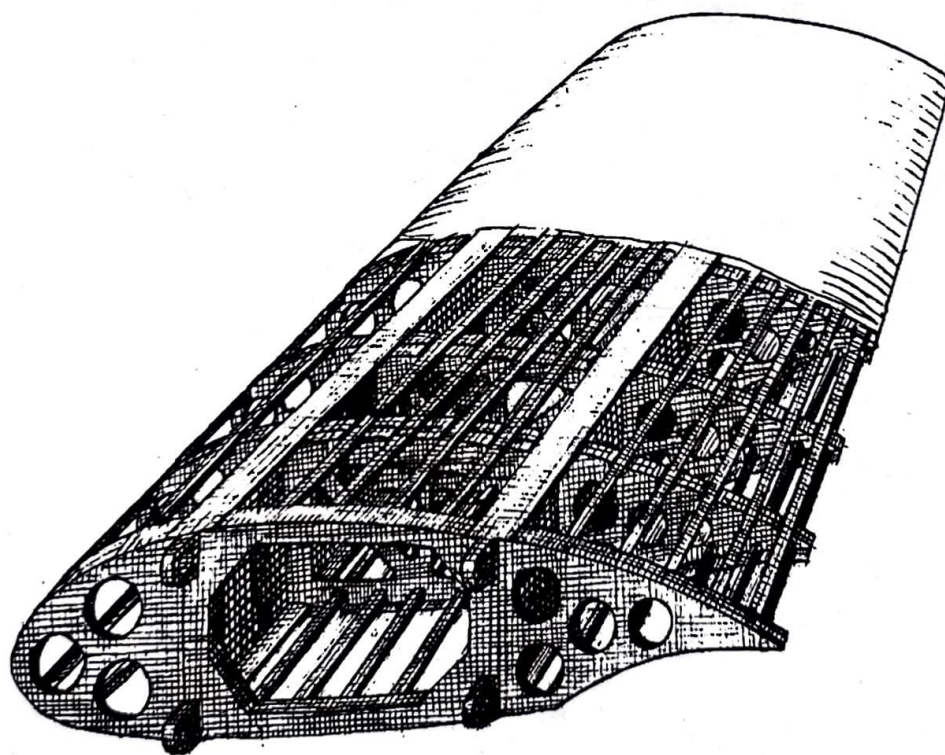


МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(технический университет)

Т. М. ХВЕСЮК

ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ



Актуализировано

31.08.2021

Зав кафедрой 904

Куприков М.Ю.

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(технический университет)**

Т. М. ХВЕСЮК

**ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК
В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

**Учебное пособие
(издание второе)**

Москва • 2000

Хвезюк Т.М. Технический рисунок в курсе инженерной графики:
Учебное пособие (2-е издание). – Москва. 2000 г. – 47 с.: ил.

Изложены правила и приемы выполнения технических рисунков плоских фигур, геометрических тел, деталей и сборочных единиц. Рассмотрены некоторые способы передачи светотени.

Предназначено для повышения уровня инженерной подготовки студентов конструкторско-технологических специальностей.

Рецензенты: Н.А. Бородин, Б.П. Лунев, Г.А. Пугин

© Московский авиационный институт, 2000
Кафедра «Инженерная графика»
Дизайн и верстка – Бодрышев В.В.

ВВЕДЕНИЕ

Метод аксонометрических проекций в технике применяется для быстрого построения от руки наглядных изображений различных изделий. Такое изображение называется техническим рисунком. Другими словами, технический рисунок это наглядное графическое изображение изделия, выполненное от руки в произвольном масштабе, в котором ясно раскрыта техническая идея объекта, правильно передана его конструктивная форма и верно найдены пропорциональные соотношения. Для придания конструкции большей наглядности используют оттенение.

Владение навыком технического рисования позволяет конструктору быстро и в полном объеме увидеть и показать другим особенности нового конструктивного решения. Генеральный авиаконструктор А.С. Яковлев писал: «Очень помогло мне в будущей моей работе умение рисовать. Ведь, когда инженер-конструктор задумывает какую-нибудь машину, он мысленно во всех деталях должен представить себе свое творение и уметь изобразить его карандашом на бумаге».

Современные программные графические системы дают возможность формировать на экране дисплея изображения технических объектов. Поэтому знание правил выполнения и владение навыками построения технического рисунка карандашом помогут правильно использовать средства машинной графики при автоматизированном конструировании. Известно, что графическая информация, например аксонометрическое изображение изделия, воспринимается на четыре порядка быстрее, чем анализ символов и цифр (например, комплексный чертеж изделия).

При написании учебного пособия использован опыт многолетнего преподавания технического рисования на кафедре «Инженерная графика» МАИ. Для некоторых примеров выполнения рисунков деталей и сборочных единиц представлены работы, выполненные студентами разных лет (1946–1999 гг.).

1. ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ РИСОВАНИЯ

Все рисунки должны выполняться только от руки без помощи каких-либо чертежных инструментов. Качество рисунков будет зависеть от принадлежностей, необходимых для рисования, и желания учиться.

К принадлежностям для рисования относятся бумага, карандаши и резинка.

Бумагу рекомендуется использовать плотную (рисовальную) или чертежную формата А3 (297× 420). Рисовальная бумага отличается от чертежной тем, что она более пористая и имеет шероховатую поверхность.

Карандаши выбираются в зависимости от качества бумаги: чем выше сорт бумаги, тем тверже должен быть карандаш. Для обыкновенной чертежной бумаги среднего качества годен карандаш марки «ТМ» или «М» (импортные «В», «F», «НВ»).

Карандаш следует отточить на длину 20-25 мм так, чтобы графит выступал на 5-6 мм.

В процессе работы карандаш время от времени поворачивают в руке, чтобы рисовать только острой частью графита. Притупившийся графит удобно оттачивать на мелкозернистой наждачной бумаге, наклеенной на фанеру или картон.

Для рисования применяют резинки только мягкие - остроугольные: они не разрушают поверхность бумаги и незаметно удаляют остроугольной частью отдельные линии.

Существует два приема стирания резинкой: движением по бумаге и прикладыванием к бумаге. При стирании линий движение резинки (первый прием) направляется в сторону от руки, поддерживающей бумагу, чтобы избежать ее смятия или разрыва. Для ослабления тона пользуются вторым приемом: легко прижимая несколько раз резинку к изображению, снимают излишек графита. Резинка, насыщаясь графитом, становится грязной, начинает пачкать бумагу. Стирание всегда надо выполнять чистой резинкой, для чего время от времени ее чистят о шероховатую поверхность.

Успешному приобретению умений и навыков технического рисования будет способствовать правильная организация работы с самого начала.

На столе у рисующего не должно быть никаких посторонних вещей. Во время работы следует сидеть прямо, не сгибая корпус, выдвинув несколько вперед правое плечо. Ноги должны находиться в устойчивой

вом положении. Кисть правой руки при рисовании едва касается поверхности листа, а вся рука полусогнута и находится почти на весу.

Свет должен падать на бумагу слева-сверху, чтобы тень рисующего не закрывала рисунок.

Обычно студенческие работы оформляются рамкой и основной надписью.

2. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПОСТРОЕНИЯ

Важнейшими условиями при рисовании являются умение четко и свободно проводить от руки прямые линии (параллельные и перпендикулярные), делить отрезки прямых и дуги окружностей на равные части, а также достаточно точно от руки рисовать окружности и эллипсы.

Для удобства выполнения рисунков карандаш держат не так, как при письме, а дальше от заточенного конца. В таком положении рисующий может легко поворачивать карандаш в разные стороны и получать разнообразные по толщине линии. Чтобы придать руке устойчивость, можно упираться концом мизинца о поверхность листа. Карандаш надо держать в руке свободно, так, чтобы в работе участвовали не только пальцы, но и вся кисть.

Для того чтобы лучше увидеть правильно ли намечены точки, проведены линии и дуги, надо отодвинуть рисунок на расстояние вытянутой руки.

При окончательной точной прорисовке и обводке карандаш держат ближе к отточенному концу, так же устойчиво, как при письме. Кисть руки прижата к бумаге. Это позволит провести и обвести линии.

2.1. Рисование линий

Чтобы провести ровную горизонтальную прямую линию, намечают точки, отстоящие на одинаковом расстоянии от верхнего края листа, и делают несколько движений рукой слева направо по воздуху, как бы соединяя намеченные точки. Затем проводят быстрым движением карандаша тонкую линию. При этом линия может получиться с искривлением. В таком случае ее не стирают, а проводят по ней другую линию, выравнивающую ее, и только после этого удаляют лишнее мягкой резинкой. Прямую или кривую линию стараются всегда рисовать как можно более длинными штрихами, а не короткими черточками.

Вертикальную линию рисуют движением руки сверху вниз, пользуясь теми же правилами, что и при рисовании горизонтальной линии.

Кривую линию рисуют движением руки по направлению изгиба кривой. Направление движения карандаша при проведении прямых и кривой на рис. 1 показано стрелками.

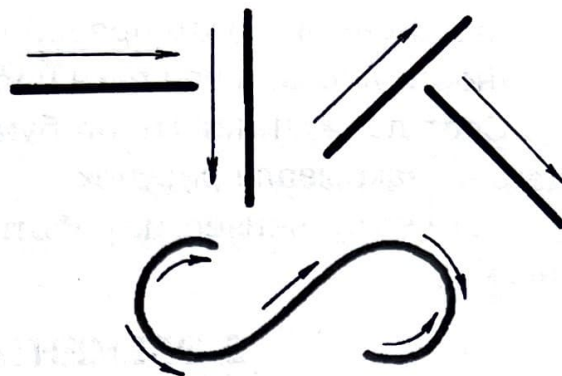


Рис. 1

2.2. Деление отрезка на равные части

Предположим, что заданный отрезок AB необходимо разделить на две равные части (рис. 2). Для этого определяют на глаз середину отрезка и отмечают ее точкой O . Проверку точности деления осуществляют с помощью карандаша. Делается это следующим образом: конец карандаша прикладывают к точке O , а точку B отмечают на карандаше ногтем большого пальца или изгибом указательного и сравнивают полученные величины отрезков AO и OB . Если точка O получилась не в середине, то ее перемещают влево или вправо, пока обе части не получатся равными.

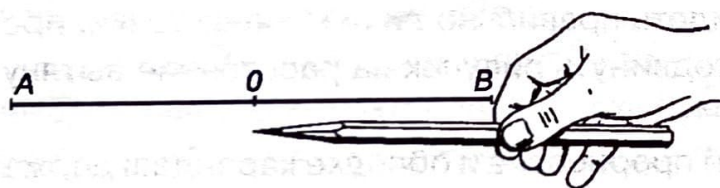


Рис. 2

Если надо разделить отрезок на четыре равные части, то делят каждую половину еще раз пополам.

Для того чтобы разделить отрезок на пять равных частей, сначала его делят на две неравные части так, чтобы одна его часть была в полтора раза больше другой. Затем большой отрезок также на глаз делят на три равные части, а меньший – пополам.

2.3. Рисование углов

Угол 90° рисуют, проводя от руки две взаимно перпендикулярные тонкие прямые (рис. 3, а), и сравнивают смежные углы. Если углы не равны, то, не стирая линий, вносят поправку, т. е. рисуют перпендикуляр более точно, а затем удаляют ненужные линии и обводят стороны угла основными линиями.

Угол 45° рисуют в следующем порядке (рис. 3, б):

– проводят горизонтальную прямую;

– отмечают на ней точку A ;

– на произвольном расстоянии от точки A по прямой отмечают точку B ;

– через точку B проводят перпендикуляр;

– откладывают на нем отрезок BD , равный отрезку AB ;

– соединив точки A и D отрезком прямой, получим искомый угол 45° .

Углы 30° , 60° и 120° строят следующим образом (рис. 4):

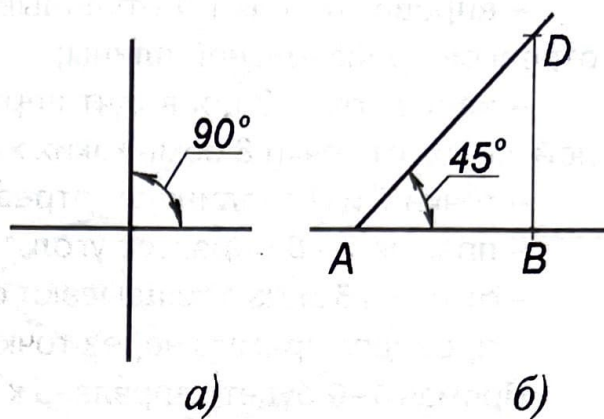


Рис. 3

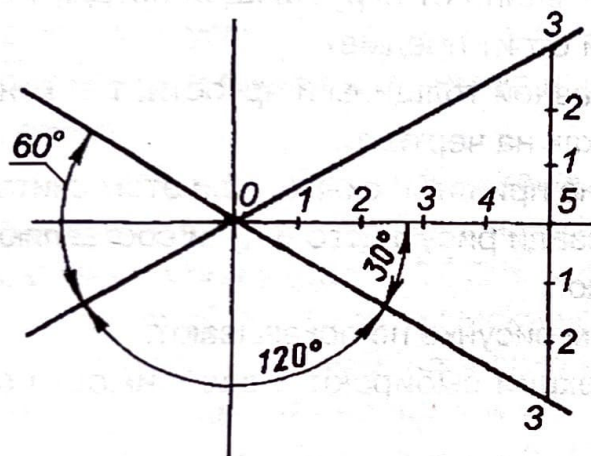


Рис. 4

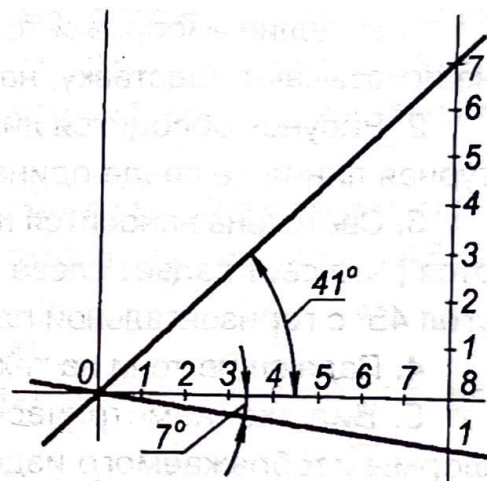


Рис. 5

– проводят горизонтальную прямую и отмечают на ней точку O ;

– через точку O проводят перпендикуляр к прямой;

– от точки O вправо откладывают на горизонтальной прямой пять произвольных, равных между собой, отрезков;

– через последнее деление проводят вертикальную линию;

– от точки 5 вверх и вниз откладывают три таких же отрезка;

– из точки 3, расположенных выше и ниже точки 5, проводят прямые через точку O . Они будут наклонены к горизонтальной прямой под углом примерно 30° .

Углы 7° и 41° для осей координат прямоугольной диметрической проекции строятся от руки следующим образом (рис. 5):

– проводят две взаимно перпендикулярные прямые;

- вправо от точки O откладывают на прямой восемь одинаковых отрезков произвольной длины;
 - через точку 8 проводят вертикальную линию и откладывают на ней вверх от точки 8 семь таких же отрезков;
 - точки 7 и O соединяют отрезком прямой и продолжают вниз;
 - прямая $7-O$ образует угол 41° с горизонтальной линией;
 - от точки 8 вниз откладывают отрезок $8-1$, равный одному делению;
 - проводят прямую через точки 1 и O .
- Прямая $1-O$ будет направлена к горизонтальной линии под углом 7° .

3. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО РИСУНКА

Технический рисунок в курсе «Инженерная графика» имеет следующие особенности:

1. Изделие изображается изолированно от окружающей среды, т.е. не показывают подставку, на которой стоит предмет.
2. Рисунок обводится линиями разной толщины и яркости, т.е. контурная линия не везде одинаковая, как на чертеже.
3. Светотень наносится по условно принятой схеме. При этом считается, что свет падает слева сверху сзади рисующего и лучи составляют угол 45° с горизонтальной плоскостью.
4. Падающие тени на техническом рисунке не показывают.
5. Вид аксонометрической проекции выбирают в зависимости от формы изображаемого изделия.
6. При выполнении разрезов действуют правила из ГОСТ 2.317-69.

4. ПОСТРОЕНИЕ РИСУНКОВ ПЛОСКИХ ФИГУР

Рассмотрим построение рисунков квадрата, окружности и шестигранника.

4.1. Построение рисунка квадрата

Рисунок выполняется тонкими линиями в следующем порядке (рис. 6,а):

- нарисуем прямой угол;
- на сторонах угла отложим одинаковые отрезки AB и AD , равные l ;
- через точки B и D проведем прямые, параллельные сторонам прямого угла;
- на пересечении получим угол C .

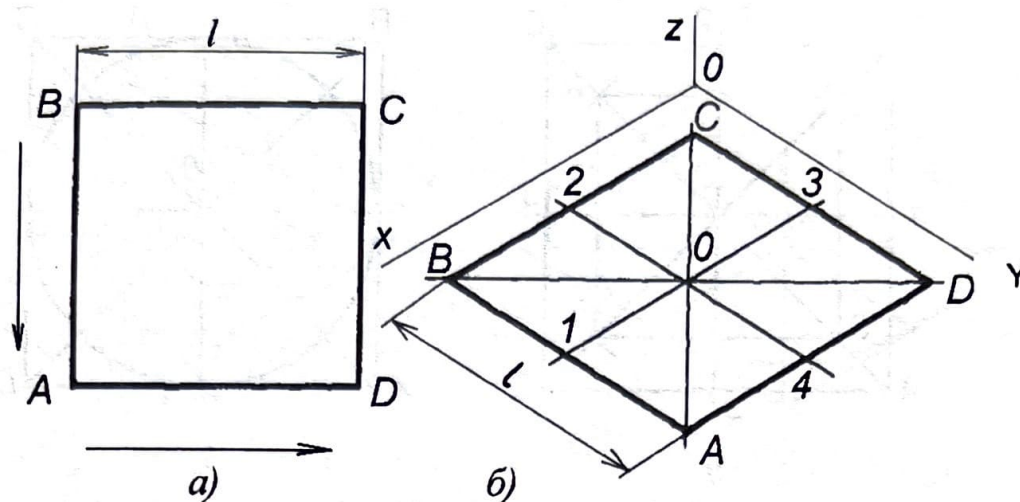


Рис. 6

Прежде чем обвести квадрат, необходимо проверить, равны ли его стороны и углы. Обнаруженные неточности следует исправить, не стирая контура рисунка, затем удалить резинкой лишние линии и обвести контур.

Построим рисунок этого квадрата в прямоугольной изометрической проекции, приняв, что сторона AD параллельна оси x , а сторона AB параллельна оси y (рис. 6,б). Для этого:

- нарисуем изометрические оси x, y и z ;
- отметим точку O (середины квадрата) и проведем через нее прямые, параллельные осям x и y ;
- отложим на них отрезки $O-1, O-2, O-3, O-4$, равные половине стороны квадрата $l/2$;
- через точки 1, 2, 3 и 4 проведем прямые, параллельные осям координат x и y , которые при пересечении определяют углы квадрата $ABCD$ в изометрической проекции.

