

Государственный комитет РСФСР по делам науки
и высшей школы
Казанский ордена Трудового Красного Знамени
химико-технологический институт

АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Методические указания

1991

Составители: и.о. проф. А.Н. Бережной,
ст. преп. Ю.В. Перцов

Аксонметрические проекции: Метод. указ. по курсу "Начертательная геометрия. Инженерная графика" / Казан. хим.-технол. ин-т; Сост.: А.Н. Бережной, Ю.В. Перцов. Казань, 1991. 28 с.

Предназначены для студентов всех специальностей, готовящихся как по обычному плану, так и по плану для работы с инофирмами.

Ил. 20. Библиогр.: 4.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. А.А. Александровский
ст. преп., канд. техн. наук В.И. Скоморохов

ВВЕДЕНИЕ

ГОСТ 2.317-69 определяет аксонометрические проекции. Аксонометрические проекции позволяют получить наиболее наглядные изображения объектов.

В самостоятельной работе студенты используют три разновидности этих проекций:

- 1) прямоугольная изометрия;
- 2) прямоугольная диметрия;
- 3) фронтальная косоугольная диметрия (или изометрия).

1. Построение аксонометрических проекций

Объект, отнесенный к прямоугольной правой системе координат, параллельно проецируется на картинную плоскость проекций (плоскость аксонометрических проекций). При этом натуральные линейные размеры объекта искажаются. Отношение полученной проекции какого-либо отрезка прямой объекта к натуральной величине этого же отрезка прямой объекта называется коэффициентом искажения (показателем искажения). Коэффициенты искажения по направлению аксонометрических осей координат X_α , Y_α , Z_α обозначаются k , m , n соответственно. При $k=m=n$ аксонометрическая проекция называется изометрической; при $k=m \neq n$ - диметрической; при $k \neq m \neq n$ - триметрической [1,2].

Чаще всего, согласно рекомендации ГОСТ 2.317-69, используются приведенные коэффициенты искажения $k=m=n=1$; $k=n=1$ и $m=0,5$.

Если объект проецируется перпендикулярно картинной плоскости проекций, то аксонометрия является прямоугольной; если же проеци-

рование осуществляется под некоторым углом к картинной плоскости проекций, то аксонометрия - косоугольная.

На рис. 1 представлен двухкартинный комплексный чертеж точки A . На рис. 2 дана прямоугольная изометрическая проекция, на рис. 3 прямоугольная диметрическая проекция и на рис. 4 фронтальная косоугольная диметрическая проекция точки A . Все проекции соответствуют комплексному чертежу (рис. 1). На рис. 2-4 $O_\alpha, A_\alpha, A_\alpha, A_\alpha$ - трехзвенная координатная ломаная точки A . Значения коэффициентов искажения указаны на этих рисунках.

Из рис. 1-4 ясно, как по эпюру точки A (рис. 1) строить аксонометрические проекции этой точки (рис. 2-4).

На рис. 5 дан двухкартинный безосный эпюр цилиндра со сквозным отверстием. Ось цилиндра находится в проецирующем положении к горизонтальной плоскости проекций. Фигура симметрична относительно: 1) горизонтально проецирующей плоскости, проходящей через точки O ; H ; G ; 2) горизонтально проецирующей плоскости, проходящей через точки O ; A ; 3) горизонтальной плоскости, проходящей через середину высоты цилиндра.

На рис. 6 приведены прямоугольная изометрическая проекция этой же фигуры. Обозначения и расположение точек на обоих рисунках соответствуют друг другу. Все точки на рис. 6 определены по координатным ломаным, которые показаны на этом рисунке:

$O_\alpha, 1_\alpha, A_\alpha$; $O_\alpha, 2_\alpha, 3_\alpha, B_\alpha$; $O_\alpha, 4_\alpha, 5_\alpha, C_\alpha$; $O_\alpha, 6_\alpha, 7_\alpha, D_\alpha$;
 $O_\alpha, 6_\alpha, 7_\alpha, E_\alpha$; $O_\alpha, 8_\alpha, 9_\alpha, F_\alpha$; $O_\alpha, 10_\alpha, G_\alpha$; $O_\alpha, 10_\alpha, H_\alpha$.
Точки, отмеченные на рис. 6 звездочками, являются симметричными точкам $D_\alpha, F_\alpha, G_\alpha, H_\alpha$ по отношению к плоскости $XO_\alpha Z$. Они определены по соответствующим координатным ломаным.

С целью удобства построения аксонометрической проекции по чертежу за начало координат приняты точки O^I и O^{II} (рис. 5), там же указаны направления и знаки координат X, Y, Z . Начало координат на эпюре (рис. 5) соответствует началу аксонометрических координат O_α на рис. 6, там же указаны направления и знаки координат $X_\alpha, Y_\alpha, Z_\alpha$.

Такой же прием использован и в дальнейшем на рис. 7 и 8, рис. 9 и 10, рис. 11 и 12 соответственно.

