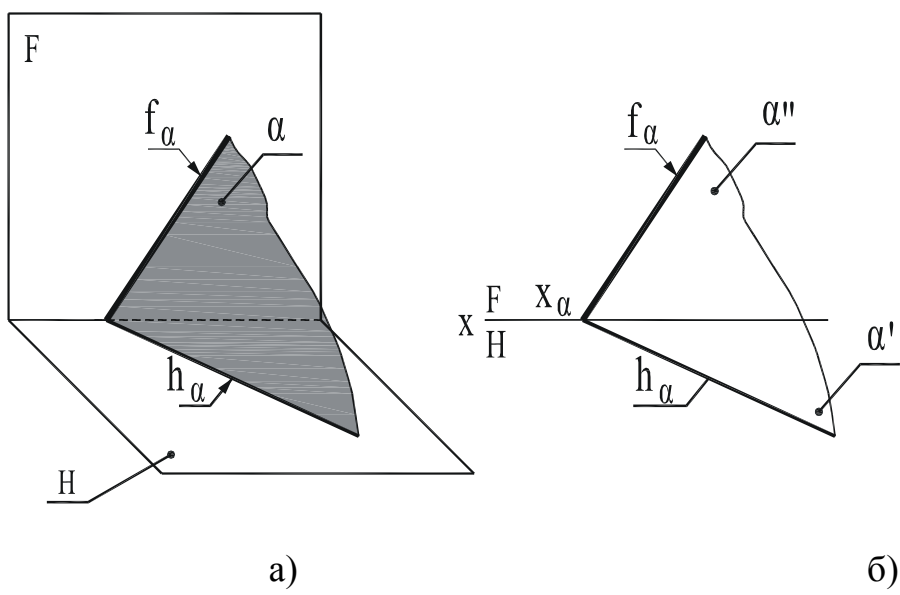


Рис. 2.17

Плоскости, перпендикулярные плоскостям проекций, называются *проецирующими плоскостями*. На рис. 2.18 а показано пространственное положение горизонтально–проецирующей β и фронтально–проецирующей γ плоскостей, а на рис. 2.18 б – их проекции на комплексном чертеже.

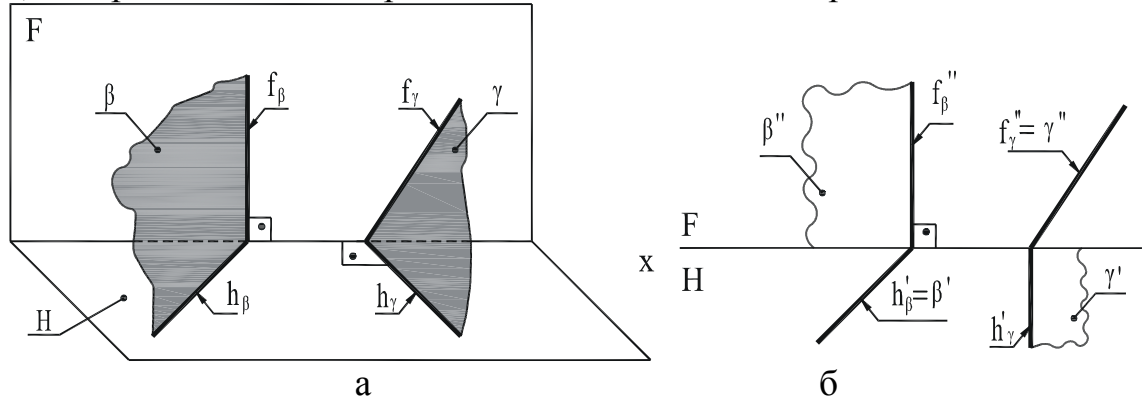


Рис.2.18

Плоскости, параллельные плоскостям проекций, называются *плоскостями уровня*.

На рис. 2.19 а показано пространственное положение горизонтальной δ и фронтальной ε плоскостей уровня; на рис. 2.19 б – их проекции на комплексном чертеже.

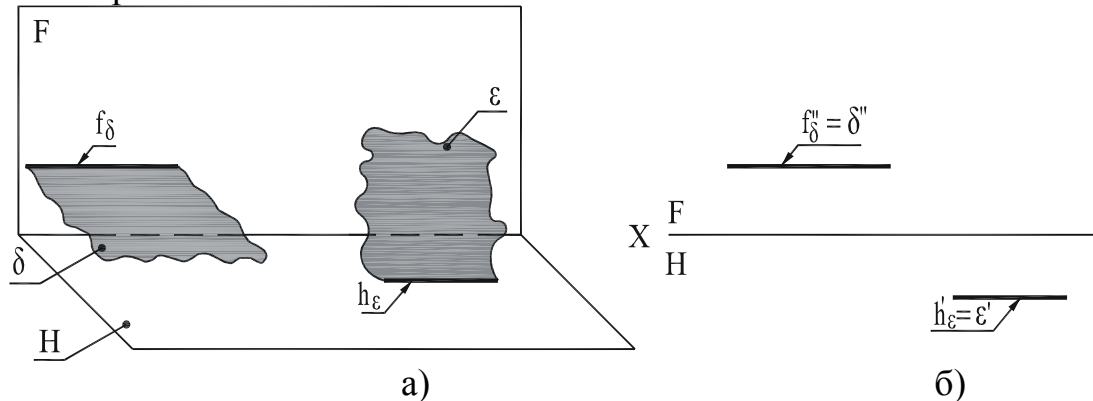


Рис. 2.19

Образование комплексного чертежа детали, закрепленной в относительной системе координат

Требования, предъявляемые к техническому чертежу:

- чертеж должен быть реконструируемым или обратимым; это значит, что по нему можно точно (единственным образом) определить форму и положение изображенной детали;
- изображения на чертеже должны иметь размеры, удобные для чтения;
- чертеж должен обладать относительной простотой графического построения.

Из рис. 2.20 видно, что если три различных геометрических тела (шар, прямой круговой цилиндр и конус) проецировать на одну плоскость F, кото-

рая принимается при построении и чтении изображений за главную плоскость, то изображением всех этих тел при их определенном расположении относительно плоскости F будут окружности. В этом случае по единственному изображению невозможно реконструировать деталь.

При введении еще одной плоскости проекций HLF и наличии изображений указанных тел на эту плоскость можно однозначно представить форму изображенных тел и их расположение относительно друг друга.

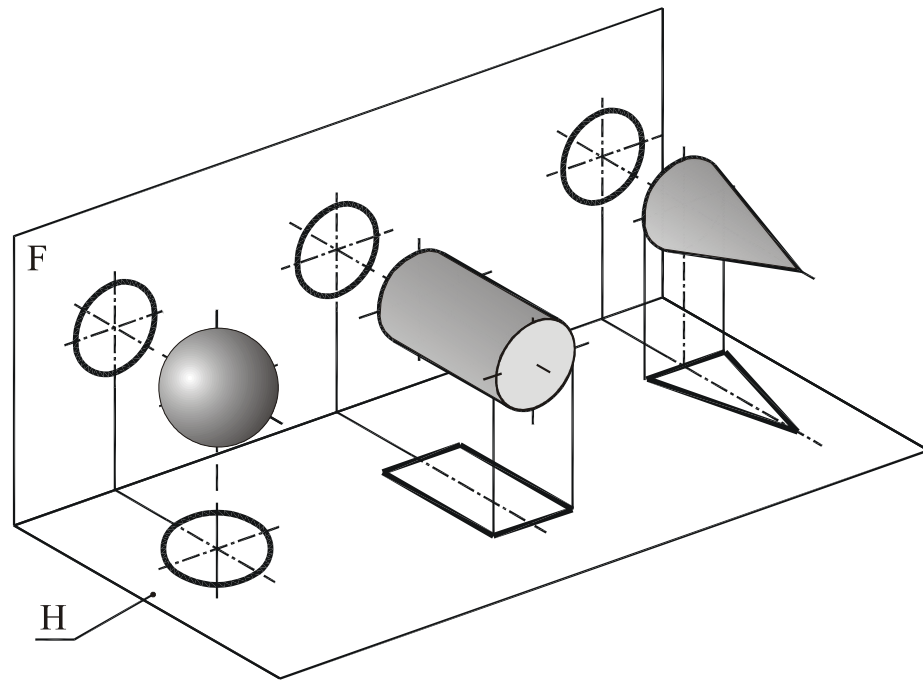


Рис.2.20

В ряде случаев применяются чертежи с ортогональными проекциями пространственных объектов на одну горизонтально расположенную плоскость проекций, где информация о высоте проецируемых точек представлена числовыми отметками в определенном масштабе. Проекции с числовыми отметками применяются при проектировании железных и шоссейных дорог, каналов, аэродромов и т.п., т.е. в тех случаях, когда высота изображенного объекта невелика по сравнению с его длиной и шириной.

Для возможности определения размеров объекта на чертеже и осуществления построения изображений с относительной простотой, его закрепляют в пространственной прямоугольной системе координат, называемой относительной системой (ОСК), и определенным образом располагают по отношению к плоскостям проекций. Оси ОСК обозначаются строчными буквами x , y , z .

На рис. 2.21 изображена пространственная относительная система координат, в которой из всего множества точек какого – либо объекта, закрепленного в этой системе, выделена точка А. Координатная ломаная линия

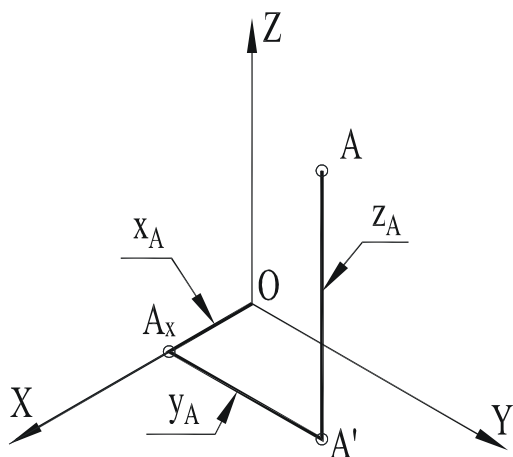


Рис. 2.21

ных положениях осей ОСК относительно плоскости проекций.

Изображение на рис. 2.22 а может быть получено, если все три координатные оси не параллельны плоскости проекций. Такое изображение наглядно, но неудобноизмеряемое за счет искажения размеров по осям. Изображение на рис. 2.22 б менее наглядно, но проще в построении, так как размеры вдоль оси $[O,Z]$ не искажаются, поскольку ось $[O,Z]$ параллельна плоскости проекций.