Квадраты, расположенные параллельно фронтальной и профильной плоскостям, рисуют тем же способом.

4.2. Построение рисунка окружности

Окружность следует рисовать вместе с квадратом, в который она вписывается. Это позволяет быстро получить навык более правильного изображения окружностей.

Нарисуем окружность (рис. 7):

- построим рисунок квадрата $ABCD$ со стороной, равной диаметру окружности, и проведем в нем диагонали;

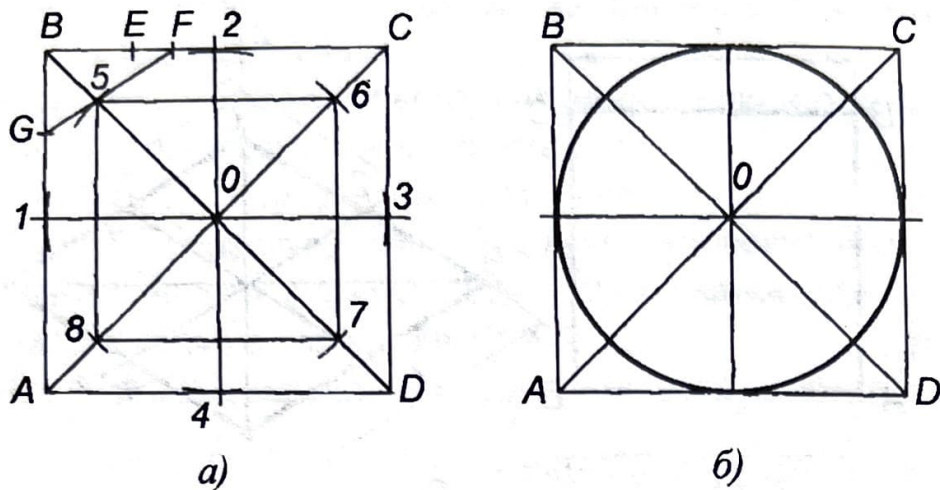


Рис. 7

- через середину квадрата (точку O) проведем две взаимно перпендикулярные линии;
- точки 1, 2, 3 и 4 принадлежат окружности;
- для определения промежуточных точек окружности надо разделить:
 - а) отрезок $B-2$ в точке E пополам; б) отрезок $E-2$ в точке F пополам; в) отрезок $B-1$ в точке G пополам; г) соединим прямой точки G и F ;
 - прямая GF пересечет диагональ BD в точке 5. Точка 5 принадлежит окружности;
 - через точку 5 проведем горизонтальную прямую до пересечения с диагональю AC в точке 6;
 - точки 7 и 8 расположены симметрично точкам 5 и 6;
 - через каждую из полученных восьми точек проведем такие дуги, которые наметят форму окружности.

Для того чтобы лучше увидеть, правильно ли намечены точки, надо отодвинуть от себя рисунок на расстояние вытянутой руки, затем внести поправки и убрать резинкой ненужные линии. В заключение обведем окружность основной линией, как показано на рис. 7, б).

В изометрической проекции окружность изображается в виде эллипса. Нарисуем, например, изометрическую проекцию окружности, расположенной параллельно плоскости xOy (рис. 8):

- построим изометрические оси xOy ;
- определим положение центра O окружности;
- нарисуем изометрическую проекцию квадрата со стороной, равной диаметру окружности, и центром в точке O ;
- определим промежуточные точки 5, 6, 7 и 8, с помощью которых нарисуем эллипс - изометрическую проекцию окружности.

Изометрические проекции окружностей, лежащих в плоскостях, па-

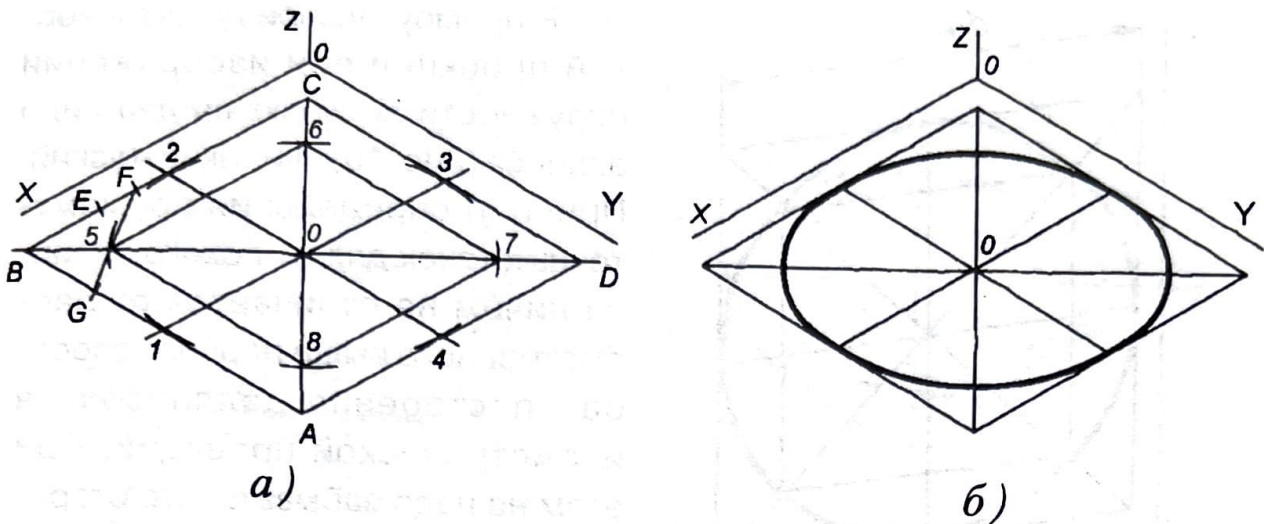


Рис. 8

раллельных фронтальной и профильной плоскости проекций, строятся также.

Изометрическую проекцию окружности можно построить другим способом. Известно, что величина сопряженного диаметра эллипса относится к величине большой оси эллипса и к величине малой оси эллипса как 4:5:3. Нарисуем окружность, лежащую в плоскости, параллельной профильной плоскости. Порядок построения рисунка будет следующий (рис. 9):

- через центр O эллипса проводим сопряженные диаметры (прямые, параллельные осям z и y);

- откладываем на них от точки O отрезки $0-1$, $0-2$, $0-3$, $0-4$, равные радиусу окружности;

- делим отрезок, например $0-2$, на 4 равные части;

- через точку O проводим прямую, параллельную оси x , на ней в обе стороны отложим по три одинаковых отрезка, равных OA , таким образом построим направление и величину малой оси эллипса (отрезок $6-5$);

- через точку O проведем прямую, перпендикулярную малой оси, и отложим на ней в обе стороны от точки O пять отрезков, равных OA , крайние точки обозначим цифрами 7 и 8. Отрезок $7-8$ является большой осью эллипса;

- по найденным восьми точкам рисуем эллипс.

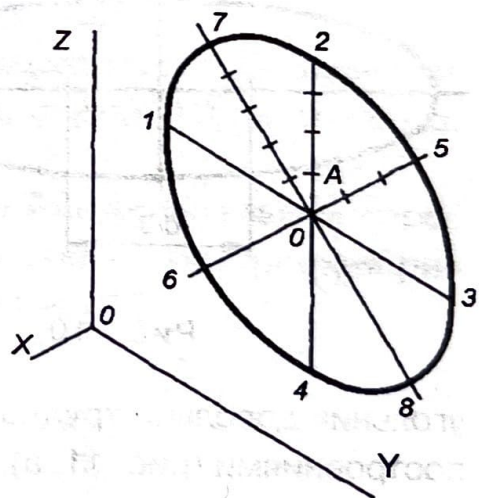


Рис. 9

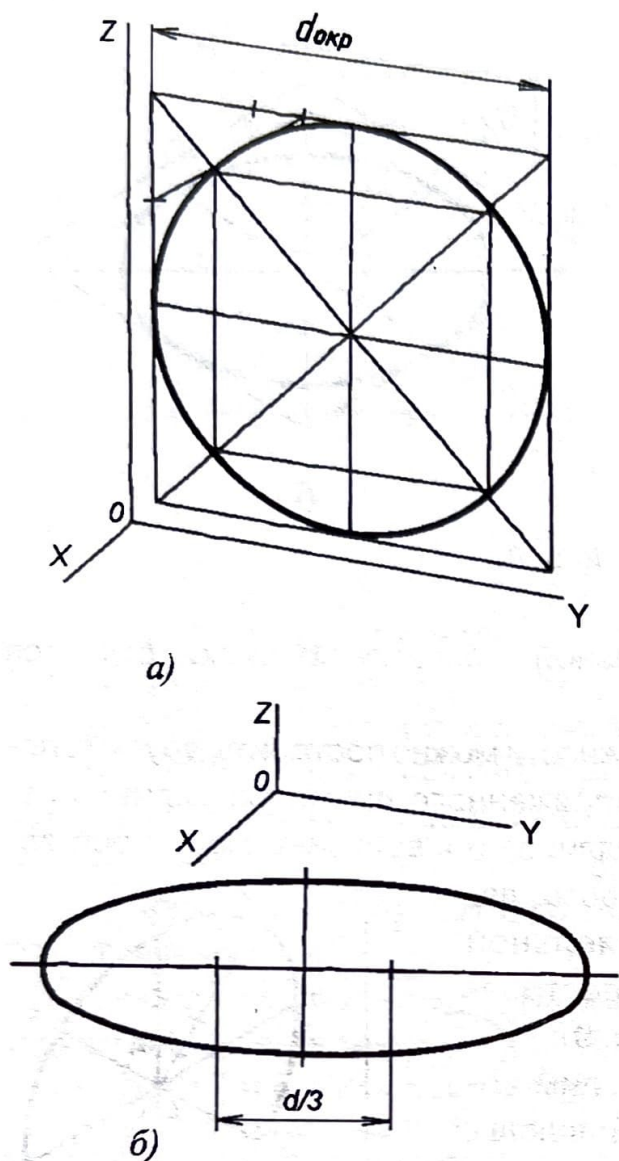


Рис. 10

В прямоугольной диметрической проекции при изображении окружности получают два вида эллипса (рис. 10): широкий и узкий. Принцип определения промежуточных точек для широкого эллипса ничем не отличается от рассмотренного выше первого способа построения эллипсов в изометрической проекции. При этом не надо забывать, что сторона ромба равна диаметру окружности. Соотношение осей этого эллипса получится равным 10:9.

Рисунок узкого эллипса выполняется по четырем точкам без дополнительных построений: В техническом рисовании отношение малой оси эллипса к большой равно 1:3, т.е. большая ось будет равна диаметру окружности, а малая ось – третьей части диаметра.

4.3. Построение рисунков правильных многоугольников

Нарисовать правильный шестиугольник довольно трудно. Воспользуемся для этого дополнительными построениями (рис. 11, а):

- тонкими линиями нарисуем квадрат;
- проведем диагонали и найдем центр O ;
- через точку O проведем две взаимно перпендикулярные прямые AD и MN ;
- считаем, что AD - диагональ шестиугольника;
- отрезки AO и OD делим пополам вертикальными прямыми KL и GJ ;
- разделим отрезок OM на две равные части в точке 1;
- отрезок $M-1$ в точке 2 разделим также на две равные части;
- разделим пополам отрезок $M-2$ в точке 3;
- через точку 3 проведем горизонтальную прямую, которая пере-

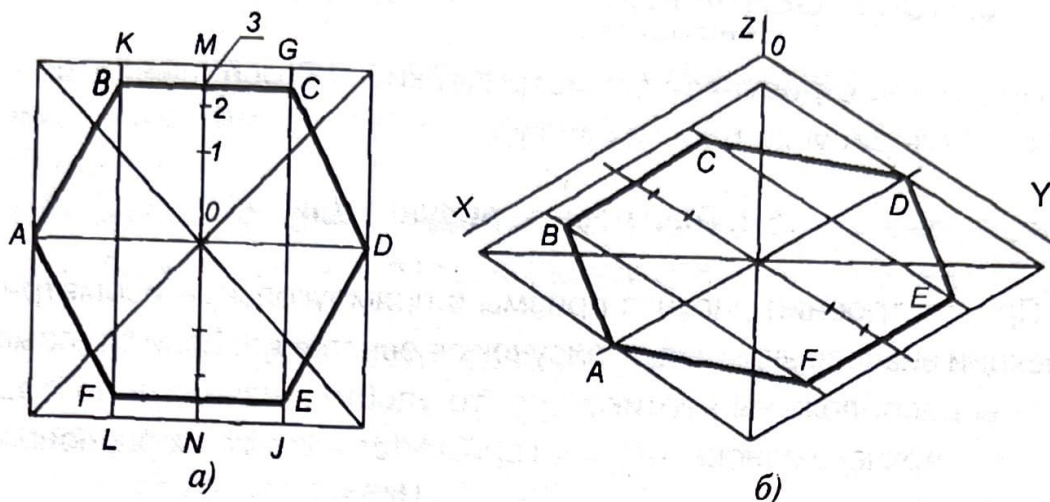


Рис. 11

сечет прямые KL и GJ в точках B и C ;

– соединив отрезками прямых точки A и B , C и D , получим рисунок верхней половины фигуры шестиугольника;

– аналогично нарисуем нижнюю половину.

На рис. 11,б показано построение изображения того же шестиугольника в прямоугольной изометрической проекции, расположенного параллельно горизонтальной плоскости проекций.

Начинать рисунок надо с построения квадрата в изометрической проекции, в который вписан шестиугольник, считая AD диагональю, расположенной параллельно оси x .

Шестиугольники, расположенные параллельно фронтальной и профильной плоскостям, рисуются аналогично. Способ построения рисунка правильного пятиугольника показан на рис. 12.

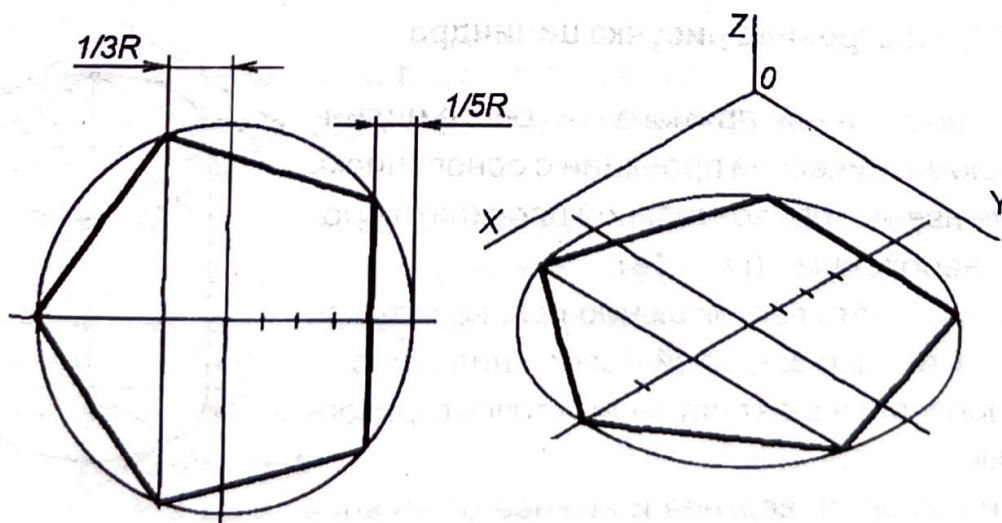


Рис. 12

5. ПОСТРОЕНИЕ РИСУНКОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Построение рисунков геометрических тел основывается на умении строить рисунки плоских фигур.

5.1. Построение рисунка призмы

При построении рисунка призмы в прямоугольной изометрической проекции вначале выполняют рисунок ее основания. Если боковые ребра призмы расположены вертикально, то удобнее начинать построение с рисунка верхнего основания, при горизонтальном же их расположении – с переднего.

Нарисуем шестиугольную призму, стоящую вертикально. Размеры призмы примем следующие: диагональ шестиугольника l , высота ребра h . Рисунок выполним в следующей последовательности (рис. 13):

- построим рисунок квадрата со стороной l в изометрической проекции;
- в полученный ромб врисуем шестиугольник, считая, что диагональ его параллельна оси X ;
- проведем через каждую вершину шестиугольника вертикальные прямые, на которых отложим длину ребра h ;
- через концы отрезков проведем прямые, параллельные верхнему основанию призмы.

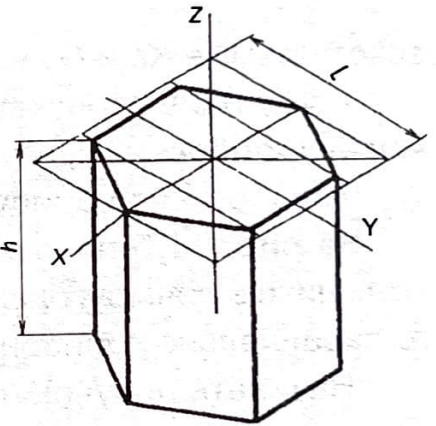


Рис. 13

5.2. Построение рисунка цилиндра

Для построения прямого кругового цилиндра в изометрической проекции с основанием, параллельным горизонтальной плоскости проекций, необходимо (рис. 14):

- нарисовать вертикальную ось, на которой отложить размер заданной высоты цилиндра;
- провести через полученные точки горизонтальные прямые;
- нарисовать верхнее и нижнее основание цилиндра, т.е. нарисовать ромб со сторонами,

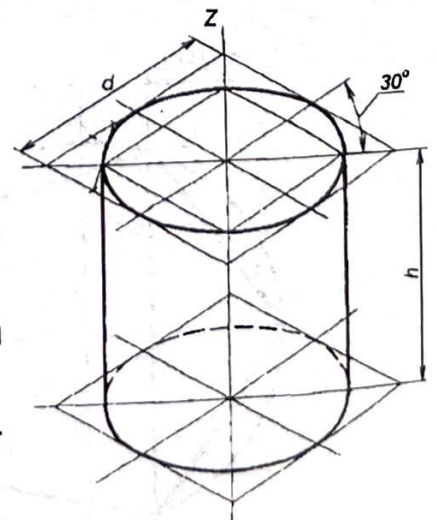


Рис. 14

равными d , и врисовать в них эллипсы;

– провести вертикальные прямые, касательные к эллипсам.

Если основания цилиндра будут расположены параллельно вертикальным плоскостям проекций, принцип построения рисунка цилиндра остается таким же.

В прямоугольной диметрической проекции рисунок цилиндра выполняют в той же последовательности, что и в изометрической.

5.3. Построение рисунка конуса

Выполнение рисунка прямого кругового конуса, стоящего основанием на горизонтальной плоскости, начинают с построения аксонометрических осей. Сначала по оси z откладывают заданную высоту конуса h . Затем выполняют рисунок основания – эллипс. Из вершины конуса проводят две образующие, касательные эллипсу.