При построении эллипсов следует использовать не менее 8-ми

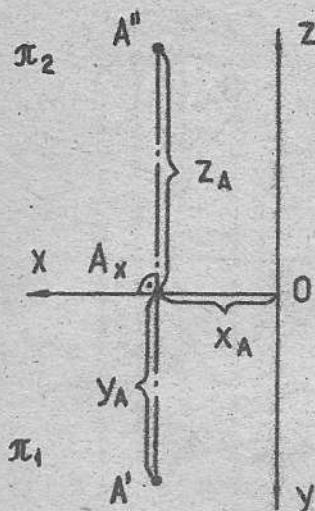


Рис. 1. Двухкартинный комплексный чертёж точки A

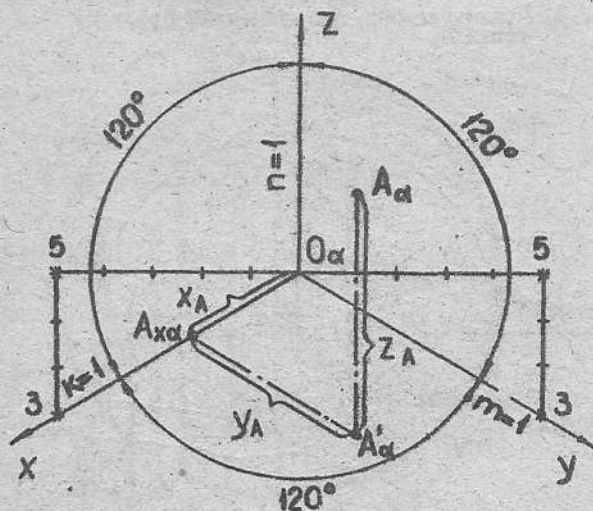
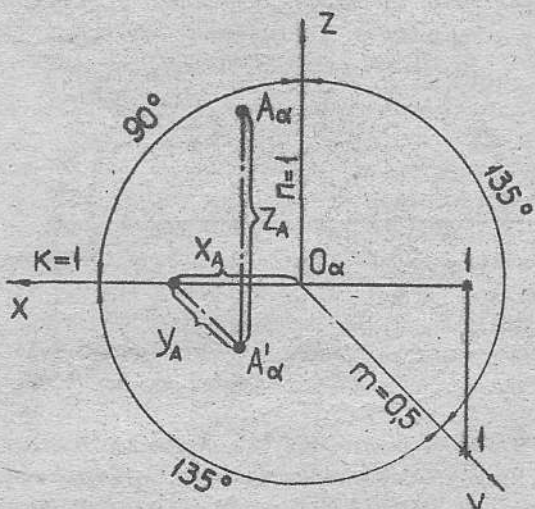
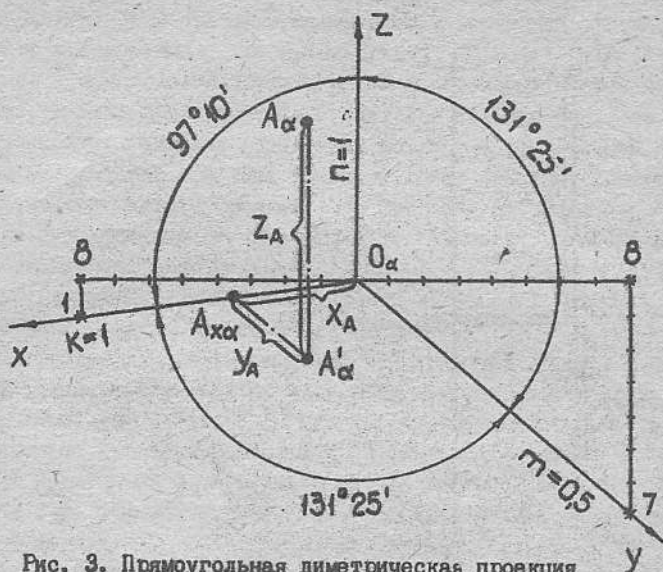


