

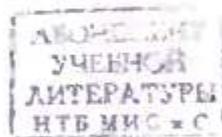
С.К. БОГОЛЮБОВ

515
Б-743

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Третье издание, исправленное и дополненное

*Рекомендовано Министерством образования
Российской Федерации в качестве учебника
для студентов средних специальных учебных заведений,
обучающихся по специальностям технического профиля*



МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 2000

ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

ГЛАВА I

ЧЕРТЕЖНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Для быстрого и точного выполнения чертежей необходимо иметь набор чертежных инструментов и принадлежностей (рис. 6).

Бумага. На чертежной бумаге должны хорошо ложиться карандаш и тушь, поверхность не должна становиться шероховатой от подчисток. Этим условиям удовлетворяет ватманская бумага.

Карандаши. Аккуратность и точность выполнения чертежа в значительной мере зависят от правильной заточки карандаша (рис. 7, а).

Затачивают карандаши перочинным ножом (рис. 6, с).

На рис. 7, б показаны неправильно заточенные карандаши. Заострить графит можно с помощью шлифовальной шкурки (рис. 7, в).

Учащийся должен иметь три марки карандаша: М, ТМ и Т или набор карандашей "Конструктор" (рис. 6, б). При выполнении чертежей тонкими линиями рекомендуется применять карандаш марки Т. Обводить линии чертежа надо карандашом марки ТМ или М. При обводке более мягким карандашом чертеж загрязняется.

Резинки. Для удаления вспомогательных и ошибочно проведенных линий на чертеже, а также загрязнений пользуются резинками — мягкими для карандаша и твердыми для туши.

Угольники. С их помощью можно быстро и точно провести перпендикулярные и параллельные линии. Перед работой угольник надо проверить, для этого следует положить угольник одним катетом на линейку или рейсшину и провести по другому катету прямую линию (рис. 8). Затем повернуть угольник на 180° и снова провести линию. У правильно изготовленного угольника обе линии должны совпадать (рис. 8, а). Если линии не совпадают, то угольник неточный (рис. 8, б). Обычно пользуются равнобедренными угольниками с углом 45° , а также угольниками с углами 30° и 60° (рис. 6, в).

Чертежная доска. Выполнять чертежные работы лучше на специальной чертежной доске (рис. 6, а). Поверхность ее должна быть совершенно гладкой и плоской. Чтобы чертежная доска не коробилась, ее следует хранить в сухом месте.

Чертежную доску располагают так, чтобы свет на нее падал слева.

Приступая к работе на чертежной доске, необходимо правильно закрепить на ней кнопками лист чертежной бумаги. Сначала закрепляют верхний левый угол листа (рис. 9), затем натягивают лист ладонью по направлению стрелки, закрепляют кнопкой противоположный угол. После этого закрепляют остальные два угла листа.

Откалывают кнопки специальным рычажком (рис. 6, ж).

Рейсшина состоит из длинной линейки и планки, прикрепленной к линейке под прямым углом (рис. 6, з).

При выполнении чертежей с помощью рейсшины значительно ускоряется работа и обеспечивается точность построений.

Планка рейсшины состоит из двух частей: одной — неподвижно закрепленной и другой, — вращающейся на шарнире и закрепляемой под углом к неподвижной части винтом с гайкой. Подвижную часть планки устанавливают в различные положения для проведения линий под разными углами к кромке доски.

Положение рейсшины на доске показано на рис. 10. Планку рейсшины левой рукой плотно прижимают к левой кромке доски и перемещают вдоль кромки, а правой рукой слегка придерживают линейку рейсшины.

Угольник перемещают по рейсшине правой рукой, а левой придерживают рейсшину. Карандаш слегка наклоняют в сторону движения.

С помощью угольников и рейсшины на чертеже проводят параллельные и перпендикулярные прямые линии (рис. 11, а и б). Вертикальные линии проводят по катету угольника, при этом другой катет перемещается по рейсшине. Линии под углом 45° , 60° и 30° проводят по гипотенузе угольника.

Очень удобна для работы рейсшина на роликах со шнуром (рис. 11, в).

Чертежный стол. Чертежная доска должна прикрепляться к устойчивому столу или специальному приспособлению.

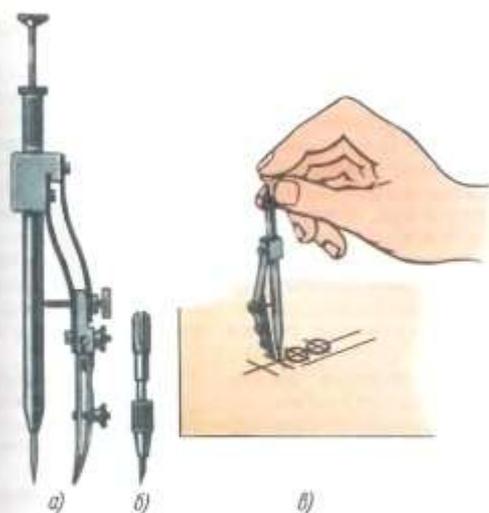


РИС. 16

Набор стеклянных трубочек (рис. 6, м) предназначен для выполнения шрифтовых работ тушью. Толщина линии зависит от диаметра трубочки.

Трафарет изготовлен из прозрачного тонкого материала с прорезями разной формы. Он применяется для удаления ненужных линий, не повреждая близлежащие (рис. 6, р).

Готовальня представляет собой набор чертежных инструментов, размещенных в специальном футляре (рис. 6, н). Обычно готовальня содержит инструменты: циркуль, кронциркуль, циркуль измерительный, рейсфедер.

Циркуль предназначен для проведения дуг окружностей (рис. 15, а). В одну ножку циркуля вставляют иглу и закрепляют ее винтом, а в другую — вставку для грифеля (рис. 15, б) или рейсфедер (рис. 15, г) для работы тушью. Для измерения линейных размеров и откладывания их на чертеже применяют вставку с иглой (рис. 15, в). При вычерчивании окружностей больших ради-

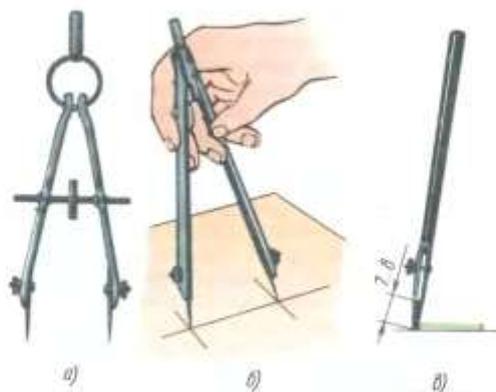


РИС. 17

сов в ножку циркуля вставляют удлинитель (рис. 15, д), в котором закрепляют вставку для грифеля или рейсфедер.

Кронциркуль (рис. 16) применяется для вычерчивания окружностей малого диаметра (от 0,5 до 10 мм). Ножка с грифелем или рейсфедером свободно вращается вокруг оси кронциркуля.

Циркуль измерительный малый и большой (рис. 17, а, б) применяют для откладывания линейных размеров.

Рейсфедер применяется для проведения линий тушью. Для наполнения рейсфедера тушью рекомендуется применять стержень, закрепленный в пробке флакона (рис. 6, п).

Проводя линию, следует немного наклонить рейсфедер в направлении движения, оставляя небольшой зазор между рейсфедером и нижней кромкой линейки (рис. 17, в). Наполнять рейсфедер тушью рекомендуется не более чем на 7...8 мм.

Г Л А В А 2

ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 1. СТАНДАРТЫ

В изготовлении сложных изделий участвуют инженеры, техники и рабочие не одного, а десятков, сотен заводов самых различных отраслей промышленности, часто удаленных друг от друга на тысячи километров.

Разнобой в содержании и оформлении конструкторской документации значительно осложнял рациональную организацию производства, возможность передачи изготовления изделий с одних предприятий на другие.

Поэтому появилась необходимость установления единых, обязательных для всех правил офор-

мления чертежей, которые сделали бы их понятными для любого участка производства.

Такие правила устанавливают стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

ЕСКД содержит комплекс стандартов, обеспечивает единство оформления и обозначения чертежей, определяет срок действия стандарта, правила учета и хранения чертежей, внесения в них изменений с обязательным распространением этих правил на все виды изделий и все отрасли промышленности.

Характерным для этой системы является то, что она охватывает не только графическую часть, но включает и все элементы, связанные с использованием иной технической документации.

ЕСКД — комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные нормы и правила по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте и др.).

Основное назначение стандартов ЕСКД заключается в установлении единых оптимальных правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, обеспечивающих: применение современных методов и средств при проектировании изделий; возможность взаимозаменяемости конструкторской документацией без ее переоформления; оптимальную комплектность конструкторской документации; механизацию и автоматизацию обработки конструкторских документов и содержащейся в них информации; высокое качество изделий; наличие в конструкторской документации требований, обеспечивающих безопасность использования изделий для жизни и здоровья потребителей, окружающей среды, а также предотвращение причинения вреда имуществу; возможность расширения унификации и стандартизации при проектировании изделий; возможность проведения сертификации изделий; сокращение сроков и снижение трудоемкости подготовки производства; правильную эксплуатацию изделий; оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства; упрощение форм конструкторских документов и графических изображений; возможность создания единой информационной базы автоматизированных систем (САПР, АСУП и др.); гармонизацию с соответствующими международными стандартами.

Стандарты ЕСКД распределены на девять классификационных групп (табл. 1). В каждой классификационной группе может насчитываться 99 стандартов. Поэтому группы стандартов ЕСКД могут пополняться без нарушения их нумерации.

Пример обозначения стандарта ЕСКД "Шрифты чертежные" — ГОСТ 2.304—81. Цифра "2" обозначает класс, присвоенный комплексу стандартов ЕСКД, "3" — классификационная группа стандартов (см. табл. 1), "04" — порядко-

вый номер стандарта в группе, "81" — год утверждения стандарта.

В ежемесячнике "Информационный указатель стандартов" (ИУС) публикуются сведения о новых утвержденных стандартах и об измененных в прежних. При наличии изменений к цифровому обозначению стандарта справа добавляется звездочка (*). Так, например, обозначение ГОСТ 2.301— говорит о том, что в этот стандарт внесены изменения и его содержание несколько отличается от прежнего, что обязательно следует учитывать при использовании стандартов. Буква Е в цифровом обозначении стандарта указывает, что продукция поставляется внутри страны, буква Э — только экспорт.

Государственный Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации ежегодно выпускает указатель всех действующих стандартов по состоянию на 1 января, к которому также следует пользоваться.

Стандарты ЕСКД охватывают не только машиностроение, но и приборостроение.

Так как стандарты ЕСКД разработаны для промышленности и не учитывают особенностей учебного процесса, некоторые отклонения при выполнении учебных чертежей допустимы, что учтено в настоящем учебнике.

§ 2. ФОРМАТЫ

Стандарт 2.301—68 устанавливает форматы листов чертежей и других конструкторских документов всех отраслей промышленности и строительства, что позволяет комплектовать и брошюровать конструкторские документы в альбомы.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки.

Формат размером 1189×841 мм ($\approx 1 \text{ м}^2$) и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части, параллель-

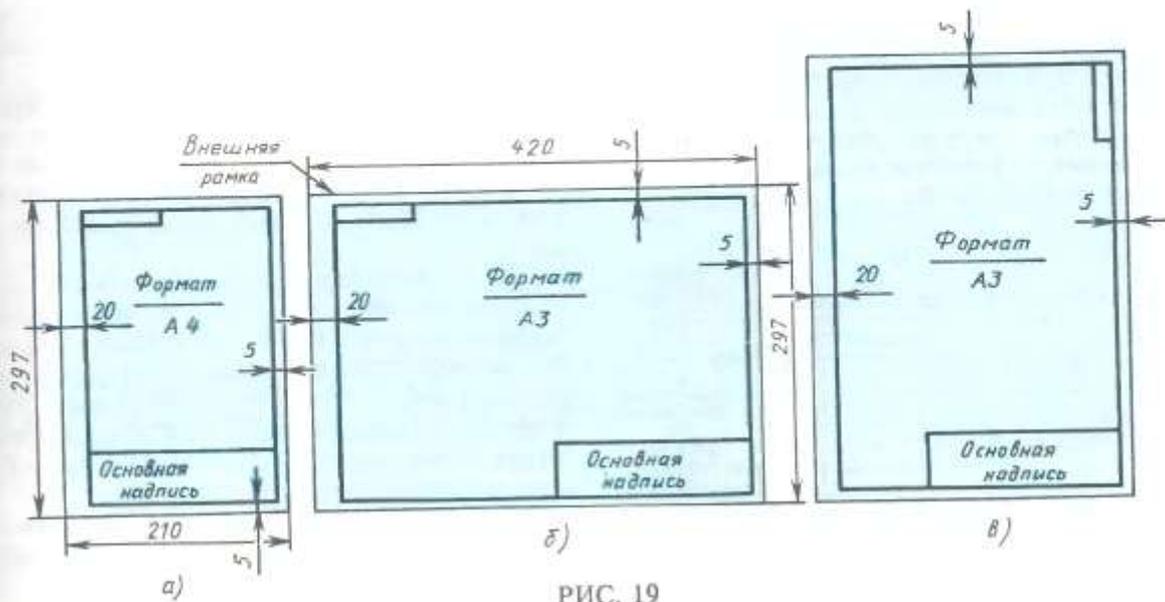
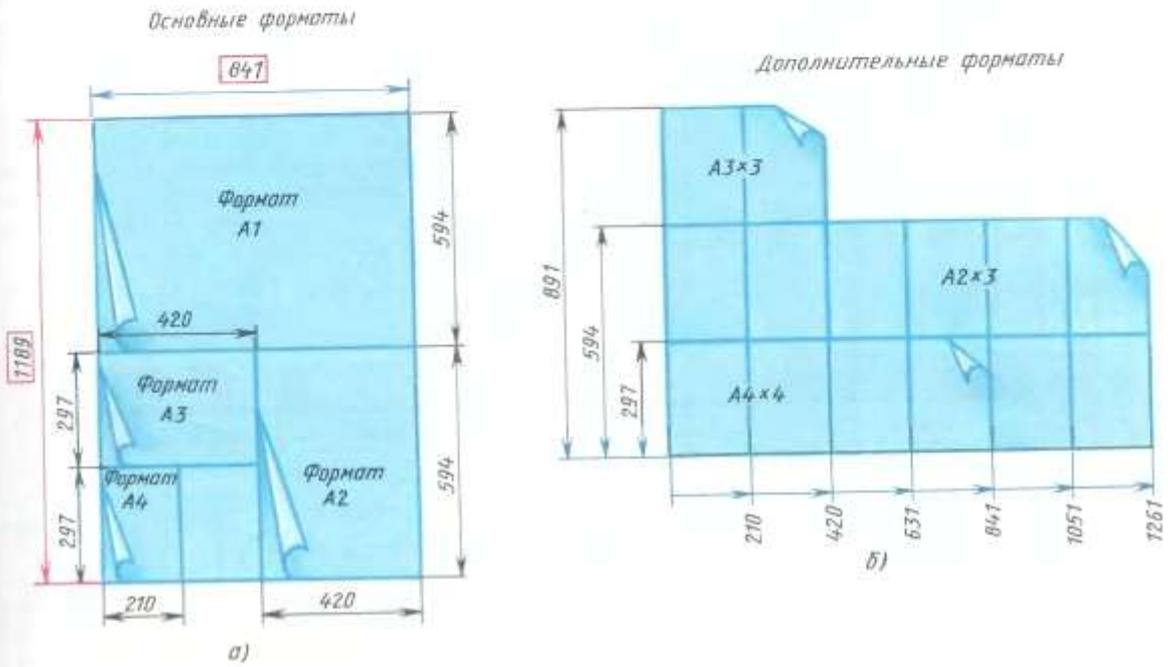
Таблица 1

Распределение стандартов ЕСКД по классификационным группам

| Шифр группы | Содержание стандартов в группе |
|-------------|---|
| 0 | Общие положения |
| 1 | Основные положения |
| 2 | Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах |
| 3 | Общие правила выполнения чертежей |
| 4 | Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения |
| 5 | Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений) |
| 6 | Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации |
| 7 | Правила выполнения схем |
| 8 | Правила выполнения документов строительных и судостроения |
| 9 | Прочие стандарты |

Таблица 2

| Основные форматы | | | | | |
|----------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Обозначение формата | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
| Размеры сторон формата, мм | 841×1189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |



тал", вторую — "Проверил").

Графа 19 — В верхней части листа выполняется рамка размером 70×14 мм (рис. 19). В этой рамке пишется обозначение чертежа, повернутое на 180° для формата А4 и форматов с расположением основной подписи вдоль длинной стороны листа (рис. 19, б) и на 90° при расположении основной подписи вдоль короткой стороны листа (рис. 19, в).

О заполнении остальных граф будет указано в IV разделе в гл. 25 "Чертеж как документ ЕСКД".

Основные надписи, дополнительные графы к ним и рамки выполняются сплошными толстыми и сплошными тонкими линиями (ГОСТ 2.303—68). На листах формата А4 основную надпись по ГОСТ 2.301—68 располагают вдоль короткой стороны листа (рис. 19, а). Основная надпись на машиностроительных чертежах заполняется более подробно с учетом всех требований ЕСКД, о которых сказано в гл. 25.

В гл. 53 подробно рассказано об основной надписи формы 2 для текстовых документов.

На учебных чертежах допускается применять нестандартную основную надпись (рис. 21, б).

§ 4. ЛИНИИ

При выполнении любого чертежа основными элементами являются линии. Согласно ГОСТ 2.303—68 для изображения изделий на чертежах применяют линии различных типов в зави-

симости от их назначения, что способствует выделению формы изображаемого изделия. На рис. показано применение различных линий.