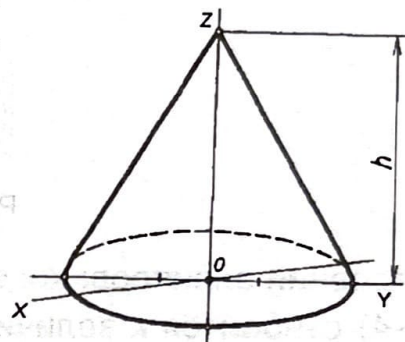


Рис. 15

На рис. 15 показано построение рисунка конуса в прямоугольной диметрической проекции.

5.4. Построение рисунка шара (сферы)

Рисунок шара в прямоугольных аксонометрических проекциях всегда имеет форму окружности.

Рассмотрим пример выполнения рисунка головки винта, которая представляет собой полусферу с призматическим вырезом (шлицем), ограниченным двумя вертикальными и одной горизонтальной плоскостями (рис. 16):

– рисуем экватор шара, т.е. эллипс, врисованный в ромб со стороной, равной диаметру шара, используя таким образом первый способ построения эллипсов;

– рисуем окружность, касательную к экватору, вписывая ее в квадрат со стороной, равной большой оси эллипса;

– вдоль оси x откладываем ширину паза;

– через точки 1 и 2 проводим линии, параллельные оси y до пересечения с экватором;

– рисуем два эллипса, получаемых от пересечения вертикальных плоскостей паза со сферой, используя, например, второй способ по-

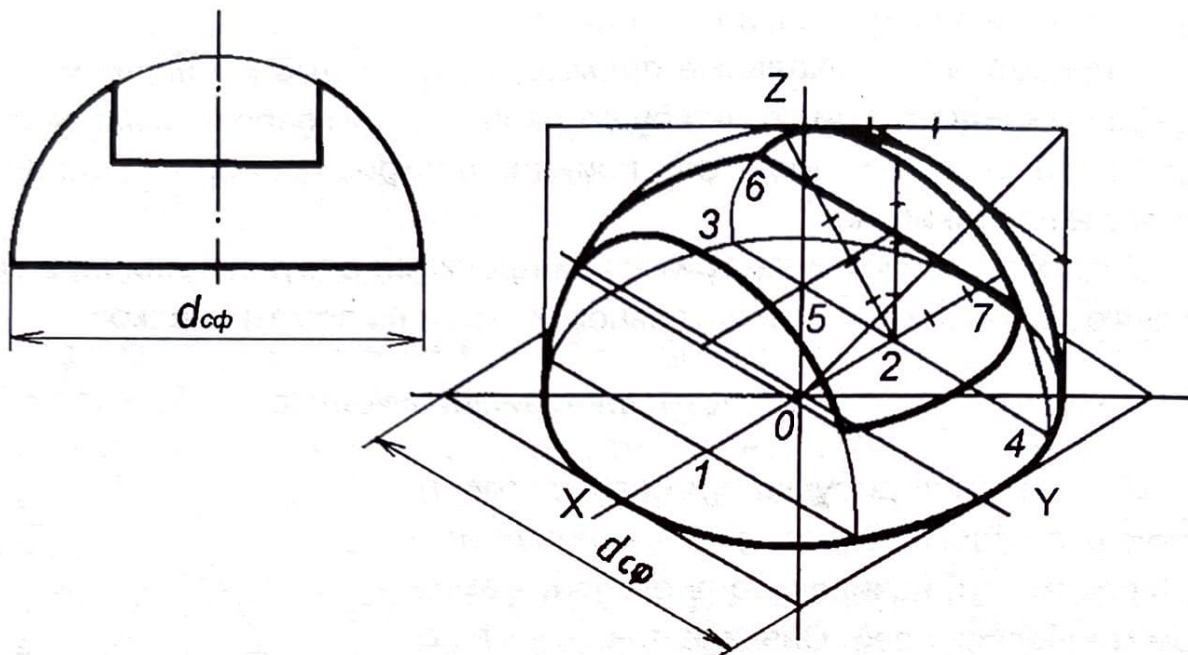


Рис. 16

строения эллипсов: когда величина сопряженного диаметра (отрезок 3-4) относится к величине малой оси и к величине большой оси как 4:3:5 (этот способ применяется только для прямоугольной изометрической проекции);

- по оси z вверх от точки 0 откладываем отрезок ($0-5$), равный расстоянию от центра сферы до горизонтальной плоскости паза;

- через точку 5 проводим линию, параллельную оси x , и откладываем на ней ширину паза. Через концы этого отрезка проводим прямые, параллельные оси y , до пересечения с эллипсами в точках 6 и 7 ;

- рисуем эллипс, полученный от пересечения горизонтальной плоскости паза со сферой с центром в точке 5 и проходящий через точки 6 и 7 , одним из способов, взяв величину сопряженного диаметра с комплексного чертежа сферы.

6. СВОТОНЬ НА ТЕХНИЧЕСКОМ РИСУНКЕ

Для придания рисунку большей наглядности и выразительности применяют в техническом рисовании средства передачи объема с помощью светотеней. Светотенью называется распределение света на поверхности предмета.

Наглядность рисунка зависит не только от правильного изображения формы и пропорций предмета, но и от верного распределения на его поверхности светотени (рис. 17).

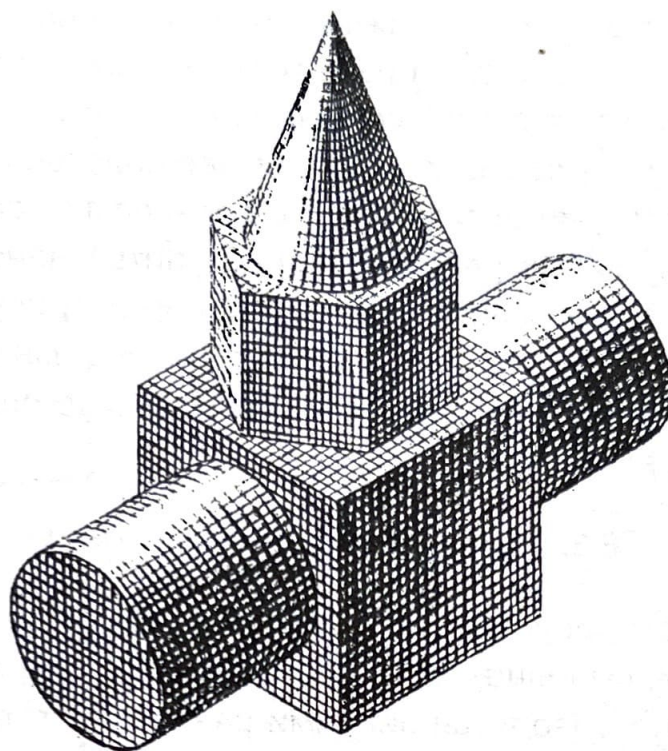


Рис. 17

6.1. Элементы светотени

В техническом рисовании условно принято считать, что источник света находится сверху слева сзади рисующего. Световые лучи составляют с горизонтальной плоскостью угол 45° , т.е. свет на рисунке всегда будет слева, а тень - справа, независимо от того, как рисуется предмет: с натуры или по чертежу.

Освещенность предмета зависит от угла наклона световых лучей к поверхности предмета. Освещенность достигает наибольшей силы, когда лучи падают на поверхность перпендикулярно. Наиболее освещенные поверхности оттеняются светлее, чем поверхности, удаленные от света.

Светотень состоит из следующих элементов: собственной тени, рефлекса, полутона, света и блика.

Собственной тенью называется тень, находящаяся в неосвещенной части предмета. Тень, отбрасываемая предметом на какую-нибудь поверхность (падающая тень), на техническом рисунке не показывается.

Свет – наиболее освещенная часть поверхности предмета. Полутон – слабо освещенные места на поверхности. При помощи полутонов осуществляется плавный переход от тени к свету.

Рефлексом называется отраженный свет на поверхности предмета в неосвещенной его части, иначе говоря, происходит высветление собственной тени за счет отраженных лучей света.

Рефлекс всегда светлее тени, но темнее полутона. С помощью его создается впечатление выпуклости. Блик – самое светлое пятно на поверхности вращения. Прежде чем приступить к нанесению светотени, необходимо тщательно проверить пропорции рисунка, параллельность линий, правильность построений эллипсов, многоугольников. В противном случае светотень усилит допущенные ошибки и рисунок получится искаженным.

6.2. Способ передачи светотени

В техническом рисунке в отличие от изображения в аксонометрической проекции, выполненного с помощью чертежных инструментов, контуры предмета обводятся линиями различной толщины и яркости (рис. 18, а). Вначале рисунок выполняют тонкими линиями, а затем в затемненных местах контуры усиливают более толстыми и темными линиями.

Построение технического рисунка рекомендуется выполнять карандашом средней твердости, а светотень – более мягким, например М.

Способ оттенения параллельной штриховкой является самым простым и наиболее распространенным. Этим способом чаще всего пользуются при выявлении объемной формы деталей, обработанных точением, сверлением и фрезерованием. Штриховку наносят от руки по форме изображаемого предмета.

Все вертикальные плоскости оттеняют вертикальными прямыми, горизонтальные плоскости – прямыми, параллельными аксонометрическим осям x или y . Плоскости, имеющие произвольный наклон, оттеняют штрихами, параллельными стороне угла наклона плоскости (рис. 19).

Расстояние между штрихами от 1 до 3 мм. Толщина штрихов при этом неодинаковая.

Перед тем как наносить штриховку, надо определить на рисунке самые темные и самые светлые поверхности предмета.

Надо помнить, что все горизонтальные плоскости должны оттеняться светлее, чем поверхности вертикальные.

При нанесении светотени на вертикальные плоскости надо учитывать, что при удалении поверхности от источника света яркая контрастная светотень на переднем крае будет постепенно ослабляться.

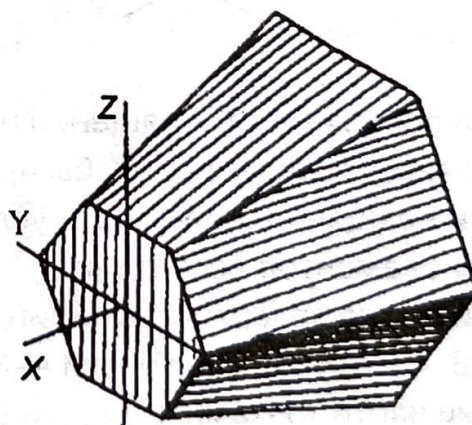
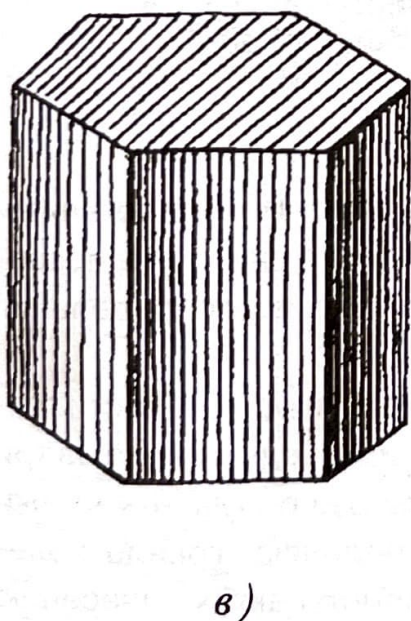
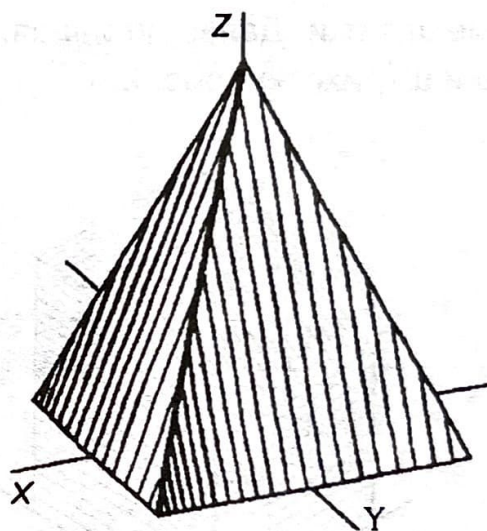
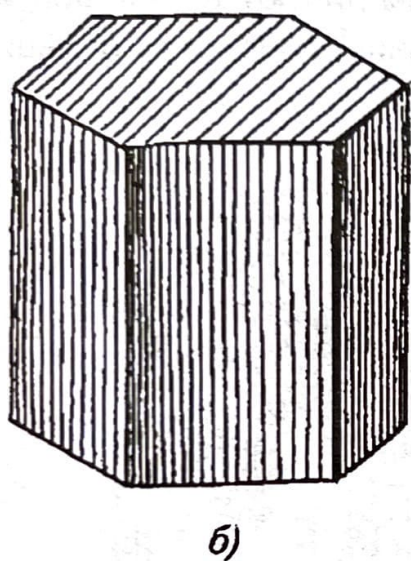
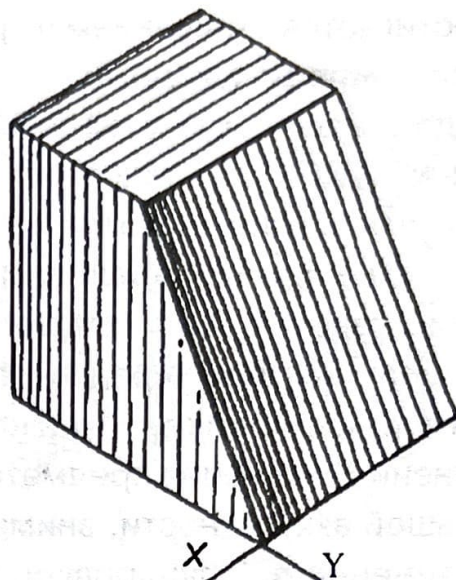
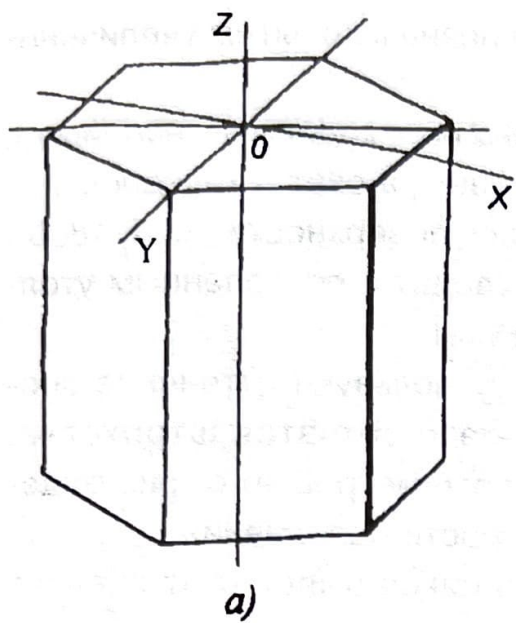


Рис. 18

Рис. 19

Это достигается утончением штриховки и незначительным увеличением расстояния между ними.

Надо знать, что в местах резких световых переходов, как, например, на гранях куба, тень становится как бы «гуще», а свет – «бледнее».

Вначале тонкие штрихи наносятся на все поверхности (рис. 18, б), затем проверяют их параллельность и обводят с постепенным утолщением к теневой части предмета (рис. 18, в).

На практике для передачи светотени используют оттенение способом шраффировки. Шраффировка – это сетчатая штриховка. Выполнение оттенения предмета этим способом требует от рисующего большой аккуратности, внимания и точности исполнения.

Оттенение шраффировкой многогранников выполняют сначала штрихами, параллельными осям x и y . Затем рисуют тонкие вертикальные штрихи. Далее, утолщая, обводим линии, по тому же принципу, что и штриховку (рис. 20).

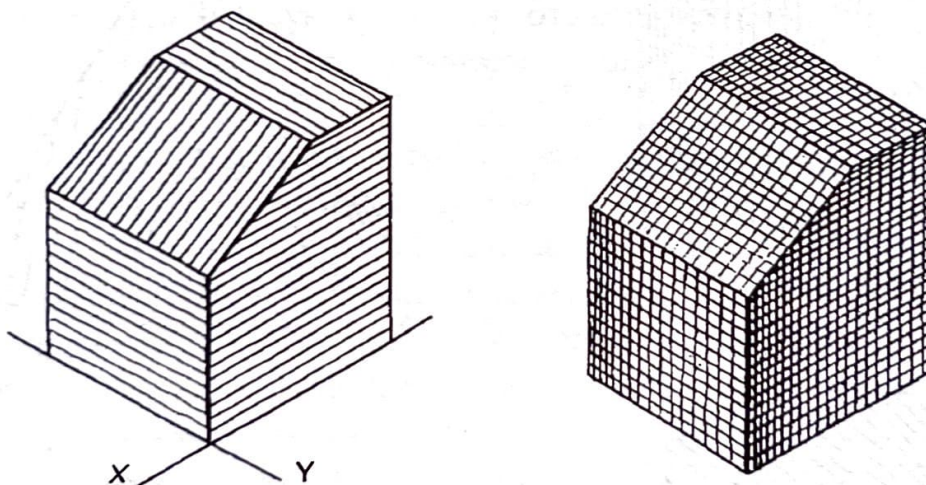
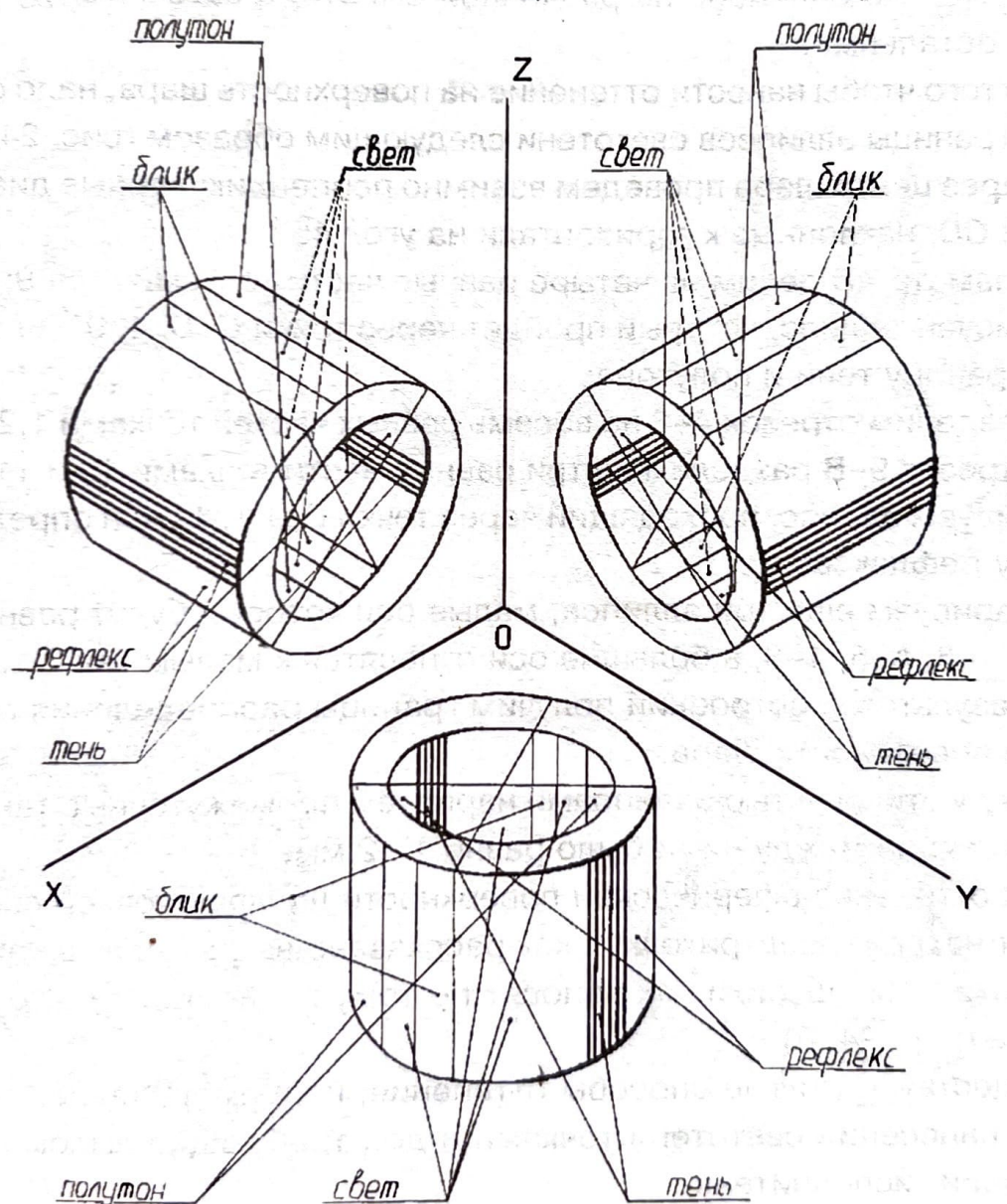
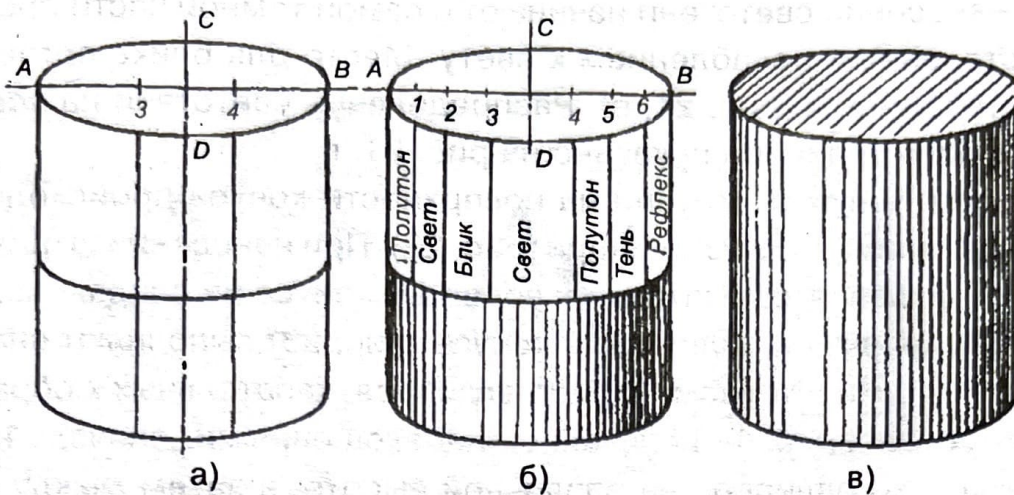