Рис. 2. Прямоугольная изометрическая проекция точки A



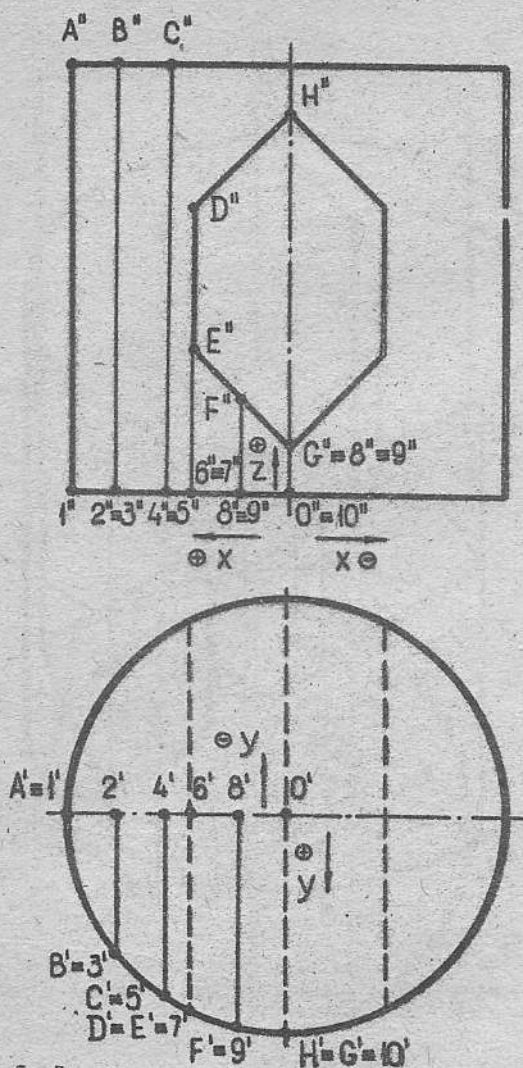


Рис. 5. Двухкартинный безосный эскиз цилиндра со сквозным отверстием

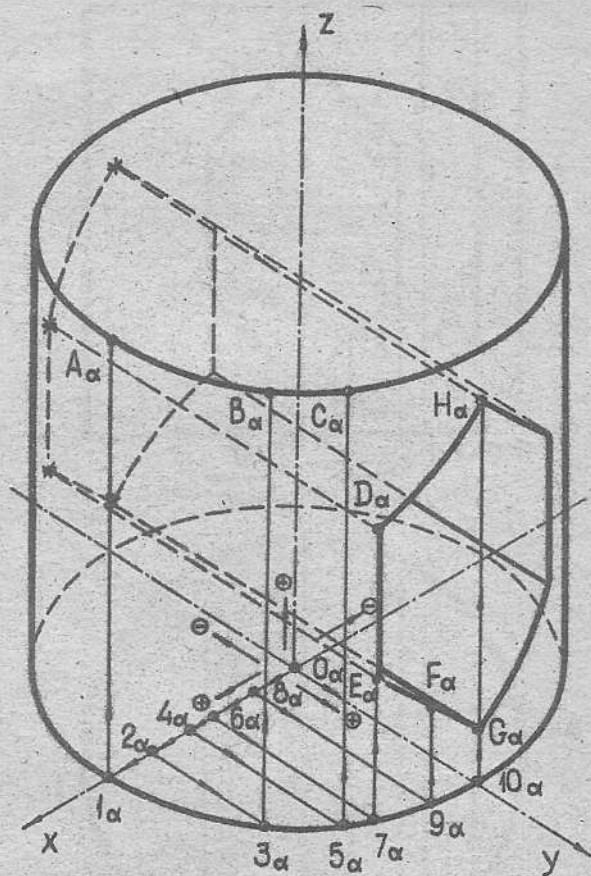


Рис. 6. Прямоугольная изометрическая проекция цилиндра со сквозным отверстием

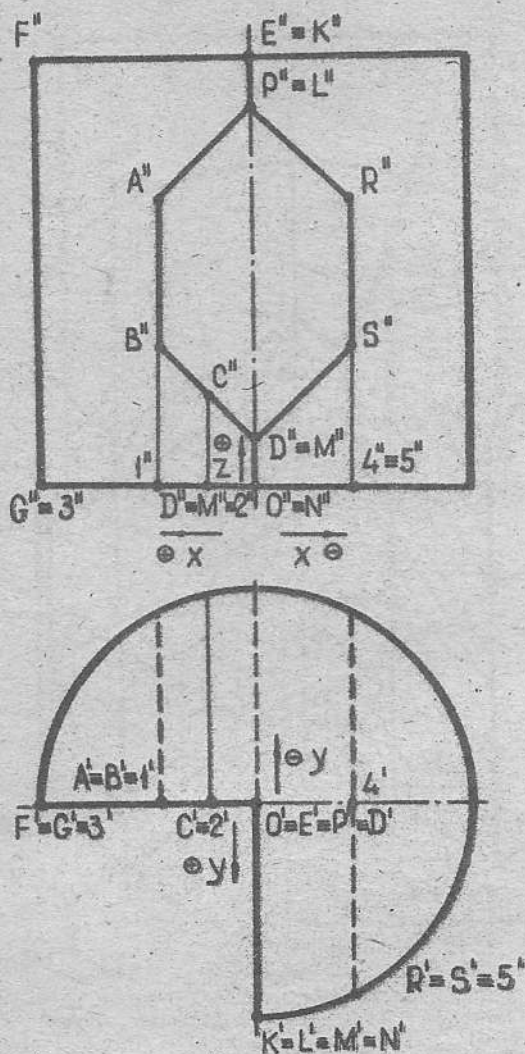


Рис. 7. Двухкартинный безосный эскиз цилиндра со сквозным отверстием и с вырезкой одной четверти

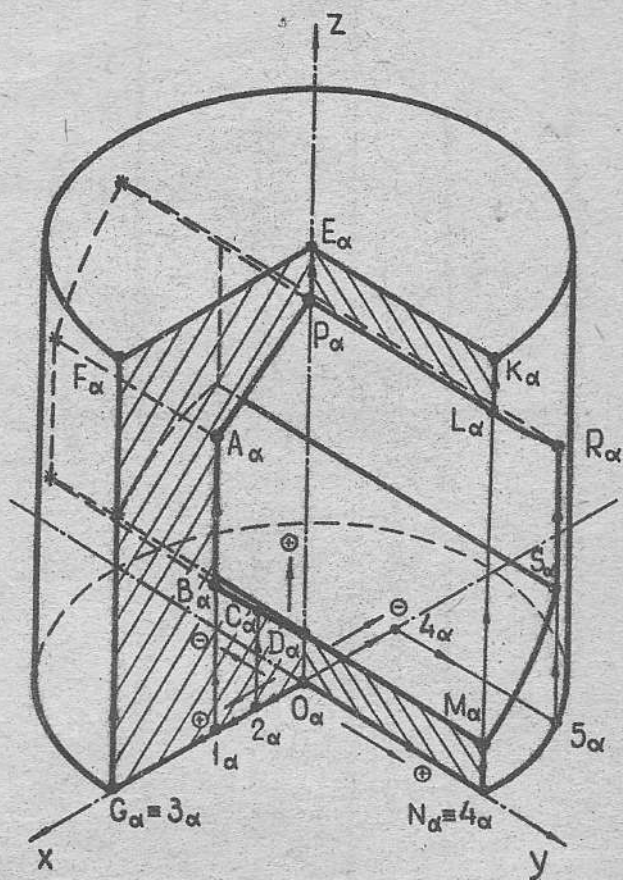


Рис. 8. Прямоугольная изометрическая проекция цилиндра со сквозным отверстием и с вырезкой одной четверти

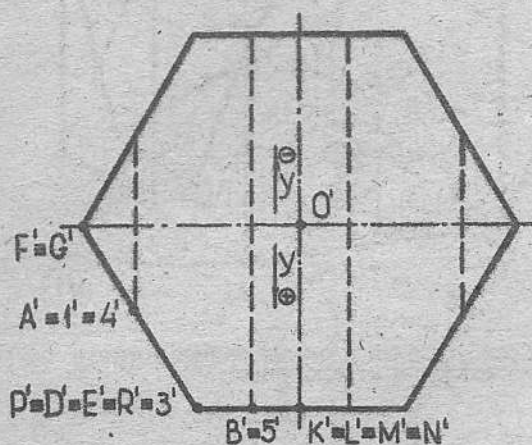
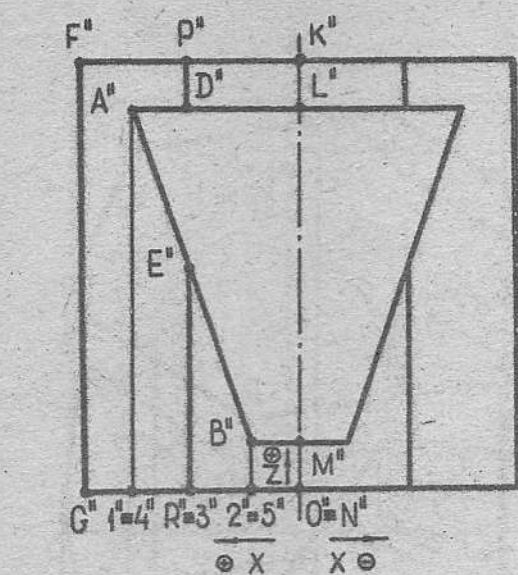