ГОСТ 2.303—68 устанавливает начертание основных назначений линий на чертежах в отраслях промышленности и строительстве (табл. 4).

1. Сплошная толстая основная линия выполняется толщиной, обозначаемой буквой *s*, в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от сложности и величины изображения на данном чертеже также от формата чертежа. Сплошная толстая линия применяется для изображения видимого контура предмета, контура вынесенного сечения и входящего в состав разреза.

2. Сплошная тонкая линия применяется для изображения размерных и выносных линий, штриховки сечений, линии контура наложенных сечений, линии-выноски, линии для изображения пограничных деталей ("обстановка").

3. Сплошная волнистая линия применяется для изображения линий обрыва, линии разграничения вида и разреза.

4. Штриховая линия применяется для изображения невидимого контура. Длина штрихов должна быть одинаковой. Длину следует выбирать в зависимости от величины изображения, принимая от 2 до 8 мм, расстояние между штрихами 1...2 мм.

5. Штрихпунктирная тонкая линия применяется для изображения осевых и центровых линий сечения, являющихся осями симметрии наложенных или вынесенных сечений. Длина штрихов должна быть одинаковой и выбирается в зависимости от размера изображения, пример

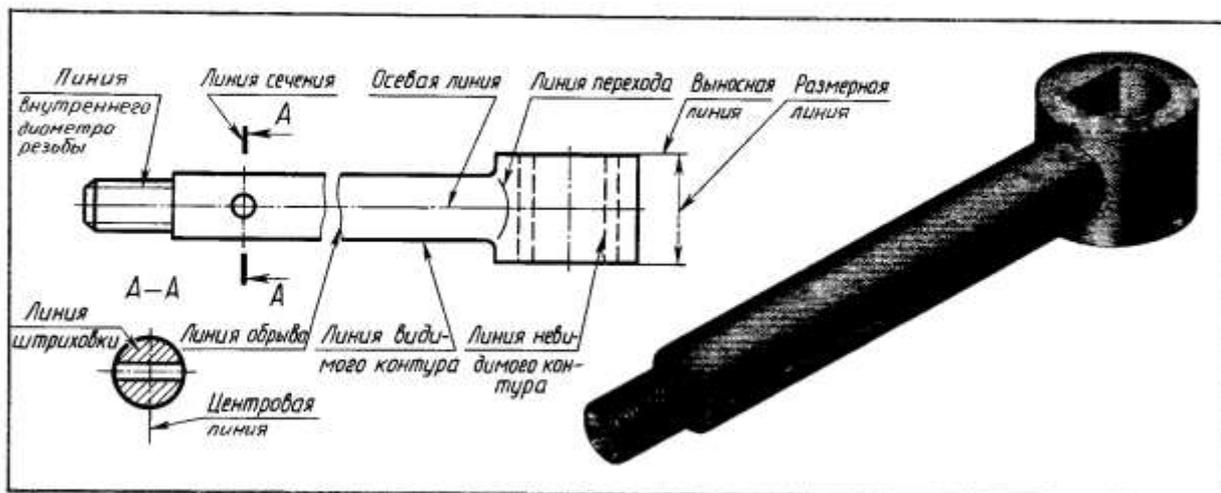


РИС. 22

| Наименование | Начертание | Толщина линий по отношению к толщине основной линии | Наименование | Начертание | Толщина линий по отношению к толщине основной линии |
|---------------------------|------------|---|--|------------|---|
| Сплошная толстая основная | | s | Штрихпунктирная утолщенная | | От $\frac{s}{2}$ до $\frac{2}{3}s$ |
| Сплошная тонкая | | От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$ | Разомкнутая | | От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$ |
| Сплошная волнистая | | От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$ | Сплошная тонкая с изломами | | От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$ |
| Штриховая | | От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$ | Штрихпунктирная с двумя точками тонкая | | От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$ |
| Штрихпунктирная тонкая | | От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$ | | | |

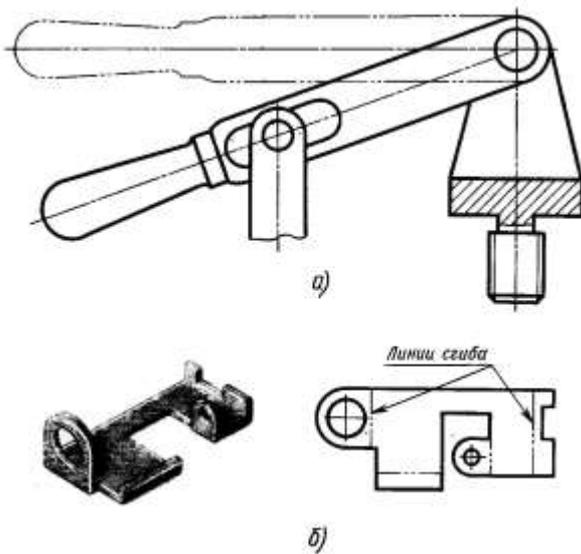


РИС. 23

от 5 до 30 мм. Расстояние между штрихами рекомендуется брать 2...3 мм.

6. Штрихпунктирная утолщенная линия применяется для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью ("наложенная проекция"), линий, обозначающих поверхности, подлежащие термообработке или покрытию.

7. Разомкнутая линия применяется для обозначения линии сечения. Длина штрихов берется 8...20 мм в зависимости от величины изображения.

8. Сплошная тонкая с изломами линия применяется при длинных линиях обрыва.

9. Штрихпунктирная с двумя точками линия применяется для изображения деталей в крайних или промежуточных положениях (рис. 23, а); линии сгиба на развертках (рис. 23, б).

Чертежи и прочие конструкторские документы содержат необходимые надписи: название изделий, размеры, данные о материале, обработке деталей, спецификации и другие надписи.

ГОСТ 2.304—81 устанавливает чертежные шрифты, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности и строительства.

Устанавливаются следующие типы шрифта:
тип А с наклоном 75° (рис. 24);
тип А без наклона;
тип Б с наклоном 75° (рис. 25);
тип Б без наклона (рис. 26).

На рис. 27 показано начертание букв латинского и греческого алфавитов.

Написание арабских и римских цифр, а также конструкция некоторых знаков приведены соответственно на рис. 28, а—в.

Размер шрифта определяет высота h прописных букв в миллиметрах.

Толщина линии шрифта d зависит от типа и высоты шрифта: $(1/14)h$ для шрифта типа А, $(1/10)h$ для шрифта типа Б.

ГОСТ устанавливает следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20. Применение шрифта 1,8 не рекомендуется и допускается только для шрифта типа Б.

Параметры шрифтов типов А и Б приведены в табл. 5 и 6.

Ширина букв и цифр (g) определяется в зависимости от размера шрифта h и может быть выражена в h (табл. 7) или d . Например, в шрифте типа Б ширина буквы Ш равна $8/10h$ или $8d$, буквы Э — $5/10h$ или $5d$, буквы И — $6/10h$ или $6d$.

Высота строчных букв s определяется размером высоты шрифта h . Например, в

*Шрифт типа А с наклоном
Прописные буквы*



Строчные буквы



РИС. 24

Г Л А В А 4

МАСШТАБЫ. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

§ 1. МАСШТАБЫ

Чертежи рекомендуется выполнять в натуральную величину, что дает правильное представление о действительных размерах изделия. Но это не всегда позволяет размеры изделия и форматы листов. В таких случаях чертеж выполняют в уменьшенном виде, т.е. в масштабе.

Таблица 9

| Масштабы по ГОСТ 2.302—68 | |
|---------------------------|---|
| Масштабы уменьшения | 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000 |
| Натуральная величина | 1:1 |
| Масштабы увеличения | 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1 |

Масштаб — это отношение линейных размеров изображаемого предмета на чертеже к его натуральным размерам.

ГОСТ 2.302—68 устанавливает масштабы изображения и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности и строительства (табл. 9).

§ 2. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах устанавливает ГОСТ 2.307—68.

В данном параграфе указаны только те правила, которые необходимы при выполнении чертежей общей части курса черчения.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж.

Размеры бывают линейные — длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса, дуги и угловые — размеры углов.

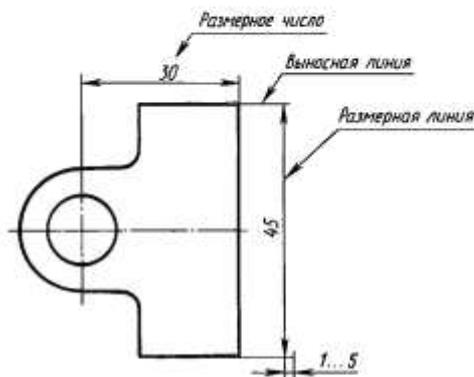


РИС. 36

Линейные размеры указывают на чертеже в миллиметрах, единицу измерения на чертеже не указывают.

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или в выносные и осевые линии (рис. 36). Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.

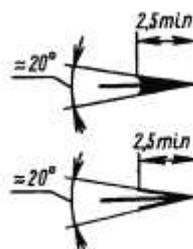


РИС. 37

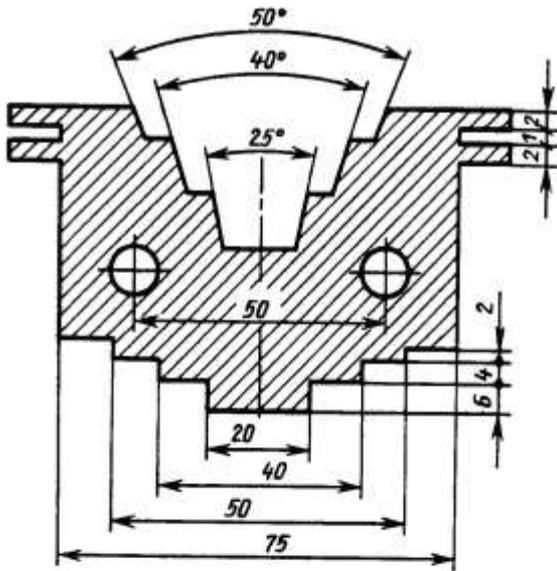


РИС. 38

Величина стрелки выбирается в зависимости от толщины линий видимого контура (s) и должна быть одинакова для всех размерных линий чертежа. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 37. Размерные и выносные линии выполняют сплошными тонкими линиями. В пределах одного чертежа размерные числа выполняют цифрами одного шрифта (чаще применяют шрифт размером 3,5). Размерные числа ставят над размерной линией, параллельно ей и как можно ближе к середине.

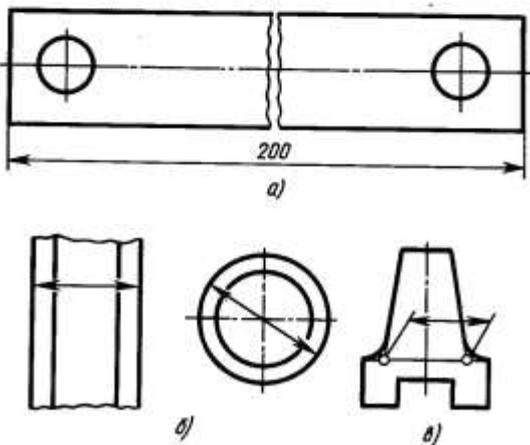


РИС. 39

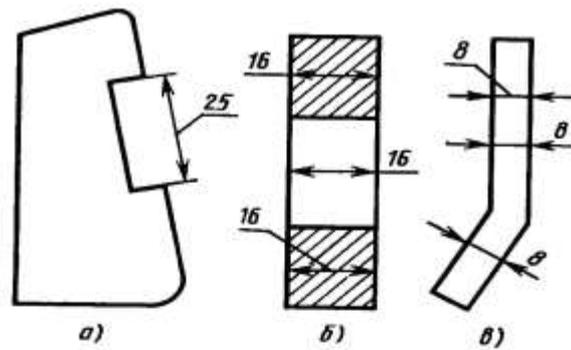


РИС. 40

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной линией и линией контура — 10 мм.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 38).

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками (размеры 2; 1; 2 на рис. 38), наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или точками (размеры 6; 4; 2 на рис. 38). В местах нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (размер 50 на рис. 38).

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают и наносят действительный размер (рис. 39, а). Если стрелки размерных линий перескают расположенные близко друг к другу контурные линии, то эти линии рекомендуется прерывать (рис. 39, б). В случае, показанном на рисунке 39, в, размерную и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм.

Если наклон размерной линии к вертикали менее 30° , то размерное число наносят на полке линии-выноски (рис. 40, а).

Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий на чертеже определяют наибольшим удобством чтения чертежа. Если для нанесения размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят как показано на рис. 40, б; если недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят как показано на рис. 40, в.

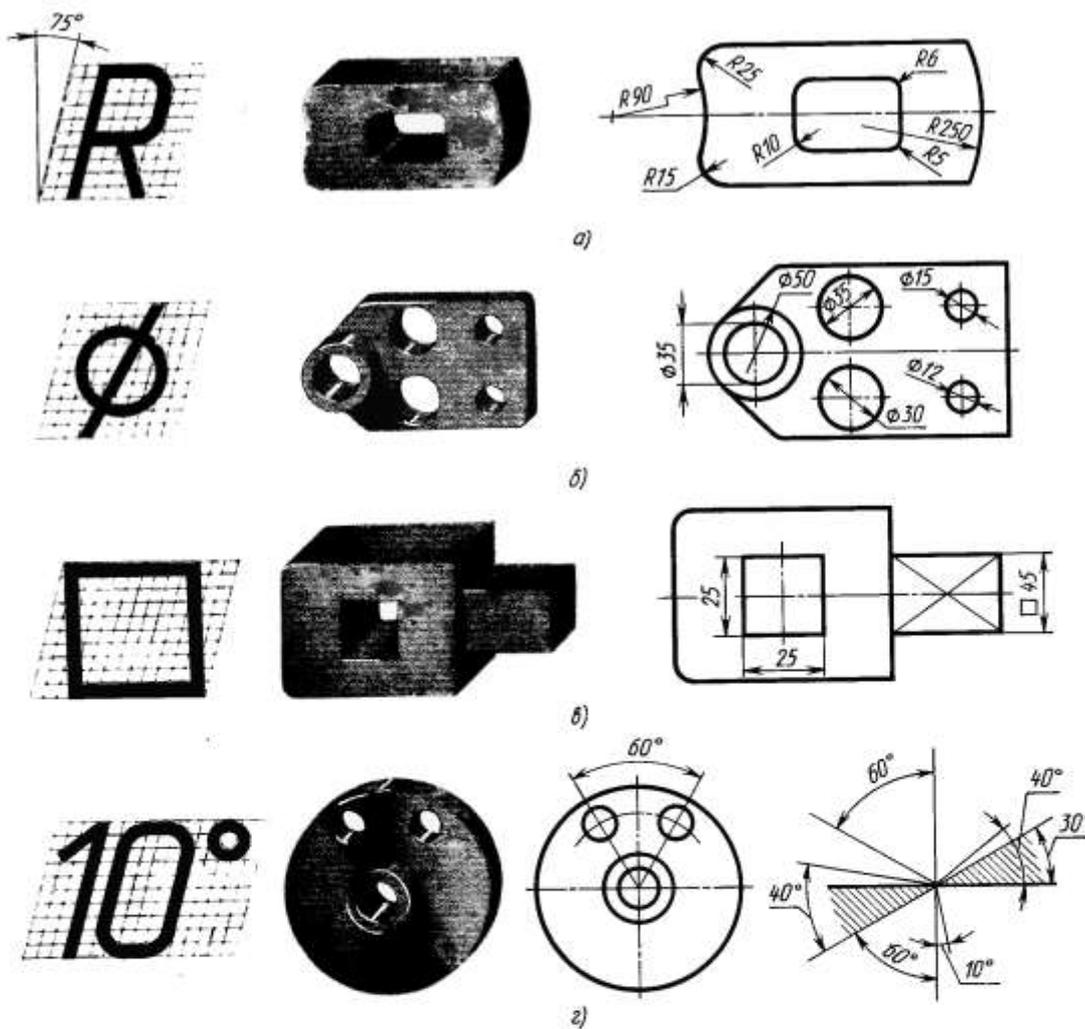


РИС. 41

При указании размера радиуса перед размерным числом ставят прописную букву *R*. На рис. 41, *a* показаны примеры нанесения размеров радиусов.

При большой величине радиуса допускается центр приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° ($R90$ на рис. 41, *a*). Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра ($R250$ на рис. 41, *a*).

Перед размерным числом диаметра ставят знак \varnothing (рис. 41, *b*), высота которого равна высоте цифр размерных чисел. Знак представляет собой

окружность, пересеченную кривой под углом 45° к размерной линии.

При указании размера диаметра окружности размерную линию можно проводить с обрывом, при этом обрыв размерной линии следует делать несколько дальше центра окружности ($\varnothing 50$ на рис. 41, *b*).

Если недостаточно места для нанесения стрелок или размерного числа над размерной линией, то размеры диаметров наносят, как показано на рис. 41, *b*, $\varnothing 15$; $\varnothing 12$.

При указании радиуса или диаметра сферы также пользуются знаками *R* и \varnothing . В случа-

ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

ГЛАВА II

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВИДАХ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

Предметы, которые мы видим: сооружения, машины, механизмы, детали — можно изображать на плоскости разными способами. Одним из этих способов является рисование. При рисовании предмет изображается от руки так, как это воспринимается нашим зрением или воображением. Рисунок передает форму предмета и его отдельные части с искажением, например деталь на рис. 81. По этому рисунку мы не можем получить точное представление о формах и размерах отверстий и отдельных элементах детали. Все круглые отверстия изображаются овалами. Поэтому такой передачей формы и размеров изделия пользуются в технике только для вспомогательных изображений.