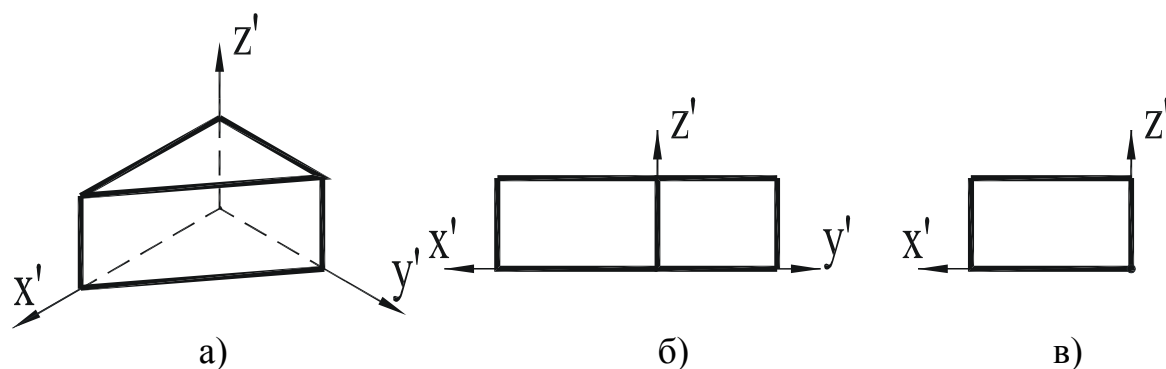


Рис. 2.22

Изображение на рис. 2.22 в не наглядно, но так как координатные оси $[O,X]$ и $[O,Z]$ параллельны плоскости проекций, размеры вдоль этих осей не искажены, отсюда простота построения этого изображения. Ненаглядность изображения объекта в этом случае и отсутствие размеров вдоль оси $[O,Y]$ восполняются проекциями объекта на две и более взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Из-за простоты построения изображения в третьем случае такое расположение объекта по отношению к плоскости проекций принимается за основу при создании технического чертежа.

Затем объект, закрепленный в осях ОСК, проецируют на плоскости проекций F , H и P , т.е. на грани трехгранного угла с началом в точке O . Оси этого угла обозначаются прописными буквами X , Y , Z и называются *абсолютной системой координат (АСК)*.

При выбранном расположении детали, закрепленной в системе ОСК, на каждую плоскость проекций без искажения проецируются две координаты:

на плоскость F – z,x;
 на плоскость H – x,y;
 на плоскость P – z,y.

При этом проекции точки на две плоскости проекций однозначно определяют ее положение в детали (в ОСК).

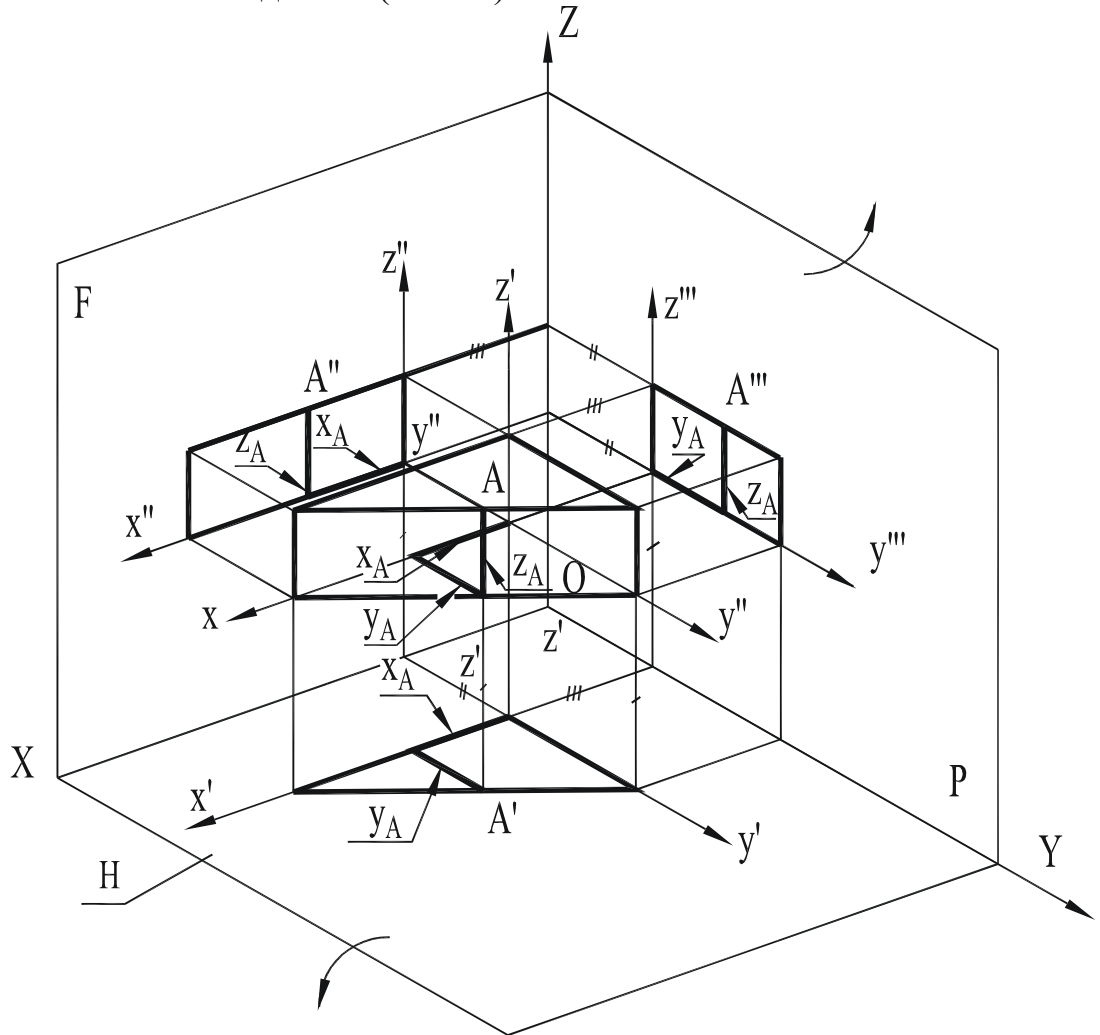


Рис.2.23 а)

На рис. 2.23(а и б) показан механизм получения изображений на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций при выбранном положении ОСК относительно плоскостей проекций АСК.

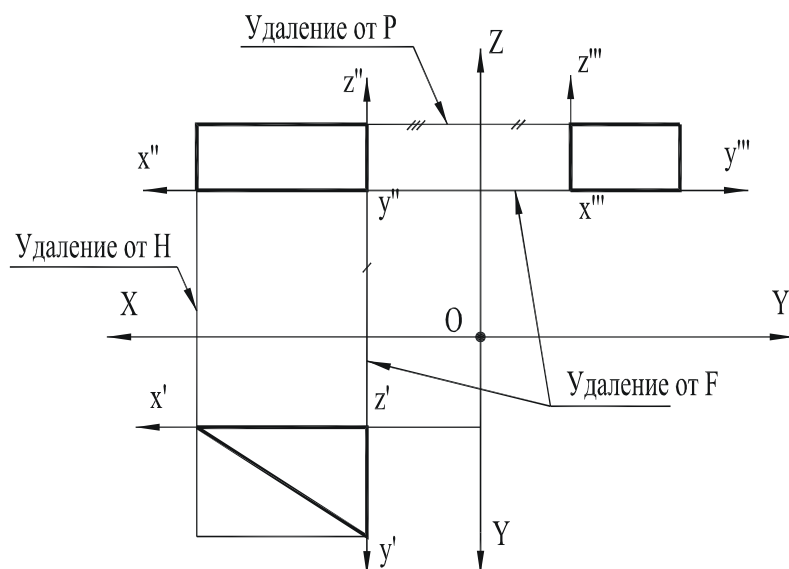


Рис. 2.23 б)

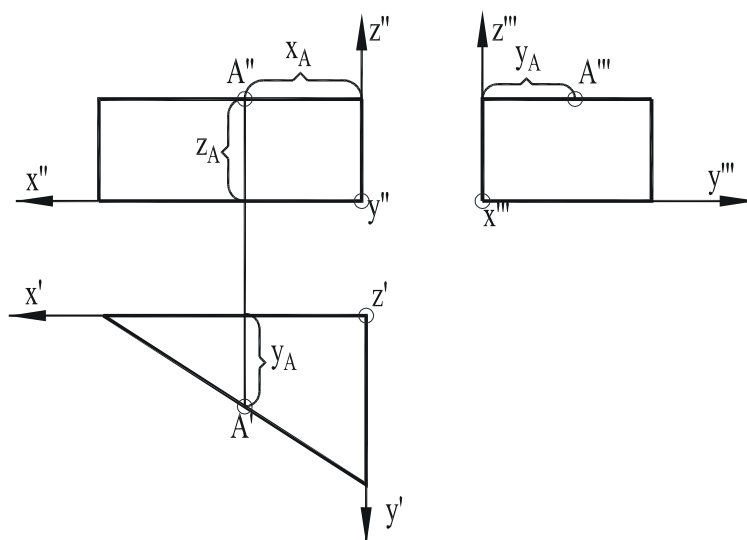


Рис. 2.24

Повернув профильную плоскость вокруг оси $[O,Z]$ и горизонтальную вокруг оси $[O,X]$ до совмещения с фронтальной плоскостью проекций, получим комплексный чертеж призмы, закрепленной в осях ОСК. По чертежу можно судить о расположении детали относительно плоскостей проекций; если нас этот вопрос не интересует, то оси плоскостей проекций допускается не изображать. Оси относительной системы координат всегда мыслятся, но изображаются только в учебных целях (рис. 2.24).

Если заданы две проекции точки A , принадлежащей объекту, то на чертеже определены все три ее координаты, выраженные отрезками прямых; третья проекция точки строится по соответствующим координатам, как это показано на рис. 2.24.

Рассмотрим построение третьей проекции произвольной плоской фигуры по заданным двум ее проекциям. Пусть на чертеже заданы проекции Φ'' ,

Φ' (рис. 2.25 а). По чертежу устанавливаем, что плоская фигура ограничена отрезком прямой и кривой линии. Плоскость, ограниченная этими линиями, является фронтально — проецирующей плоскостью.

Закрепляем плоскость в осях ОСК, обозначаем проекции характерных точек заданных линий, для кривой линии отмечаем несколько промежуточных точек (точки 1...4); замеряем координату z на фронтальной проекции, координату y — на горизонтальной и строим профильные проекции обозначенных точек (рис. 2.25 б).