Рис. 9. Двухкартинный безосный эпюр призмы со сквозным отверстием

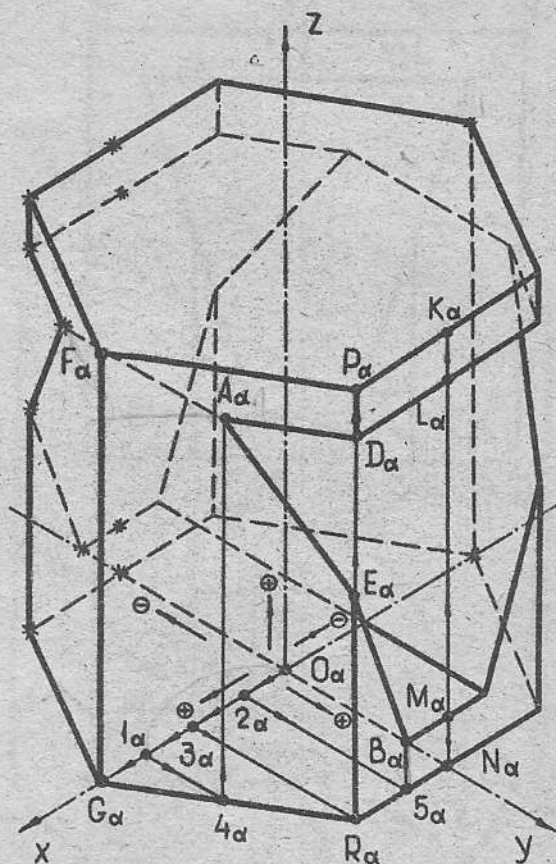


Рис. 10. Прямоугольная изометрическая проекция призмы со сквозным отверстием

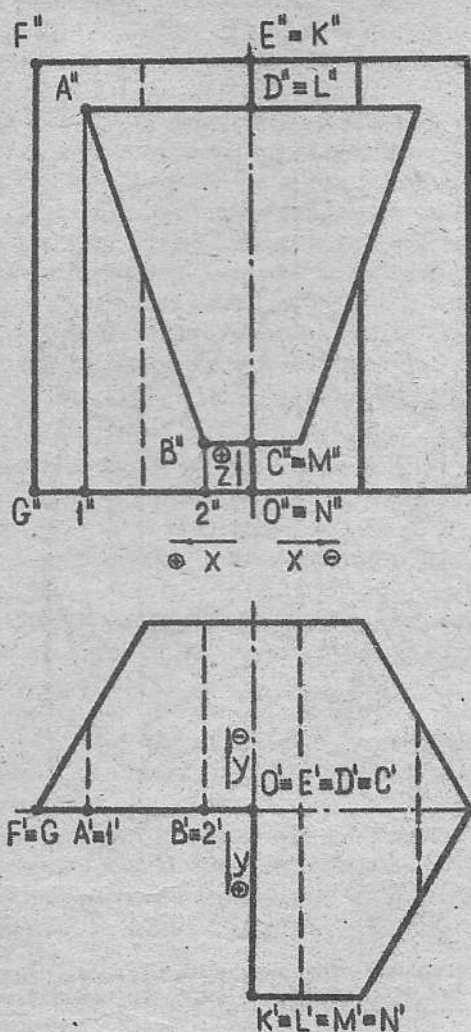
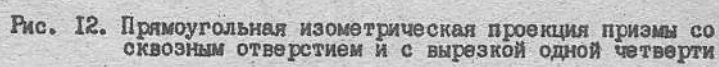


Рис. II. Двухкартинный безосный эпюр призмы со сквозным отверстием с вырезкой одной четверти



точек, равномерно расположенных по периметру эллипса. Кривые линии $D_{\alpha}-H_{\alpha}$, $F_{\alpha}-G_{\alpha}$ (см. рис.6) и соответствующие им линии строятся (каждая) по не менее 4-м точкам, равномерно расположенным по длине указанных линий.

На рис. 7 дан двухкартинный безосный эпюр цилиндра со сквозным отверстием с вырезкой одной четверти. Цилиндр и отверстие в нем здесь таких же размеров и расположения, как и на рис.6. Выбор фигуры и расположение точек (см.рис.7) сделаны с целью более удобного построения прямоугольной изометрической проекции цилиндра со сквозным отверстием с вырезкой одной четверти (см.рис.8). Обозначения и расположения точек на рис.7 и 8 соответствуют друг другу. Все точки на рис.8 определены по координатным ломаным или координатам, которые показаны на этом рисунке: $O_{\alpha}, I_{\alpha}, A_{\alpha}; O_{\alpha}, I_{\alpha}, B_{\alpha}; O_{\alpha}, 2_{\alpha}, G_{\alpha}; O_{\alpha}, D_{\alpha}; O_{\alpha}, E_{\alpha}; O_{\alpha}, 3_{\alpha} = G_{\alpha}, F_{\alpha}; O_{\alpha}, G_{\alpha}; O_{\alpha}, 4_{\alpha} = N_{\alpha}, K_{\alpha}; O_{\alpha}, 4_{\alpha} = N_{\alpha}, L_{\alpha}; O_{\alpha}, 4_{\alpha} = N_{\alpha}, M_{\alpha}; O_{\alpha}, 4_{\alpha} = N_{\alpha}; O_{\alpha}, P_{\alpha}; O_{\alpha}, 4_{\alpha}, 5_{\alpha}, P_{\alpha}; O_{\alpha}, 4_{\alpha}, 5_{\alpha}, S_{\alpha}$.

При построении эллипсов следует использовать не менее 8-ми точек, равномерно расположенных по периметру эллипса. Кривые линии $L_{\alpha}-R_{\alpha}$, $M_{\alpha}-S_{\alpha}$ и соответствующие им линии строятся (каждая) по не менее 4-м точкам, равномерно расположенным по длине указанных кривых.

На рис.9 дан двухкартинный безосный эпюр призмы со сквозным отверстием. Ось призмы находится в проецирующем положении к горизонтальной плоскости проекций. Фигура симметрична относительно: 1) горизонтально проецирующей плоскости, проходящей через точки $O; K; L; M$; 2) горизонтально проецирующей плоскости, проходящей через точки $O; F$. На рис.10 приведена прямоугольная изометрическая проекция этой же фигуры. Обозначения и расположение точек на обоих рисунках соответствуют друг другу. Все точки на рис.10 определены по координатным ломаным или координатам, которые показаны на этом рисунке: $O_{\alpha}, I_{\alpha}, 4_{\alpha}, A_{\alpha}; O_{\alpha}, 2_{\alpha}, 5_{\alpha}, B_{\alpha}; O_{\alpha}, 3_{\alpha}, R_{\alpha}, D_{\alpha}; O_{\alpha}, 3_{\alpha}, R_{\alpha}, E_{\alpha}; O_{\alpha}, G_{\alpha}, F_{\alpha}; O_{\alpha}, G_{\alpha}; O_{\alpha}, N_{\alpha}, K_{\alpha}; O_{\alpha}, N_{\alpha}, L_{\alpha}; O_{\alpha}, N_{\alpha}, M_{\alpha}; O_{\alpha}, N_{\alpha}; O_{\alpha}, 3_{\alpha}, R_{\alpha}, P_{\alpha}; O_{\alpha}, 3_{\alpha}, R_{\alpha}$.

Точки, симметричные точкам $A; B; D; E; F; G; K; L; M; N; R; P$, находятся аналогично; последние на рис.10 отмечены звездочками.

