**План.**

1. Введение
2. Основная часть

а) понятие «комплексный чертеж»

б) комплексные проекции

в) двухпроекционный комплексный чертеж

г) оси проекций на комплексном чертеже

д) способ замены плоскостей проекций

е) способ вращения

 3. Заключение .

**Введение.**

В свете задач, предъявляемых к инженерно-техническим работникам, все большее значение приобретает уровень и качество подготовки специалистов в высших учебных заведениях. В настоящее время нельзя представить работу и развитие любой отрасли народного хозяйства, а также науки и технике без чертежей. На вновь создаваемые приборы, машины и сооружения сначала разрабатывают чертежи (проекты). По чертежам определяют их достоинства и недостатки, вносят изменения в их конструкцию. Только после обсуждения чертежей (проектов) изготавливают опытные образцы. Инженер должен уметь читать чертеж, чтобы понять как конструкцию, так и работу изображенного изделия, а также изложить свои технические мысли, используя чертеж.

В число учебных дисциплин, составляющих основу подготовки специалистов с высшем образованием, входит курс «Инженерная графика». Этот курс готовит студентов к выполнению и чтению чертежей, как в процессе обучения, так и в последующей инженерной деятельности. Знание инженерной графики позволяет инженеру выполнять и читать чертежи так же, как знание азбуки и грамматики позволяет человеку читать и писать.

***Инженерная графика – учебная дисциплина, изучающая вопросы изображения изделий на плоскости.***

Основные задачи курса «Инженерная графика»:

1. научить выполнять простые чертежи, т.е. изображать несложные изделия на комплексном чертеже и в аксонометрических проекциях;
2. научить читать чертежи, привить навыки мысленного представления форм и размеров изделий по их изображениям на чертеже;
3. рассмотреть графические способы решения отдельных задач, связанных с геометрическими образами и их взаимным расположением в пространстве;
4. ознакомить с основными требованиями стандартов к чертежам и схемам;
5. развить навыки техники выполнения чертежей.

Изучение инженерной графики также развивает пространственное представление и логическое мышление. Доказательством многих теоретических положений инженерной графики осуществляется посредством логических рассуждений. Изучение инженерной графики требует не только знания теоретического материала, но и умения четко и аккуратно выполнять чертежи, высокой техники черчения.

Знания и навыки, полученные при изучении инженерной графики, необходимы и развиваются при изучении других учебных дисциплин, а также в последующей инженерной деятельности.

**Способы преобразования комплексного чертежа.**

Способ комплексного проецирования основан на том, что точку (предмет) проецируют на несколько взаимно перпендикулярных плоскостей проекций, используя прямоугольное проецирование, а затем эти плоскости проекции совмещают с одной плоскостью (Рис. 1, 2)

При использовании двух плоскостей проекции (см. рис. 2) плоскость П1 располагают горизонтально и называют горизонтальной плоскостью поверхности. Плоскость П2 располагают вертикально пред наблюдателем и называют фронтальной плоскостью поверхности. Линию пересечения этих плоскостей проекции называют осью проекций и обозначают буквой X (рис.1,а).

Точку проецируют одновременно на обе плоскости проекций. Проекция точки на вторую плоскость проекции П2 является вторым, дополняющим элементом. Если из проекции А1 и А2 провести проецирующие лучи, то они пересекутся в единственной точке как принадлежащие одной плоскости, которая в свою очередь перпендикулярна плоскостям проекции П1 и П2, а так же и оси X.

Проекцию А1 называют горизонтальной проекцией точки А, а проекцию А2 фронтальной проекцией.

Две плоскости проекций разбивают все пространство на 4 части, которые называются квадрантами. Квадранты нумеруют в порядке указанном на рис. 1, а.

Пользоваться для изображения предметов пространственной системой взаимно перпендикулярных плоскостей проекции сложно, поэтому ее приводят к плоскому виду. Для этого горизонтальную плоскость проекций вращением вниз вокруг оси X совмещают с фронтальной плоскостью проекций П2 (рис 1, б). В результате получается комплекс двух проекций точки А на одной плоскости (рис. 2, в). Полученное изображение называют комплексным чертежом.

Двух проекционный комплексный чертеж – чертеж, состоящий из изображений предмета на двух плоскостях проекций, совмещенных с плоскостью чертежа.