Рис. 20

На поверхностях вращения переход от света к тени осуществляется плавно, постепенно. Чтобы правильно нанести оттенение на поверхности вращения, надо знать условно принятую схему распределения на них элементов светотени.

Видимую поверхность цилиндра разделим на три равные части точками 3, 4 (рис. 21, а), отрезки А–3 и 4–В разделим каждый также на три равные части точками 1 и 2, 5 и 6 (рис. 21, б). Через полученные точки проведем образующие цилиндра, которые определяют границы элементов светотени на цилиндре. После этого приступают к нанесению параллельной штриховки в виде образующих различной толщины. Об-



г)
Рис. 21

водку и нанесение светотени начинают с самой темной части предмета с постепенным ослаблением к свету. Место для блика оставляют незаштрихованным (рис. 21, в). Распределение светотени на поверхностях полого цилиндра показано на рис. 21, г.

Распределение светотени на поверхности конуса происходит по тем же правилам, что и у цилиндра (рис. 22). При нанесении штриховки надо стремиться, чтобы штрихи у вершины конуса не сливались.

Шраффировку на цилиндре и конусе (рис. 23) выполняют сначала горизонтальными штрихами в виде эллипсов, касательных к образующим. Чтобы эллипсы не получались перекошенными, сначала намечают несколько эллипсов на различной высоте, а затем между ними рисуют остальные.

Для того чтобы нанести оттенение на поверхность шара, надо определить границы эллипсов светотени следующим образом (рис. 24, а):

- через центр шара проведем взаимно перпендикулярные диаметры AB и CD , наклонные к горизонтали на угол 45° ;
- диаметр AB делим на четыре равные части точками 4, 8, 9;
- рисуем эллипс, который пройдет через точки $C, D, 4, 9$. Он определит границу тени и полутона;
- разделим отрезок $A-8$ на восемь равных частей точками 1, 2, ..., 8;
- отрезок $9-B$ разделим на три равные части точками 10 и 11;
- рисуем эллипс, проходящий через точки $C, D, 1, 11$. Он определит границу рефлекса;
- нарисуем еще три эллипса, малые оси которых будут равны отрезкам $1-3, A-5, 1-8$, а большие оси относятся к малым как 2:1.

В результате построений получим границы распределения светотени на поверхности шара.

Между этими пятью эллипсами нарисуем промежуточные так, чтобы расстояние между ними было равно 1...2 мм.

Для оттенения сферической поверхности шраффировкой сначала наносят наклонную штриховку, как рассказано выше, а затем рисуют горизонтальные штрихи. Их наносят по тому же принципу, что и наклонные (рис. 24, б).

Существуют другие способы оттенения, например, такие, как отмывка, нанесение светотени точками и др., требующие высокой квалификации исполнителя.

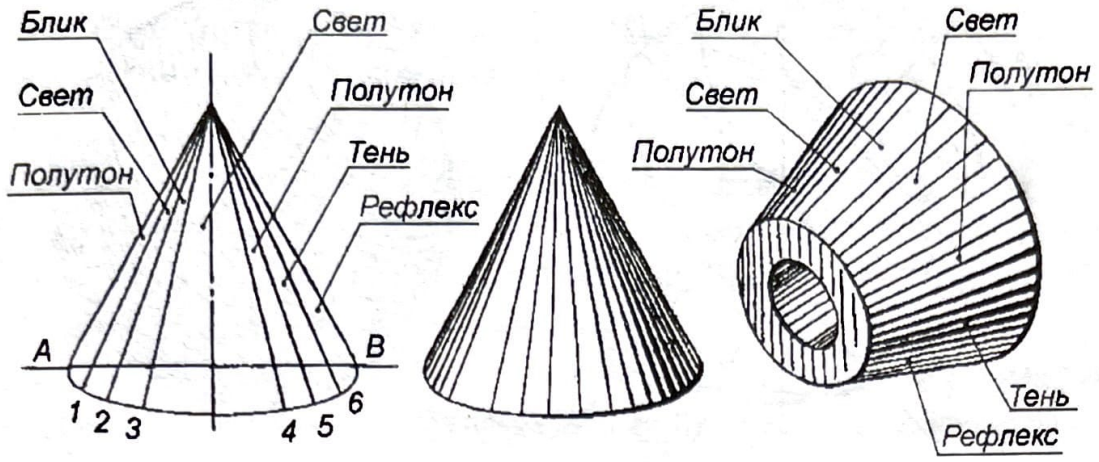


Рис. 22

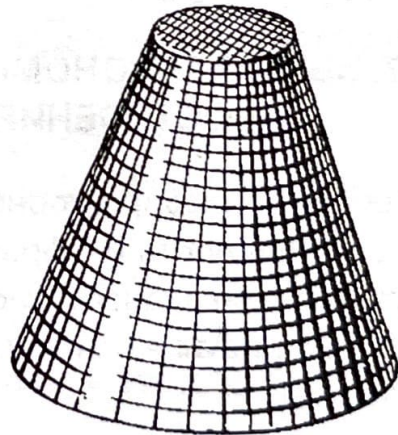
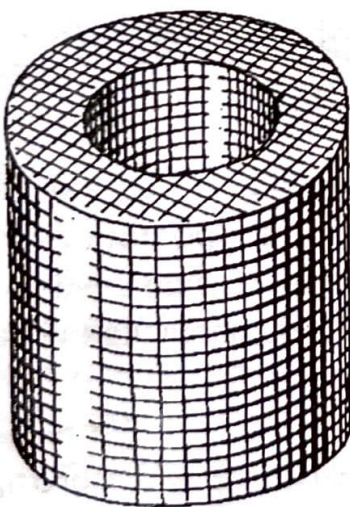
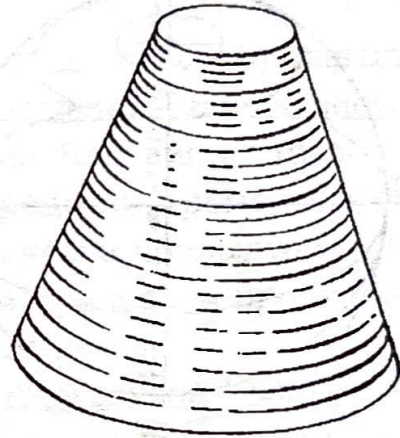
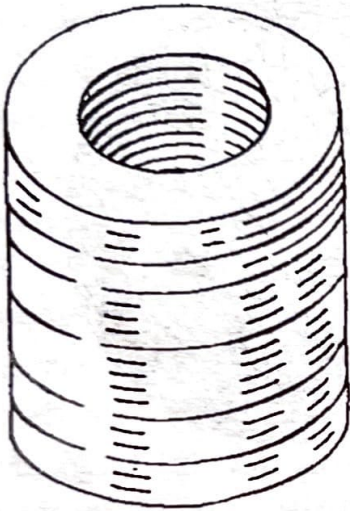


Рис. 23

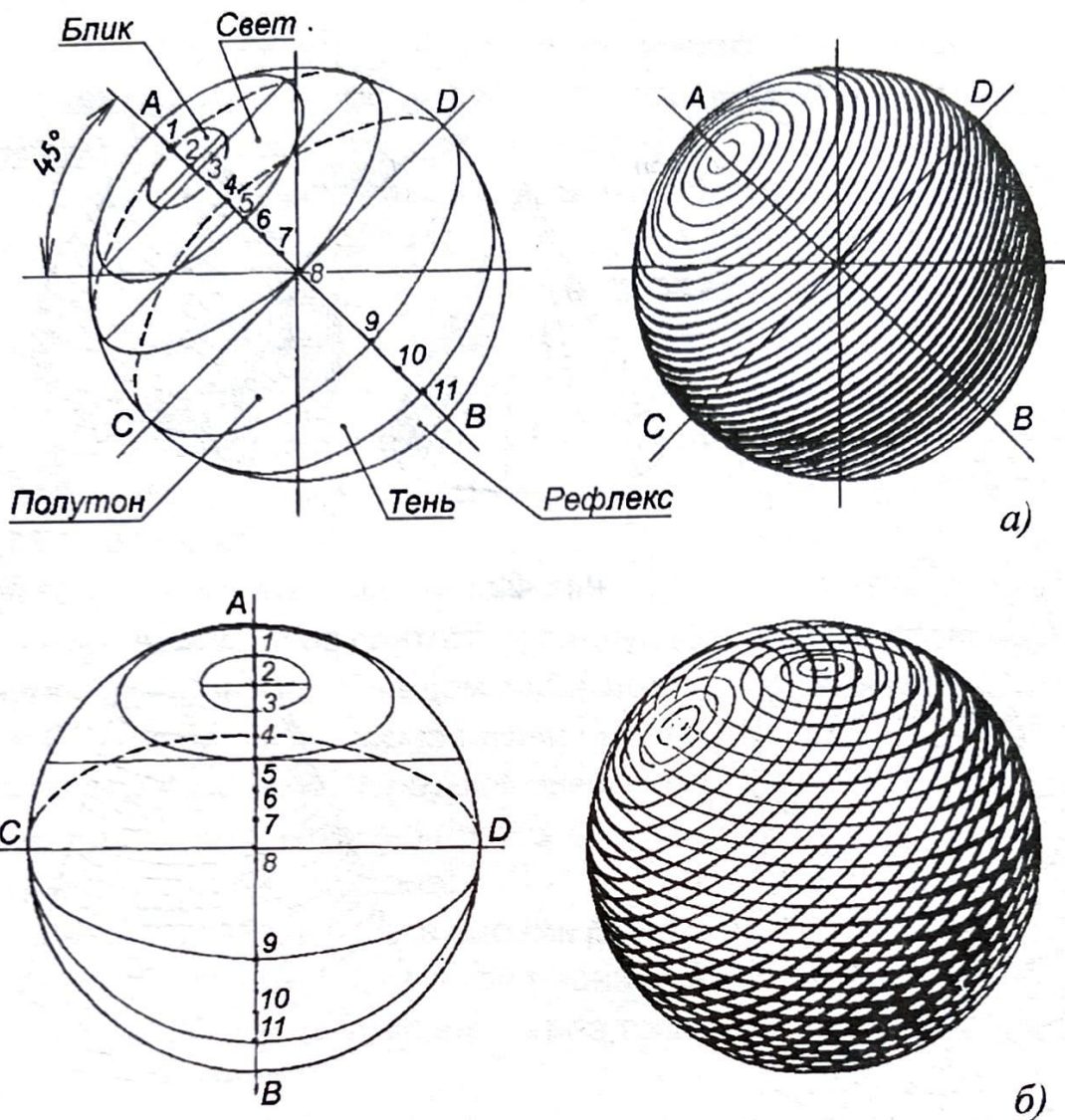


Рис. 24

7. ВЫБОР АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РИСУНКОВ ИЗДЕЛИЙ

Правильный выбор аксонометрической проекции обеспечивает большую наглядность изображения и простоту построения рисунка предмета. Под наглядностью следует понимать наиболее отчетливую видимость на рисунке основных частей детали и наименьшее искажение ее формы.

Условия наглядности рисунка:

- 1) выбор аксонометрии, зависящей от формы изображаемого предмета;
- 2) применение разрезов для выявления внутренней конфигурации предмета;
- 3) нанесение светотени.

Условия простоты построения рисунка:

1) знания основных свойств аксонометрических проекций; 2) ориентирование оси тела вращения или сторон плоской фигуры параллельно аксонометрическим осям; 3) применение показателей искажения.

Чтобы лучше представить насколько важна наглядность изображения, сравним несколько рисунков таких предметов, как куб, цилиндр, деталь «Фланец», выполненных в рекомендованных ГОСТ 2.317–69 прямоугольных и косоугольных проекциях.

На рис. 25 эти предметы показаны в прямоугольной изометрической проекции. Грани куба получились маловыразительными, поскольку по всем трем направлениям координатных осей они имеют одинаковые искажения. Остальные два рисунка обладают достаточно хорошей наглядностью.

В прямоугольной диметрической проекции (рис. 26) благодаря сокращению вдвое размеров по одной из координатных осей рисунки куба и цилиндра получились более наглядными. Восприятие такого изображения близко к восприятию реального предмета, кроме того, построение эллипса в данном примере проще, чем в предыдущем. Рисунок детали «Фланец» в прямоугольной диметрической проекции менее выразителен, чем в прямоугольной изометрии.

На рис. 27 предметы нарисованы в косоугольной фронтальной изометрической проекции. Куб и цилиндр в этой проекции получились маловыразительными и с большим искажением формы. При изображении фланца потребовалось рисовать несколько окружностей вместо эллипсов, что проще. Фланец получился таким же наглядным, как в первом примере.

В косоугольной горизонтальной изометрической проекции (рис. 28) все рисунки обладают меньшей наглядностью и строить их несколько сложнее.

Рисунки, выполненные в косоугольной фронтальной диметрической проекции, выглядят по-разному (рис. 29). Цилиндр в этой проекции имеет неестественную форму. Рисунки куба и фланца, наоборот, обладают хорошей наглядностью.