В отличие от рисунка чертеж может передавать форму предмета не одним, а несколькими изображениями (проекциями, видами). При этом каждая отдельная проекция (вид) на чертеже изображает только одну сторону предмета. Такой вид изображения помогает точно установить формы и размеры изделия.

Чертежи выполняются методом прямоугольного проектирования с соблюдением ряда правил.

Рассмотрим существующие методы проектирования.

Способы изображения пространственных форм на плоскости рассматриваются и изучаются предметом, который называется начертательной геометрией.

На начертательной геометрии базируется проекционное черчение, которое является основой машиностроительного черчения. В проекционном черчении изучаются приемы изображения геометрических тел и их сочетаний.

Любую сложную форму детали машин можно представить как совокупность простейших геометрических тел или их частей. Поверхности деталей машин представляют собой плоскости и другие поверхности, чаще всего поверхности вращения (цилиндрическая, коническая, сферическая, торо-

вая, винтовая). Пример детали, ограниченной такими поверхностями, показан на рис. 81.

Изображение на плоскости предмета, расположенного в пространстве, полученное с помощью прямых линий — лучей, проведенных через каждую характерную точку предмета до пересечения этих лучей с плоскостью, называется проекцией этого предмета на данную плоскость.

Точки пересечения лучей с плоскостью называются проекциями точек предмета, а плоскость, на которую проектируются точки, — плоскостью проекций.

Если все лучи, называемые проектирующими прямыми, проводятся из одной точки (центра) O , то полученное на плоскости проекций изображение предмета называется его центральной проекцией.

Центральная проекция предмета получается следующим образом: из точки схода лучей O



РИС. 81

кие проекции применяются только в тех случаях, когда требуется выполнить наглядное изображение.

Прямоугольные (ортогональные) проекции. Здесь центр проекции также удален от плоскости проекций бесконечно далеко, проецирующие лучи параллельны и составляют с плоскостью проекций прямой угол (отсюда и название — прямоугольные проекции).

Производные чертежи выполняют в прямоугольных проекциях. Предмет располагают перед плоскостью проекций так, чтобы большинство его линий и плоских поверхностей были параллельны этой плоскости (рис. 82, а). Тогда эти линии и поверхности будут изображаться на плоскости проекций в действительном виде.

Изображение на одну плоскость V в общем случае не дает представления об объеме предмета, поэтому прямоугольные проекции выполняют не на одной плоскости проекций, а на двух (плоскости V и H) или трех взаимно перпендикулярных плоскостях. По такому чертежу можно предста-

вить себе форму предмета и найти размеры всех элементов.

Проекция с числовыми отметками. В некоторых случаях применяют проекции с числовыми отметками, которые представляют собой прямоугольную (ортогональную) проекцию предмета на горизонтальную плоскость проекций, называемую плоскостью нулевого уровня. Расстояние каждой точки изображаемого объекта от плоскости нулевого уровня указывается числовой отметкой.

При этом используется только горизонтальная плоскость проекций. Например, на рис. 83, б показан топографический план, который изображает возвышенность (рис. 83, а).

Для построения профиля поверхности этой возвышенности все линии пересечения топографической поверхности с горизонталями переносят на чертеж.

Точки с одинаковым расстоянием от нулевого уровня образуют непрерывную линию, в разрыве которой ставится число, равное расстоянию до нулевого уровня.

ГЛАВА 12

ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ

§ 1. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ НА ДВЕ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

Образование отрезка прямой линии AA_1 можно представить как результат перемещения точки A в какой-либо плоскости H (рис. 84, а), а образование плоскости — как перемещение отрезка прямой линии AB (рис. 84, б).

Точка — основной геометрический элемент линии и поверхности, поэтому изучение прямоугольного проектирования предмета начинается с

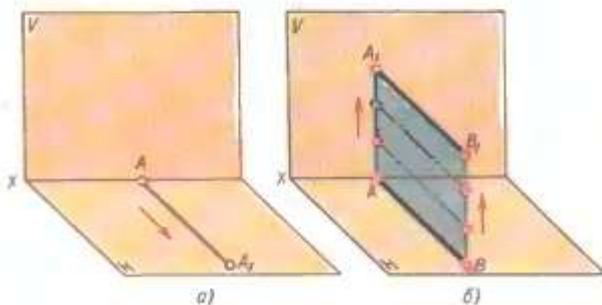


РИС. 84

построения прямоугольных проекций точки.

В пространство двугранного угла, образованного двумя перпендикулярными плоскостями — фронтальной (вертикальной) плоскостью проекций V и горизонтальной плоскостью проекций H , поместим точку A (рис. 85, а).

Линия пересечения плоскостей проекций V и H — прямая, которая называется осью проекций и обозначается буквой x .

Плоскость V здесь изображена в виде прямоугольника, а плоскость H — в виде параллелограмма. Наклонную сторону этого параллелограмма обычно проводят под углом 45° к его горизонтальной стороне. Длина наклонной стороны берется равной $0,5$ ее действительной длины.

Из точки A опускают перпендикуляры на плоскости V и H . Тогда a' и a пересечения перпендикуляров с плоскостями проекций V и H являются прямоугольными проекциями точки A . Фигура $Aaa'a'$ в пространстве — прямоугольник. Сторона aa_x этого прямоугольника на наглядном изображении уменьшается в 2 раза.

Совместим плоскости H с плоскостью V , вращая V вокруг линии пересечения плоскостей x . В

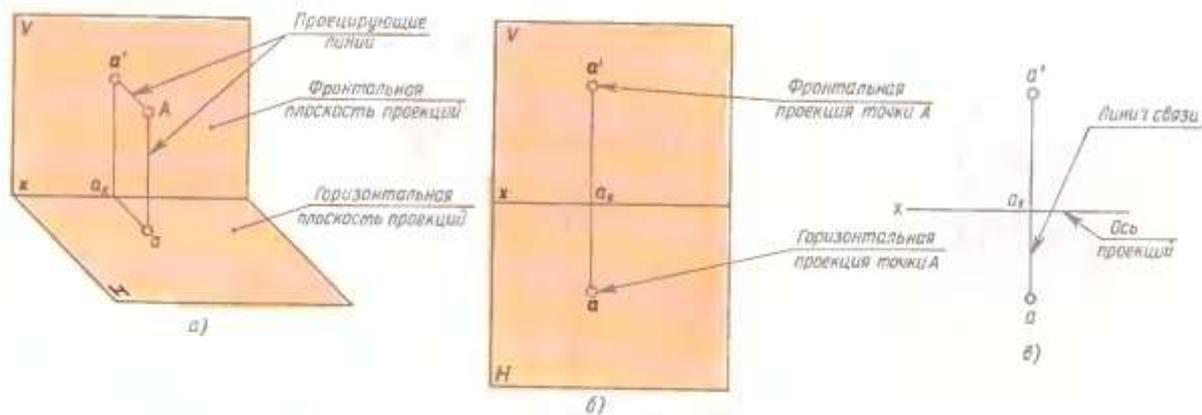


РИС. 85

результате получается комплексный чертеж точки A (рис. 85, б).

Для упрощения комплексного чертежа границы плоскостей проекций V и H не указывают (рис. 85, б).

Перпендикуляры, проведенные из точки A к плоскостям проекций, называются проецирующими линиями, а основания этих проецирующих линий — точки a и a' — называются проекциями точки A : a' — фронтальная проекция точки A , a — горизонтальная проекция точки A .

Линия $a'a$ называется вертикальной линией проекционной связи.

Расположение проекции точки на комплексном чертеже зависит от положения этой точки в пространстве.

Если точка A лежит на горизонтальной плоскости проекций H (рис. 86, а), то ее горизонтальная проекция a совпадает с заданной точкой, а фронтальная проекция a' располагается на оси x . При расположении точки B на фронтальной плоскости проекций V ее фронтальная проекция совпадает с этой точкой, а горизонтальная проекция лежит на оси x . Горизонтальная и фронтальная проекции заданной точки C , лежащей на оси x ,

совпадают с этой точкой. Комплексный чертеж точек A , B и C показан на рис. 86, б.

§ 2. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ НА ТРИ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

В тех случаях, когда по двум проекциям нельзя представить себе форму предмета, его проецируют на три плоскости проекций. В этом случае вводится профильная плоскость проекций W , перпендикулярная плоскостям V и H . Наглядное изображение системы из трех плоскостей проекций дано на рис. 87, а.

Ребра трехгранного угла (пересечение плоскостей проекций) называются осями проекций и обозначаются x , y и z . Пересечение осей проекций называется началом осей проекций и обозначается буквой O . Опустим из точки A перпендикуляр на плоскость проекций W и, отметив основание перпендикуляра буквой a'' , получим профильную проекцию точки A .

Для получения комплексного чертежа точки A плоскости H и W совмещают с плоскостью V , вращая их вокруг осей Ox и Oz . Комплексный чертеж точки A показан на рис. 87, б и в.

Отрезки проецирующих линий от точки A до плоскостей проекций называются координатами точки A и обозначаются: x_A , y_A и z_A .

Например, координата z_A точки A , равная отрезку $a'a_x$ (рис. 88, а и б), есть расстояние от точки A до горизонтальной плоскости проекций H . Координата y точки A , равная отрезку aa_x , есть расстояние от точки A до фронтальной плоскости проекций V . Координата x_A , равная отрезку aa_y , — расстояние от точки A до профильной плоскости проекций W .

Таким образом, расстояние между проекцией точки и осью проекции определяют координаты

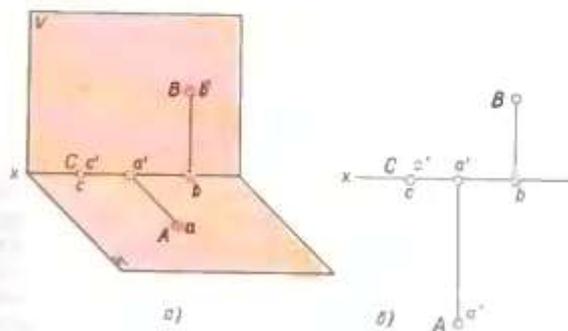


РИС. 86

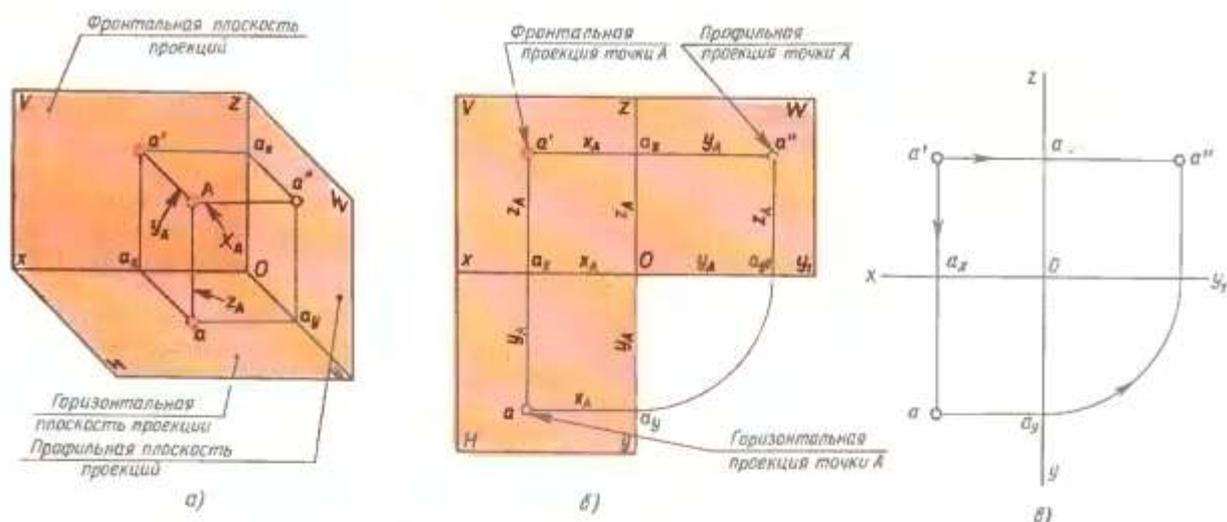


РИС. 87

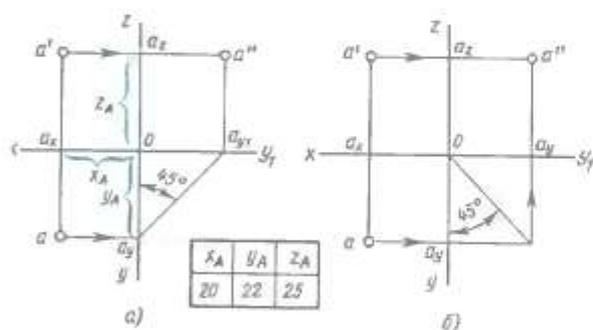


РИС. 88

точки и являются ключом к чтению ее комплексного чертежа. По двум проекциям точки всегда можно определить все три координаты точки.

Если заданы координаты точки A (например, $x_A = 20$ мм, $y_A = 22$ мм и $z_A = 25$ мм), то можно построить три проекции этой точки.

Для этого от начала координат O по направлению оси Oz откладывают вверх координату z_A и вниз координату y_A . Из концов отложенных отрезков — точек a_z и a_y (рис. 88, а) — проводят прямые, параллельные оси Ox , и на них откладывают отрезки, равные координате x_A . Полученные точки a' и a — фронтальная и горизонтальная проекции точки A .

По двум проекциям a' и a точки A построить ее профильную проекцию можно тремя способами:

1) из начала координат O проводят вспомогательную дугу радиусом Oa_y , равным координате y_A (рис. 87, б и в), из полученной точки a_{y1} проводят прямую, параллельную оси Oz , и откладывают отрезок, равный z_A ;

2) из точки a_y проводят вспомогательную прямую под углом 45° к оси Oy (рис. 88, а), получают точку a_{y1} и т.д.;

3) из начала координат O проводят вспомогательную прямую под углом 45° к оси Oy (рис. 88, б), получают точку a_{y1} и т.д.

ГЛАВА 13

ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ ЛИНИИ

§ 1. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ ЛИНИИ НА ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

Прямая линия AB определяется двумя точками, которые находятся на концах отрезка.

Прямоугольную проекцию отрезка AB можно построить следующим образом (рис. 89, а).

Опустив перпендикуляры из точек A и B на плоскость H , получим проекции a и b этих точек. Соединив точки a и b прямой линией, получим искомую горизонтальную проекцию отрезка AB .

Если взять на отрезке прямой линии AB точки A, C, D, E, B (рис. 89, б) и из каждой точки опустить перпендикуляры на плоскость H , то совокуп-

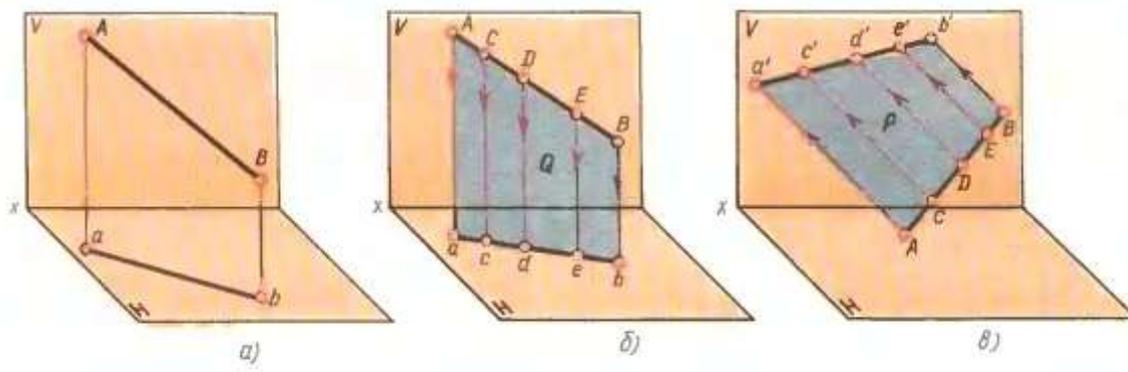


РИС. 89

плоскостей и будет горизонтальной проекцией отрезка AB .

На рис. 89, в показано построение фронтальной проекции отрезка AB . Плоскость P перпендикулярна плоскости V .

Рассмотрим различные случаи расположения отрезков прямой линии относительно плоскостей проекций H , V и W .

1. Прямая, перпендикулярная плоскости V , называется **фронтально-проецирующей прямой** (рис. 90, а).

Из комплексного чертежа отрезка AB (рис. 90, б) видно, что горизонтальная проекция ab перпендикулярна оси x и по длине равна отрезку AB , а фронтальная проекция $a'b'$ является точкой.

Если, например, резец расположить так, чтобы его длинные ребра были параллельны плоскостям V и H , то ребро AB будет фронтально-проецирующей прямой (рис. 90, в).

2. Прямая, перпендикулярная плоскости H

(рис. 91, а), называется **горизонтально-проецирующей прямой**.

Из комплексного чертежа отрезка BC (рис. 91, б) видно, что фронтальная проекция $b'c'$ перпендикулярна оси x и по длине равна отрезку BC , а горизонтальная проекция bc (точки совпадают) является точкой.

Ребро BC резца на рис. 91, в является горизонтально-проецирующей прямой.

3. Прямая, перпендикулярная плоскости W , называется **профильно-проецирующей прямой** (рис. 92, а). На комплексном чертеже обе проекции отрезка AB — фронтальная и горизонтальная — параллельны оси Ox и по длине равны отрезку AB (рис. 92, б). Профильная проекция $a''b''$ отрезка AB — точка.

Длинное ребро AB резца (рис. 92, в) — профильно-проецирующая прямая.

4. Прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекций, называется **горизонтальной прямой** или **горизонталью** (рис. 93, а). На ком-

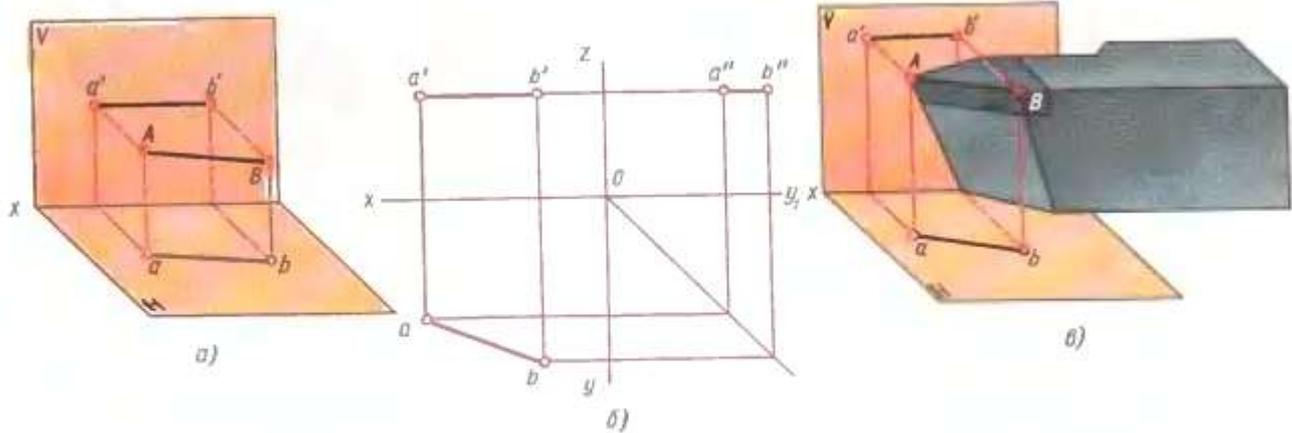


РИС. 93

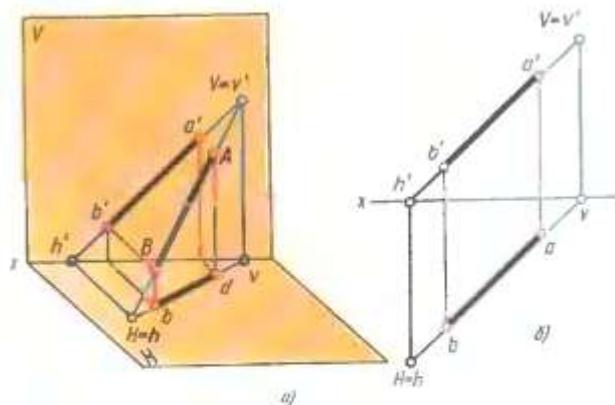


РИС. 97

каждого следа прямой расположена на оси x .

§ 4. ИЗОБРАЖЕНИЕ ВЗАИМНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ДВУХ ПРЯМЫХ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

Из курса начертательной геометрии известно, что:

а) если прямые параллельны в пространстве, то их одноименные проекции параллельны (рис. 98, а);

б) если прямые пересекаются в точке A , то их одноименные проекции тоже пересекаются (рис. 98, б); при этом проекции точки пересече-

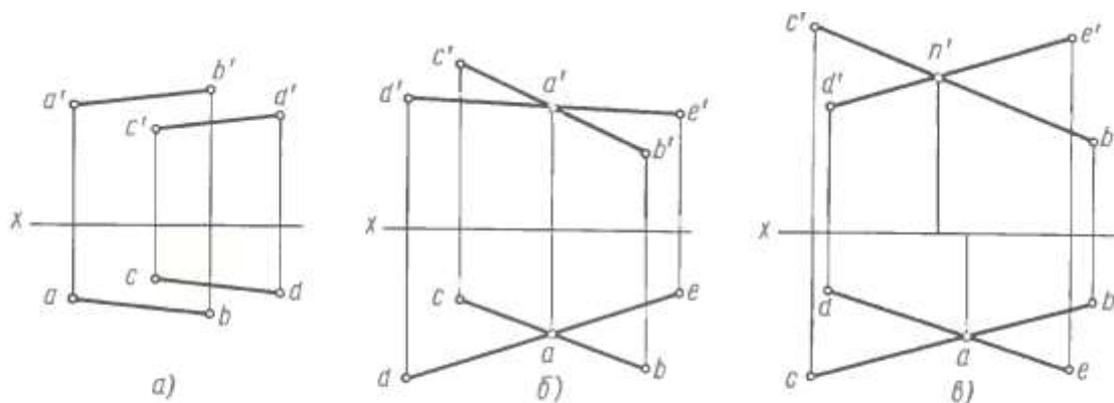


РИС. 98

ния A обязательно располагаются на одном перпендикуляре к оси (на одной линии связи);

в) если точки пересечения проекций прямых, например, n' и a не расположены на одном перпендикуляре к оси x (рис. 98, в), то прямые скрещиваются.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие прямые называются прямыми общего положения?
2. Назовите основные плоскости проекций.
3. Что такое комплексный чертёж и каковы правила его построения?
4. Назовите возможные относительные положения двух прямых линий.
5. Дайте определение горизонтально-, фронтально- и профильно-проецирующей прямой.
6. Что называется следом прямой?

§ 1. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПЛОСКОСТИ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

Плоскостью называется поверхность, образуемая движением прямой линии, которая движется параллельно самой себе по неподвижной направляющей прямой (см. рис. 89, б и в).

Проекция плоскости на комплексном чертеже будут различны в зависимости от того, чем она задана. Как известно из геометрии, плоскость может быть задана: а) тремя точками, не лежащими на одной прямой; б) прямой линией и точкой, лежащей вне этой прямой; в) двумя пересекающимися прямыми; г) двумя параллельными прямыми.

На комплексном чертеже (рис. 99) плоскости задаются аналогично, например, на рис. 99, а — проекциями трех точек A , B и C , не лежащих на одной прямой; на рис. 99, б — проекциями прямой BC и точки A , не лежащей на этой прямой; на рис. 99, в — проекциями двух пересекающихся прямых; на рис. 99, г — проекциями двух параллельных прямых линий AB и CD .

На рис. 100 плоскость задана прямыми линиями, по которым эта плоскость пересекает плоскости проекций. Такие линии называются **следами плоскости**.

Линия пересечения данной плоскости P с горизонтальной плоскостью проекций H называется **горизонтальным следом** плоскости P и обозначается P_H .

Линия пересечения плоскости P с фронтальной плоскостью проекций V называется **фронтальным следом** этой плоскости и обозначается P_V .

Линия пересечения плоскости P с профильной плоскостью проекций W называется **профильным следом** этой плоскости и обозначается P_W .

Следы плоскости пересекаются на осях проекций. Точки пересечения следов плоскости с осями проекций называются **точками схода следов**. Эти точки обозначаются P_x , P_y и P_z .

Расположение следов плоскости P на комплексном чертеже относительно осей проекций определяет положение самой плоскости относительно плоскостей проекций. Например, если плоскость P имеет фронтальный и профильный следы P_V и

и H , которые принадлежат обеим плоскостям, т.е. линии их пересечения. Так как эти точки расположены на плоскостях проекций, то, следовательно, они являются также следами линии пересечения плоскостей. Чтобы на комплексном чертеже построить проекции линии пересечения двух плоскостей P и Q , заданных следами P_V, P_H и Q_V, Q_H , необходимо отметить точки пересечения одноименных следов плоскостей, т.е. точки v' и h' (рис. 112, z); точка v' — фронтальная проекция фронтального следа искомой линии пересечения плоскостей P и Q , h' — горизонтальная проекция горизонтального следа этой же прямой. Опустив перпендикуляры из точек v' и h' на ось x , находим точки V и H' . Соединив прямыми одноименные проекции следов, т.е. точки v' и h' , v и h , получим проекции линии пересечения плоскостей P и Q .

§ 6. ПРЯМАЯ, ПРИНАДЛЕЖАЩАЯ ПЛОСКОСТИ

Дана плоскость, заданная треугольником ABC и прямая, заданная отрезком MN . На рис. 113, a треугольник ABC и отрезок MN заданы горизонтальными и фронтальными проекциями. Требуется определить, лежит ли прямая в плоскости данного треугольника.

Для этого фронтальную проекцию отрезка $m'n'$ продолжим до пересечения с отрезками $a'b'$ и $d'c'$ (проекциями сторон треугольника ABC), получаем точки $e'k'$ (рис. 113, b).

Из точек $e'k'$ проводим линии связи на горизонтальную проекцию до пересечения с отрезками ab и ca , получаем точки ek . Продолжим горизон-

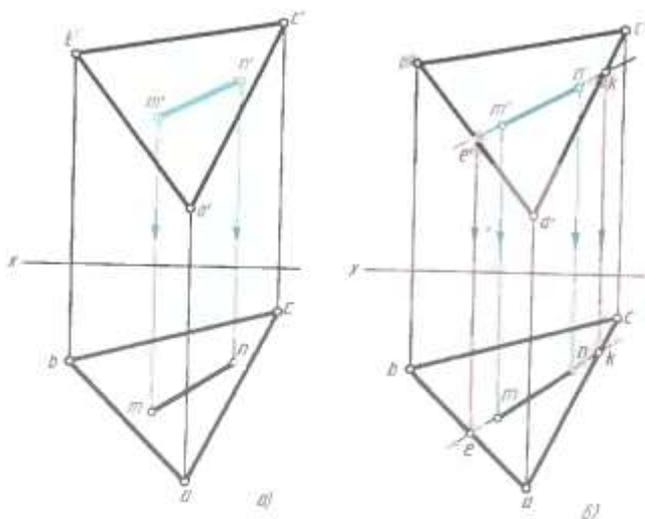


РИС. 113

тальную проекцию ml отрезка прямой MN до пересечения с проекциями сторон ba и ca , если точки пересечения совпадут с ранее полученными точками e и k , то прямая MN принадлежит плоскости треугольника.

§ 7. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПРЯМОЙ С ПЛОСКОСТЬЮ

Если прямая AB пересекается с плоскостью P , то на комплексном чертеже точка их пересечения определяется следующим образом.

Через прямую AB проводят любую вспомогательную плоскость Q . Для упрощения построений плоскость Q обычно берется процирующей (рис. 114, a). В данном случае проведена вспомогательная горизонтально-процирующая плоскость Q . Через горизонтальную проекцию ab прямой AB проводят горизонтальный след Q_H плоскости Q и продолжают его до пересечения с осью x в точке Q_X . Из точки Q_X к оси x восстанавливают перпендикуляр Q_XQ_V , который будет фронтальным следом Q_V вспомогательной плоскости Q .

Вспомогательная плоскость Q пересекает данную плоскость P по прямой VH , следы которой лежат на пересечении следов плоскостей P и Q . Заметив точки пересечения следов P_V и Q_V — точку v' и следов P_H и Q_H — точку h' , опускают из этих точек на ось x перпендикуляры, основания которых — точки v' и h' — будут вторыми проекциями следов прямой VH . Соединяя точки v' и h' , получают фронтальную и горизонтальную проекции линии пересечения плоскостей.

Точка пересечения M заданной прямой AB и найденной прямой VH и будет искомой точкой пересечения прямой AB с плоскостью P . Фронтальная проекция m' этой точки расположена на пересечении проекций $a'b'$ и $v'h'$. Горизонтальную проекцию m точки M находят, проводя вер-

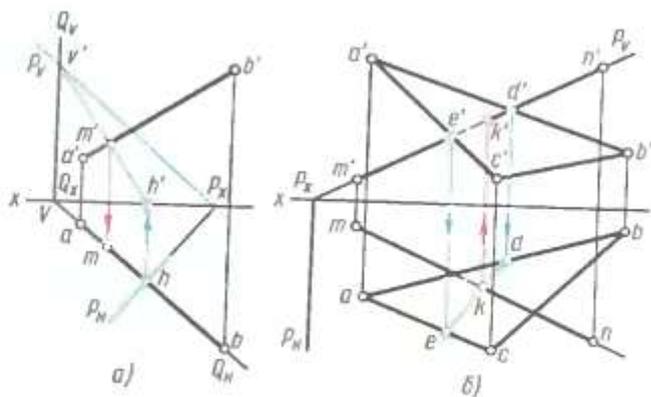


РИС. 114

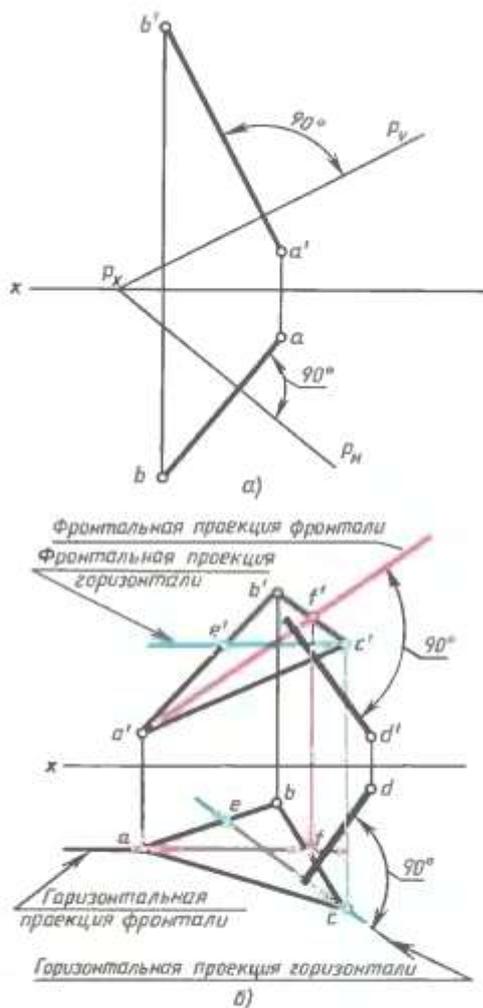


РИС. 115

тикальную линию связи из точки m' до пересечения с ab .

Если плоскость задана не следами, а плоской фигурой, например треугольником (рис. 114, б), то точку пересечения прямой MN с плоскостью треугольника ABC находят следующим образом.

Через прямую MN проводят вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость P . Для этого через точки m' и n' проводят фронтальный след плоскости P_V , продолжают его до оси x и из точки пересечения следа плоскости P_V с осью x опускают перпендикуляр P_H , который будет горизонтальным следом плоскости P .

Затем находят линию ED пересечения плоскости P с плоскостью данного треугольника ABC . Фронтальная проекция $e'd'$ линии ED совпадает с $m'n'$. Горизонтальную проекцию ed находят, проводя вертикальные линии связи из точек e' и

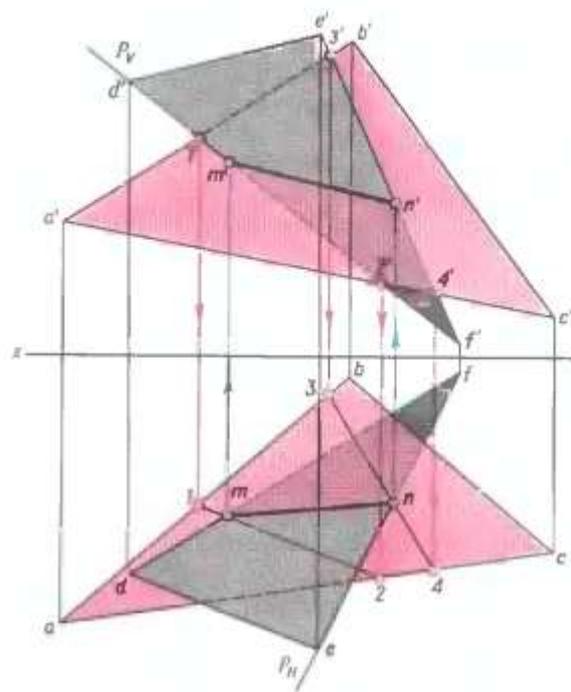


РИС. 116

d' до встречи с проекциями ab и ac сторон треугольника ABC . Точки e и d соединяют прямой. На пересечении горизонтальной проекции ed линии ED с горизонтальной проекцией mn прямой MN находят горизонтальную проекцию k искомой точки K . Проведя из точки k вертикальную линию связи, находят фронтальную проекцию k' . Точка K — искомая точка пересечения прямой MN с плоскостью треугольника ABC .

В частном случае прямая AB может быть перпендикулярна плоскости P . Из условия перпендикулярности прямой к плоскости следует, что прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым, лежащим на этой плоскости (в частности, этими прямыми могут быть следы плоскости). Тогда проекции прямой AB будут перпендикулярны одноименным следам этой плоскости (рис. 115, а). Фронтальная проекция $a'b'$ перпендикулярна фронтальному следу P_V , а горизонтальная проекция ab перпендикулярна горизонтальному следу P_H плоскости P .

Если плоскость задана параллельными или пересекающимися прямыми, то проекции прямой, перпендикулярной этой плоскости, будут перпендикулярны горизонтальной проекции горизонтали и фронтальной проекции фронтали, лежащих на плоскости.

Таким образом, если, например, на плоскость, заданную треугольником ABC , необходимо опустить перпендикуляр, то построение выполняется следующим образом (рис. 115, б).

На плоскости проводят горизонталь CE и фронталь FA . Затем из заданных проекций d и d' точки D опускают перпендикуляры соответственно на ce и $f'd'$. Прямая, проведенная из точки D , будет перпендикулярна плоскости треугольника ABC .