На комплексном чертеже прямая А1 А2, соединяющая проекции точки А, называется линией связи.

При выполнении изображений предметов в ряде случаев возникает необходимость введения третьей плоскости проекций, перпендикулярной к двум имеющимся (рис. 2). Эту новую плоскость проекций обозначают П3 и называют профильной плоскостью проекций.

Три плоскости проекции длят пространство на восемь частей – октантов, которые номеруются в порядке, указанном на рис. 2.

В общем случае предмет может быть расположении в любом октанте.

Для образования комплексного чертежа горизонтальную плоскость проекций П1 вращением вниз вокруг оси X, а профильную плоскость проекций П3 вращением вправо вокруг оси Z (рис. 2, а) совмещают с фронтальной плоскостью проекций П2. В результате такого совмещения образуется трехпроекционный комплексный чертеж, например точки А, с осями X, Y, Z (см. рис. 2, б).

В общем случае комплексный чертеж можно получить, если в качестве новой плоскости проекций взять любую плоскость, перпендикулярную к одной из основных плоскостей проекции, значит:

Комплексный чертеж – это изображение на одной плоскости нескольких взаимосвязанных прямоугольных проекций предмета, полученное после определенного совмещения плоскостей проекций с плоскостью чертежа.

**Оси проекций на комплексном чертеже.**

Рассматривая комплексный чертеж, можно отметить, что на основании свойств параллельного проецирования параллельное перемещение системы плоскостей проекций не изменяет форму проекций предмета. На чертеже изменяется только положение осей проекций (рис. 3).

Оси проекций необходимы в двух случаях: если используется способ замены плоскостей проекций; если геометрические фигуры заданы координатами своих точек. В этих случаях оси нужны для отсчета размеров, т.е. используются не в их первоначальном назначении, а как базы отсчета размеров.

**Способы замены плоскостей проекции.**

Сущность этого способа заключается в том, что пространственные положения заданных элементов остается неизменным, а изменяется система плоскостей проекций, на которых строятся новые изображения геометрических образов. Дополнительные плоскости проекции вводятся таким образом, чтобы на них интересующие нас элементы изображались в удобном для конкретной задаче положении.

Рассмотрим решение четырех исходных задач способом замены плоскостей проекций:

1. ***Преобразовать чертеж прямой общего положения так,* *чтобы относительно новой плоскости проекций прямая общего положения заняла положение прямой уровня.***

Новую проекцию прямой, отвечающей отвечающей поставленной задаче, можно построить на новой плоскости проекций П4, расположив ее параллельно самой прямой и перпендикулярно одной из основных плоскостей проекций, т.е. от системы плоскостей П1┴П2 перейти к системе П4┴П1 или П4┴П2. На чертеже основная ось проекций должна быть параллельна одной из основных проекций прямой. На рис. 4 построено изображение прямой *l* (A, B) общего положения в системе плоскостей П1┴П4, причем П4║*l* . Новые линии связи A1 A4 и B1 B4 проведены перпендикулярно основной оси П1/П4, параллельны горизонтальной проекции *l*1.

Новая проекция прямой дает истинную величину A1 B4 отрезка АВ и позволяет определить наклон прямой к горизонтальной плоскости проекций (α=*l*1П1). Угол наклона прямой к фронтальной плоскости проекций (β=*l*1П2) можно определить, построив изображение прямой на другой дополнительной плоскости П4┴П2 (рис. 5).

1. ***Преобразовать чертеж прямой уровня так, чтобы относительно новой плоскости проекций она занимала проецирующее положение.***

Чтобы на новой плоскости проекций изображение прямой было точкой, новую плоскость проекций нужно расположить перпендикулярно данной прямой уровня. Горизонталь будет иметь своей проекцией точку на плоскости П4┴П1, а фронталь *f* – на П4┴П2.

Если требуется построить вырожденную в точку проекцию прямой *l* общего положения, то для преобразования чертежа потребуется произвести две последовательные замены плоскостей проекций. На рис. 6 исходный чертеж прямой *l* преобразован следующим образом: сначала построено изображении прямой на плоскости П4┴П2, расположенной параллельно самой прямой *l*. В системе плоскостей П2┴П4 прямая заняла положение линии уровня. Затем от системы П2┴П4 осуществлен переход к системе П4┴П5, причем вторая новая плоскость проекций П5 перпендикулярна самой прямой *l*. Так как точки А и В прямой находятся на одинаковом расстоянии от плоскости П4, то на плоскости П5 получаем изображение прямой в виде точки (А5≡В5≡*l*5).