Косоугольные аксонометрические проекции рекомендуется применять в тех случаях, когда целесообразно сохранить неискаженными многоугольники или фигуры, ограниченные кривыми линиями (окружностями, дугами окружностей, лекальными кривыми и т.п.),

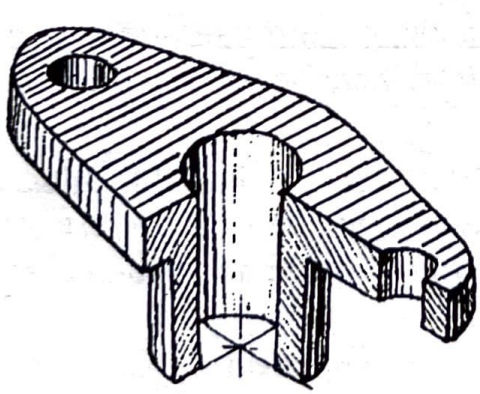
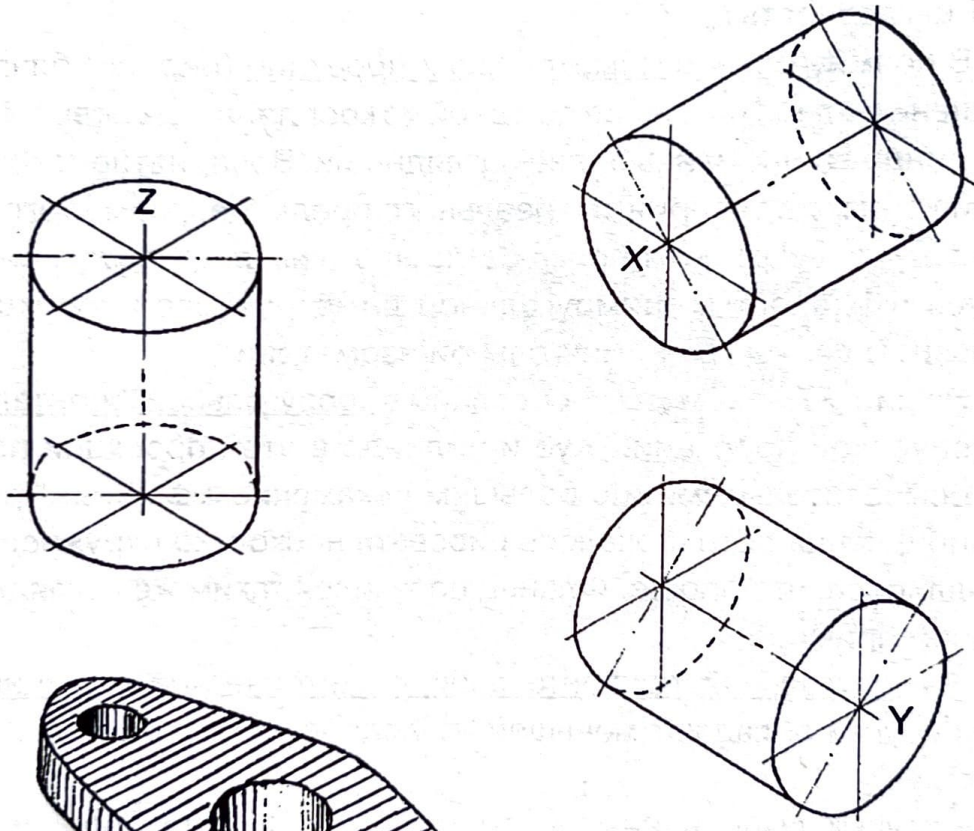
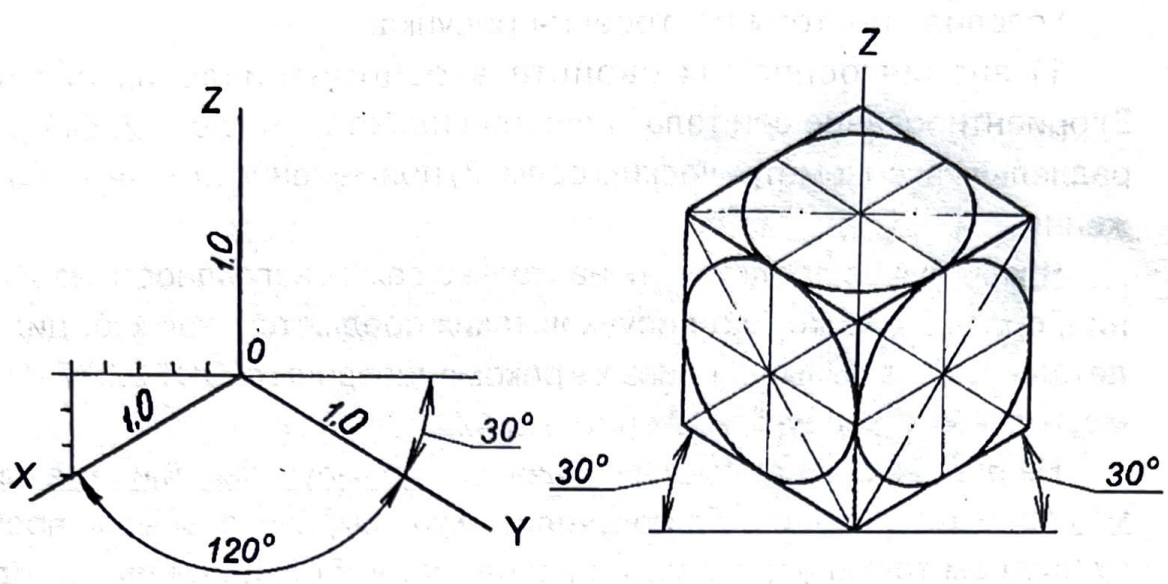


Рис. 25

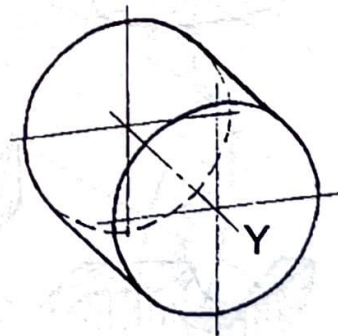
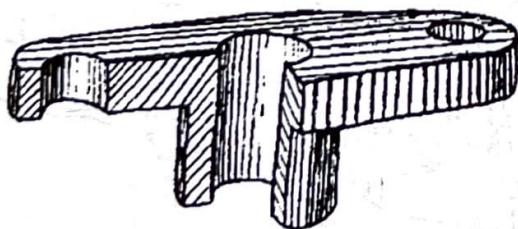
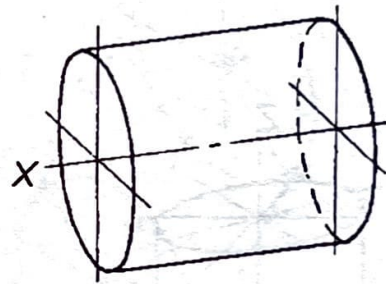
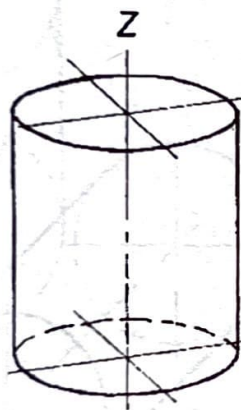
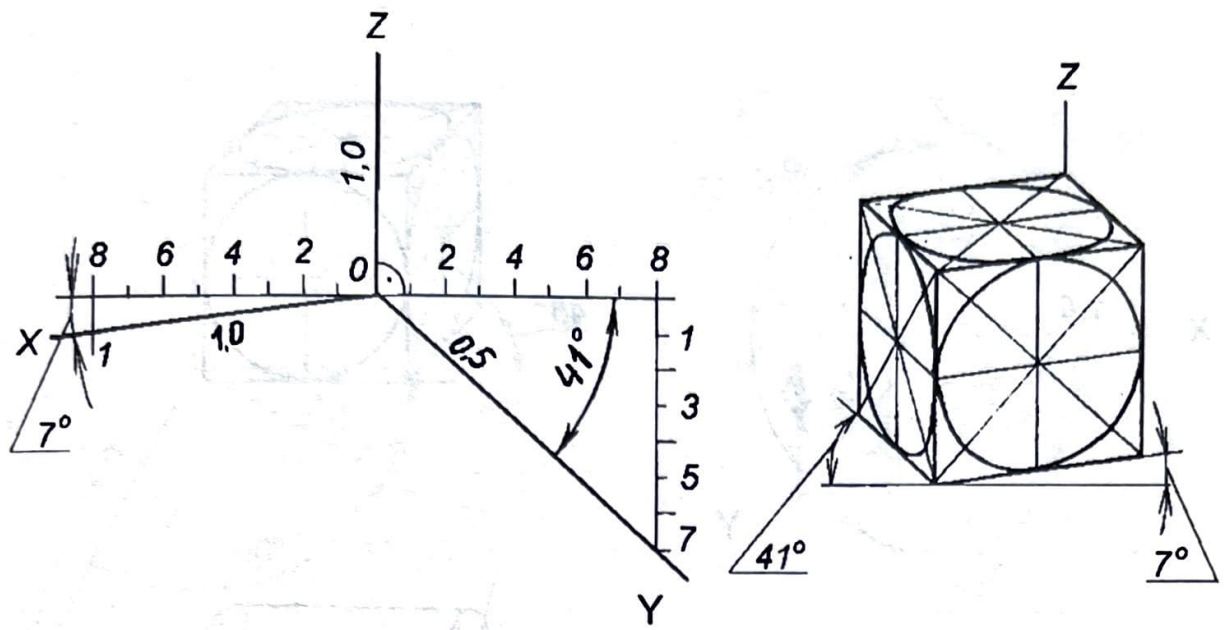


Рис. 26

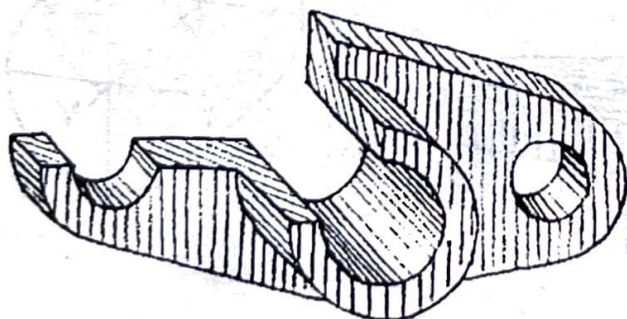
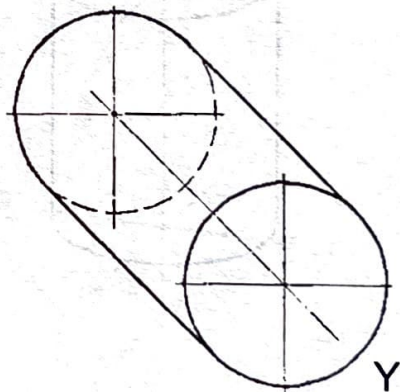
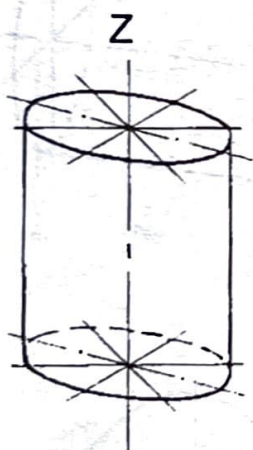
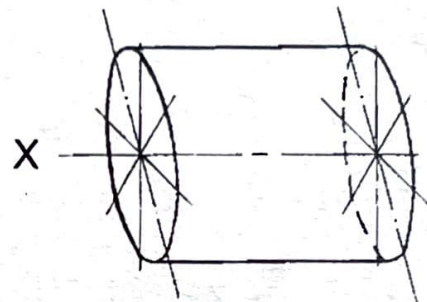
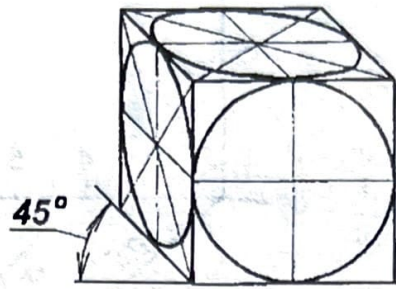
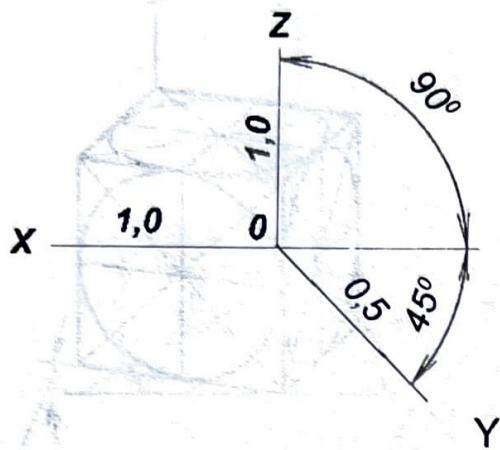


Рис. 27

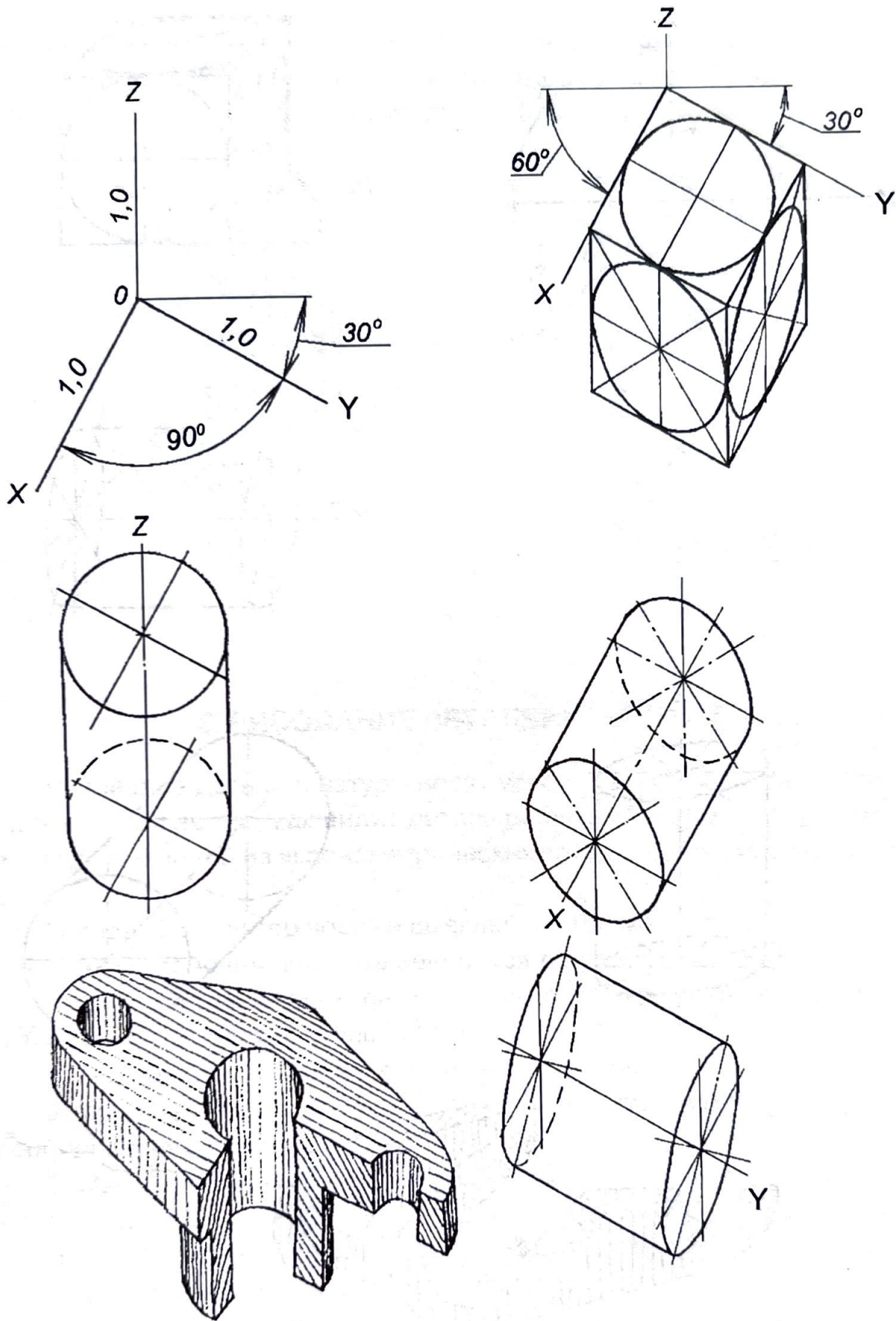


Рис. 28

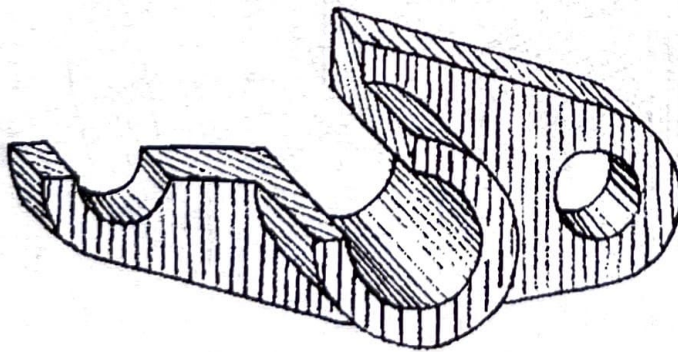
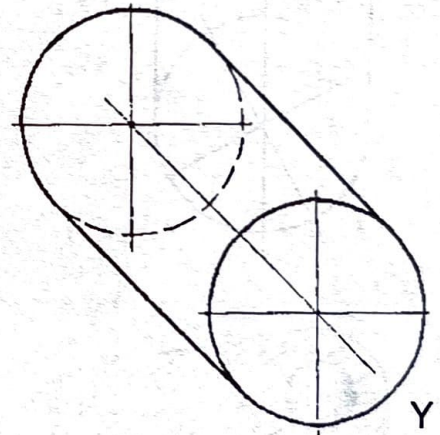
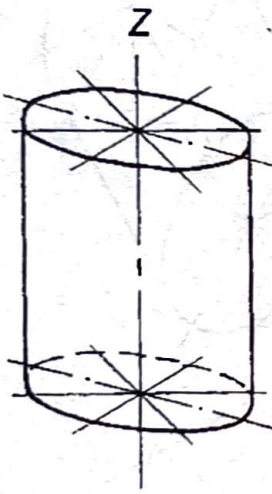
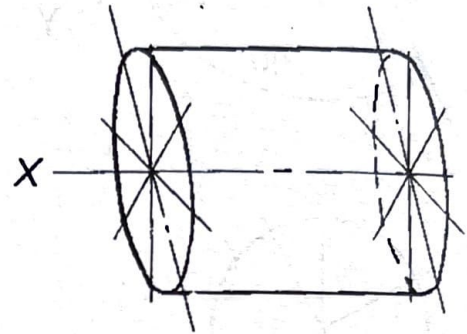
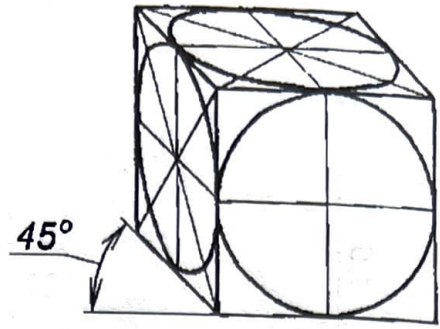
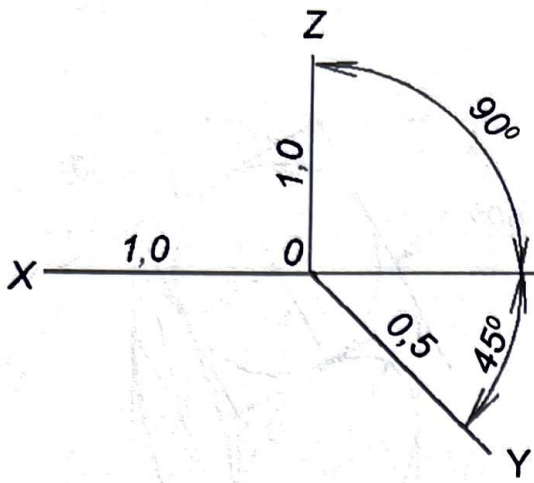


Рис. 29

расположенными в плоскостях, параллельных соответствующим плоскостям проекций. На рис. 30 даны примеры, иллюстрирующие целесообразность применения косоугольной фронтальной диметрии.

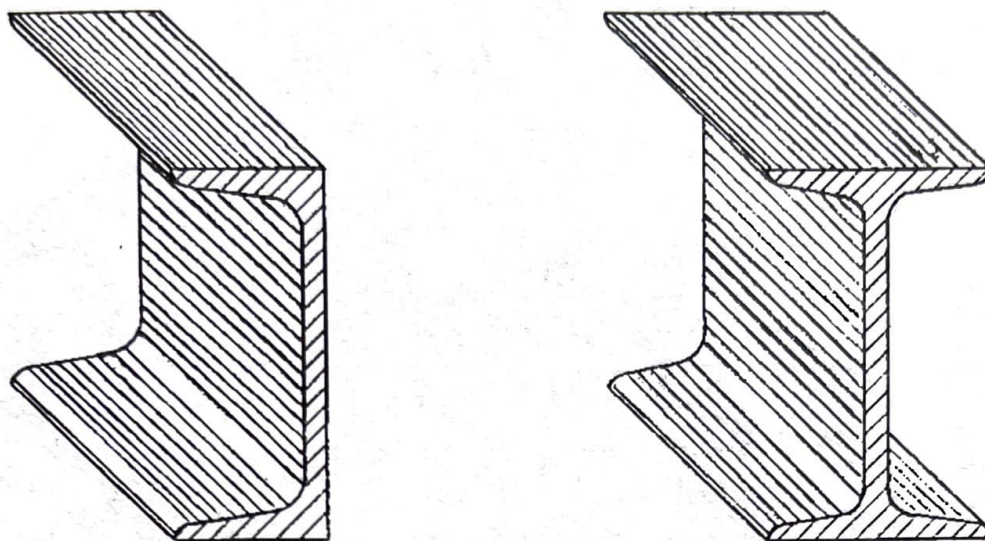


Рис. 30

8. РИСОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ С НАТУРЫ

Рисование детали с натуры носят условный характер, т.е. рисунок выполняется не так, как видит деталь рисующий, а так, как она будет выглядеть в одной из аксонометрических проекций, выбранных рисующим.