§ 8. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ

Задачи на построение линии пересечения плоскостей, заданных пересекающимися прямыми, можно решать подобно задаче на пересечение плоскости с прямыми линиями. На рис. 116 показано построение линии пересечения плоскостей, заданных треугольниками ABC и DEF . Прямая MN построена по найденным точкам пересечения сторон DF и EF треугольника DEF с плоскостью треугольника ABC .

Например, чтобы найти точку M , через прямую DF проводят фронтально-проецирующую плос-

кость P , которая пересекается с плоскостью треугольника ABC по прямой 12 . Через полученные точки $1'$ и $2'$ проводят вертикальные линии связи до пересечения их с горизонтальными проекциями ab и ac сторон треугольника ABC в точках 1 и 2 . На пересечении горизонтальных проекций df и 12 получают горизонтальную проекцию m искомой точки M , которая будет точкой пересечения прямой DF с плоскостью ABC . Затем находят фронтальную проекцию m' точки M . Точку N пересечения прямой EF с плоскостью ABC находят так же, как и точку M .

Соединив попарно точки m' и n' , m и n , получают проекции линий пересечения MN плоскостей ABC и DEF .

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие плоскости называются проектирующими?
2. Что называется следом плоскости?
3. Каковы отличительные особенности плоскости общего положения?
4. Что называется горизонтальной и фронтальной плоскостями?
5. Как может быть задана плоскость на комплексном чертеже?

Г Л А В А 16

АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для изображения на плоскости какого-либо предмета используют:

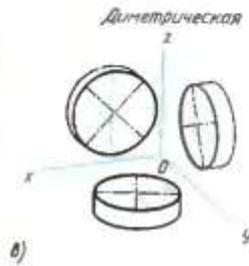
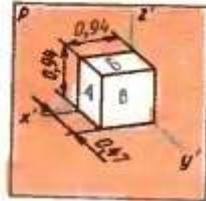
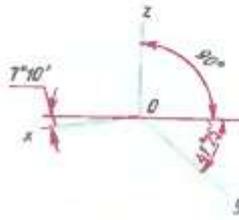
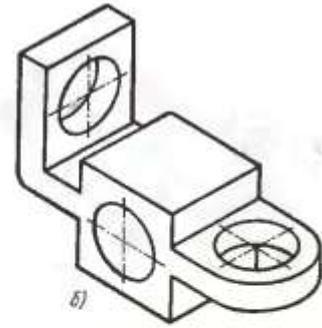
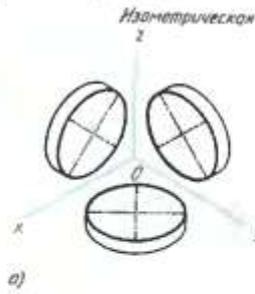
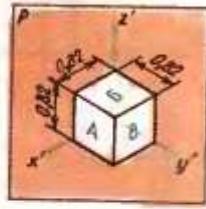
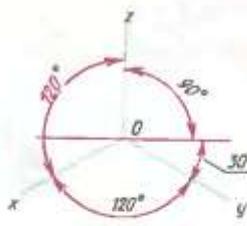
- а) обычный рисунок;
- б) способ перспективного изображения, основанный на методе центрального проецирования;
- в) чертеж, состоящий из прямоугольных (ортогональных) проекций;

г) аксонометрические проекции.

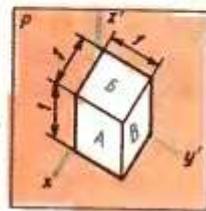
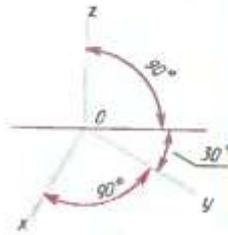
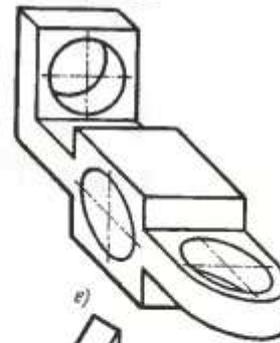
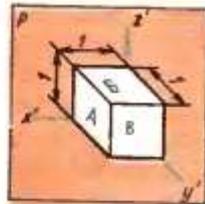
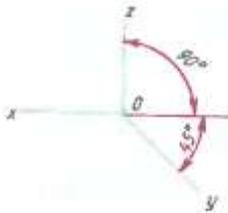
Обычный рисунок изображает предмет, как он представляется глазу наблюдателя (рис. 131). Способ перспективного изображения используют при создании архитектурных проектов (рис. 132). Применение рисунка в производстве неудобно, так как он искажает форму и размеры предмета.

Чертеж дает представление о форме и размерах предмета, но часто уступает в наглядности. В этих

Прямоугольные проекции



Косугольные проекции



Горизонтальная изометрическая

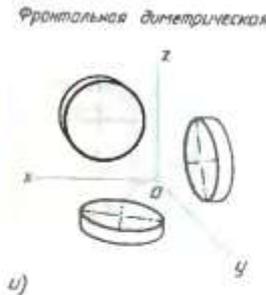
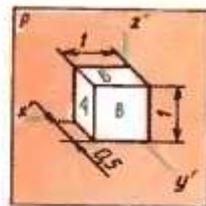
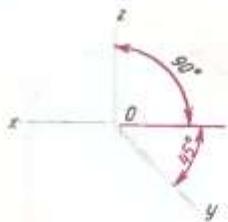
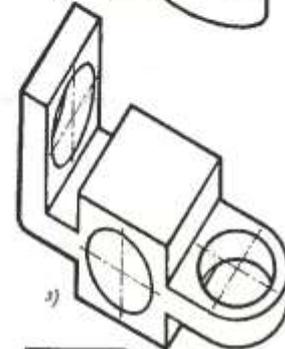
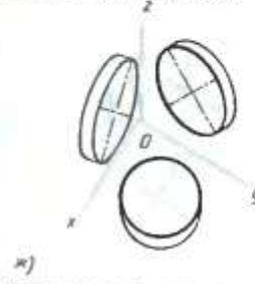


РИС. 136

штрихами, т.е. x' , y' , z' . Далее в обозначении штрихи убираем.

Таким образом, мы подошли к способу построения аксонометрических проекций. Остается опре-

делить, на какой угол целесообразнее всего повернуть предмет.

ГОСТ 2.317—69 устанавливает аксонометрические проекции, применяемые в чертежах всех

проекция.

Если проецирующие прямые направлены не под углом 90° к аксонометрической плоскости проекций, то получается косоугольная аксонометрическая проекция. К косоугольным аксонометрическим проекциям относятся фронтальная изометрическая (рис. 136, д, е), горизонтальная изометрическая (рис. 136, ж, з) и фронтальная диаметрическая (рис. 136, и, к) проекции.

Прямоугольные аксонометрические проекции дают наиболее наглядные изображения и поэтому чаще применяются в машиностроительном черчении.

Виды аксонометрических проекций, расположение аксонометрических осей и коэффициенты искажения линейных размеров показаны на рис. 136.

§ 2. ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ ОТРЕЗКОВ И ПЛОСКИХ ФИГУР

На рис. 136, а и б представлена изометрическая проекция.

Рассмотрим построение изометрической проекции куба.

Простейшим элементом является точка, поэтому построение изометрических проекций начнем с точки.

Если даны ортогональные проекции точек A и B (рис. 137, а), то известны их координаты. Для построения изометрической проекции этих точек проводят аксонометрические оси x , y и z под углом 120° друг к другу (рис. 137, б). Далее от начала координат O по оси x откладывают отрезок, равный координате x_B точки B , в данном примере $x_B = 39$ мм. Получим точку 1.

Из точки 1 проводят прямую, параллельную оси y , и на ней откладывают отрезок, равный координате y_B , точку 2. Из точки 2 проводят прямую, параллельную оси z , на которой откладывают отрезок, равный координате z_B . Полученная точка B — искомая изометрическая проекция точки B .

Аналогично строят изометрическую проекцию точки A . Так как координата z точки A равна нулю, то достаточно отложить координаты x и y (по соответствующим осям) точки A .

Аксонометрические оси изометрической проекции, а также отрезки прямых, параллельные этим

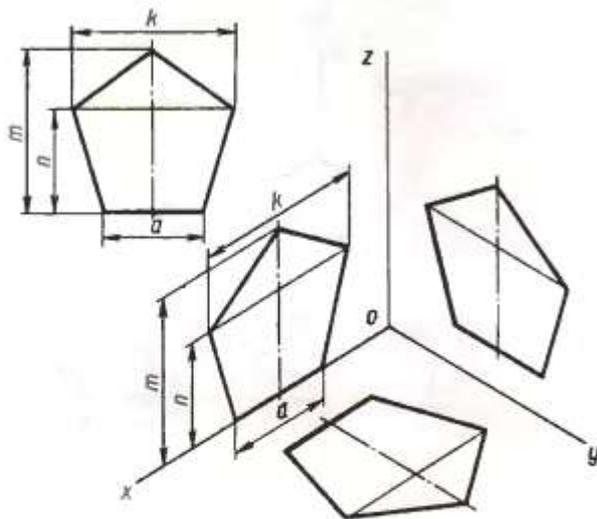


РИС. 138

осям, удобно строить с помощью угольника с углами 30° и 60° (рис. 137, в).

Изометрическая проекция отрезка прямой AB может быть легко построена по двум точкам — концам этого отрезка. Найдя по координатам изометрические проекции этих точек, соединим их прямой линией. По точкам может быть выполнена изометрическая проекция любой фигуры. При этом расположение фигур относительно оси x , y и z может быть различным.

Рассмотрим, например, построение изометрической проекции правильных пятиугольников (рис. 138). В этом случае для упрощения построения рассматриваются пятиугольники, расположенные на плоскостях проекций H , V , W . Тогда одна из координат вершин пятиугольника будет равна

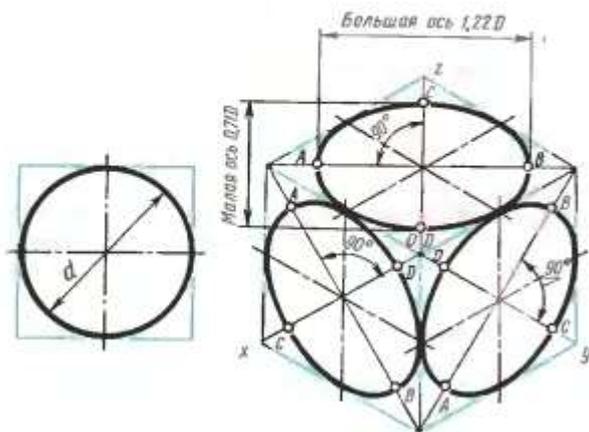


РИС. 139

нулю и изометрическую проекцию каждой вершины можно строить по двум координатам, подобно построению точки A (см. рис. 137, б).

Построив изометрические проекции вершин, соединяем их прямыми и получаем изометрическую проекцию прямоугольника.

§ 3. ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ ОКРУЖНОСТИ

На рис. 139 изображена изометрическая проекция куба с окружностями, вписанными в его грани. Квадратные грани куба будут изображаться в виде ромбов, а окружности в виде эллипсов. Надо запомнить, что малая ось CD каждого эллипса всегда должна быть перпендикулярна большой оси AB .

Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости H , то большая ось AB должна быть перпендикулярна оси z , а малая ось CD — параллельна оси z (рис. 139).

Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости V , то большая ось эллипса должна быть проведена под углом 90° к оси y .

При расположении окружности в плоскости, параллельной плоскости W , большая ось эллипса располагается под углом 90° к оси x .

Заметим, что большие оси всех трех эллипсов направлены по большим диагоналям ромбов.

При построении изометрической проекции окружности без сокращения по осям x , y и z длина большой оси эллипсов берется равной $1,22$ диаметра d изображаемой окружности, а длина малой оси эллипса — $0,71d$ (рис. 139).

В учебных чертежах вместо эллипсов рекомендуется применять овалы, очерченные дугами окружностей. Упрощенный способ построения овалов приведен на рис. 140.

Для построения овала соответствующей изометрической проекции окружности, параллельной плоскости H , проводят вертикальную и горизонтальную оси овала (рис. 140, а). Из точки пересечения осей O проводят вспомогательную окружность диаметром d , равным действительной величине диаметра изображаемой окружности, и находят точки n_1, n_2, n_3, n_4 пересечения этой окружности с аксонометрическими осями x и y . Из точек m_1 и m_2 пересечения вспомогательной окружности с осью z , как из центров радиусом $R = =m_1n_3$, проводят две дуги 23 и 14 , принадлежащие овалу. Пересечения этих дуг с осью z дают точки C и D .

Из центра O радиусом OC , равным половине малой оси овала, засекают на большой оси овала AB точки O_1 и O_2 . Точки $1, 2, 3$ и 4 сопряжений

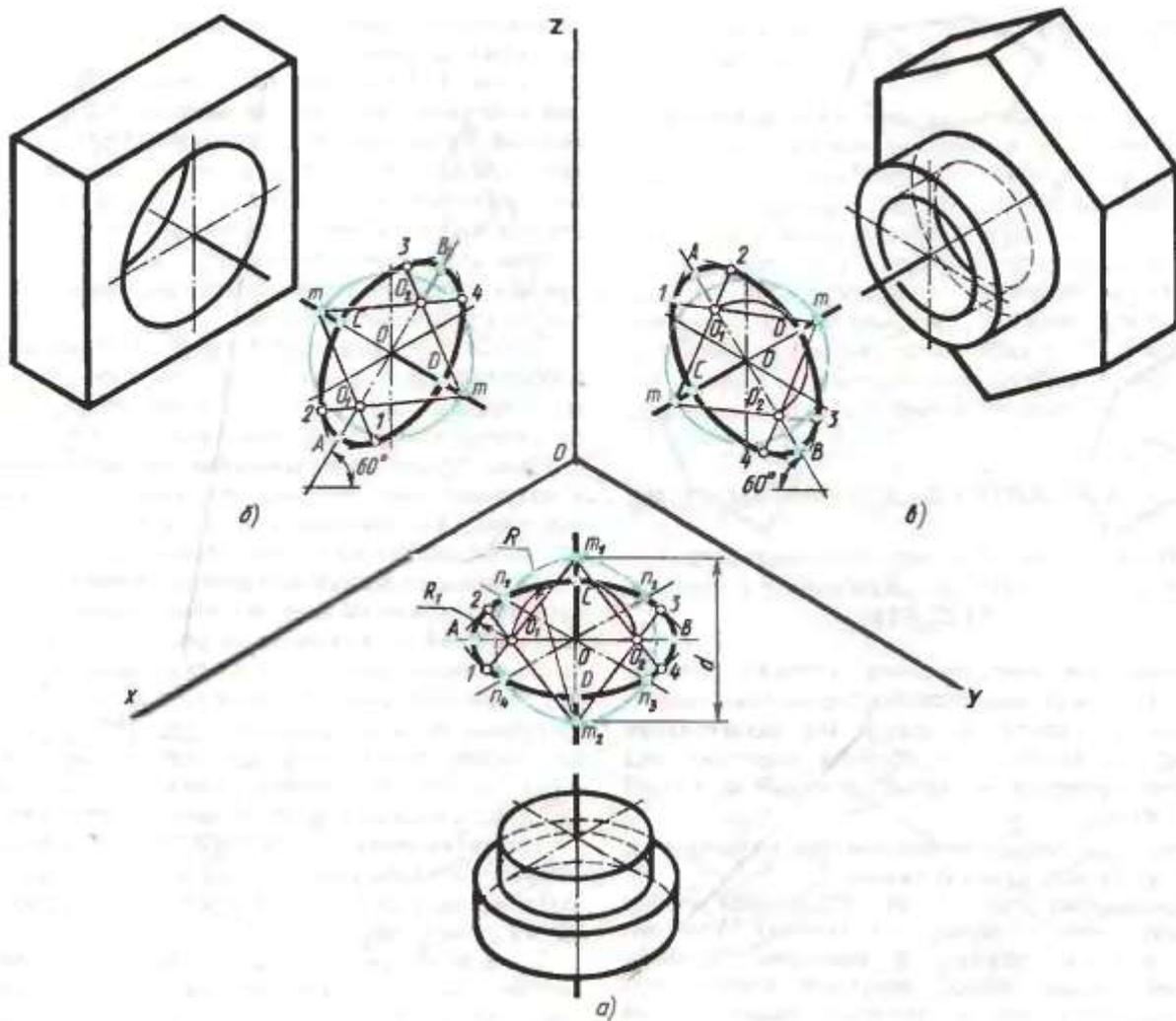


РИС. 140

дуг радиусов R и R_1 находят, соединяя точки m_1 и m_2 с точками O_1 и O_2 и продолжая прямые до пересечения с дугами 23 и 14. Из точек O_1 и O_2 радиусом $R_1 = O_1I$ проводят две дуги.

Так же строят овалы, расположенные в плоскостях, параллельных плоскостям V и W (рис. 140, б и в).

§ 4. ИЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Изображение геометрического тела в изометрической проекции, например правильной шестиугольной призмы, выполняют в такой последовательности (рис. 141).

Если основные призмы — правильный многоугольник (например, шестиугольник), то построение вершин основания по координатам можно

упростить, проведя одну из осей координат через центр основания. На рис. 141 оси x , y и z проведены через центры правильных шестиугольников призмы.

Построив изометрическую проекцию основания призмы, из вершин шестиугольника основания проводим прямые, параллельные соответственно осям x , y или z (для каждой из рассматриваемых на рис. 141 призм). На этих прямых от вершин основания отложим высоту призмы и получим точки 1, 2, 3, 4, 5, 6 вершин другого основания призмы. Соединив эти точки прямыми, получим изометрическую проекцию призмы. В заключение устанавливаем видимые и невидимые линии; невидимые линии надо проводить штриховыми линиями.