1. ***Преобразовать чертеж плоскости общего положения так, чтобы относительно новой плоскости она занимала проецирующее положение.***

Для решения этой задачи новую плоскость проекций нужно расположить перпендикулярно данной плоскости общего положения и перпендикулярно одной из основных плоскостей проекций. Это возможно сделать, если учесть, что направление ортогонального проецирования на новую плоскость проекций должно совпадать с направлением соответствующих линий уровня данной плоскости общего положения. Тогда все линии этого уровня на новой плоскости плоскости проекций изобразятся точками, которые и дадут «вырожденную» в прямую проекцию плоскости.

На рис. 7 дано построение нового изображения плоскости Θ (АВС) в системе плоскостей П4┴П1. для этого в плоскости Θ построена горизонталь *h* и новая плоскость проекции П4 расположена перпендикулярно горизонтали *h.* Графическое решение третьей исходной задачи приводит к построению изображения плоскости в виде прямой линии, угол наклона которой к новой оси проекций П1/П4 определяет угол наклона α к плоскости Θ к горизонтальной плоскости проекций.

Построив изображение плоскости общего положения в системе П2┴П4 (П4 расположить перпендикулярно фронтали плоскости), можно определить угол наклона β этой плоскости к фронтальной плоскости проекций.

1. ***преобразовать чертеж проецирующей плоскости так, чтобы относительно новой плоскости она занимала положение плоскости уровня.***

Решение этой задачи позволяет определить величины плоских фигур.

Новую плоскость проекций нужно расположить параллельно заданной плоскости. Если исходное положение плоскости было фронтально проецирующим, то новое изображение строят в системе П2┴П4, а если горизонтально проецирующим, то в системе П1┴П4. новая ось проекций будет расположена параллельно вырожденной проекции проецирующей плоскости. На рис. 8 построена новая проекция А4В4С4 горизонтально проецирующей плоскости Σ (АВС) на плоскости П4┴П1.

Если в исходном положении плоскость занимает общее положение, а нужно получить изображение её как плоскости уровня, то прибегают к двойной замене плоскостей проекций, решая последовательно задачу *III,* а затем задачу *IV*. При первой замене плоскость становиться проецирующей, а при второй – плоскостью уровня (рис.9)

В плоскости λ (DEF) проведена горизонталь *h.* По отношению к горизонтали проведена первая ось П1/П4┴*h1*. Вторая нова ось проекций проведена параллельно вырожденной проекции плоскости, а новые линии связи – перпендикулярно вырожденной проекции плоскости. Расстояния для построения проекций точек на плоскости П5 нужно замерять на плоскости П1 от оси П1/П4 и откладывать по новым линиям связи от новой оси П4/П5. Проекция D5E5F5 треугольника DEF конгруэнтна самому треугольнику DEF.

**Способ вращения.**

Сущность этого способа заключается в том, что при неизменном положении основных плоскостей проекций изменяется положение заданных геометрических элементов относительно плоскостей проекций путем их вращения вокруг некоторой оси до тех пор, пока эти элементы не займут частное положение в исходной системе плоскостей.

В качестве осей вращения удобнее всего выбирать проецирующие прямые или прямые уровня, тогда точки будут вращаться в плоскостях, параллельных или перпендикулярных плоскостям проекций.

При вращении вокруг горизонталь проецирующей прямой *i* горизонтальная проекция А1 точки А перемещается по окружности, а фронтальная А2 – по прямой, перпендикулярной фронтальной проекции оси, являющейся фронтальной проекцией плоскости вращения Г2 (рис. 10). При этом расстояние между горизонтальными проекциями двух точек А и В (рис. 11) при их повороте на один и тот же угол ω остается неизменным.