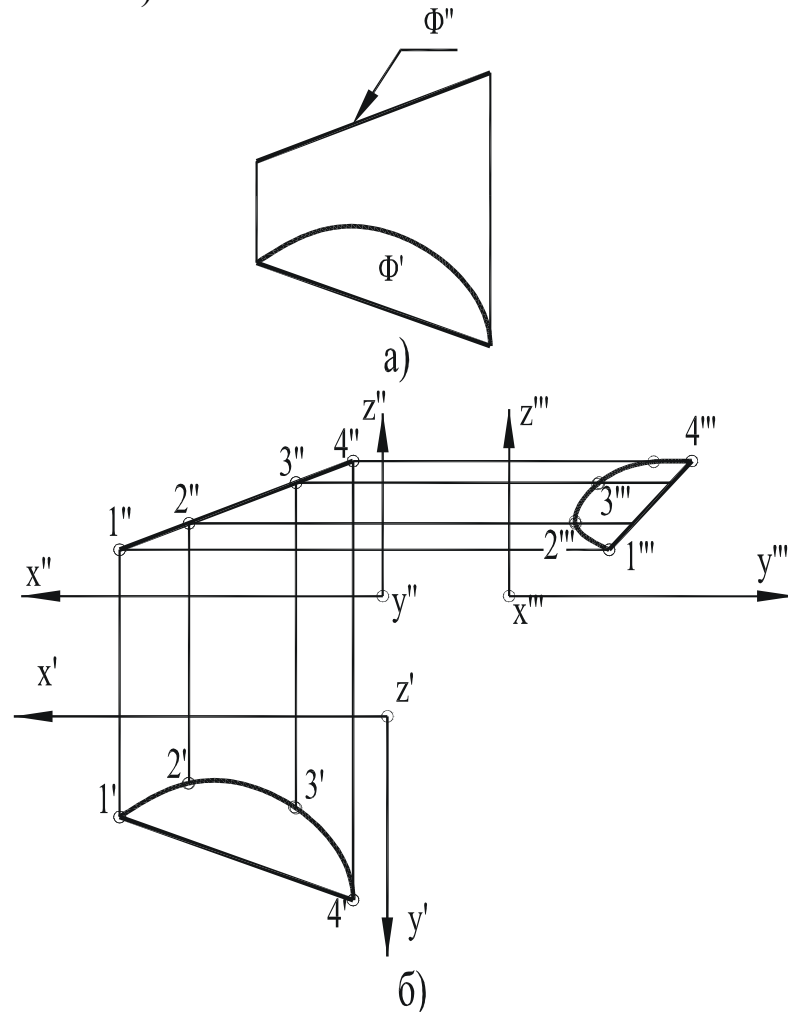


Рис.2.25

Комплексный чертеж точки (а, следовательно, и любого объекта) может быть построен по заданным ее координатам.

Пример: построить проекции точки, координаты которой равны: $x=10$; $y=10$; $z=20$. Построение показано на рис. 2.26.

В некоторых учебниках по начертательной геометрии применяются комплексные чертежи точек и линий, когда оси ОСК совпадают с осями плоскостей проекций АСК (рис.2.27).

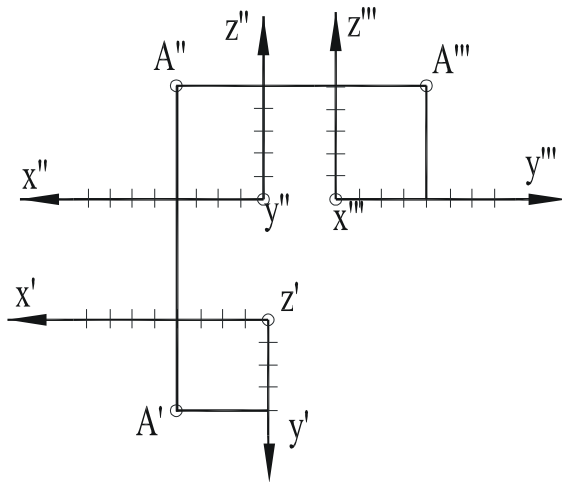


Рис.2.26

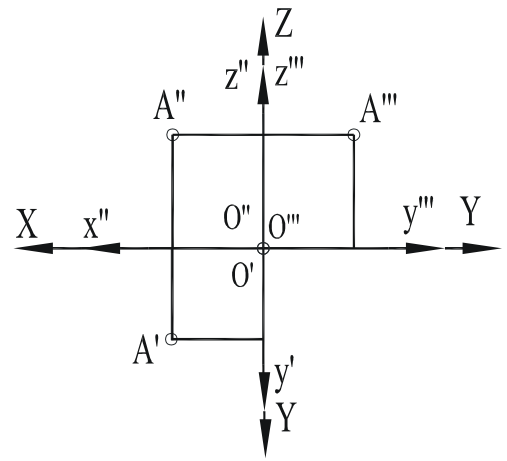


Рис. 2.27

2.2. Способы преобразования изображений на комплексном чертеже

При выбранном положении относительной системы координат по отношению к плоскости проекций не всегда возможно так расположить предмет, чтобы все плоскости его располагались без искажения. Однако в реальных технических чертежах иногда необходимо дать информацию об истинной форме и размерах плоских фигур, занимающих положение проецирующей плоскости. Из существующих способов преобразования изображений с целью получения истинных форм и размеров проецирующих плоскостей в курсе рассматривается два.

Способ замены плоскостей проекций

Этот способ предполагает введение дополнительной плоскости проекций перпендикулярно одной из заданных и параллельно плоскости предмета (или отрезку прямой), истинную величину которой надлежит определить.

На рис. 2.28 введена дополнительная плоскость проекций $F_1 \perp H$; F_1 параллельна отрезку $[A,B]$ прямой общего положения. На плоскость F_1 отрезок $[A,B]$ проецируется без искажения.

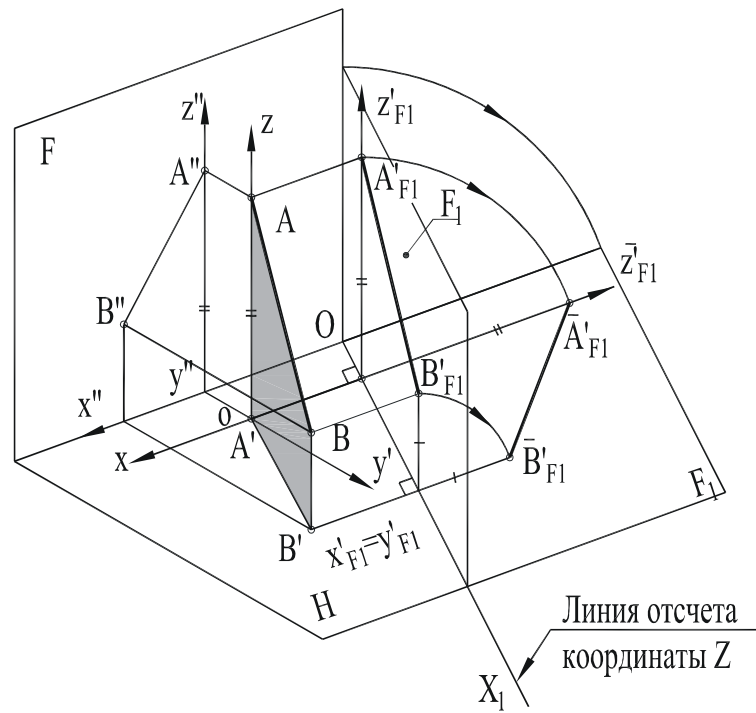


Рис. 2.28

Из рис. 2.28 видно, что ось $[O,Z]$ относительной системы координат, в которой закреплен отрезок $[AB]$, параллельна плоскости F_1 , следовательно, координата Z точек A и B отобразится на плоскости F_1 без искажения. Эта же координата не искажается на плоскости F .

Если рассмотреть плоскости F_1 и плоскость, образованную проецирующими лучами отрезка $[A,B]$ на плоскость H , то нетрудно установить, что они параллельны, а, следовательно, пересекаются с третьей плоскостью H по параллельным прямым. Отсюда $[A',B']$ параллельна оси X_1 плоскостей H и F_1 ; с этой же осью совпадает проекция координатной плоскости $\{XOY\}$ на плоскости F_1 ; эту линию на чертеже мы будем называть *линией отсчета неискаженной координаты*. Для получения изображений точек A и B на плоскости F_1 необходимо на линии проекционной связи от линии отсчета отложить координату z , измеренную на фронтальной проекции отрезка.

Чтобы получить комплексный чертеж отрезка на плоскости F, H и F_1 , необходимо плоскость F_1 совместить с H , вращая вокруг оси X_1 .

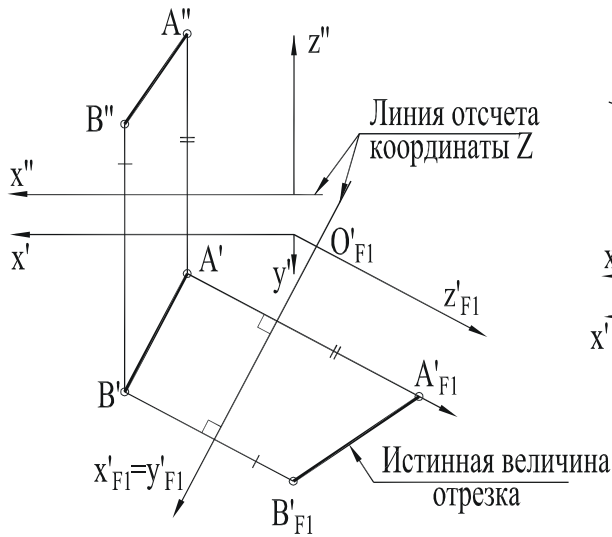


Рис. 2.29

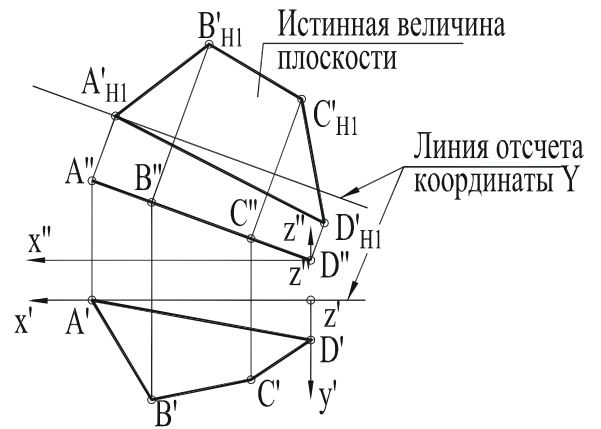


Рис. 2.30

На рис. 2.29 изображен комплексный чертеж отрезка $[A, B]$ на плоскости F , H и F_1 .