Условный характер носит и выявление объема детали на рисунке с помощью оттенения, которое наносится по условно принятой схеме.

Приступая к рисованию деталей с натуры, рисующий должен прежде проанализировать деталь, а именно:

1. Определить название и назначение детали.
2. Установить на глаз общие пропорции детали и определить пропорциональную зависимость всех ее частей.
3. Мысленно расчленить деталь на простые геометрические тела, т.е. выявить конструктивную форму детали. На рис. 31 показан пример технической детали «Кронштейн», которую можно расчленить на следующие элементы: основание, стенка, цилиндр, ребро.
4. Определить, надо ли выполнять разрез, если надо, то какой.
5. В зависимости от формы детали выбрать вид аксонометрической проекции.

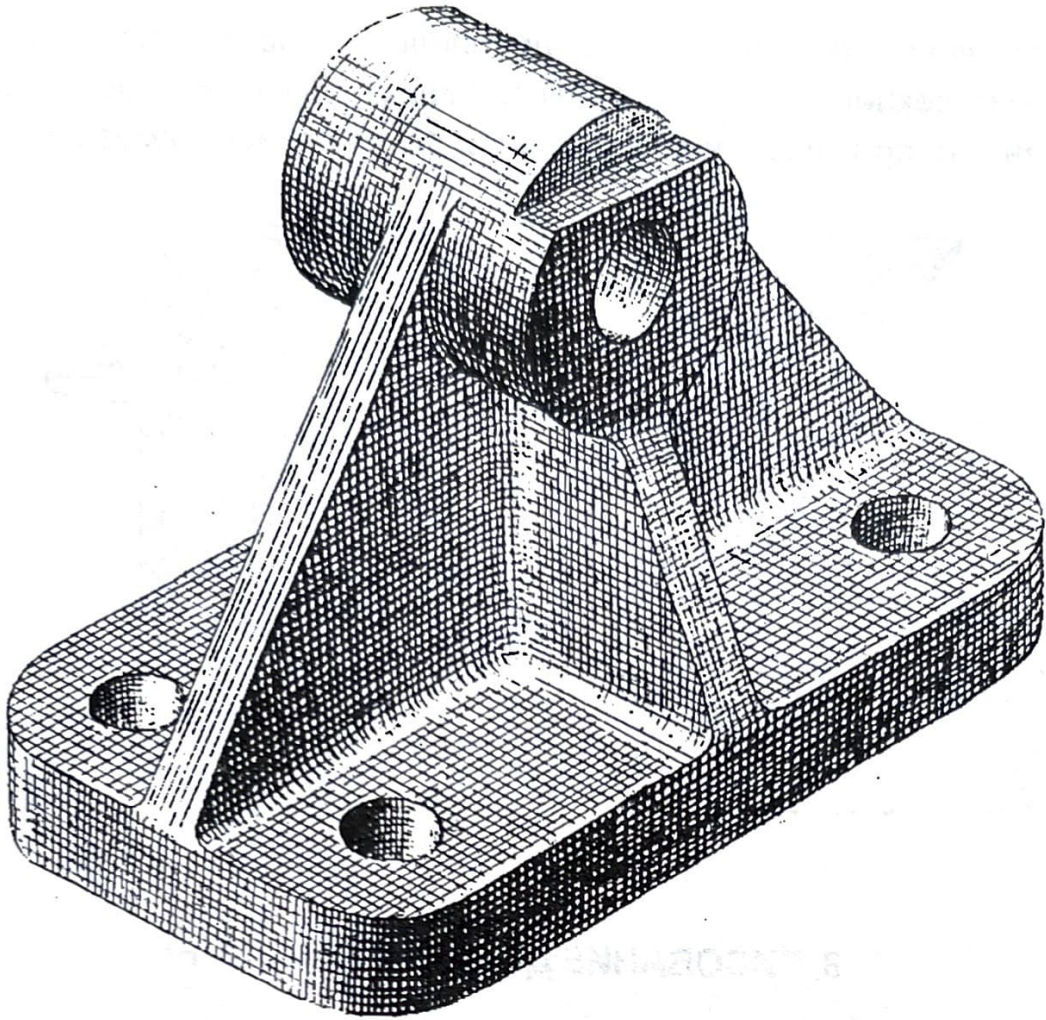


Рис. 31

Рисующему необходимо видеть обобщенную форму предмета. Нельзя рисовать предмет с натуры отдельными частями, т.е. пририсовывать одну часть к другой. Рисунок следует выполнять исходя из пропорций общей формы предмета. Иначе говоря, следует работать, переходя от общего к частному, сравнивая пропорции отдельных частей между собой.

Приведём пример выполнения рисунка детали «Корпус» с натуры (рис. 32). Вначале проведем анализ детали, определив пропорции детали и конструктивную форму. Деталь состоит из основания, трех цилиндров, стоящих на основании, и двух ребер.

Средний цилиндр больше двух остальных. Все цилиндры имеют сквозные отверстия. К среднему цилиндру примыкают ребра, имеющие форму призмы.

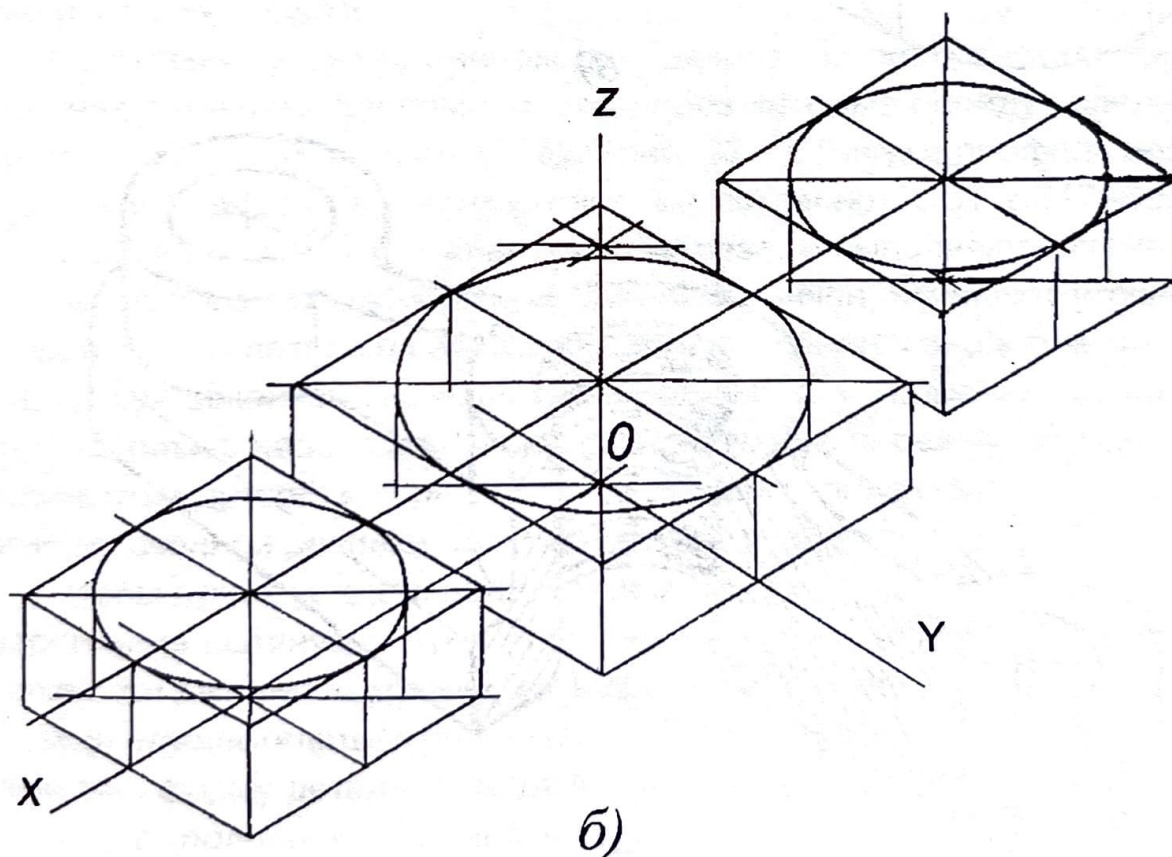
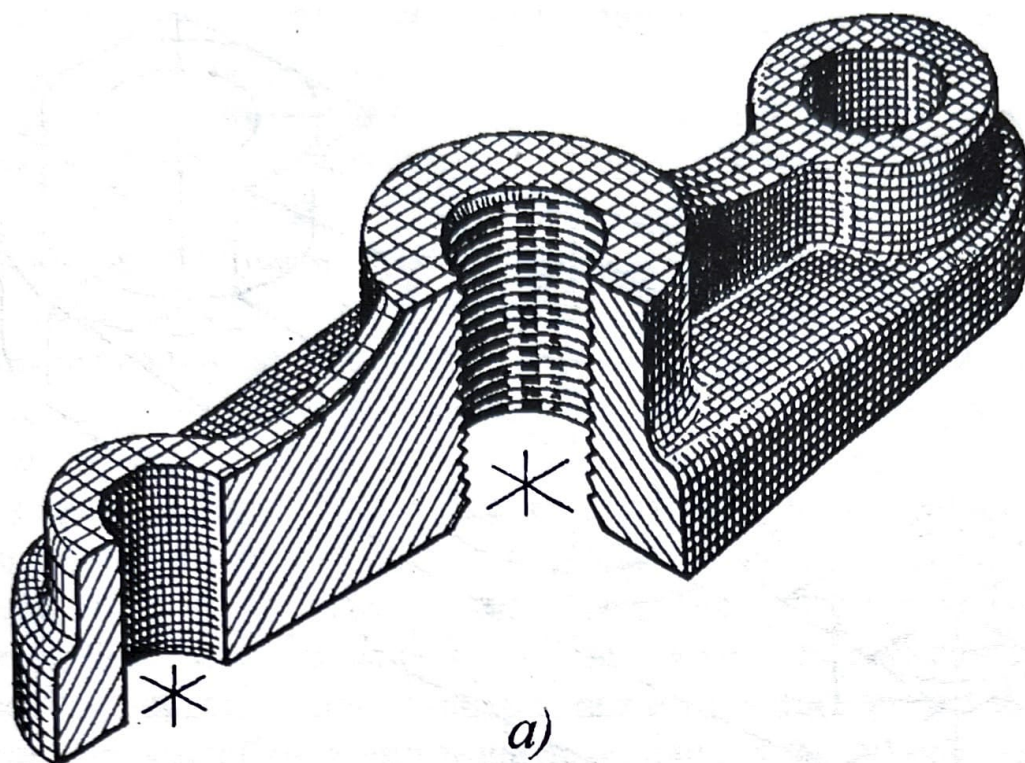


Рис. 32

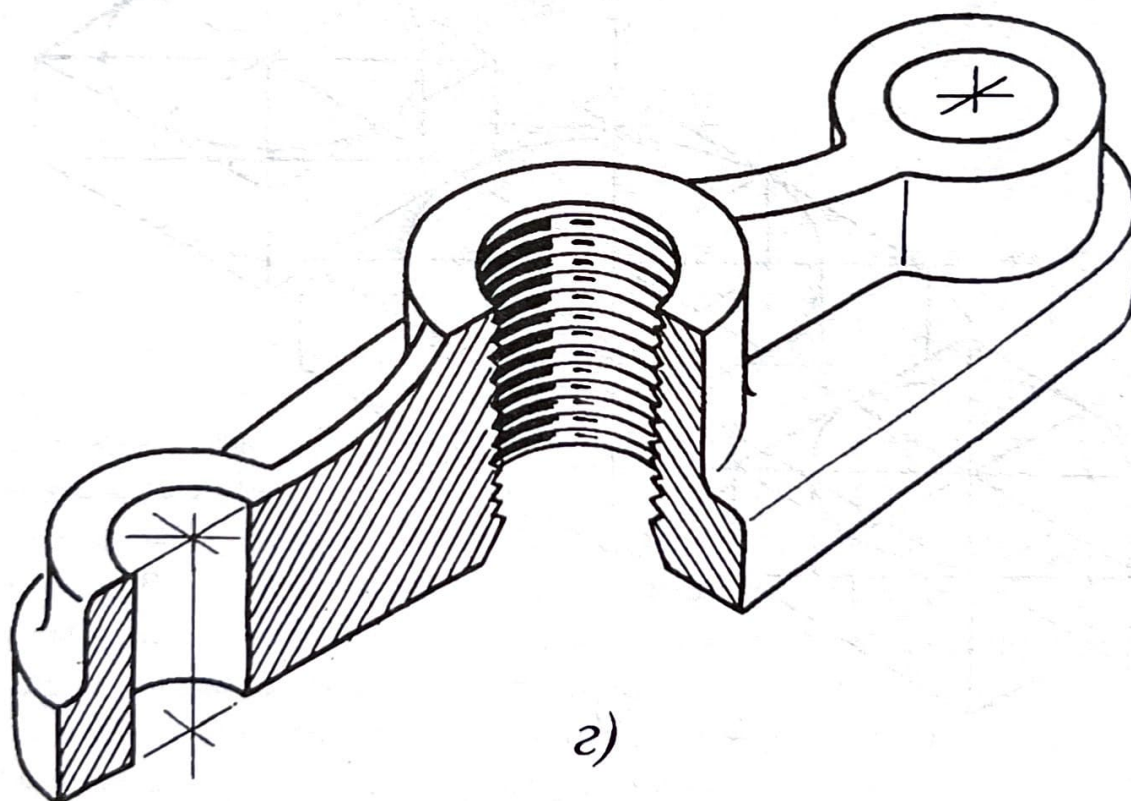
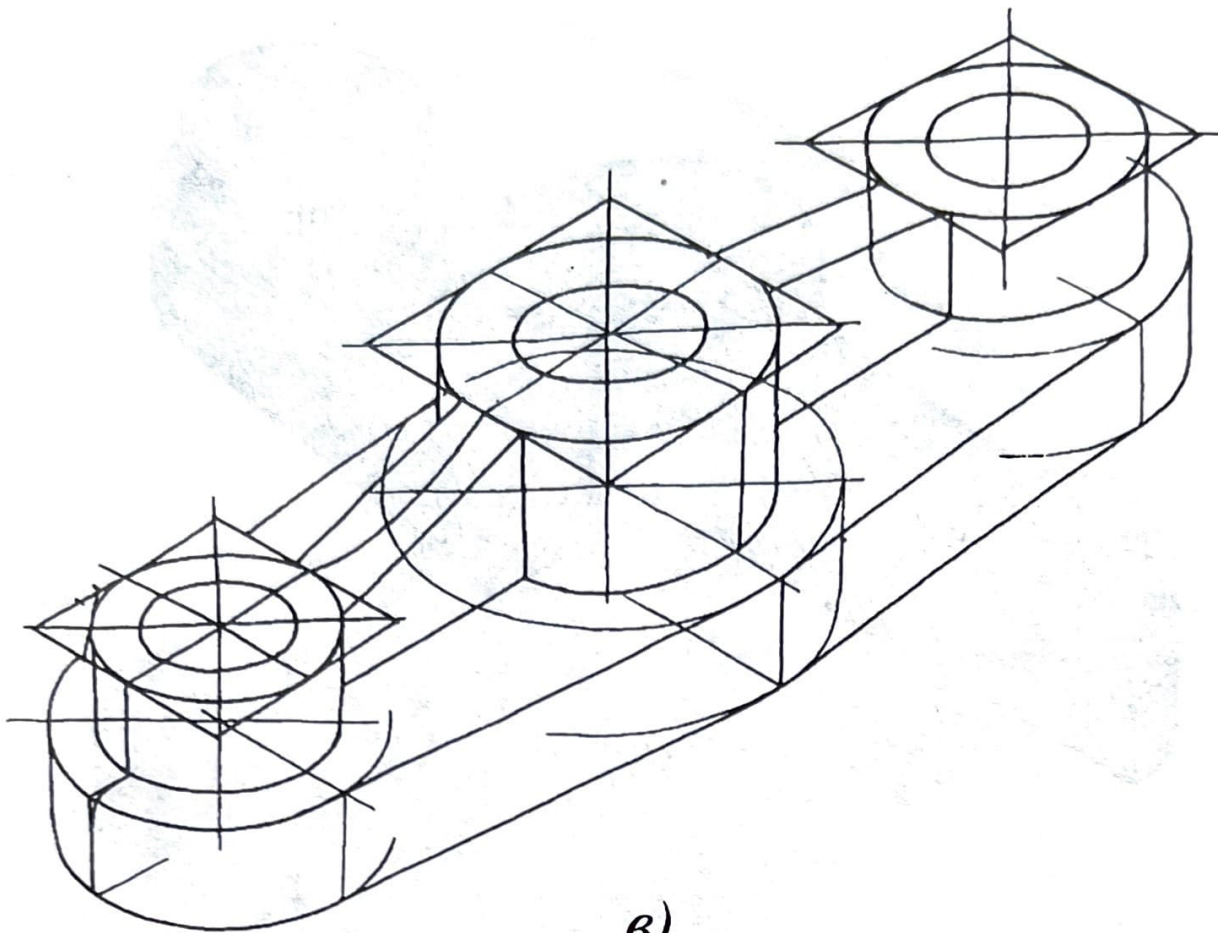


Рис. 32 (Продолжение)

Изображение детали будет наиболее наглядным в прямоугольной изометрической проекции.

Работу начинают с того, что намечают на листе место для изображения детали, рисуют изометрические оси x, y, z и определяют на оси x положение трех центров для построения осей цилиндров. Поскольку основание детали имеет три скругления: одно наибольшее в центре и два с концов детали, то вначале рисуют в аксонометрической проекции три параллелепипеда, представляющие собой обертывающие поверхности (рис. 32, б). Высота параллелепипеда должна быть равна высоте основания детали.

В параллелограммы вписывают эллипсы и проводят к ним касательные (рис. 32, в). Рисуют нижние основания цилиндров. Таким образом, основание детали намечено. Ненужные линии построения надо стереть. На верхней поверхности основания из каждого центра эллипса проводят вертикальную линию вверх и откладывают на ней высоту цилиндра. Средний цилиндр выше двух крайних, имеющих одинаковую между собой высоту. Рисуют три цилиндра. Затем намечают положение ребер жесткости.