На рис. 142 показано построение изометрической проекции плоской детали криволинейного

§ 6. ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ ОКРУЖНОСТИ

Окружности в диметрической проекции изображаются в виде эллипсов. Большая ось AB эллипсов во всех случаях равна $1,06d$, где d — диаметр окружности. Малые оси CD эллипсов, расположенных на плоскостях, параллельных плоскости проекций W и H , равны $0,35d$, а на плоскости, параллельной плоскости V , — $0,95d$ (рис. 151).

В диметрической проекции окружности эллипсы иногда заменяются овалами. На рис. 152 приведены примеры построения диметрических проекций окружностей, где эллипсы заменены овалами, построенными упрощенным способом.

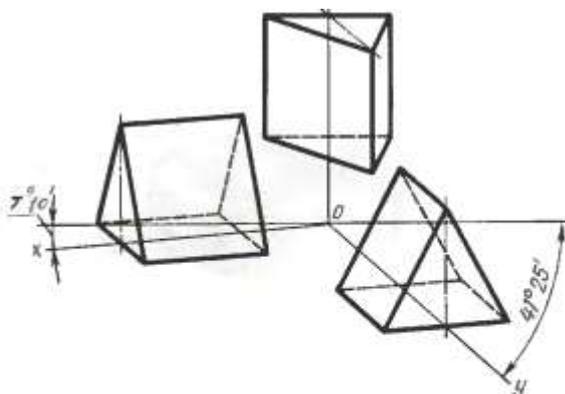


РИС. 150

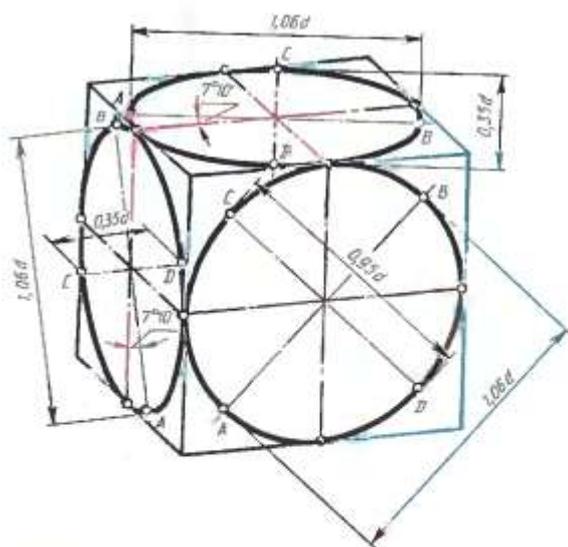


РИС. 151

O_3 и O_4 . Приняв за центры точки O_1 и O_4 радиусом $R = O_4I$, проводим дуги 12 и 34. Приняв за центры точки O_2 и O_3 , проводим радиусом $R_1 = O_2J$ замыкающие овал дуги 23 и 14. Большая ось AB овала примерно будет равняться $1,06d$, а малая CD — $0,95d$.

Построение диметрической проекции окружности, лежащей в плоскости, параллельной профильной плоскости проекции W , приведено на рис. 152, б.

Из центра O проводим прямые, параллельные осям x и z , а также большую ось овала AB перпендикулярно малой оси CD . CD параллельна оси x . Из точки O радиусом, равным радиусу данной окружности, проводим вспомогательную окружность и получаем точки n и n_1 .

На прямой, параллельной оси x , вправо и влево от центра O откладываем отрезки, равные диаметру вспомогательной окружности, и получаем точки O_1 и O_2 . Приняв эти точки за центры, проводим (по направлению стрелок) радиусом $R = O_1n = O_2n_1$ дуги овалов. Пересечения полученных дуг с вспомогательной окружностью дают

§ 1. ФОРМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Деталь любой формы можно представить как совокупность отдельных геометрических тел.

Для примера возьмем деталь (рис. 159, а) и проанализируем ее форму. Мысленно разделив ее на отдельные элементы, получим следующие геометрические тела (рис. 159, б): 1 — усеченный прямой круговой конус с цилиндрическим отверстием, 2 — прямой круговой цилиндр, 3 — прямоугольный параллелепипед с цилиндрическими отверстиями, 4 — два прямоугольных параллелепипеда с цилиндрическими отверстиями, 5 — два полых полуцилиндра. Для выполнения комплексных чертежей необходимо усвоить методы проецирования отдельных геометрических тел, а также точек и линий, расположенных на поверхности этих тел.

Геометрические тела, ограниченные плоскими многоугольниками, называются многогранниками (рис. 160, а). Эти многоугольники называются гранями, их пересечения — ребрами. Угол, образованный гранями, сходящимися в одной точке — вершине, называется многогранным углом.

Тела вращения ограничены поверхностями, которые получаются в результате вращения какой-либо линии вокруг неподвижной оси (рис. 160, б и в). Линия АВ, которая при своем движении образует поверхность, называется образующей. Наиболее часто встречаются такие тела вращения, как цилиндр, конус, шар, тор.

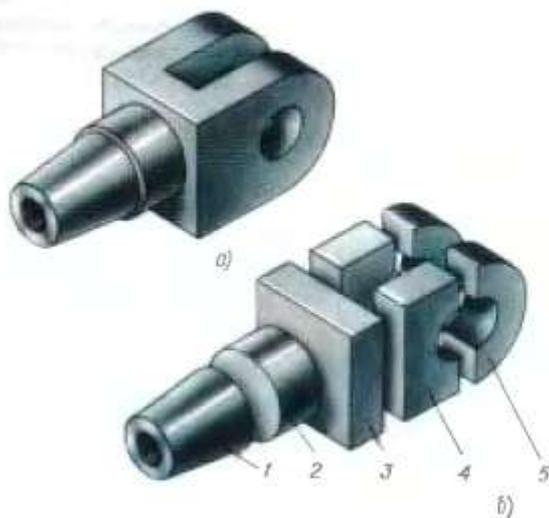


РИС. 159

§ 2. ПРОЕКЦИИ ПРИЗМ

Построение проекций правильной прямой шестиугольной призмы (рис. 161) начинается с выполнения ее горизонтальной проекции — правильного шестиугольника. Из вершин этого шестиугольника проводят вертикальные линии связи и строят фронтальную проекцию нижнего основания призмы. Эта проекция изображается отрезком горизонтальной прямой. От этой прямой вверх откладывают высоту призмы и строят фронтальную проекцию верхнего основания. Затем вычерчивают фронтальные проекции ребер — отрезки вертикальных прямых, равные высоте призмы. Фронтальные проекции передних и задних ребер совпадают. Горизонтальные проекции боковых граней изображаются в виде отрезков прямых. Передняя боковая грань 1243 изображается на плоскости V без искажения, а на плоскости W — в виде прямой линии. Фронтальные и профильные проекции остальных боковых граней изображаются с искажением.

На чертеже оси x , y и z не показывают, что делает чертеж более простым.

Несколько сложнее построение проекций наклонной призмы.

Рассмотрим порядок построения проекций наклонной шестиугольной призмы.

1. Призма, основание которой лежит на плоскости H , наклонена к этой плоскости под углом α (рис. 162, а). Ребра призмы параллельны плоскости V , т.е. являются фронталями.

Вначале выполняется построение горизонтальной проекции основания призмы, которое проецируется на плоскость H без искажения (правильный шестиугольник). Фронтальная проекция основания представляет собой отрезок прямой, параллельной оси x .

Из точек $1'$, $2'$, $3'$ фронтальной проекции основания проводят прямые проекции ребер под углом α к оси x и на них откладывают действительную длину бокового ребра призмы.

Строят фронтальную проекцию верхнего основания призмы в виде отрезка прямой, равного и параллельного фронтальной проекции нижнего основания.

Из точек 1, 2, 3, 4, 5, 6 горизонтальной проекции нижнего основания проводят прямые — проекции ребер — параллельно оси x и на них с помощью вертикальных линий связи находят шесть точек — горизонтальные проекции вершин верхнего основания призмы.

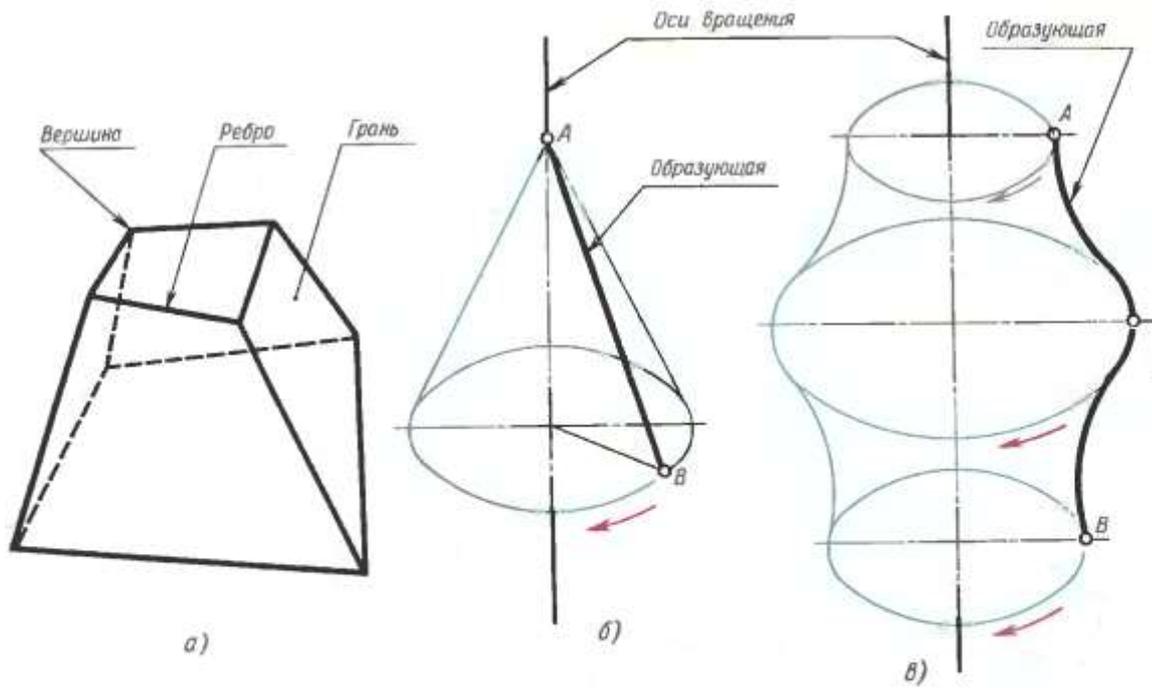


РИС. 160

2. Прямая правильная шестиугольная призма наклонена под углом α к плоскости H . Основание призмы наклонено к плоскости H под углом β (рис. 162, б).

В этом случае необходимо вначале построить фронтальную проекцию основания. Эта проекция представляет собой отрезок, равный расстоянию между параллельными сторонами шестиугольника. Если этот отрезок разделить пополам и из его

середины провести линию связи, то на ней будут расположены точки 2 и 5 — горизонтальные проекции вершин основания призмы. Расстояние между точками 2, 5 равно действительному расстоянию между вершинами основания призмы. Так как горизонтальные проекции сторон 16 и 34 представляют собой их действительные длины, то, воспользовавшись этим обстоятельством, можно построить полностью горизонтальную проекцию основания.

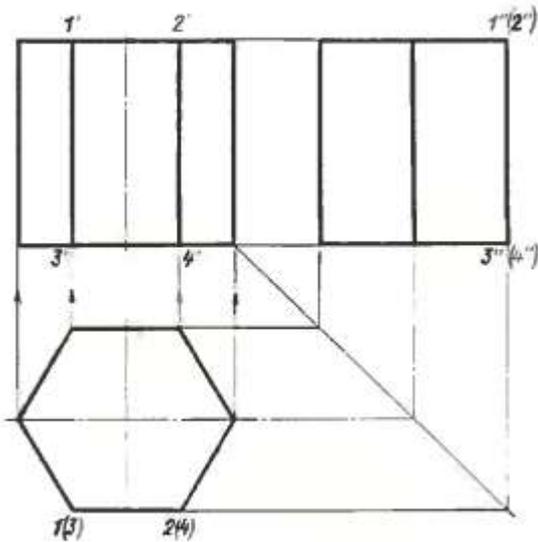


РИС. 161

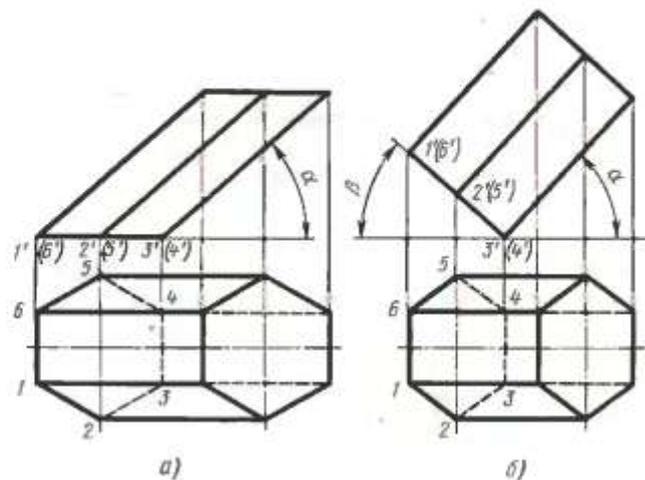


РИС. 162

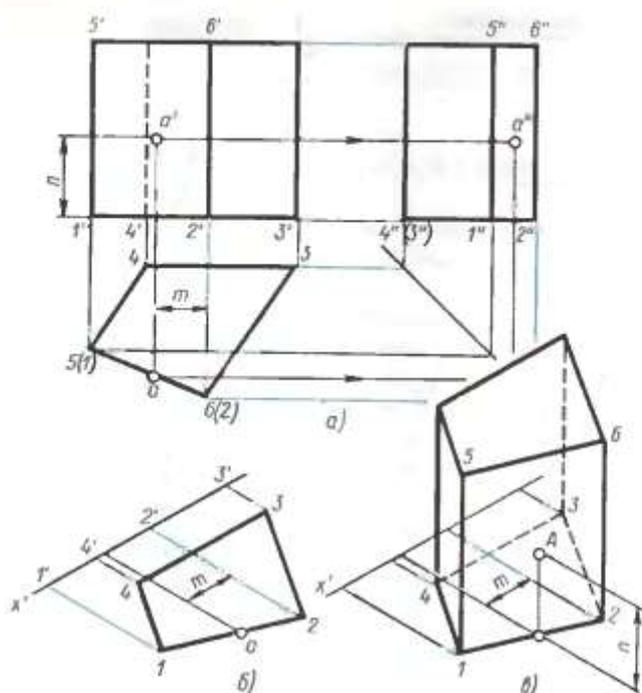


РИС. 163

Дальнейший процесс построения, показанный на рис. 162, б, аналогичен приведенному на рис. 162, а.

На комплексных чертежах предметов часто приходится строить проекции линий и точек, расположенных на поверхности этих тел, имея только одну проекцию линии или точки. Рассмотрим решение такой задачи.

Дан комплексный чертеж четырехугольной прямой призмы и фронтальная проекция a' точки A .

Прежде всего надо отыскать на комплексном чертеже две проекции грани, на которой расположена точка A . На комплексном чертеже видно (рис. 163, а), что точка A лежит на грани призмы 1265 . Фронтальная проекция a' точки A лежит на фронтальной проекции $1'2'6'5'$ грани призмы. Горизонтальная проекция 1562 этой грани — отрезок 56 . На этом отрезке и находится горизонтальная проекция a точки A . Профильную проекцию призмы и точки A строят, применяя линии связи.

По имеющемуся комплексному чертежу призмы можно выполнить ее изометрическую проекцию по координатам вершин. Для этого вначале строят нижнее основание призмы (рис. 163, б), а затем вертикальные ребра и верхнее основание (рис. 163, в).

По координатам m и n точки A , взятым с комплексного чертежа, можно построить аксонометрическую проекцию этой точки.

§ 3. ПРОЕКЦИИ ПИРАМИД

Построение проекций треугольной пирамиды начинается с построения основания, горизонтальная проекция которого представляет собой треугольник без искажения (рис. 164, а). Фронтальная проекция основания — отрезок горизонтальной прямой.

Из горизонтальной проекции точки s (вершины, пирамиды) проводят вертикальную линию связи, на которой от оси x откладывают высоту пирамиды и получают фронтальную проекцию s' вершины. Соединяя точку s' с точками $1'$, $2'$ и $3'$, получают фронтальные проекции ребер пирамиды.

Горизонтальные проекции ребер получают, соединяя горизонтальную проекцию точки s с горизонтальными проекциями точек 1 , 2 и 3 .

Пусть, например, дана фронтальная проекция a' точки A , расположенной на грани пирамиды $1s2$, и требуется найти другую проекцию этой точки. Для решения этой задачи проведем через a' произвольную вспомогательную прямую и продолжим ее до пересечения с фронтальными проекциями $1's'$ и $2's'$ ребер в точках n' и m' . Затем проведем из точек n' и m' линии связи до пересечения с горизонтальными проекциями $1s$ и $2s$ этих ребер в точках n и m . Соединив n с m , получим горизонтальную проекцию вспомогательной прямой, на которой с помощью линии связи найдем искомую горизонтальную проекцию a точки A . Профильную проекцию этой точки найдут по линиям связи.

Другой способ решения задачи на построение проекции точки по заданной ее проекции показан на рис. 164, б. Дана четырехугольная правильная пирамида. Через заданную фронтальную проекцию a' точки A проводят вспомогательную прямую, проходящую через вершину пирамиды и расположенную на ее грани. Горизонтальную проекцию ns вспомогательной прямой находят с помощью линии связи. Искомая горизонтальная проекция a точки A находится на пересечении линии связи, проведенной из точки a' , с горизонтальной проекцией ns вспомогательной прямой.