Последовательность построений при определении истинной величины плоской фигуры, занимающей проецирующее положение:

1. В свободном месте чертежа параллельно линии — проводим линию отсчета неискаженной координаты.
2. Через характерные точки плоской фигуры проводим линии проекционной связи перпендикулярно линии отсчета.
3. От линии отсчета откладываем неискаженную координату характерных точек, снятую со второго изображения, от фиксированной на нем линии отсчета неискаженной координаты.
4. Полученные изображения характерных точек на дополнительной плоскости проекций соединяем в логической последовательности. Пример построения см. на рис. 2.30.

Способ вращения вокруг оси, занимающей проецирующее положение

Этот способ предполагает неизменные плоскости проекций. Сам же геометрический элемент — отрезок прямой общего положения или плоская фигура, занимающая проецирующее положение, вращается вокруг оси до положения прямой или плоскости уровня.

На рис. 2.31 показано, как отрезок $[A, B]$ путем вращения вокруг оси $i \perp H$ приводится в положение прямой, параллельной плоскости F . При осуществлении вращения точка A отрезка остается неподвижной, а точка B вращается по окружности, расположенной в плоскости $\alpha \perp i$; плоскость $\alpha \parallel H$, следовательно, траектория вращения точки A отобразится на горизонтальную плоскость проекций без искажения. На фронтальную плоскость проекций плоскость α , будучи плоскостью уровня, изобразится линией — проекцией, перпендикулярной проекции оси вращения или параллельной оси $[O, X]$. Го-

горизонтальная проекция повернутого отрезка $[A, B]$ должна быть параллельной оси $[O, X]$.

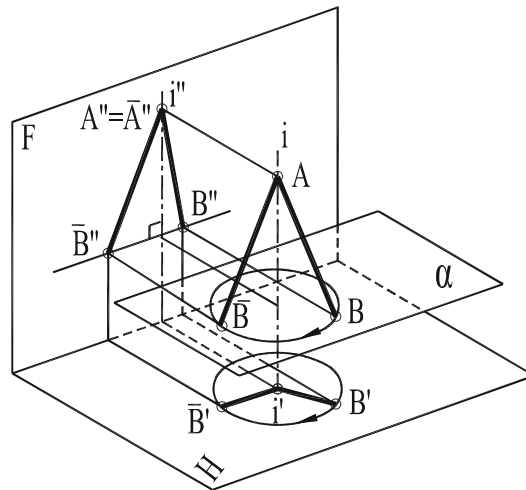


Рис. 2.31

На рис. 2.32 представлен комплексный чертеж отрезка $[A, B]$ и повернутого его положения $[A, B] \parallel F$.

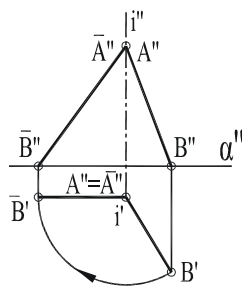


Рис. 2.32

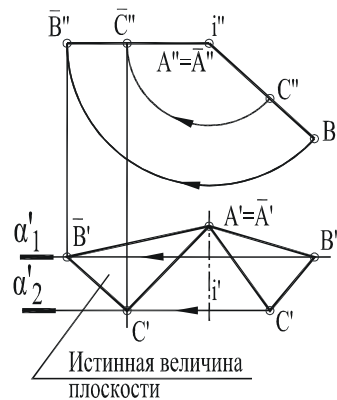


Рис. 2.33

На рис. 2.33 показано, как вращением вокруг оси $i \perp F$ плоскость ΔABC приведена в положение горизонтальной плоскости уровня.

Плоскость α_1 – плоскость вращения точки B ; $\alpha_1 \perp i$.

Плоскость α_2 – плоскость вращения точки C ; $\alpha_2 \perp i$.

3. ВИДЫ

Вид- ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью проецирования.

ГОСТ 2.305-2008 допускает показывать невидимые части предмета штриховыми линиями для уменьшения количества изображений

Для построения видов целесообразно предмет связывать с прямоугольной системой координат, поскольку в этом случае упрощается построение

проекций характерных точек на плоскости чертежа и определение их взаимного расположения относительно друг друга. Система связывается с объектом произвольно, но с учетом наиболее удобной ориентации и расположения его элементов в системе координат.

Объект, закрепленный в осях ОСК, помещают внутри поверхности куба неподвижно, а затем проецируют его вдоль осей АСК на каждую из шести граней куба, которые затем разворачивают в одну плоскость, начиная с фронтальной.

Построение видов можно производить и другим способом, а именно: проецировать предмет на одну плоскость проекций – плоскость чертежа, вращая его последовательно вокруг осей до совпадения одной из них с направлением проецирования, перпендикулярно плоскости чертежа.

Классификация видов. Расположение и построение основных видов по наглядному изображению

По информации, полноте изображения и оформлению *виды разделяются на основные, дополнительные, местные и развернутые.*

Основные виды - это виды, которые получаются при проецировании вдоль координатных осей на перпендикулярные к ним плоскости проекций. При проецировании вдоль координатных осей две оси оказываются параллельными соответствующей плоскости проекций. Поэтому координаты характерных точек предмета вдоль этих осей сохраняются истинными на изображении, то есть проецируются без искажения.

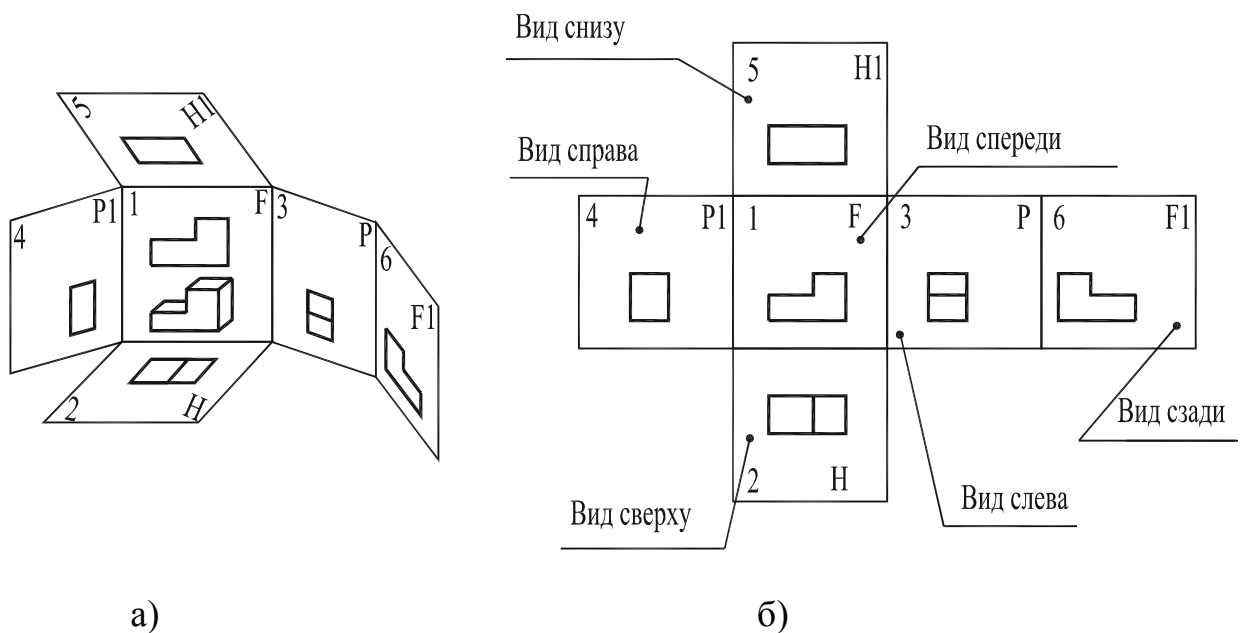


Рис.3.1

Построение рекомендуется начинать с изображения проекций осей, направленных вдоль основных измерений предмета: длины, ширины, высоты, а затем уже строить проекции характерных точек.

На рис. 3.1 а показан пространственный объект, связанный с осями координат, и плоскости проекций с видами, а на рис.3.1 б – расположение видов на плоскости чертежа в соответствии с ГОСТ 2.305–2008.

Основные плоскости проекций – фронтальная 1, горизонтальная 2, профильная 3 и три им параллельные (границ куба). ГОСТ устанавливает следующие названия видов: 1) *вид спереди*; 2) *вид сверху*; 3) *вид слева*; 4) *вид справа*; 5) *вид снизу*; б) *вид сзади*.

Вид спереди принимается за *главный*. Он должен давать наибольшую информацию о форме и размерах предмета и обеспечить наилучшую компоновку чертежа.

Виды, как и проекции геометрических элементов (точек, линий, плоскостей), могут обозначаться буквами и цифрами со штрихами. Например: A' - *вид сверху*, A'' - *вид спереди*, A''' - *вид слева*.

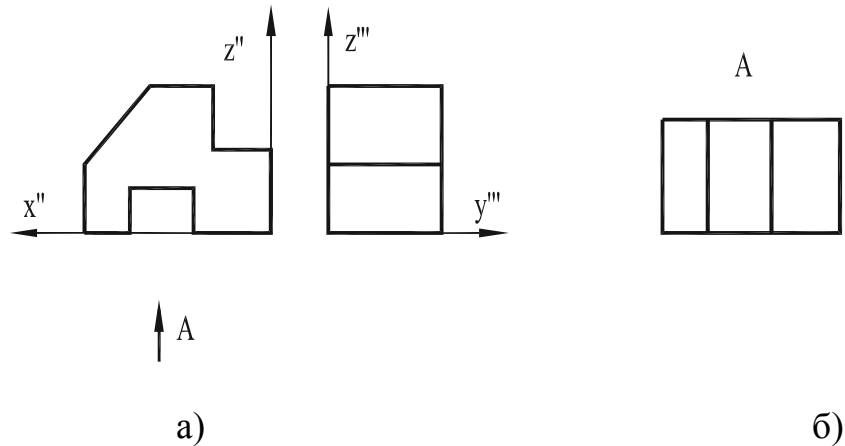


Рис.3.2

Если вид расположен не в проекционной связи с главным видом, то необходимо указать направление проецирования (со стрелкой и прописной буквой русского алфавита (рис.3.2 а).

Вид обозначается по типу: A и не подчеркивается (рис.3.2 б). Надписи выполняются над изображениями.

Построение третьего основного вида по двум заданным видам

При построении третьего вида необходимо определить характер поверхностей, которыми ограничивается предмет, их взаимное положение относительно плоскостей проекций. На элементах поверхностей задаются характерные точки и определяются их координаты. По этим координатам строится третий вид. При этом размеры по оси, разделяющей один из заданных видов и строящийся, определяются по линиям проекционной связи, прове-

денным через характерные точки, а по другой оси – координатами точек из второго вида. Полученные проекции точек соединяются в логической последовательности линиями с учетом видимости элементов предмета.