Поскольку на детали необходим разрез, на поверхностях детали намечают тонкими линиями места, через которые пройдут следы секущих плоскостей, и строят вырез (рис. 32, г). Рисуют профиль резьбы в разрезе (рис. 33, в) заштриховывают согласно ГОСТ 2.317-69, т.е. части детали, которые находятся в разрезе, и выполняют оттенения.

После того как рисунок в основном закончен, начинают уточнение общей формы детали на изображении. Заключается оно в том, что рассматривая законченный рисунок, в него вносят отдельные исправления, например необходимо обеспечить плавные переходы от одной поверхности к другой, или резко выступающие штрихи «смягчают» о помощью заточенной резинки, или используют ее как «промокашку» и т.п.

Чтобы лучше увидеть недостатки в рисунке, надо отодвинуть его на расстояние вытянутой руки. В законченном рисунке светотень на поверхности детали не должна быть дробленной, переход от тени к свету должен осуществляться равномерно. При этом светотень должна четко выявлять форму детали, а не деформировать ее.

При выполнении технических рисунков деталей с натуры в учебных целях (для лучшего развития руки и глазомера) все поверхности желательно прорабатывать целиком, применяя для этого различные способы оттенения. Иногда применяют на одном рисунке одновременно

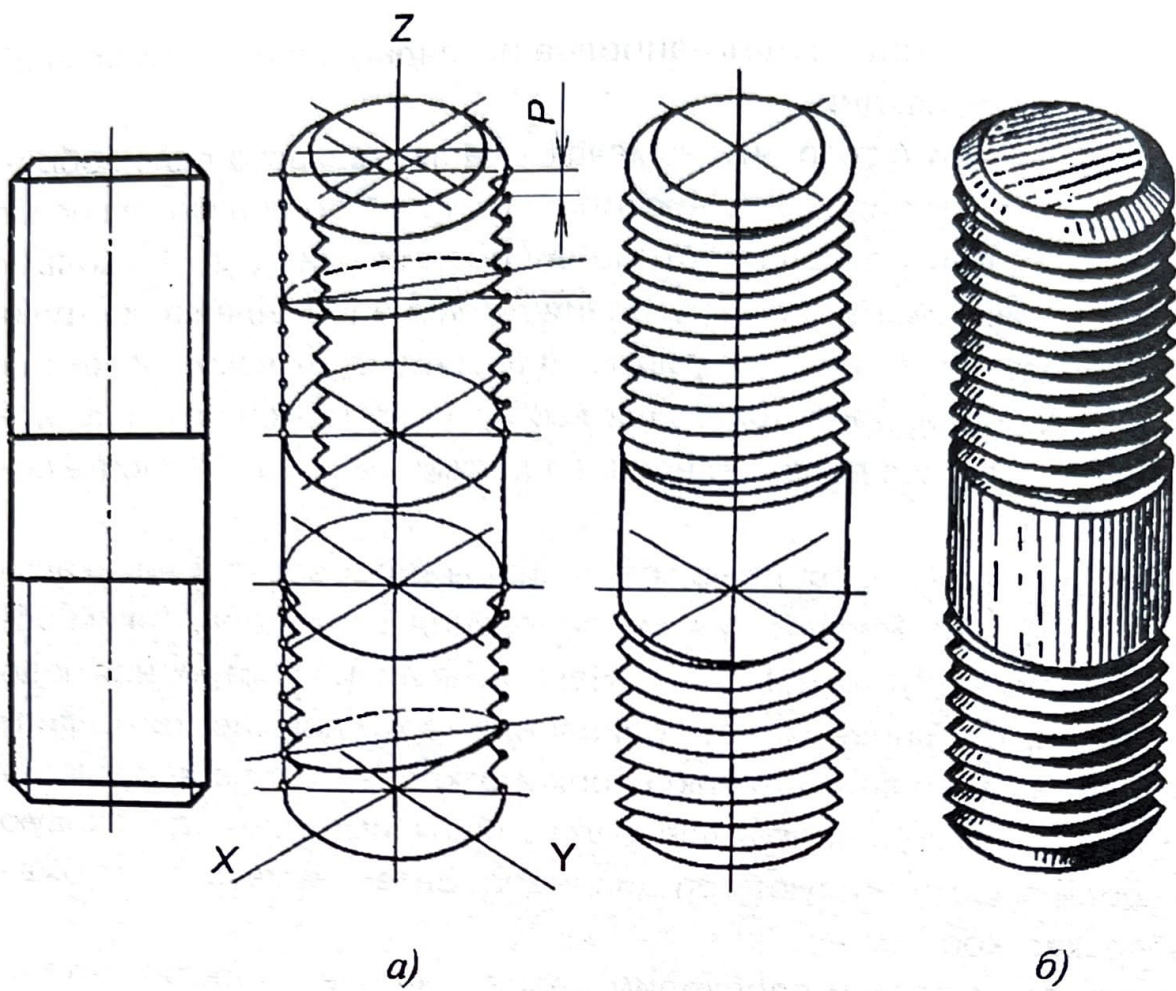


Рис. 33

несколько способов оттенения. Если деталь литая с последующей механической обработкой, то все литые поверхности оттеняют шрафровкой или точками, а поверхности, обработанные точением, фрезерованием и сверлением – штриховкой. Можно выявлять объем предмета, не оттеняя его целиком, а нанося лишь отдельные штрихи в теневых местах детали, достигая при этом большой выразительности изображения (рис. 34). Но таким способом оттенения пользуются только художники-профессионалы.

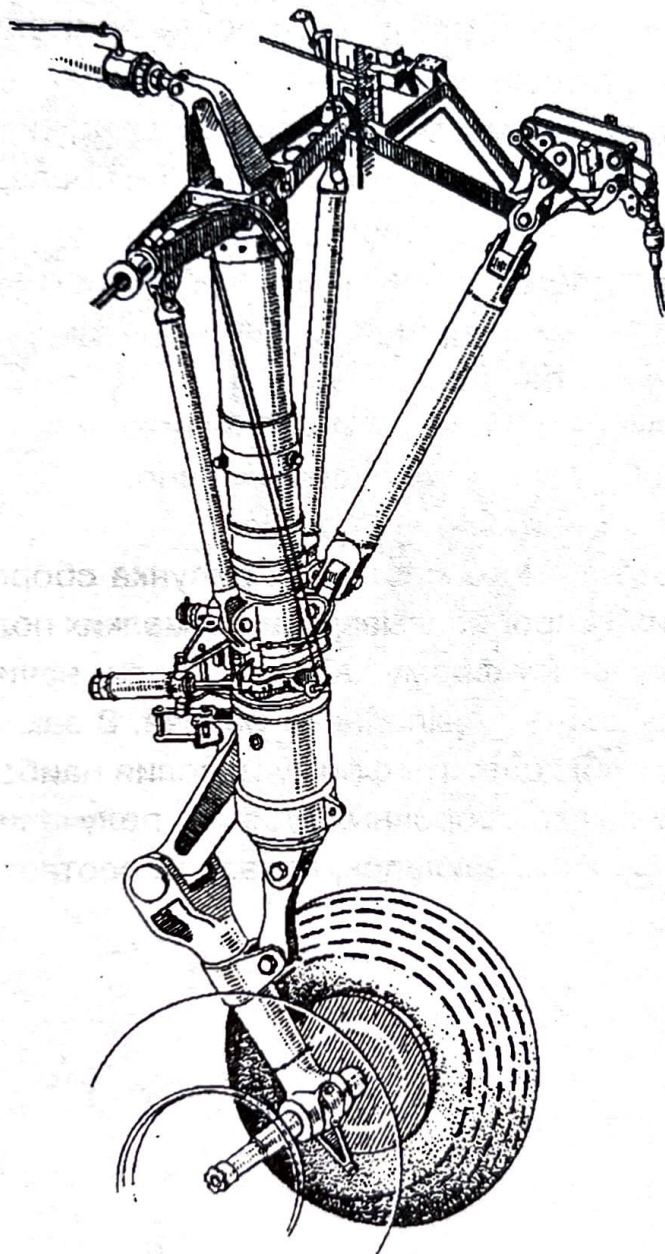


Рис. 34

9. РИСОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ С НАТУРЫ

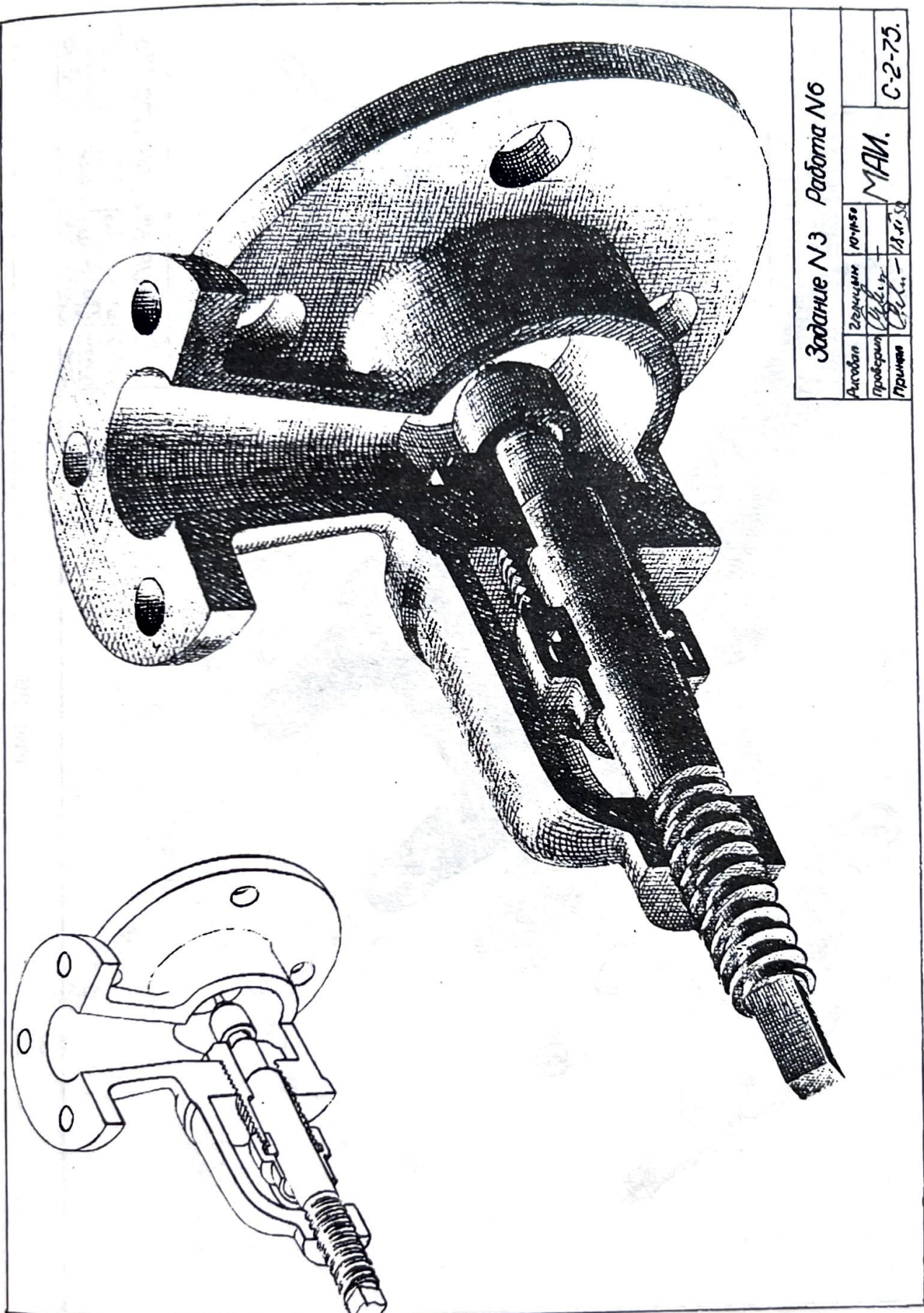
Сборочной единицей называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии–изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, развальцовкой, сшиванием и др.).

Рисование сборочной единицы с природы основано на тех же принципах, что и рисование с природы отдельных деталей. Прежде чем приступить к рисованию, надо внимательно ознакомиться со сборочной единицей. Осуществляется это в такой последовательности:

1. Определяют название и назначение изделия.
2. Устанавливают взаимосвязь отдельных деталей между собой.
3. Определяют назначение каждой детали и последовательность и способ их соединения между собой.
4. Продумывают, целесообразно ли сделать вырез и какой, с тем чтобы получить более ясное представление о расположении и взаимодействии отдельных деталей.
5. Выбирают аксонометрическую проекцию, в которой сборочная единица будет изображена наиболее наглядно.
6. Приступают к построению рисунка.

Устанавливают на листе место для рисунка сборочной единицы. Размечают детали, не прорисовывая на них мелких подробностей. Затем постепенно уточняют форму каждой детали, начиная с наиболее крупных. Если необходимо, выполняют разрез. В заключение наносят оттенение с тем, чтобы сделать форму изделия наиболее наглядной.

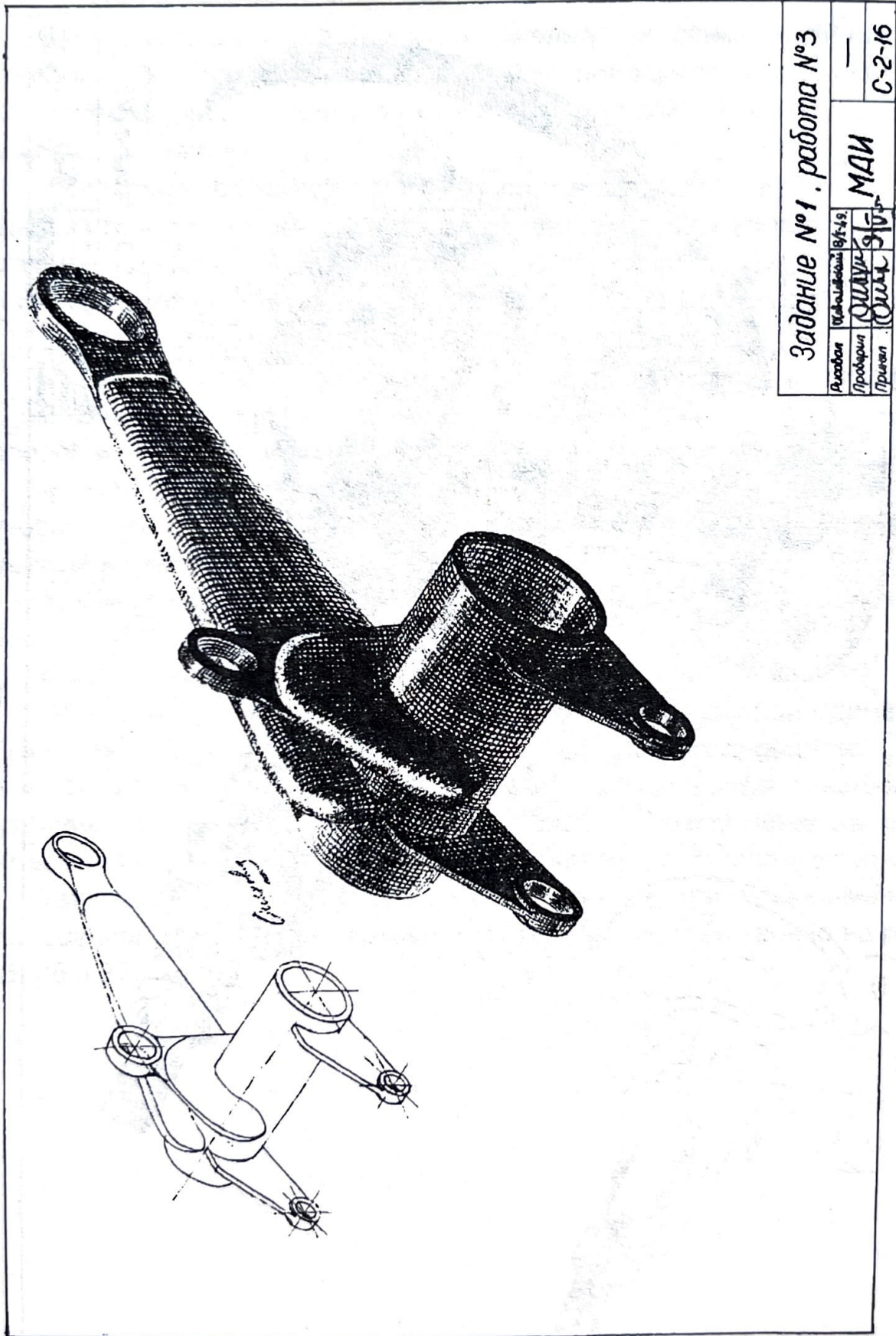
Технические рисунки сборочных единиц, полученных свинчиванием, сваркой и с помощью заклепок, показаны соответственно на рис. 35, 36 и 37.



Задание №3 Работа №6

Ассистент	Задания	Ю-150	МФИ.	С-2-75.
Проверил	В.К.И.			
Принят	С.К.И.	А.К.С.		