На рис.11 дан двухкартинный безосный эпюр призмы со сквозным

отверстием с вырезкой одной четверти. Призма и отверстие в ней здесь таких же размеров и расположения, как и на рис. 9. Выбор фигуры и расположение точек (рис. 11) сделаны с целью более удобного построения прямоугольной изометрической проекции цилиндра со сквозным отверстием с вырезкой одной четверти (рис. 12). Обозначения и расположение точек на рис. 11 и 12 соответствуют друг другу. Все точки на рис. 12 определены по координатным ломаным или координатам, которые показаны на этом рисунке:

$O_\alpha, I_\alpha, A_\alpha; O_\alpha, 2_\alpha, B_\alpha; O_\alpha, C_\alpha; O_\alpha, D_\alpha; O_\alpha, E_\alpha; O_\alpha, G_\alpha, F_\alpha;$
 $O_\alpha, G_\alpha; O_\alpha, N_\alpha, K_\alpha; O_\alpha, N_\alpha, L_\alpha; O_\alpha, N_\alpha, M_\alpha; O_\alpha, N_\alpha.$

Примечание. Аксонометрическая проекция, изображенная на рис. 8, условно соответствует фигуре, данной на рис. 7. Дело в том, что строгое соответствие рис. 7 и 8 имеет место тогда, когда штриховка на рис. 8 отсутствует. То же относится и к рис. 11 и 12 соответственно.

II. Аксонометрические проекции технических форм

Построение аксонометрических проекций отдельных деталей производится по их рабочим чертежам; изображений сборочных единиц, узлов или готовых изделий в сборе - по их сборочным чертежам или чертежам общего вида.

Построение ведется с соблюдением размеров деталей и учетом масштаба исходного чертежа. При этом используют, как правило, приведенные значения коэффициентов искажения (рис. 13), в результате чего построенные по размерам чертежа аксонометрические изображения оказываются увеличенными против оригинала в 1,06 раза в прямоугольной диметрии и в 1,22 раза - в прямоугольной изометрии.

При выборе типа аксонометрической проекции следует учитывать, что объекты, имеющие в своей основе плоскости, а тем более прямоугольные формы (пирамида, призма и т.п.), наиболее "фотогеничны" в диметрических проекциях, в то время как для изображения тел вращения (цилиндр, конус и т.п.) предпочтительна изометрическая проекция.

При выборе положения осей следует отдавать предпочтение случаю, когда ось симметрии детали совпала бы с осью Z, а дополнительные ее элементы, например, боковые штуцера, отверстия и т.д.,

располагались бы по осям X и Y . При наличии у детали центра симметрии его целесообразно совместить с началом координат. Предпочтительна ориентация детали в пространстве в ее рабочем положении, однако для обеспечения большей наглядности и максимальной видимости всех элементов допускается любое ее "переворачивание".

При построении аксонометрических изображений окружностей, лежащих в плоскостях проекций или плоскостях, им параллельных, в техническом черчении эллипсы (строящиеся по точкам) чаще всего заменяются овалами. Овал — кривая, близко воспроизводящая эллипс, но строящаяся без лекала с помощью линейки и циркуля.

Расположение и размеры таких овалов, а также способы их построения [3] приведены на рис. 13. При этом соблюдается правило: большая ось овала перпендикулярна той оси проекций, которая в плоскости овала отсутствует.

При построении же эллипсов по точкам часто бывает достаточно использования всего восьми характерных точек: а именно — по осям координат и большим и малым осям эллипса. При этом для определения большой и малой осей эллипсов для исключения расчетов удобно пользоваться специальной диаграммой (рис. 16).

Имеющиеся на деталях окружности, плоскости которых не совпадают или не параллельны плоскостям проекций, а также другие пространственные или лекальные кривые, строятся по точкам, как это указано выше.

Как и в обычных чертежах, в аксонометрических проекциях линии видимого контура обводятся сплошной основной линией, линии перехода — сплошной тонкой, невидимые (в случае необходимости) — пунктирной линией.

Аксонометрические проекции могут выполняться с разрезами. Линии штриховки разрезов и сечений в аксонометрических проекциях наносят [4] параллельно одной из диагоналей квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 18).

В отличие от обычных чертежей в аксонометрических проекциях при разрезах заштриховываются ребра жесткости, ступицы маховиков и шкивов и аналогичные им элементы.