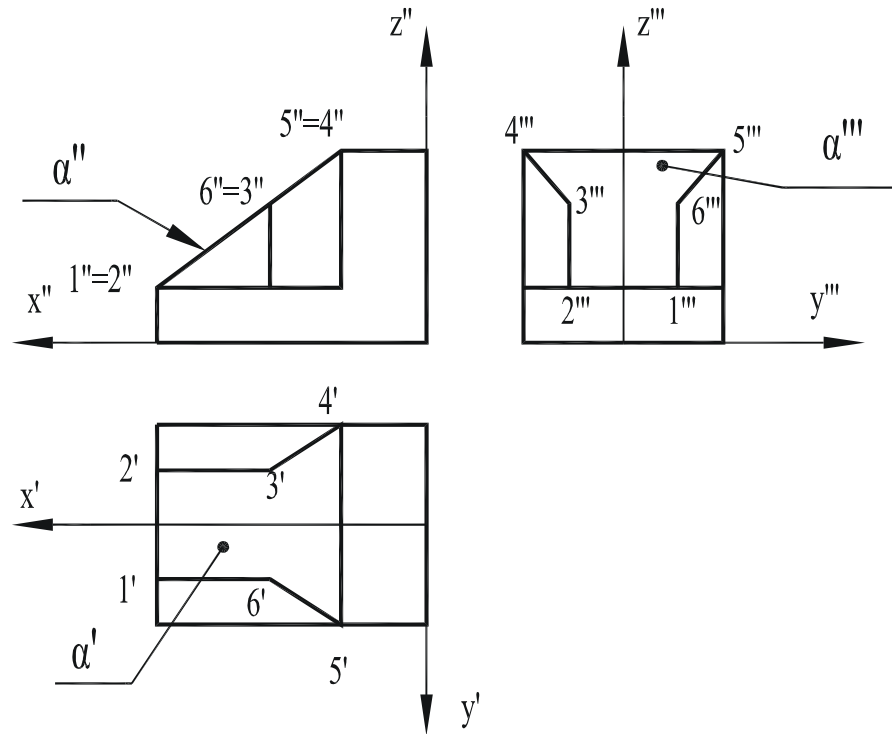


Рис. 3.3

Для примера на рис. 3.3 показаны два заданных вида гранного предмета (вид спереди и вид сверху) и построенный вид слева с выделенным элементом поверхности – фронтально-проецирующей плоскостью $\alpha = \{1, 2, \dots, 6\}$. Через характерные точки этой плоскости проведены горизонтальные линии проекционной связи и на них найдены проекции точек на виде слева по координате Y вида сверху. Например: $[1', 2'] = [1''', 2''']$, $[5', 6'] = [5''', 6''']$ и т.д. Полученные проекции точек соединены линиями. Подобным образом построены и остальные видимые на виде слева элементы поверхности предмета.

Дополнительные виды по заданным направлениям

Дополнительные виды по заданным направлениям проецирования, получаемые на плоскостях, не параллельных плоскостям проекций, выполняются в том случае, когда какая-то часть предмета проецируется с искажением на основных видах. При этом направление проецирования выбирается таким, чтобы обеспечить наибольшую информативность изображения.

Дополнительный вид строится по двум основным видам. Направление проецирования при построении дополнительного вида в общем случае указывается стрелкой и обозначается прописной буквой русского алфавита. Но

если вид находится в проекционной связи с изображением, то направление проецирования и сам дополнительный вид не обозначаются (рис. 3.4 а).

Если дополнительный вид смещен относительно изображения, то делаются обозначения по типу рис.3.4 б. И, наконец, если дополнительный вид повернут в плоскости чертежа (рис.3.4 в), то используется обозначение « $A \circlearrowleft$ ».

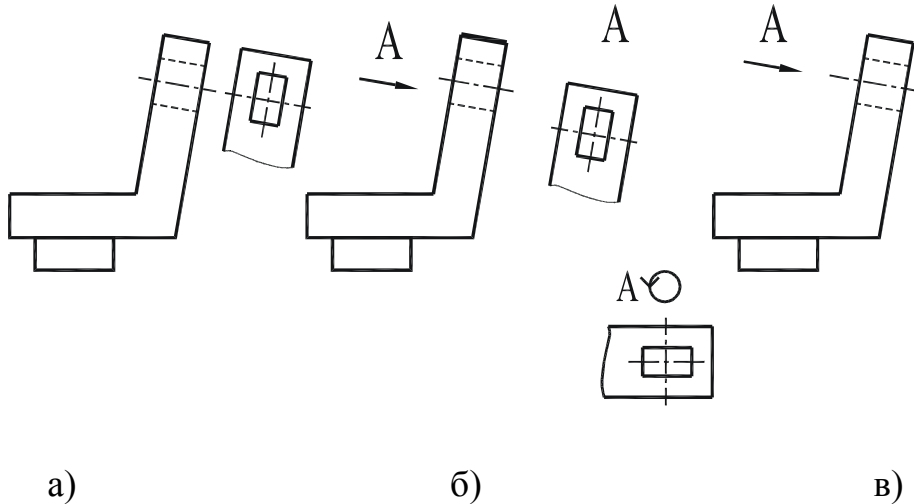


Рис. 3.4

При построении дополнительного вида направление проецирования, параллельное только одной плоскости проекций, указывается на чертеже стрелкой на этой плоскости.

Как отмечалось, для построения дополнительного вида требуется два основных вида, один из которых является базовым; на нем искомая плоскость является проецирующей (на базовом виде указывается направление проецирования).

Необходимо подчеркнуть, что дополнительный вид применяется для построения натуральной величины какой-либо отдельной плоскости, а не всей детали.

Построение дополнительного вида базируется на замене одной основной плоскости проекций другой плоскостью проекций, перпендикулярной направлению проецирования.

Поскольку эта плоскость параллельна одной из координатных осей, то координаты точек по этой оси будут сохраняться при проецировании.

Дополнительный вид строится так же, как и третий основной вид по двум заданным.

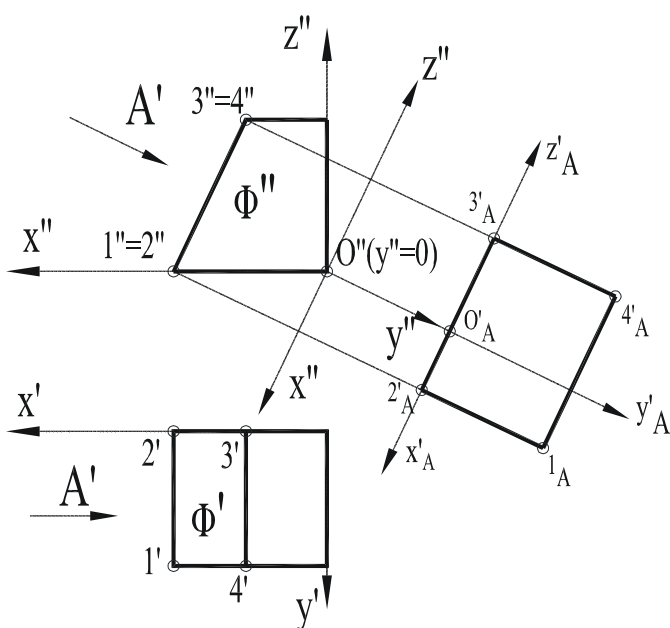


Рис. 3.5

Построение дополнительного вида по направлению A рассмотрим на примере гранного предмета, заданного двумя видами: Φ' и Φ'' (рис.3.5).

Как видно из рисунка, шесть граней предмета проецируются на основных видах без искажений, так как они параллельны плоскостям проекций F , H и P . И только лишь плоскость $\{1,2,3,4\}$ является фронтально-проецирующей и не изображается в натуральную величину ни на одном из основных видов.

Построим дополнительный вид на эту плоскость. Задав направление проецирования A перпендикулярно $\{1,2,3,4\}$, мы увидим ее в натуральную величину и построим ее новую проекцию.

Построение проведем в следующем порядке:

1. На базовом виде, где искомая плоскость проецируется в отрезок $[1'', 2'', - 3'', 4'']$, задаем направление проецирования A'' перпендикулярно этому отрезку.

2. Затем построим проекцию осей координат X''_A, Y''_A, Z''_A по новому направлению проецирования A'' . Для этого ось Y'' повернем вокруг начала координат O'' в направлении, параллельном A'' до совпадения с плоскостью чертежа, а также перенесем начало координат из точки O'' в точку O''_A на свободное поле чертежа. При этом оси X''_A и Z''_A спроецируются в прямую линию, как показано на рис. 3.5.

3. Далее отмечаем характерные точки видимых на строящемся виде элементов поверхности $\{1', 2', 3', 4'; 1'', 2'', 3'', 4''\}$ и проводим через проекции точек базового вида линии проекционной связи, параллельные направлению проецирования и оси Y''_A .

4. На этих линиях определяем проекции характерных точек по координатам Y вида сверху.

Например: $[1'_A, 2'_A] = [1', 2']; [3'_A, 4'_A] = [3', 4']$.

Полученные проекции точек соединяем линиями. В данном примере дополнительный вид не обозначается, поскольку он находится в проекционной связи с базовым видом.

Местный и развернутый виды

Местный вид – это изображение ограниченного места на поверхности предмета. Такие виды часто применяются при выполнении технических чертежей, чтобы уменьшить объем чертежных работ, не изображая весь предмет.

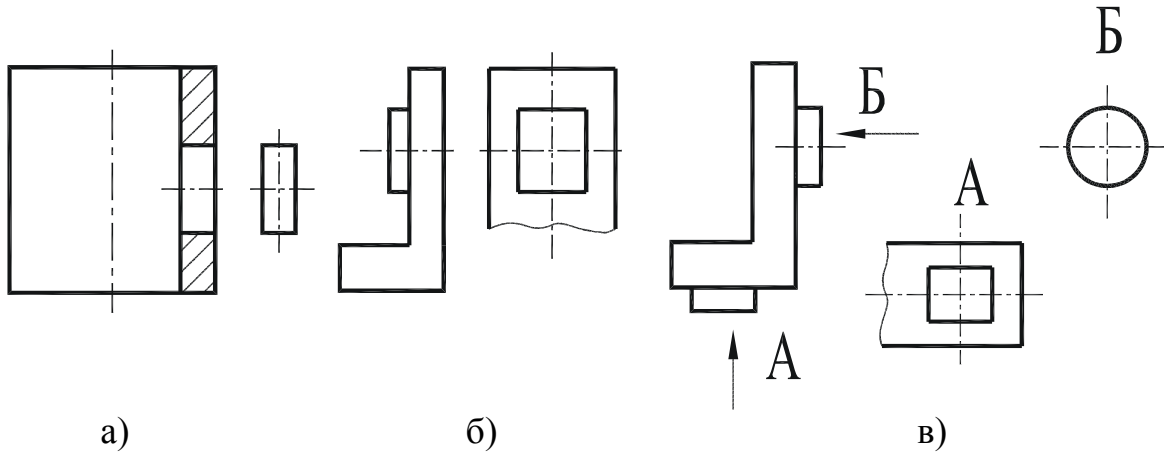


Рис. 3.6

Если местный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, то он не снабжается никакими надписями (рис. 3.6а, б). Если же местный вид расположен вне проекционной связи с изображением, то над ним выполняют надпись (обозначение), а на исходном виде указывают направление проецирования с прописной буквой (рис. 3.6в).