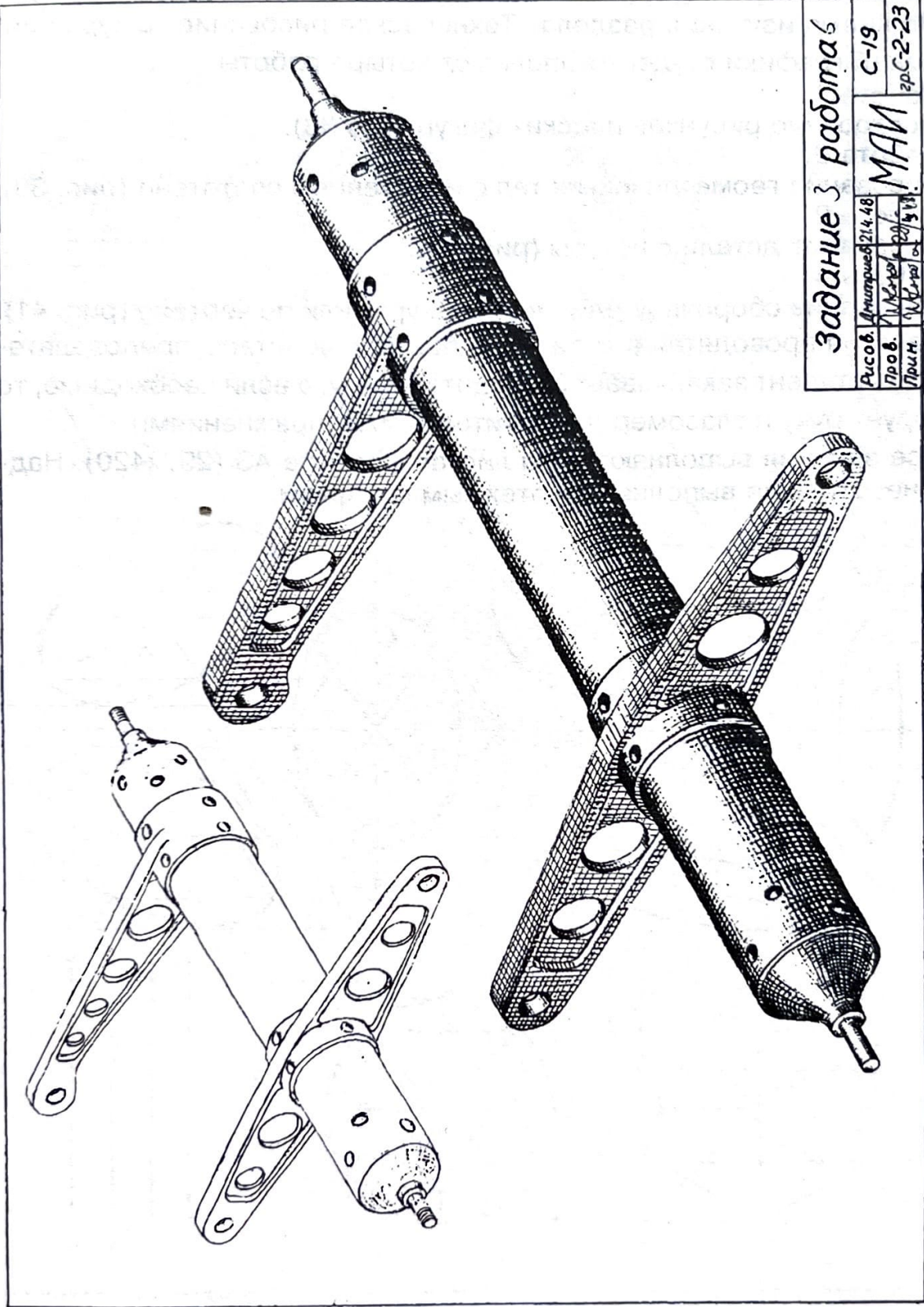
Рис. 35



Задание №1 . работа №3

Работы	Исполнитель	8/1-19
Проверил	Оценки	МАИ
Прислан	Оценки	С-2-16

Рис. 36



Задание 3 работа 6

Рисов.	Дмитриев	21.4.48	МАИ	С-19	гр С-2-23
Проб.	М.С.С.	20/5/48			
Прим.	М.С.С.	20/5/48			

Рис. 37

Во время изучения раздела «Техническое рисование» в курсе инженерной графики студент выполняют четыре работы.

Работа 1.

Построение рисунков плоских фигур (рис.38).

Работа 2.

Рисование геометрических тел с нанесением светотени (рис. 39).

Работа 3.

Рисование детали с натуры (рис. 40).

Работа 4.

Рисование сборочной единицы с натуры или по чертежу (рис. 41).

Занятия проводятся в аудитории под руководством преподавателя. Дома студент заканчивает (обводит) работу, а если необходимо, то тренирует руку и глазомер дополнительными упражнениями.

Все задания выполняются на листах формата А3 (297х420). Надписи необходимо выполнять чертежным шрифтом.

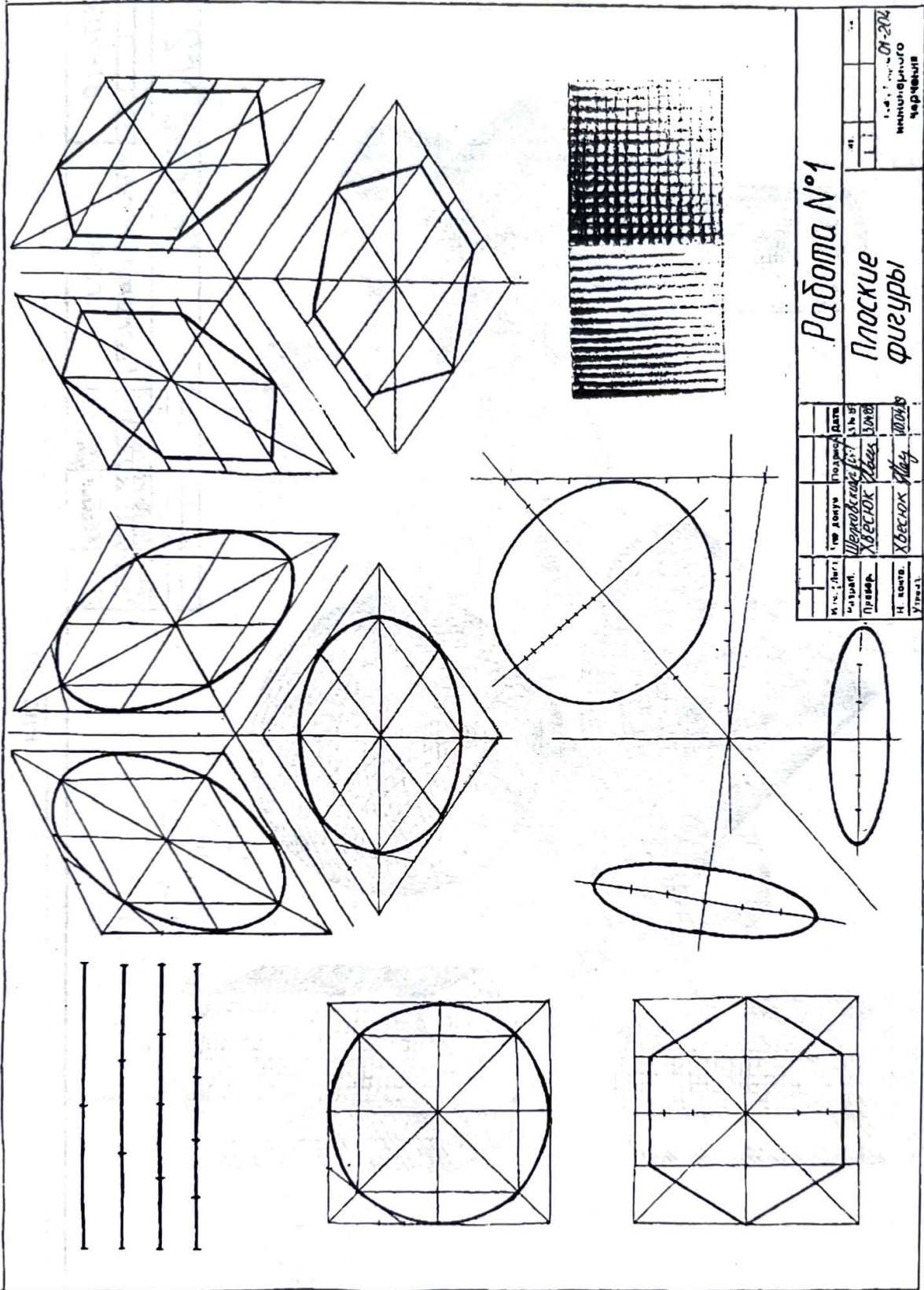
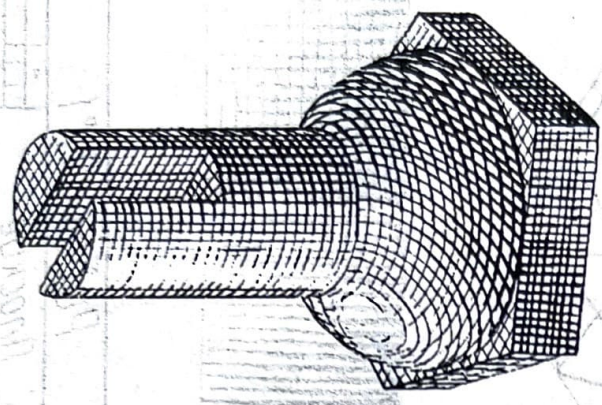
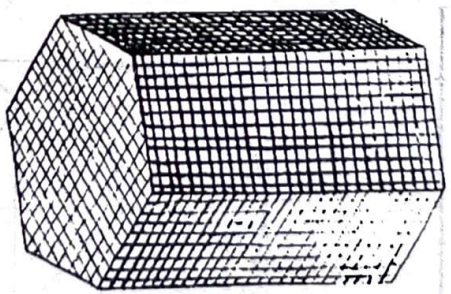
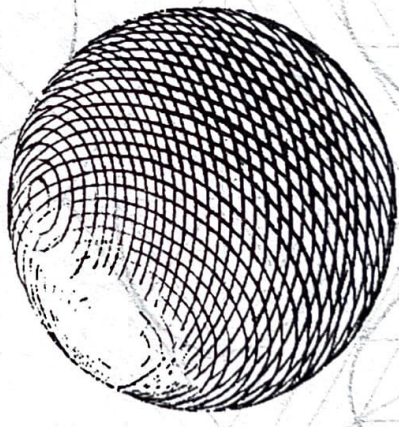
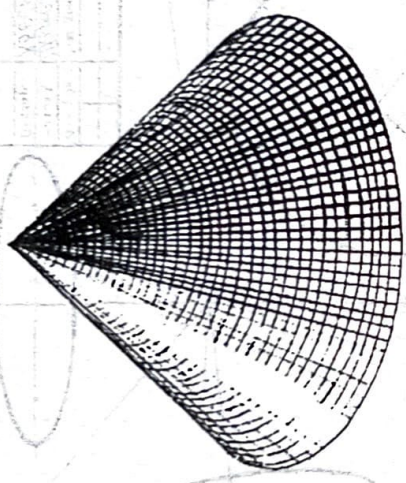
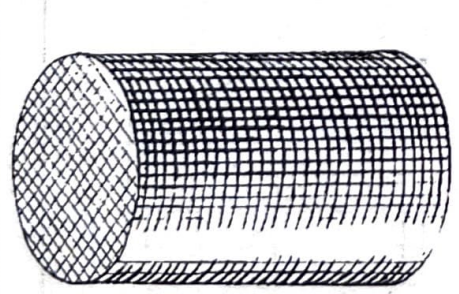


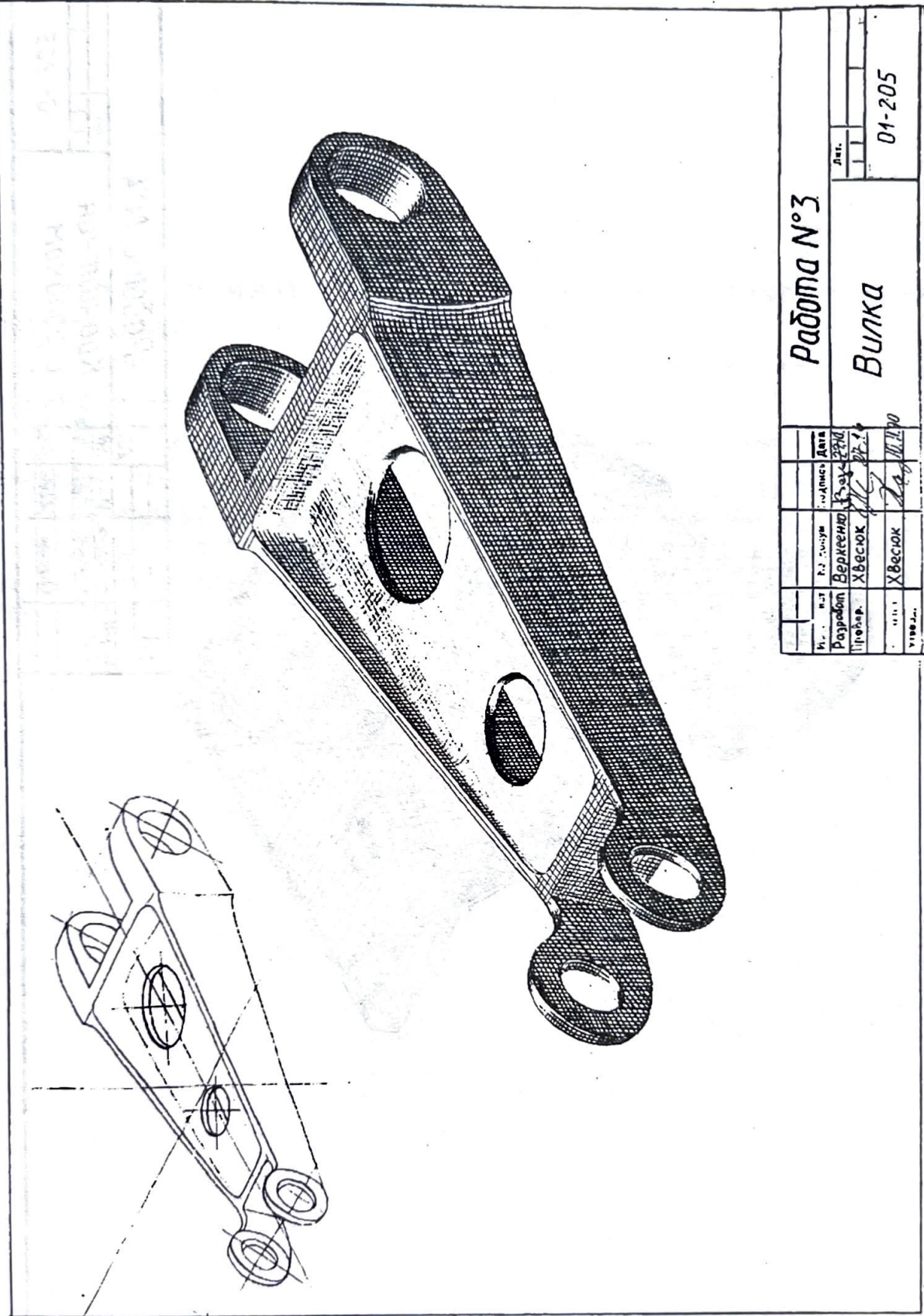
Рис. 38

Б.И. 38



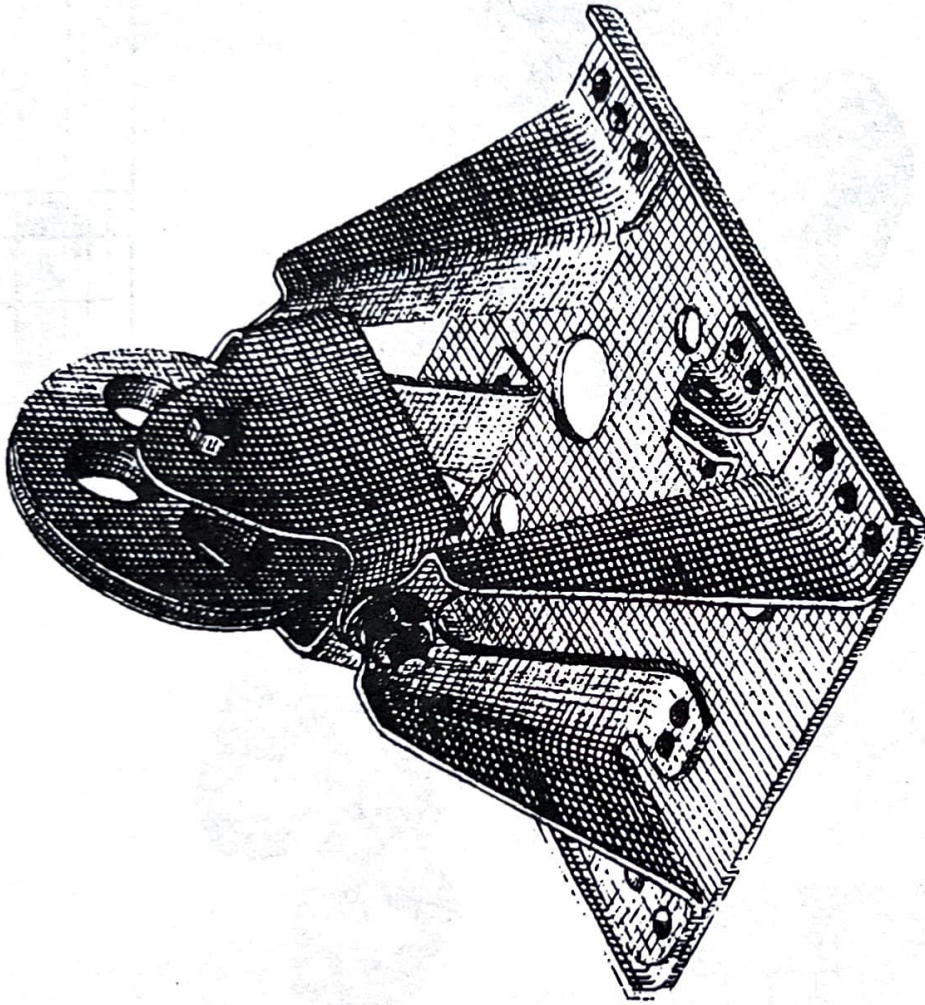
Работа №2		№1		№2	
Геометрические тела		№1		№2	
Тема		№1		№2	
Исполнитель	Проверен	Дата	Лист	Кол-во	Итого
Харьков	Харьков	10.02	1	1	1
Т. Харченко	Харченко	10.02	1	1	1

Рис. 39



Работа №3		Дат.		01-205	
Вилка					
И. п. н. т.	Р. з. н. о. у. м.	И. д. н. о. м. с. т.	Д. а. т. а.		
Разработчик	Верхневский	Хвещук	Хвещук		
Проверил	Хвещук	Хвещук	Хвещук		
Утвердил	Хвещук	Хвещук	Хвещук		

Рис. 40



Работа №4		Инв.		01-205	
Кронштейн с роликом		Инв.			
Результат	Верхняя	Дата			
Пр. Лар	Хвосток	Хвосток			

Рис. 41

ЛИТЕРАТУРА

1. Кржесинокий А.И., Слатинский В.В. Краткое руководство по техническому рисованию. – М.: Машгиз, 1956.
2. Пугачев А.С., Никольский Л.И. Техническое рисование. – М.: Машиностроение, 1976.
3. Ростовцев Н.И., Соловьев С.А. Техническое рисование. – М.: Просвещение, 1979.
4. Кириллов А.Ф. Черчение и рисование. – М.: Высшая школа, 1980.
5. Громова А.В., Любимова М.Е. Методические указания к выполнению технических рисунков деталей с натуры и по чертежу. – М.: МАИ, 1987.
6. Хвесюк Т.М. Технический рисунок в курсе инженерной графики. – М.: МАИ, 1993.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Принадлежности для рисования	4
2. Элементарные построения	5
2.1. Рисование линий	5
2.2. Деление отрезка на равные части	6
2.3. Рисование углов	6
3. Особенности технического рисунка	8
4. Построение рисунков плоских фигур	8
4.1. Построение рисунка квадрата	8
4.2. Построение рисунка окружности	9
4.3. Построение рисунков правильных многоугольников ..	12
5. Построение рисунков геометрических тел	14
5.1. Построение рисунка призмы	14
5.2. Построение рисунка цилиндра	14
5.3. Построение рисунка конуса	15
5.4. Построение рисунка шара (сферы)	15
6. Светотень на техническом рисунке	16
6.1. Элементы светотени	17
6.2. Способ передачи светотени	18
7. Выбор аксонометрических проекций для построения рисунков изделий	24
8. Рисование деталей с натуры	31
9. Рисование сборочных единиц с натуры и по чертежу	38
Приложение	42
Литература	47