Резьба на аксонометрических чертежах изображается, как и на

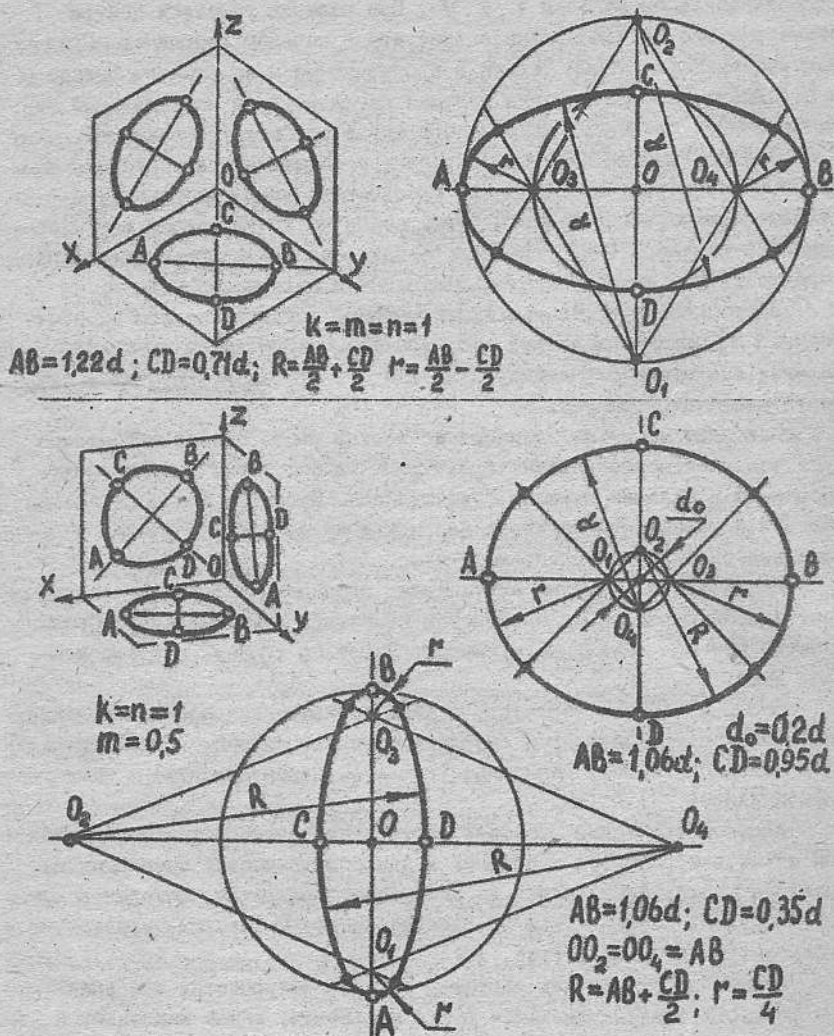


Рис. 13. Аксонометрические изображения окружности

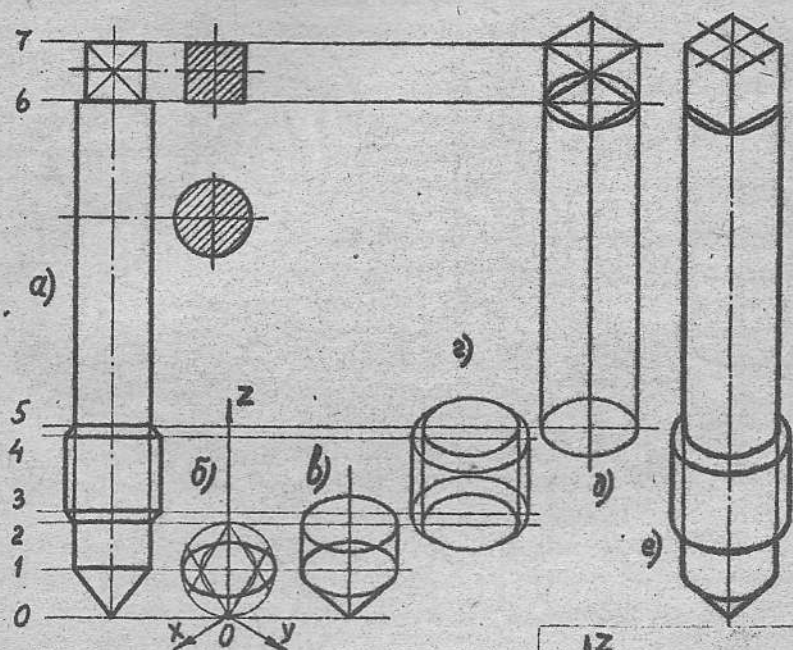


Рис. 14. Изометрия штока

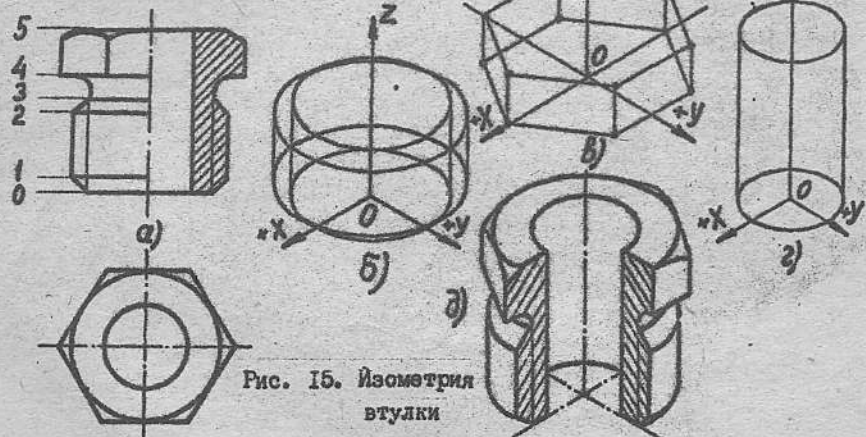


Рис. 15. Изометрия втулки

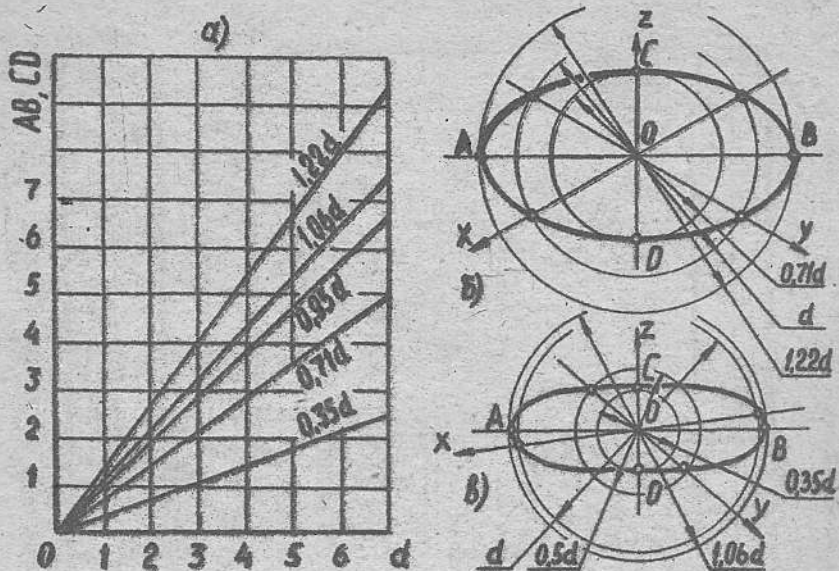


Рис. 16. Построение эллипсов по восьми точкам

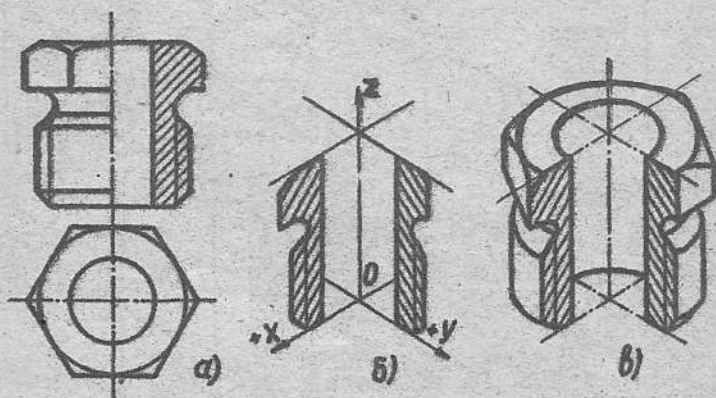


Рис. 17. Изометрия втулки (второй вариант)

обычных согласно ГОСТ 2.311-68 (СТ СЭВ 284-76). При необходимости для большей наглядности допускается изображать (частично или полностью) и профиль резьбы.

Если объект имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на его изображении можно показать лишь один-два из них (например, одно-два отверстия, или один-два зуба), а остальные, как и на обычных чертежах, дать условно (например, осевыми линиями).

На аксонометрических проекциях могут быть нанесены размеры. При этом размеры ставятся действительные (без учета масштаба изображения); выносные линии проводятся параллельно аксонометрическим осям, а размерные — параллельно измеряемому отрезку.