Развернутый вид – это вид криволинейных (гнутых, искривленных) предметов, развернутых в плоскость для получения неискаженного изображения. В этом случае применяются обозначения направления проецирования и самих видов (рис. 3.7).

вид обозначается по типу: «A \overrightarrow{Q} » и читается: вид А, развернуто.

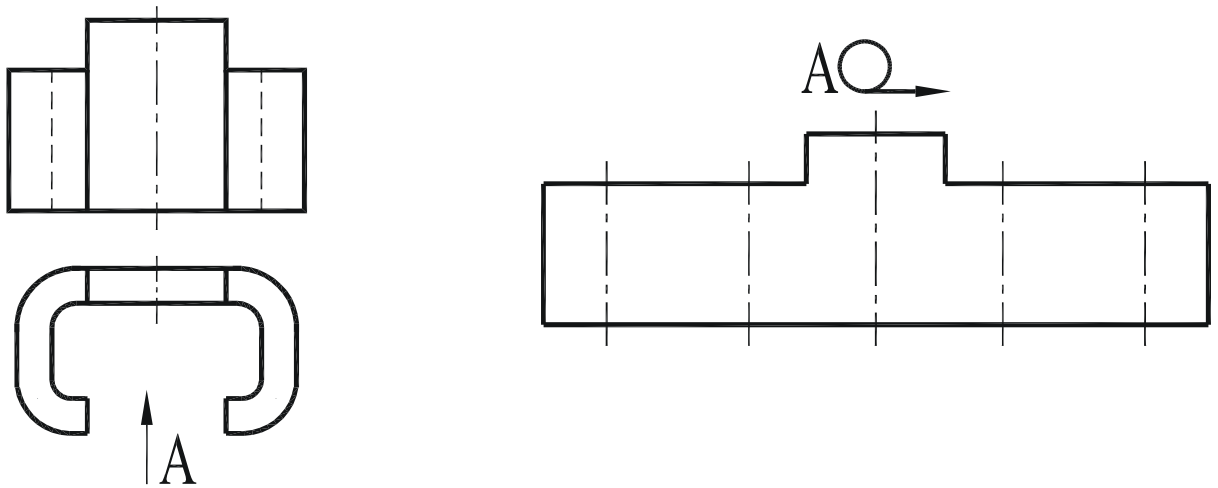


Рис. 3.7

Построение комплексного чертежа по гранной модели Порядок построения комплексного чертежа

Здесь главная задача состоит в том, чтобы уяснить сущность построения основных видов и их расположение на примере чертежа гранной модели.

- 1) Необходимо изучить конструкцию гранной модели, ее форму и расположение граней относительно друг друга. Так, в модели, представленной на рис.3.8, грани $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ параллельны между собой и перпендикулярны граням $\alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$. Параллельными являются также грани α_1 и α_2 ; γ_1 и γ_2 . Грани σ_1 и σ_2 являются наклонными по отношению к другим граням.

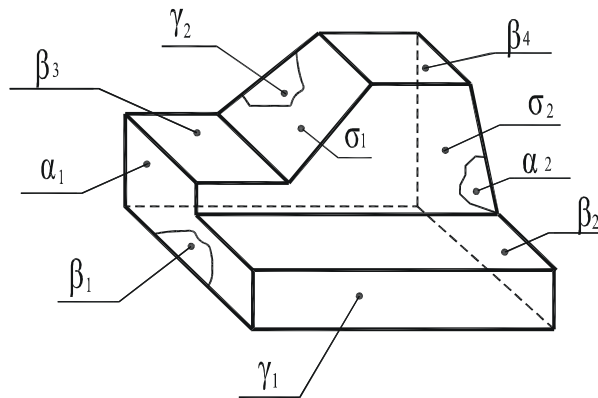


Рис. 3.8

- 2) Необходимо выбрать расположение модели относительно плоскостей проекций и построить три ее вида. Комплексный чертеж предмета может определяться (и часто определяется) тремя видами: видом спереди, видом слева и видом сверху, которые изображаются на фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостях проекций.

В соответствии с ГОСТом ЕСКД 2.305-2008 вид спереди принимается за главный вид. Этот вид должен нести наибольшую информацию о предмете, а в совокупности три вида обеспечивают полное представление о предмете. А это будет достигнуто в том случае, когда на видах будет изображено наибольшее количество поверхностей элементов предмета и, по возможности, без искажения.

Учитывая это, наиболее целесообразно модель расположить так, чтобы грани β_1, γ_2 и α_2 были параллельны соответственно горизонтальной, фронтальной и профильной плоскостям проекций.

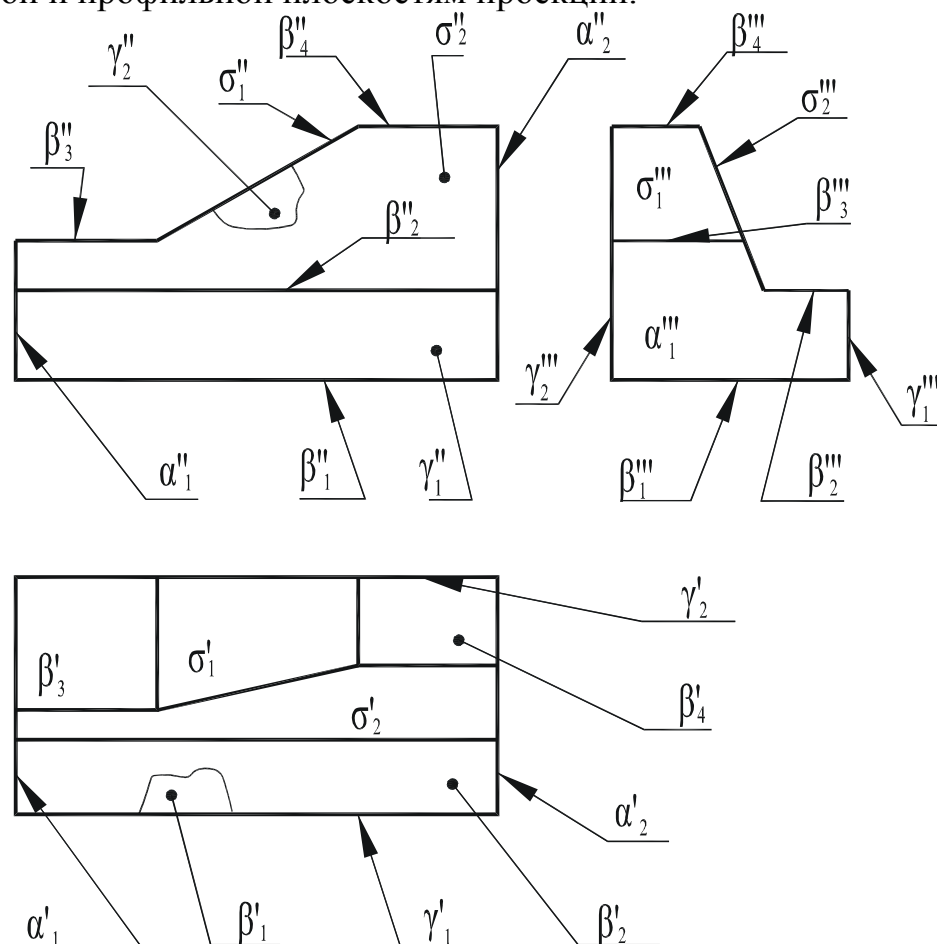


Рис. 3.9

При таком расположении предмета на каждом из видов будут изображены все его грани. При этом параллельные плоскостям проекций грани изображаются без искажения, перпендикулярные грани проецируются в линии, а наклонные – изображаются с искажением.

На рис. 3.9 показаны три вида и обозначены проекции граней. При любом другом расположении модели относительно плоскостей проекций некоторые грани оказались бы невидимыми.

Построение самих видов по натурной модели является весьма простым и особых пояснений не требует. Однако при выполнении этой работы необходимо учитывать следующие моменты:

а) виды должны занимать примерно 50-60% площади стандартного формата. Исходя из этого, определяется масштаб изображений и их размеры;

б) виды должны быть расположены равномерно по полю формата, основная надпись выполняется в правом нижнем углу;

в) после построения видов в тонких линиях производится их обводка и заполнение основной надписи;

Построение основных видов по наглядному изображению.

Построение шести основных видов рассмотрим на примере гранного предмета, представленного на рисунке 3.10. Как отмечалось в разделе 3.1, для построения шести основных видов целесообразно предмет связать с системой координат и вести проецирование вдоль осей этой системы на плоскости проекций в одном, а затем в противоположных направлениях.

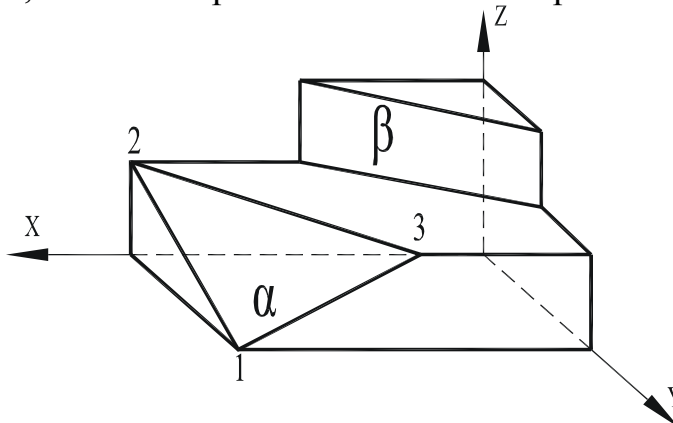


Рис. 3.10

1) Анализируем конструкцию предмета и уясняем расположение его граней относительно друг друга и связываем предмет с относительной системой координат xuz так, чтобы главным видом был вид при проецировании на фронтальную плоскость вдоль оси y . Этот вид будет нести наибольшую информацию о предмете.