Фронтальная диметрическая проекция рассматриваемой пирамиды выполняется следующим образом (рис. 164, в).

Вначале строят основание, для чего по оси x откладывают длину диагонали 13 , а по оси y — половину длины диагонали 24 . Из точки O пересечения диагоналей проводят ось z и на ней откладывают высоту пирамиды. Вершину S соединяют с вершинами основания прямыми линиями — ребрами.

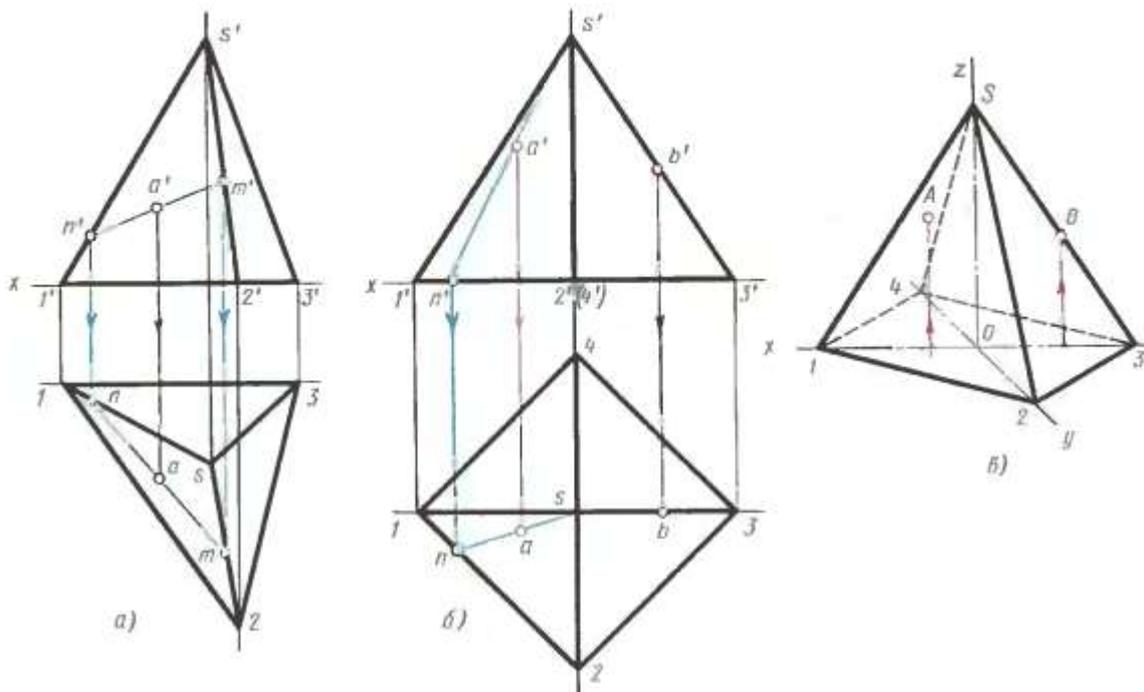


РИС. 164

Фронтальную диметрическую проекцию точки A , расположенной на грани пирамиды, строят по координатам, которые берут с комплексного чертежа. От начала координат O по оси x откладывают координату x_A , из ее конца параллельно оси y — половину координаты y_A и из конца этой координаты параллельно оси z — третью координату z_A . Построение точки B , расположенной на ребре пирамиды, более простое. От точки O по оси x откладывают координату x_B и из конца ее проводят прямую, параллельную оси z , до пересечения с ребром пирамиды в точке B .

§ 4. ПРОЕКЦИИ ЦИЛИНДРОВ

Боковая поверхность прямого кругового цилиндра получается вращением отрезка AB образующей вокруг оси, параллельной этому отрезку. На рис. 165, *а* представлена изометрическая проекция цилиндра.

Построение горизонтальной и фронтальной проекций цилиндра показано на рис. 165, *б* и *в*.

Построение начинают с изображения основания цилиндра, т.е. двух проекций окружности (рис. 165, *б*). Так как окружность расположена на плоскости H , то она проецируется на эту плоскость без искажения. Фронтальная проекция окружности представляет собой отрезок горизон-

тальной прямой линии, равный диаметру окружности основания.

После построения основания на фронтальной проекции проводят две очерковые (крайние) образующие и на них откладывают высоту цилиндра. Проводят отрезок горизонтальной прямой, который является фронтальной проекцией верхнего основания цилиндра (рис. 165, *в*).

Определение недостающих проекций точек A и

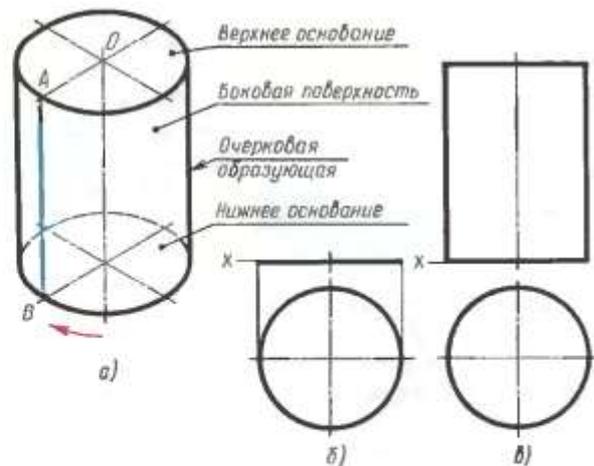


РИС. 165

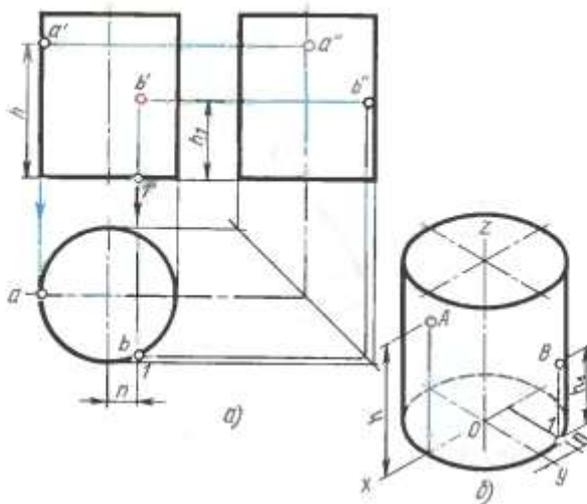


РИС. 166

B , расположенных на поверхности цилиндра, по заданным фронтальным проекциям в данном случае затруднений не вызывает, так как вся горизонтальная проекция боковой поверхности цилиндра представляет собой окружность (рис. 166, а). Следовательно, горизонтальные проекции точек A и B можно найти, проводя из данных точек a' и b' вертикальные линии связи до их пересечения с окружностью в искомым точках a и b .

Профильные проекции точек A и B строят также с помощью вертикальных и горизонтальных линий связи.

Изометрическую проекцию цилиндра вычерчивают, как показано на рис. 166, б.

В изометрии точки A и B строят по координатам. Например, для построения точки B от начала координат O по оси x откладывают координату $x_B = n$, а затем через ее конец проводят прямую, параллельную оси y , до пересечения с контуром основания в точке I . Из этой точки параллельно оси z проводят прямую, на которой откладывают координату $z_B = h_1$ точки B .

§ 5. ПРОЕКЦИИ КОНУСОВ

Наглядное изображение прямого кругового конуса показано на рис. 167, а. Боковая поверхность конуса получена вращением отрезка BS вокруг оси, пересекающей отрезок в точке S . Последовательность построения двух проекций конуса показана на рис. 167, б и в. Сначала строят две проек-

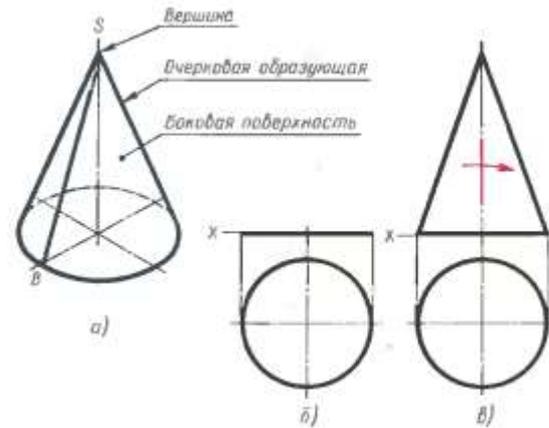


РИС. 167

ции основания. Горизонтальная проекция основания — окружность. Фронтальной проекцией будет отрезок горизонтальной прямой, равный диаметру этой окружности (рис. 167, б). На фронтальной проекции из середины основания восставляют перпендикуляр и на нем откладывают высоту конуса (рис. 167, в). Полученную фронтальную проекцию вершины конуса соединяют прямыми с концами фронтальной проекции основания и получают фронтальную проекцию конуса.

Если на поверхности конуса задана одна проекция точки A (например, фронтальная проекция на рис. 168, а), то две другие проекции этой точки определяют с помощью вспомогательных линий — образующей, расположенной на поверхности конуса и проведенной через точку A , или окружности, расположенной в плоскости, параллельной основанию конуса.

В первом случае (рис. 168, а) проводят фронтальную проекцию $s'a'f'$ вспомогательной образующей. Пользуясь вертикальной линией связи,

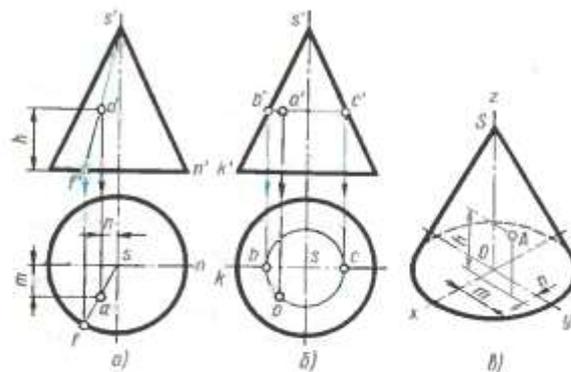


РИС. 168

проведенной из точки f' , расположенной на фронтальной проекции окружности основания, находят горизонтальную проекцию sf этой образующей, на которой с помощью линии связи, проходящей через a' , находят искомую точку a .

Во втором случае (рис. 168, б) вспомогательной линией, проходящей через точку A , будет окружность, расположенная на конической поверхности и параллельная плоскости H . Фронтальная проекция этой окружности изображается в виде отрезка $b'c'$ горизонтальной прямой, величина которого равна диаметру вспомогательной окружности. Искомая горизонтальная проекция a точки A находится на пересечении линии связи, опущенной из точки a' , с горизонтальной проекцией вспомогательной окружности.

Если заданная фронтальная проекция b' точки B расположена на контурной (очерковой) образующей SK , то горизонтальная проекция точки находится без вспомогательных линий (рис. 168, б).

В изометрической проекции точку A , находящуюся на поверхности конуса, строят по трем координатам (рис. 168, в): $x_A = n$, $y_A = m$, $z_A = h$. Эти координаты последовательно откладывают по направлениям, параллельным изометрическим осям. В рассматриваемом примере от точки O по оси x отложена координата $x_A = n$; из конца ее параллельно оси y проведена прямая, на которой отложена координата $y_A = m$; из конца отрезка, равного m , параллельно оси z проведена прямая, на которой отложена координата $z_A = h$. В результате построений получим искомую точку A .

§ 6. ПРОЕКЦИИ ШАРА

На рис. 169, а изображена половина шара, сферическая поверхность этого шара образована вращением четверти окружности AB вокруг радиуса AO .

Проекция этой фигуры приведены на рис. 169, б. Горизонтальная проекция — окружность радиуса, равного радиусу сферы, а фронтальная — полуокружность того же радиуса.

Если точка A расположена на сферической поверхности (рис. 169, в), то вспомогательная линия $b'c'$, проведенная через эту точку параллельно горизонтальной плоскости проекций, проектируется на горизонтальную плоскость проекций окружностью. На горизонтальной проекции вспомогательной окружности находят с помощью линии связи искомую горизонтальную проекцию a точки A .

Величина диаметра вспомогательной окружности равна фронтальной проекции $b'c'$.

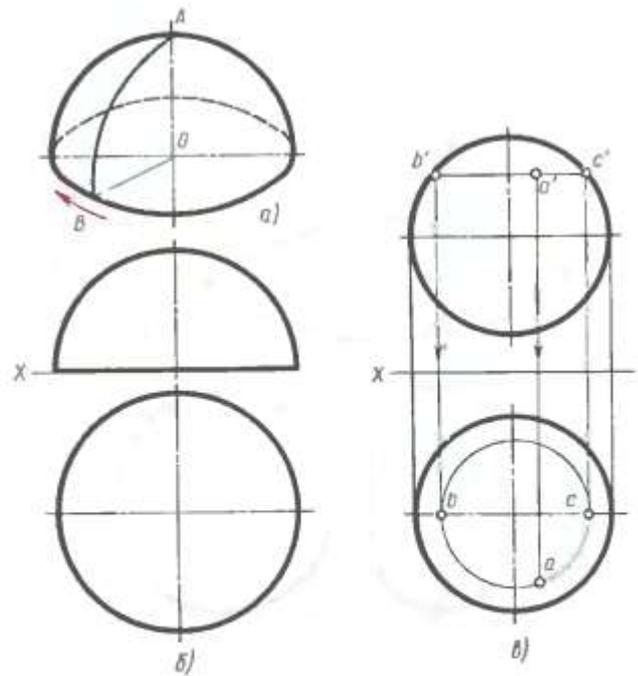


РИС. 169

§ 7. ПРОЕКЦИИ КОЛЬЦА И ТОРА

Поверхность крутового кольца (рис. 170, а) образована вращением образующей окружности $ABCD$ вокруг оси OO_1 .

Тор — поверхность, образованная вращением части дуги окружности, являющейся образующей, вокруг оси OO_1 , расположенной в плоскости этой окружности и не проходящей через ее центр.

На рис. 171, а и б приведены два вида тора. В первом случае образующая дуга окружности радиуса R отстоит от оси вращения на расстоянии меньше радиуса R , а во втором случае — больше.

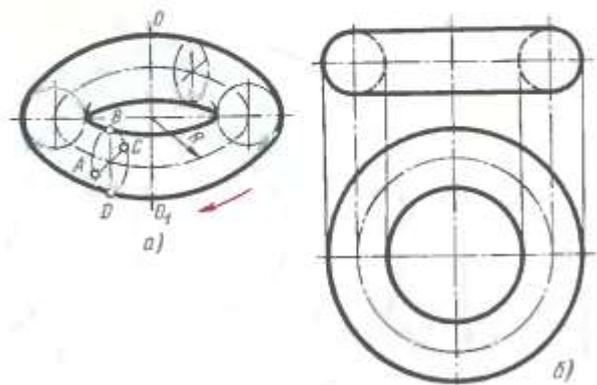


РИС. 170

СЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ ПЛОСКОСТЯМИ И РАЗВЕРТКИ ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

§ 1. ПОНЯТИЕ О СЕЧЕНИЯХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Детали машин и приборов очень часто имеют формы, представляющие собой различные геометрические поверхности, рассеченные плоскостями (рис. 175). Кроме того, иногда необходимо выполнить развертки поверхности полых деталей, усеченных плоскостью. Это применяется в раскрое листового материала, из которого изготавливаются полые детали. Такие детали обычно представляют собой части всевозможных трубопроводов, вентиляционных устройств, кожухов для закрытия механизмов, ограждения станков и т.п. (рис. 176).

Построения прямоугольных и аксонометрических проекций усеченных тел, а также определение истинного вида сечений и разверток поверхностей геометрических тел часто используются на практике.

Рассекая геометрическое тело плоскостью, получают сечение — ограниченную замкнутую линию, все точки которой принадлежат как секущей плоскости, так и поверхности тела.

При пересечении плоскостью многогранника (например, призмы, пирамиды) в сечении получается многоугольник с вершинами, расположенными на ребрах многогранника. При пересечении плоскостью тел вращения (например, цилиндра, конуса) фигура сечения часто ограничена кривой линией. Точки этой кривой находят с помощью вспомогательных линий — прямых или окружностей, взятых на поверхности тела. Точки пересечения

этих линий с секущей плоскостью будут искомыми точками контура криволинейного сечения.

Пример сечения плоскостью P геометрического тела — куба, лежащего на горизонтальной плоскости проекции H , показан на рис. 177.

В первом случае (рис. 177, а) куб усечен фронтально-проецирующей плоскостью P . Фигурой сечения является прямоугольник.

При построении двух проекций такого сечения (рис. 177, б) следует иметь в виду, что фронтальная проекция фигуры сечения совпадает с фронтальным следом секущей плоскости P_V .

Горизонтальная проекция фигуры сечения — прямоугольник.

Во втором случае (рис. 177, в) куб усечен горизонтально-проецирующей плоскостью P . Фигура сечения — прямоугольник.

На рис. 177, г приведено построение проекций этого сечения. Горизонтальная проекция фигуры сечения совпадает с горизонтальным следом P_H секущей плоскости. Фронтальной проекцией сечения будет прямоугольник, одной стороной которого является линия пересечения плоскости P с плоскостью передней грани куба.

Если куб пересечен плоскостью общего положения (рис. 177, д, е), то полученная фигура сечения в данном случае (треугольник) проецируется на плоскости проекций V и H с искажением.