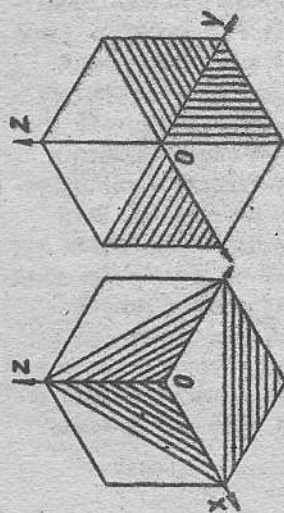
В качестве примера рассмотрим выполнение аксонометрических чертежей вентили (в сборе) и отдельных его деталей.

Шток (рис. 14а) как техническая деталь представляет собой цилиндрический стержень с конусом и четырехгранной призмой на концах и цилиндрическим утолщением с фасками и резьбой в нижней его части.

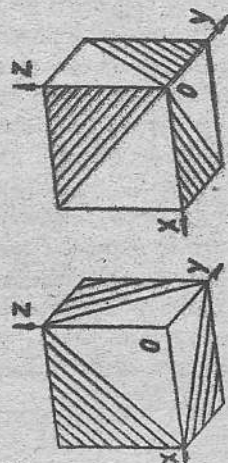
По данным выше рекомендаций, предпочтительный вид аксонометрического изображения для штока — прямоугольная изометрия с осью

Z по оси штока и началом координат O в вершине конуса (рис. 14).

Произведя разбивку штока на участки по высоте, как показано на рис. 14а, вычерчивание его в аксонометрической проекции сводится к вычерчиванию его составляющих: конуса ($O-1$), цилиндров ($1-2$, $3-4$, $5-6$), усеченных конусов ($2-3$, $4-5$) и четырехгранной призмы ($6-7$). Его выполнение в динамике представлено на рис. 14 и сводится, по существу, к вычерчиванию в нужных местах по высоте (по оси Z) шести эллипсов или овалов по соответствующим диаметрам окружностей и двух квадратов. Для большей наглядности аксонометрического изображения призма ($6-7$) на чертеже штока (рис. 14а) изображена повернутой на 90° от общепринятого положения. Овалы или эллипсы строятся по правилам, иллюстрированным на рис. 13, 16, квадраты — по координатам их вершин. Проведя касательные к овалам — очерковые образующие конусов и цилиндров — и ребра призмы (рис. 14в-д) и производя обводку с учетом видимости, получим аксонометрическую проекцию штока (рис. 14е). В качестве вспомогательных линий прочерчиваем лишь ось штока и направление аксонометрических



а) Прямоугольная изометрическая проекция



б) Прямоугольная диметрическая проекция

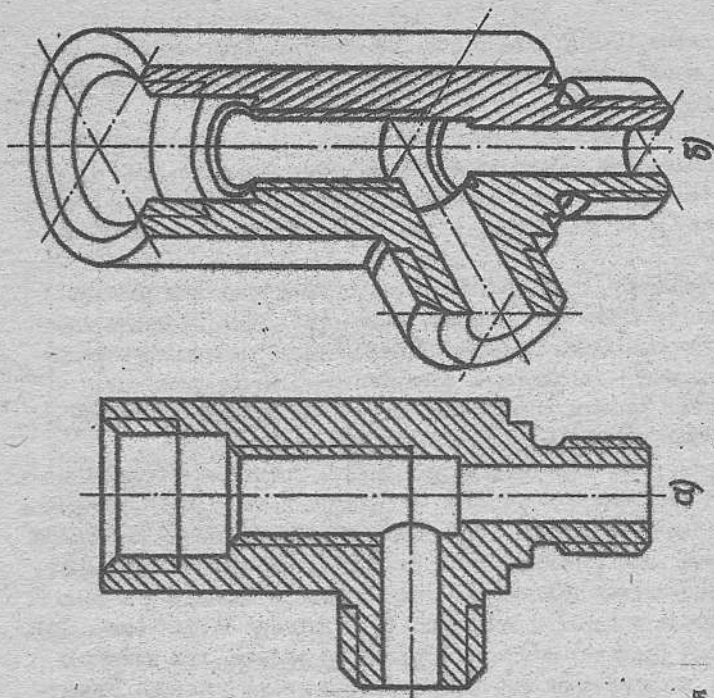


Рис. 19. Изометрия корпуса вентили

Рис. 18. Штриховка разрезов

осей (у верхнего среза штока). Резьбу, как и на обычных чертежах, отмечаем тонкими вертикальными линиями по ее внутреннему диаметру.

Вычерчивание изометрии втулки (рис. 15а) в принципе сводится к вычерчиванию ее резьбовой части, как цилиндра с двумя фасками (рис. 15б), головки под ключ, как шестигранной призмы (рис. 15в), и центрального отверстия, как цилиндра (рис. 15г). Овалы или эллипсы, как и в предыдущем случае, строятся каждый на своем уровне по значениям диаметров изображаемых окружностей; шестигранная призма — по координатам вершин, взятым с чертежа детали (рис. 15в).

Особенностью данной детали является необходимость выполнения разреза как на ее рабочем чертеже, так и на аксонометрической проекции. Разрез выполняется по плоскостям XOZ и YOZ , поэтому при окончательной обводке чертежа все его элементы (овалы, шестигрульники) выполняются сплошной основной линией (с учетом видимости) лишь до осей $+X$ и $+Y$, то есть в оставшейся части детали (рис. 15д). Проведением соответствующих образующих очерчиваются контуры сечений детали по плоскостям XOZ и YOZ .

Скругление малого радиуса (проточка под головкой), а также кривые от фаски на головке выполняются по опорным точкам по лекалу или "от руки".

Сечения заштриховываются по большим диагоналям квадратов, построенных на осях X , Y в плоскостях XOZ и YOZ (рис. 15а).

Резьба отмечается в сечениях сплошными тонкими линиями по ее внутреннему диаметру (рис. 15д). В данном, а также и многих других аналогичных случаях, когда наличие разреза на чертеже детали и ее аксонометрической проекции определяется однозначно, часто пользуются несколько иным порядком построения аксонометрии (рис. 17): построение аксонометрии начинают с построения в плоскостях XOZ и YOZ изображений сечений детали плоскостями проекций (рис. 17а). После их заштриховки конфигурация детали уже достаточно просматривается на чертеже и часто остается только дополнить изображение в нужных местах недостающими частями эллипсов (рис. 17в), которые в этом случае удобно и быстро строятся по упомянутому методу "восьми точек" (рис. 16).