2) Изображаем проекций осей на плоскостях проекций.

3) Отмечаем характерные точки видимых на строящихся видах элементов поверхностей (граней) предмета и производим проецирование. Так, грань α , занимающая как отсек плоскости общее положение, определена точками 1,2,3; $\alpha = \{1,2,3\}$. Координаты этих точек сохраняются при проецировании ($x_1=x_1'=x_1''$; $y_1=y_1'=y_1''$; $z_1=z_1'=z_1''=0$). Эта грань спроецируется на всех видах с искажением, а грань β , занимающая горизонтально-проецирующее положение – спроецируется с искажением на видах спереди и слева; на видах справа и сзади ее проекция является невидимой. На виде сверху эта грань спроецируется в линию.

Остальные грани предмета, как плоскости уровня, проецируются на параллельные плоскости без искажения, а на перпендикулярные плоскости –

в линии. На рис. 3.11 показаны шесть основных видов и их расположение в соответствии с ГОСТом.

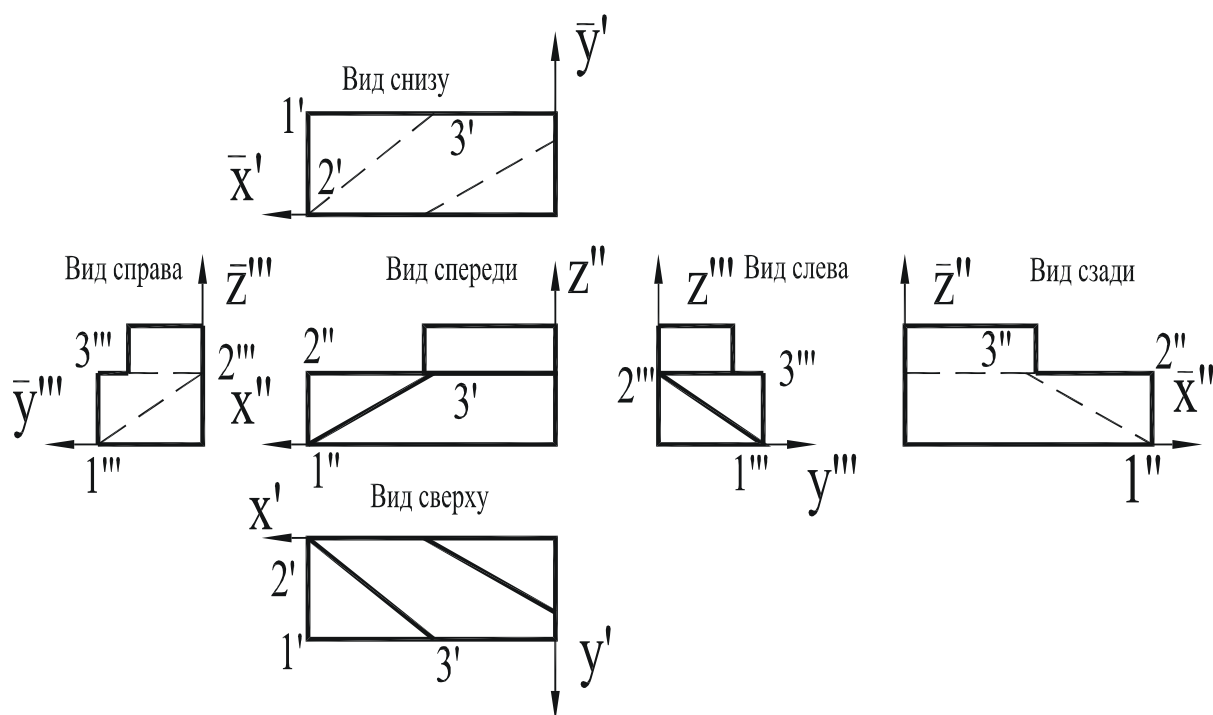


Рис. 3.11

Построение третьего основного вида по двум заданным видам

Принцип построения третьего основного вида по двум заданным остается таким же, как при построении видов по наглядному изображению - по координатам характерных точек элементов поверхностей предмета. Но только в этом случае координаты определяются из заданных видов. При этом координаты точек по оси, разделяющей заданный вид и строящийся, определяются линиями проекционной связи, а по другой оси - измеряются на втором заданном виде. Основное здесь - правильно отметить проекции характерных точек выделенного предмета поверхности на двух заданных видах. Строим вид по координатам характерных точек, последовательно изображая видимые поверхности предмета.

Пусть требуется построить третий вид предмета, представленного главным видом и видом сверху (рис. 3.12).

- 1) Анализируем условия задачи и связываем предмет с относительной системой координат $x_{уз}$. Предмет выполнен в виде вертикально расположенной призмы с вырезом в нижней части. Грани выреза, заданного точками 7, 8, 9 перпендикулярны фронтальной плоскости проекций. Грани γ_1 и γ_2 занимают горизонтально-проецирующее положение и пересекаются по вертикально расположенному ребру в передней части

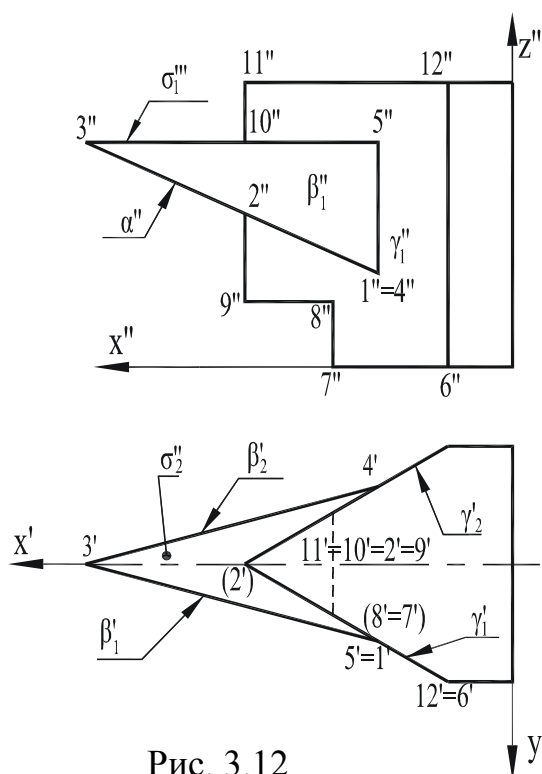


Рис. 3.12

проводим линии проекционной связи через характерные точки главного вида параллельно оси x до пересечения с проекцией оси z'' .

- 4) На этих линиях находим проекции характерных точек по координатам оси y , замеряемым на виде сверху.
- 5) Найденные проекции точек соединяются в логической последовательности прямыми линиями. Все линии на виде слева являются видимыми, поэтому обводятся сплошными основными линиями.

На рис.3.13 показан построенный вид слева и дополнительные виды граней α и γ_1 .

Построение дополнительных видов

Построение дополнительного вида, по существу, ничем не отличается от построения третьего основного вида по двум заданным, но только в этом случае вид строится не на основной, а на дополнительной плоскости. Как отмечалось в разделе 3.7, для построения дополнительного вида используются два основных вида, один из которых принимается за базовый. За базовый принимается вид, на котором указано направление проецирования. Так, для построения дополнительного вида грани α за базовый принимается вид спереди, а для построения дополнительного вида грани γ_1 - вид сверху (рис. 3.13). Построение дополнительного вида показано на примере объекта, по которому строится вид слева (рис. 3.12).

предмета. В верхней части предмет имеет клиновидный выступ, ограниченный двумя горизонтально-проецирующими гранями β_1 и β_2 , фронтально-проецирующей гранью α в нижней части и горизонтальной гранью σ_1 в верхней части.

- 2) Отмечаем последовательно характерные точки элементов поверхности, видимых на строящемся виде и определяем их проекции на заданных видах. $\alpha = \{1,2,4,3\}$; $\beta_1 = \{1,3,5\}$.
- 3) Грани β_2 и γ_2 не обозначаем точками, поскольку они занимают симметричное относительно вертикальной оси ОСК на строящемся виде слева и

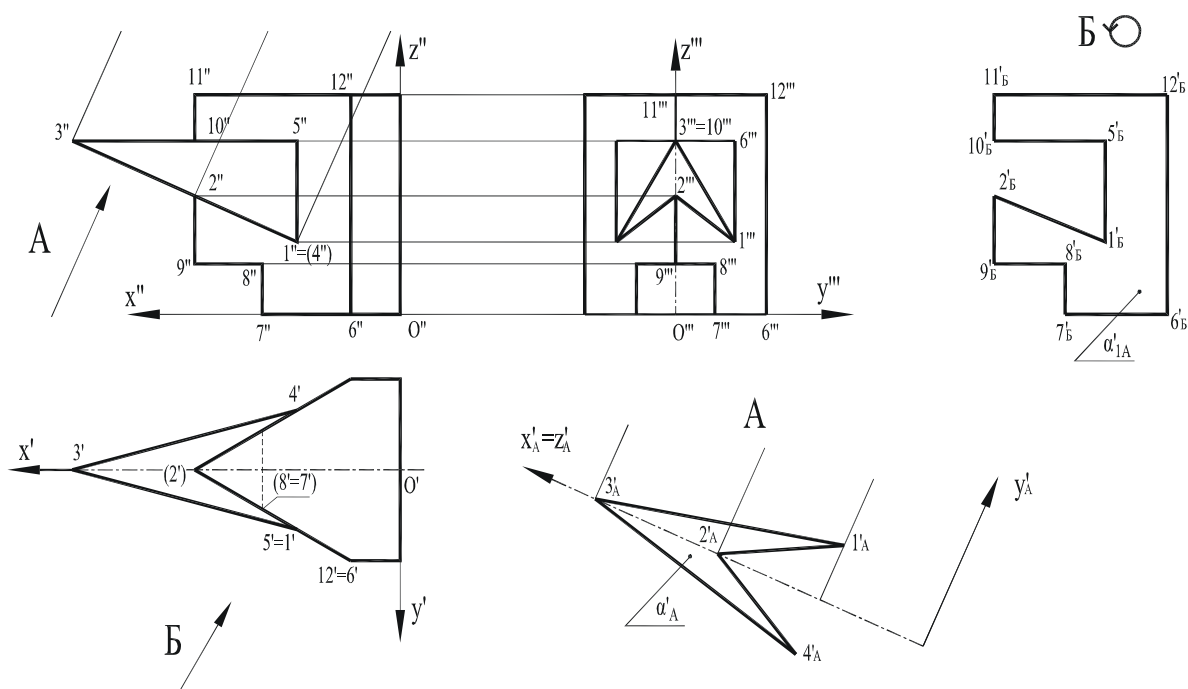


Рис. 3.13

Рассмотрим поэтапно построение дополнительного вида грани α . Для построения истинного вида плоской фигуры $\alpha = \{1,2,3,4\}$ направление дополнительного проецирования A должно быть перпендикулярно плоскости α , так как в этом случае изображение плоской фигуры и отрезков ломаной линии, ограничивающих её, будет конгруэнтно (без искажения) отображено на дополнительном виде. Максимальная длина плоской фигуры совпадает с длиной отрезка $[1'',3'']$. Для определения ширины плоской фигуры напомним краткий алгоритм:

1. Плоскость α перпендикулярна плоскости проекций xz и параллельна оси y относительной системы координат xuz (ОСК):

$$\alpha \perp xz, \alpha \parallel y.$$

2. Выбранное направление проецирования A перпендикулярно плоскости α , следовательно A перпендикулярно оси y :

$$A \perp \alpha \Rightarrow A \perp y.$$

Это позволяет сделать вывод, что координаты y характерных точек плоской фигуры α не изменяются при проецировании по направлению A . Ширина плоской фигуры α будет определяться с учётом координат y характерных точек 1 и 4.