Аналогичные выводы можно делать и для вращения вокруг фронталь проецирующей прямой. При вращении плоской фигуры вокруг оси перпендикулярной плоскости проекций, проекции её на эту плоскость не изменяются ни по величине, ни по форме, так как не изменяется наклон плоской фигуры к этой плоскости проекций, а меняется лишь положение этой проекции относительно линий связи. Вторая же проекция на плоскости, параллельной оси вращения, изменяется и по форме и по величине. Проекции точек на этой плоскости проекций находятся на прямых, перпендикулярных исходным линиям связи. Пользуясь этими свойствами, можно применить для образования чертежа способ вращения, не задаваясь изображением оси вращения и не устанавливая величину радиуса вращения. Это – способ *плоскопараллельного перемещения,* при котором все точки геометрической фигуры перемещаются во взаимно параллельных плоскостях без изменения действительного вида и размеров этой фигуры (рис. 12).

Треугольник АВС занимает общее положение. Первым плоскопараллельным превращением он поставлен во фронталь проецирующее положение с помощью горизонтали *h*, которую расположим как фронталь проецирующую прямую в её плоскости вращения Г║П1.

Вторым перемещением треугольник АВС расположен параллельно плоскости П1. Без изменения оставлена вырожденная фронтальная проекция треугольника (А2В2С2=(А2’В2’C2’)? А новая горизонтальная проекция, дающая истинную величину треугольника АВС, получена построением новых горизонтальных проекций точек А1’В1’C1’ в результате их вращения в параллельных фронтальных плоскостях уровня.

На этом примере рассмотрено решение третьей и четвертой исходных задач путем преобразования комплексного чертежа плоскости общего положения способом плоско параллельного перемещения.

Если в качестве оси вращения взять линию уровня, то истинную величину плоской фигуры общего положения можно построить одним поворотом, т.е. избежать двойного преобразования чертежа, что имело место в замене плоскостей проекций и плоско параллельном перемещении. На рис. 13 построено изображение треугольника АВС (А1В1С1) после поворота его вокруг горизонтали *h*(C, 1) до положения, совмещенного с горизонтальной плоскостью уровня Г∈*h*. Так как горизонталь проходит через точку С, то последняя неподвижна при вращении треугольника. Нужно повернуть только точки А и В вокруг горизонтали до совмещения их с плоскостью Г∥П1. Точка А вращается в горизонтально проецирующей плоскости ∑А , перпендикулярной оси вращения. Центр вращения О точки А лежит на оси вращения. В момент, когда в результате вращения точка А окажется в плоскости Г , т.е. совместиться с горизонтальной плоскостью уровня, её горизонтальная проекция А1 будет удалена от горизонтальной оси вращения *h*1 на расстояние, равное истинной величине радиуса вращения RA точки А. Натуральную величину RA можно построить, как гипотенузу О1А прямоугольного треугольника, одним катетом которого является горизонтальная проекция радиуса А1О1, а вторым – разность высот точек А и О. Построив совмещенную горизонтальную проекцию точки А, легко достроить изображение всего треугольника А1В1С1 в совмещенном с плоскостью Г положении, используя неподвижную точку 1 и плоскость вращения точки В (∑В1⊥*h*1). Фронтальная проекция треугольника АВС выродиться в прямую и совместиться с проекцией Г2 плоскости совмещения.

Аналогичные действия выполняют при вращении плоской фигуры вокруг её фронтали. Совмещение в этом случае ведется с фронтальной плоскостью уровня (Ф∥П2), проходящей через ось вращения – фронталь.

**Заключение.**

Решении простарансвенных задач ан комплексном чертеже значительно упрощается, если интересующие нас элементы пространства занимают частные положение, т.е. располагаются параллельно или перпендикулярно плоскостям проекций. Получающиеся в этом случае «вырожденные» проекции помогают получить ответ на поставленную задачу или упростить ход её решения. Чтобы добиться такого положения геометрических элементов, комплексный чертеж преобразуют или перестраивают, исходя из конкретных условий. Преобразование чертежа отображает изменение положения геометрических образов или плоскостей проекций в пространстве. В основном используются два способа преобразования чертежа: способ замены плоскостей проекций и способ вращения.

**Список используемой литературы:**

М. П. Власов – Инженерная графика

А. И. Лагерь, Э. А. Колесникова – Инженерная графика

О. В. Локтев – Краткий курс начертательной геометрии

С. К. Боголюбов, А. В. Воинов - Черчение