Подобный метод может быть рекомендован для усложненных деталей при большом количестве окружностей в плоскостях, как, напри-

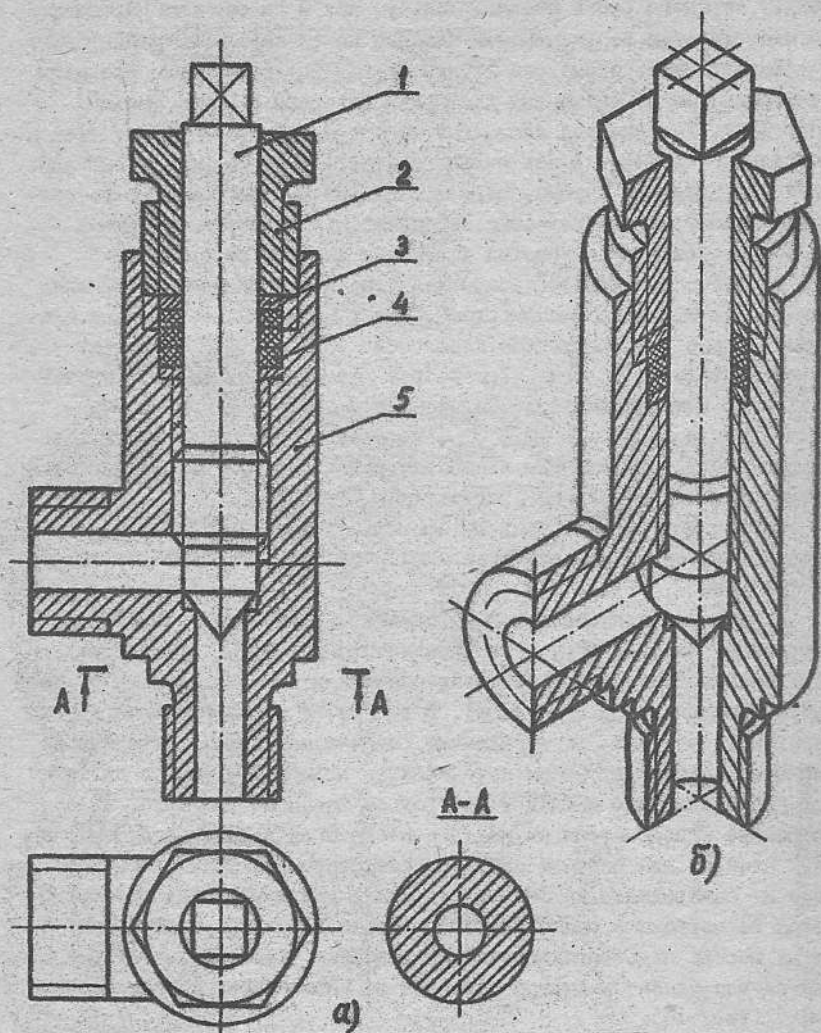


Рис. 20. Изометрия вентиля (в сборе)
 1 - шток; 2 - втулка; 3 - шайба;
 4 - сальник; 5 - корпус

мер, деталь, приведенная на рис. 19.

Построение аксонометрической проекции корпуса (рис. 19), сравнительно с рассмотренными случаями, осложняется лишь наличием у него бокового штуцера. Совместив осевую линию корпуса с осью Z и расположив ось X по оси штуцера, получим, что построение его изометрической проекции будет отличаться от предыдущих, в принципе, лишь необходимостью построения эллипсов или овалов не только в плоскости XOy , как это было раньше, но еще и в плоскости yOZ для изображения окружностей, лежащих в основе бокового штуцера.

Для их построения на оси $+X$ отмеряются расстояния, соответствующие расстояниям изображаемых окружностей от оси корпуса (по чертежу), и из полученных точек, как исходных центров, строятся эллипсы или овалы с большой осью, перпендикулярной оси X .

Выполнив, как и ранее, изображения сечений, все эллипсы или овалы, прочертив очерковые образующие поверхностей и произведя обводку с учетом видимости и разреза по плоскостям XOZ и yOZ , получим изометрическую проекцию корпуса (рис. 19б). Пространственные линии пересечения цилиндрических поверхностей корпуса и штуцера выполняются по точкам с помощью лекала, а закругления малого радиуса — "от руки".

При этом, как и в предыдущем случае, отмечаются резьбы и производится штриховка разреза. Границы резьб без проточки также отмечаются соответствующими эллипсами или овалами. На готовом изображении прочерчиваем штрихпунктирными линиями оси X , y , Z .

Изометрия вентиля в сборе (рис. 20б) выполняется по его сборочному чертежу (рис. 20а). Ее построение сводится, по существу, к повторению изображений отдельных деталей, расположенных каждая на своем месте в соответствии со сборочным чертежом, с учетом их взаимного сопряжения и изменений видимости, когда изображение одной детали частично перекрывает изображение другой.

Не рассмотренные выше детали (шайбы, сальник) вычерчиваются непосредственно со сборочного чертежа.

Как и на сборочном чертеже, в аксонометрической проекции допускаются некоторые упрощения: не изображаются фаски для резьбовых поверхностей и фаска на шестигранной головке втулки.

Изображение выполняется с разрезом по плоскостям XOZ и yOZ ;

шток, как не имеющий внутри полостей, не разрезается.

Штриховку сальника выполняем в двух направлениях по двум диагоналям квадратов (рис. 18а); остальных деталей - как и ранее. По эстетическим соображениям корпус и пробка заштриховываются в одном направлении с использованием разного шага штриховки.

На изображении прочерчиваем штрихпунктирными линиями оси X , Y и Z , а также направления осей у верхнего и нижнего габаритов изделия и у среза бокового штуцера.

Библиографический список

1. Гордон В.О., Семенов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. М.: "Наука", 1988. 272 с.
2. Чекарчев А.А. Инженерная графика. М.: Высшая школа, 1988. 335 с.
3. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. Л.: Машиностроение, 1981. 416 с.
4. Богданов В.Н., Маложик И.Ф., Верхола А.П. и др. Справочное руководство по черчению. М.: Машиностроение, 1989. 864 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Составители: А. Н. Бережной
Ю. В. Перцов

Редактор Л. М. Романенко
Корректор Ю. Е. Стыхарь

Подписано в печать 19.11.91.	Формат 60x84 1/16	
Бумага писчая.	Печать офсетная.	1,63 усл. печ. л.
1,75 уч.-изд. л.	Тираж 200 экз.	Заказ 182 Бесплатно.

Казанский ордена Трудового Красного Знамени
химико-технологический институт

Офсетная лаборатория КХТИ

Адрес института и офсетной лаборатории:
420015, Казань, К. Маркса, 68.