Проведём аналогичный анализ и для грани $\gamma_1 = \{1,2,9,8,7,6,12,11,10,5\}$.

1. Плоскость γ_1 перпендикулярна плоскости проекций xu и параллельна оси z относительной системы координат xuz :

$$\gamma_1 \perp xu, \gamma_1 \parallel z.$$


2. Выбранное направление проецирования B перпендикулярно плоскости γ_1 , следовательно B перпендикулярно оси z :

$$B \perp \gamma_1 \Rightarrow B \perp z.$$

Отсюда делаем вывод, что координаты z характерных точек плоской фигуры γ_1 не изменяются при проецировании по направлению B . Ширина плоской фигуры γ_1 будет определяться с учётом координат z характерных точек 11 и 12.

При самостоятельном решении задач рекомендуется записывать данный алгоритм в символьной форме.

На рис 3.13 внизу справа показан дополнительный вид боковой грани γ_1 , поостренный таким же образом, как и вид грани α .

Поскольку вид не только смещен относительно линий проекционной связи, но и повернут, то в обозначение вида вводится обозначение .

Методические указания по выполнению графических заданий на практических занятиях.

Практические занятия по теме «Виды» имеют цель:

- Закрепить теоретические знания по построению основных и дополнительных видов.
- Изучить классификацию и обозначение видов, а также их расположение.
- Усвоить понятия: комплексный чертёж предмета, вид, дополнительный вид, местные и развернутые виды.
- Ознакомить с основными положениями выполнения эскизов по натурным моделям.

На практических занятиях студенты в соответствии с поставленной целью выполняют эскизы моделей, построение шести основных видов по наглядному изображению и решают задачи по видам. Каждый студент должен выполнить эскиз индивидуальной модели на клетчатой бумаге формата А4, построить шесть основных видов по наглядному изображению на миллиметровой бумаге формата А3 и решить три задачи на построение видов по индивидуальным заданиям на миллиметровой бумаге формата А4 после соответствующих пояснений преподавателя.

Индивидуальная графическая работа на построение третьего основного и дополнительного видов выполняется студентами на чертежной бумаге формата А3.

Выполнение индивидуальных графических работ

Индивидуальные графические работы на чертежной бумаге выполняются студентами в основном в часы самостоятельной работы дома.

Цель графической работы – построение третьего основного вида по двум заданным и построение дополнительного вида по указанному на-

правлению проецирования. Порядок выполнения подобной работы подробно рассмотрен в предыдущих разделах.

Здесь необходимо обратить внимание студентов на тщательность оформления работы в соответствии с требованиями ГОСТов: расположение изображений (компоновка), их обводка, надписи, обозначения, основная надпись. Работа выполняется на чертежной бумаге формата А3. Пример выполнения и оформления индивидуальной графической работы представлен на рис. 3.14.

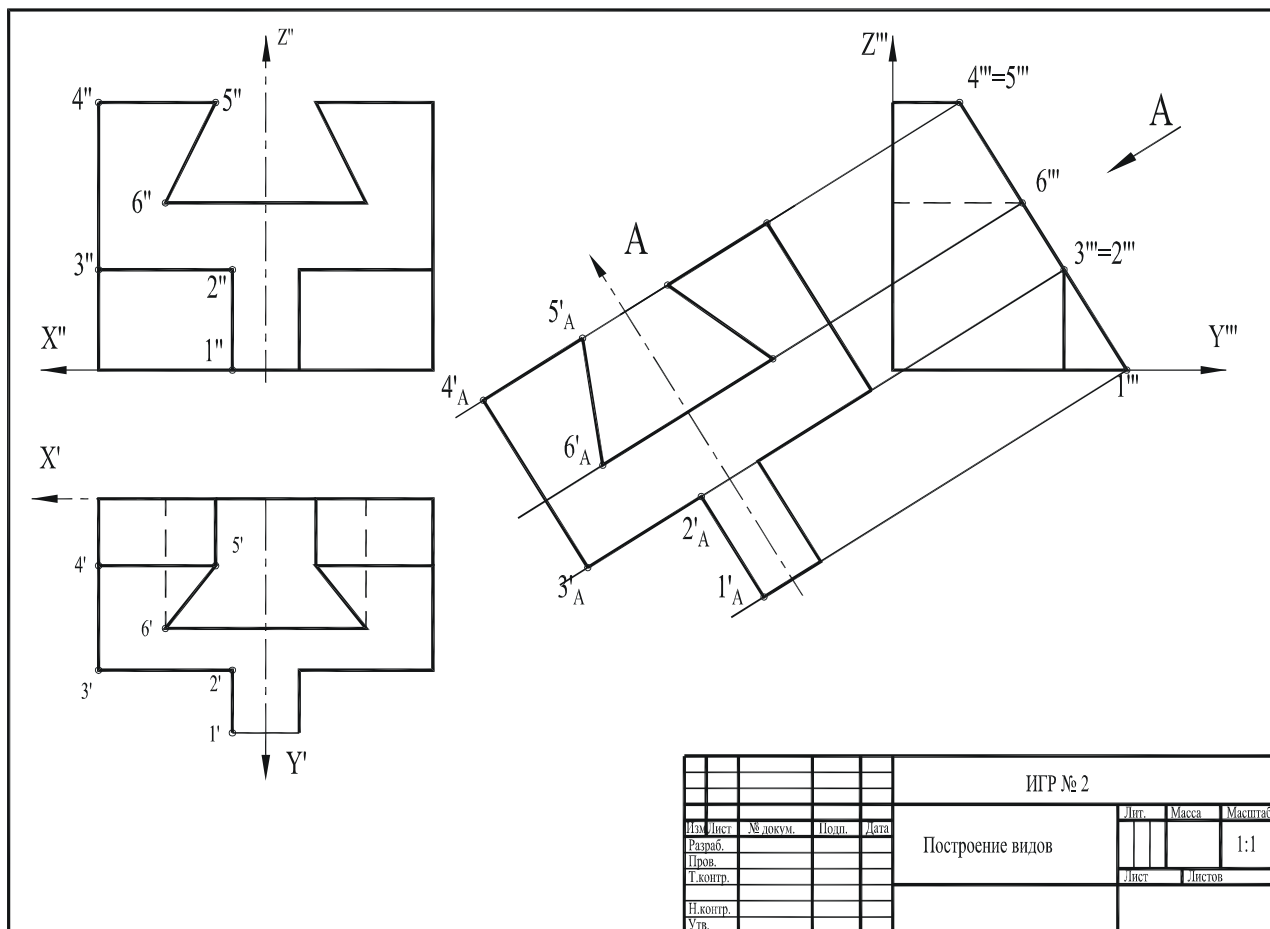


Рис.3.14

ЛИТЕРАТУРА

1. Боголюбов С.К. Инженерная графика: Учебник для средних специальных учебных заведений. 3-е изд., испр. и дополн. – М.: Машиностроение, 2004. – с.352: ил.
2. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учебн. Для немаш. спец. вузов/ А.А. Чекмарев. – 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2006. – 365. с.: ил.
3. Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению/ А.А.Чекмарев, В.К. Осипов. – 8-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 493 с.: ил.
4. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Изображения – виды, разрезы, сечения. ГОСТ 2.305–2008. М.: Изд-во стандартов, 2009. 23 с.: ил.
5. Теория построения чертежа. Методические указания по курсу «Инженерная графика». Колотилина Т.Ф., Губарев А.Ю., Трофимченко С.И. / Под ред. К.К. Александрова. – М.: Моск. энерг. ин-т, 1988. – 40 с.
6. Методические указания. Метод проекций. Александров К. К., Султанова Т.С., Трофимченко С.И., Тюфяков И.И. / Под ред. К.К. Александрова. – М.: Моск. энерг. ин-т, 1988. – 32 с.
7. Методические указания. Техника чертежно-графических работ Геометрическое черчение. А.А. Алексеев, В.Р. Пивоваров / Под ред. В.Р. Пивоварова. М.: Изд-во МЭИ, 1995. 24 с.
8. Методические указания. Виды, разрезы, сечения. Коллектив авторов. Ред. К.К. Александров. – М.: Моск. энерг. ин-т, 1986 – 44 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Введение..... | 3 |
| 2. Приемы выполнения чертежей с помощью чертежных принадлежностей..... | 4 |
| 3. Оформление чертежей..... | 6 |
| 4. Построение изображений при помощи метода проекций..... | 26 |
| 5. Комплексный чертеж..... | 31 |
| 6. Способы преобразования изображений на комплексном чертеже | 45 |
| 7. Виды | 49 |
| 8. Литература..... | 70 |
| 9. Содержание..... | 71 |

Т.А. Боброва, В.Р. Пивоваров, О.И. Исаева,
Е.А. Капитанова, Л.В. Захарова

Методическое пособие по курсу «Инженерная графика»
ТЕХНИКА ЧЕРТЕЖНО–ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ. МЕТОД ПРОЕКЦИЙ.
ВИДЫ
(Кафедра инженерной графики)

Редактор издательства

| | | |
|---------------------|--------------|-----------|
| Темплан издания МЭИ | г. (I), поз. | (метод.) |
| Подписано к печати | | |
| Формат 60x84/16 | | |
| Физ.печ.л | Усл.печ.л. | |
| | Уч.-изд.л. | |
| Тираж 1500 | Изд. № | Заказ |
| | | Бесплатно |

ЗАО «Издательский дом МЭИ», 2010