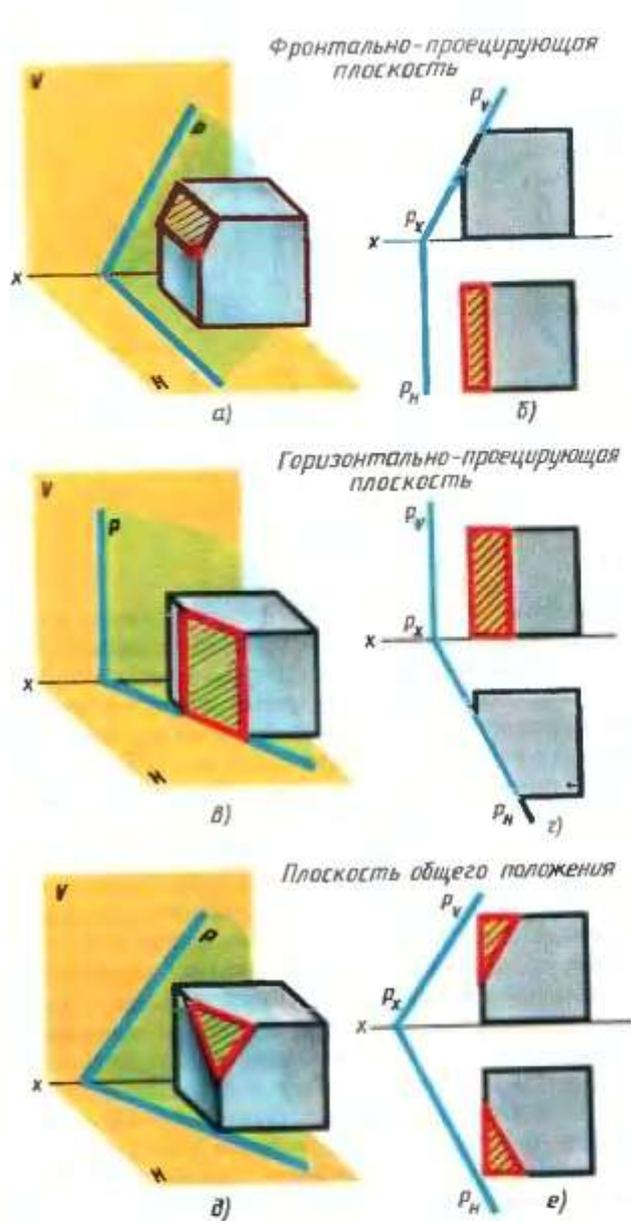


РИС. 177

§ 2. СЕЧЕНИЕ ПРИЗМЫ ПЛОСКОСТЬЮ

Фигура сечения прямой пятиугольной призмы фронтально-проецирующей плоскостью P (рис. 178, *a*) представляет собой плоский пятиугольник $1\ 2\ 3\ 4\ 5$.

Для построения проекций фигуры сечения находят проекции точек пересечения плоскости P с ребрами призмы и соединяют их прямыми линиями. Фронтальные проекции этих точек получают при пересечении фронтальных проекций ребер

призмы с фронтальным следом P_V секущей плоскости P (точки $1' \dots 5'$).

Горизонтальные проекции точек пересечения $1 \dots 5$ совпадают с горизонтальными проекциями ребер. Имея две проекции этих точек, с помощью линий связи находят профильные проекции $1'' \dots 5''$. Полученные точки $1'' \dots 5''$ соединяют прямыми линиями и получают профильную проекцию фигуры сечения.

Действительный вид фигуры сечения можно определить любым из способов: вращения, совмещения или перемены плоскостей проекций (см. гл. 15).

В данном примере (рис. 178, *a*) применен способ перемены плоскостей проекций. Горизонтальная плоскость проекций заменена новой H_1 , причем ось x_1 (для упрощения построений) совпадает с фронтальным следом плоскости P .

Для нахождения новой горизонтальной проекции какой-либо точки фигуры сечения (например, точки 1) необходимо выполнить следующие построения. Из точки $1'$ восстанавливают перпендикуляр к новой оси x_1 и откладывают на нем расстояние от прежней оси x до прежней горизонтальной проекции точки 1 , т.е. отрезок n . В результате получают точку 1_0 . Так же находят и новые горизонтальные проекции точек $2 \dots 5$. Соединив прямыми линиями новые горизонтальные проекции $1_0 \dots 5_0$, получают действительный вид фигуры сечения.

Разверткой называется плоская фигура, полученная при совмещении поверхности геометрического тела с одной плоскостью (без наложения граней или иных элементов поверхности друг на друга).

Развертку боковой поверхности (рис. 178, *b*) с основанием и фигурой сечения призмы строят следующим образом. Проводят прямую, на которой откладывают пять отрезков, равных длинам сторон пятиугольника, лежащего в основании призмы. Из полученных точек проводят перпендикуляры, на которых откладывают действительные длины ребер усеченной призмы, беря их с фронтальной или профильной проекции (рис. 178, *a*), получают развертку боковой поверхности призмы.

К развертке боковой поверхности пристраивают фигуру нижнего основания — пятиугольник и фигуру сечения. При этом используют метод триангуляции (см. рис. 50, *b*) или метод координат, известный из геометрического черчения. На рис. 178, *a* показано построение вершины 5 методом триангуляции. Линии сгиба по ГОСТ 2.303—68 показывают на развертке штрихпунктирной линией с двумя точками.

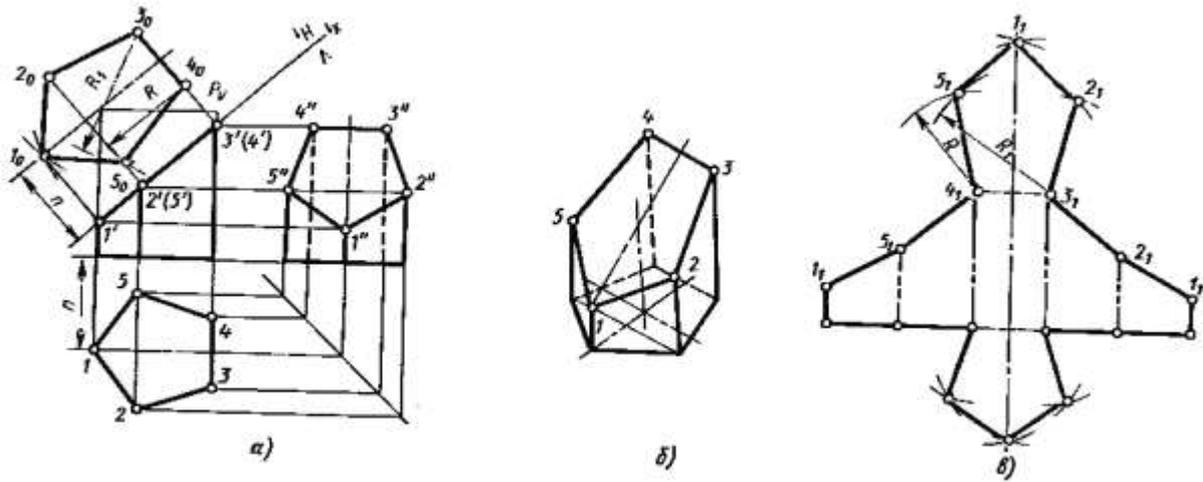


РИС. 178

Для наглядности выполним построение усеченного тела в аксонометрической проекции. На рис. 178, в построена изометрическая проекция усеченной призмы. Порядок построения изометрической проекции следующий. Строят изометрическую проекцию основания призмы; проводят в вертикальном направлении линии ребер, на которых от основания откладывают их действительные длины, взятые с фронтальной или профильной проекции призмы. Полученные точки $1' \dots 5'$ соединяют прямыми линиями.

§ 3. СЕЧЕНИЕ ЦИЛИНДРА ПЛОСКОСТЬЮ

Построение сечения прямого кругового цилиндра аналогично построению сечения призмы, так как прямой круговой цилиндр можно рассматривать как прямую призму с бесчисленным множеством ребер — образующих цилиндра (рис. 179, а).

Выполнение чертежа начинают с построения трех проекций прямого кругового цилиндра. На поверхности цилиндра проводят несколько равномерно расположенных образующих, в данном примере двенадцать. Для этого горизонтальную проекцию основания делят на 12 равных частей. С помощью линий связи проводят фронтальные проекции образующих цилиндра (рис. 179, а).

Из комплексного чертежа видно, что плоскость P пересекает не только боковую поверхность, но и верхнее основание цилиндра. Как известно, плоскость, расположенная под углом к оси цилиндра, пересекает его по эллипсу. Следовательно, фигура сечения в данном случае представляет собой часть эллипса (рис. 179, в).

Фронтальная проекция фигуры сечения совпадает с фронтальным следом P_V плоскости P . Гори-

зонтальная проекция этой фигуры совпадает с горизонтальной проекцией основания цилиндра.

Профильная проекция фигуры сечения представляет собой проекцию части эллипса и может быть построена по нескольким точкам, которые строятся с помощью линий связи по горизонтальной и фронтальной проекциям фигуры сечения. Полученные таким образом профильные проекции точек фигуры сечения соединяют кривой по лекалу.

Действительный вид фигуры сечения получен на рис. 179, а способом перемены плоскостей проекций. Горизонтальная плоскость проекций заменена новой. Новая ось проекций x_1 может быть проведена параллельно следу P_V на произвольном расстоянии, но для упрощения построений она выполнена совпадающей с P_V (аналогично рис. 178). От оси x_1 откладывают отрезки $5'_1 5_0 = 55_x$, $4'_1 4_0 = 44_x$, т.е. отрезки m , n и т.д., так как расстояние от новой проекции этой точки до новой оси проекций равно расстоянию от прежней проекции этой точки до прежней оси проекций.

Развертка боковой поверхности усеченного цилиндра с основанием и фигурой сечения показана на рис. 179, б.

Для построения развертки боковой поверхности на горизонтальной прямой откладывают длину окружности основания, равную πD и делят ее на 12 равных частей. Из точек деления восстанавливают перпендикуляры к отрезку πD , на них откладывают действительные длины образующих цилиндра от основания до секущей плоскости P , которые взяты с фронтальной или профильной проекции цилиндра. Полученные точки $1_1 \dots 9_1$ соединяют по лекалу плавной кривой. Затем фигуру сечения соединяют с частью верхнего основания цилиндра, ограниченного хордой $1_1 9_1$ (сегмент), а фигуру

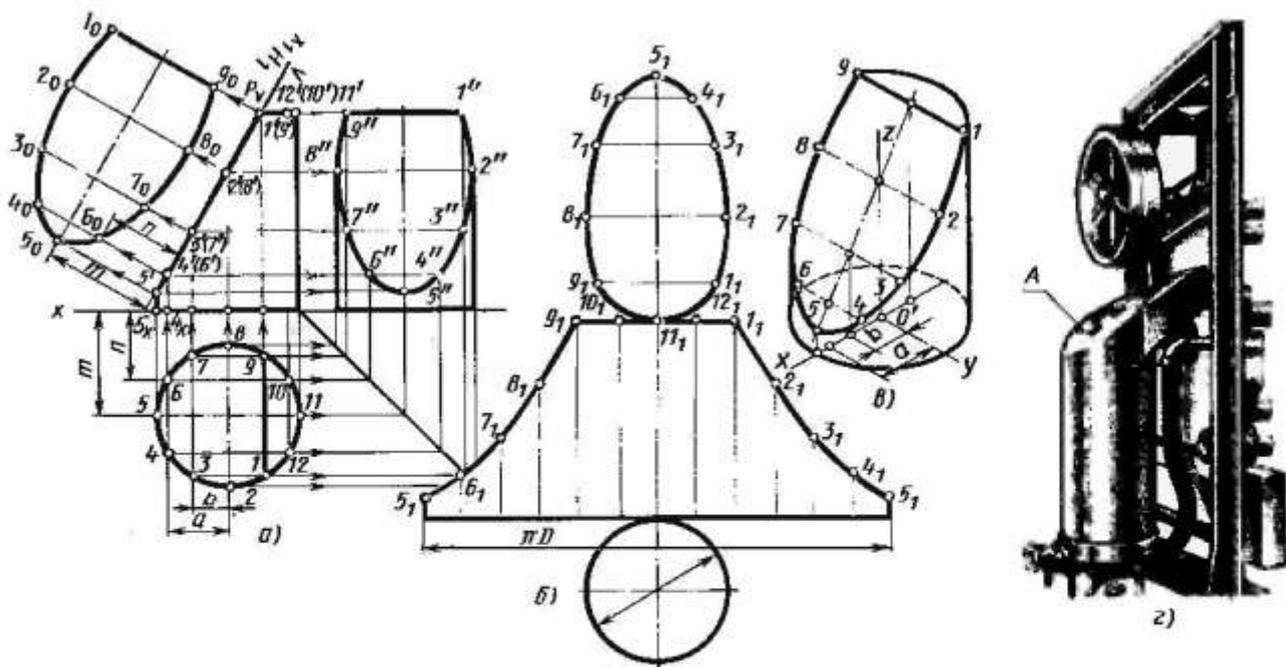


РИС. 179

нижнего основания цилиндра (окружность) соединяют с нижней частью развертки.

Изометрическую проекцию усеченного цилиндра строят следующим образом (рис. 179, б). Сначала строят изометрию нижнего основания (овал) и части верхнего основания — сегмента (часть овала). На диаметре окружности нижнего основания от центра O' откладывают отрезки a , b и т.д., взятые с горизонтальной проекции основания. Затем из намеченных точек проводят прямые, параллельные оси цилиндра до пересечения с осью эллипса.

Через полученные точки проводят прямые, параллельные оси y , и на них откладывают отрезки, взятые с действительного вида сечения. Полученные точки соединяют по лекалу. Заканчивают построение проведением очерковых образующих, касательных к основаниям — овалам.

Пылесборник машины для очистки литых деталей (рис. 179, г) представляет собой усеченный цилиндр. Форма крышки A трубы пылесборника является фигурой сечения прямого кругового цилиндра и представляет собой эллипс.

§ 4. СЕЧЕНИЕ ПИРАМИДЫ ПЛОСКОСТЬЮ

Правильная шестиугольная пирамида, пересеченная фронтально-проецирующей плоскостью P , показана на рис. 180.

Как и в предыдущих примерах, фронтальная проекция сечения совпадает с фронтальным сле-

дом P_V плоскости. Горизонтальную и профильную проекции фигуры сечения строят по точкам, которые являются точками пересечения плоскости P с ребрами пирамиды.

Действительный вид фигуры сечения в этом примере определяется способом совмещения.

Развертка боковой поверхности усеченной пирамиды с фигурой сечения и фигурой основания приведена на рис. 180, б.

Сначала строят развертку неусеченной пирамиды, все грани которой, имеющие форму треугольника, одинаковы. На плоскости намечают точку s_1 (вершину пирамиды) и из нее, как из центра, проводят дугу окружности радиусом R , равным действительной длине бокового ребра пирамиды. Действительную длину ребра можно определить по профильной проекции пирамиды, например отрезки $s''e''$ или $s''b''$, так как эти ребра параллельны плоскости W и изображаются на ней действительной длиной. Далее по дуге окружности от любой точки, например a_1 , откладывают шесть одинаковых отрезков, равных действительной длине стороны шестиугольника — основания пирамиды. Действительную длину стороны основания пирамиды получаем на горизонтальной проекции (отрезок ab). Точки $a_1 \dots f_1$ соединяют прямыми с вершиной s_1 . Затем от вершины a_1 на этих прямых откладывают действительные длины отрезков ребер до секущей плоскости.

На профильной проекции усеченной пирамиды имеются действительные длины только двух от-

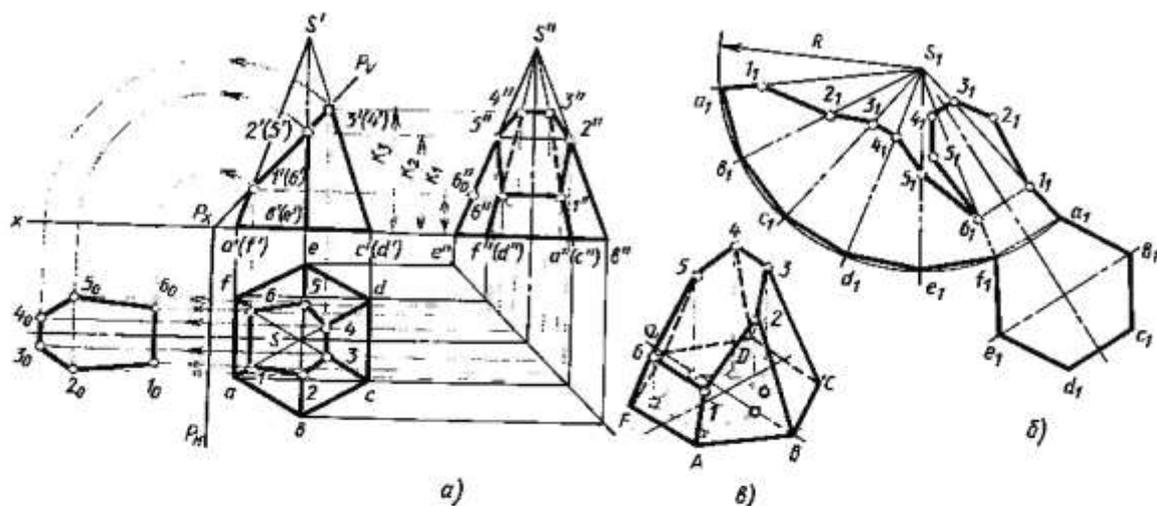


РИС. 180

резков — $s''5''$ и $s''2''$. Действительные длины остальных отрезков определяют способом вращения их вокруг оси, перпендикулярной к плоскости H и проходящей через вершину s . Например, повернув отрезок $s''6''$ около оси до положения, параллельного плоскости W , получим на этой плоскости его действительную длину. Для этого достаточно через точку $6''$ провести горизонтальную прямую до пересечения с действительной длиной ребра SE или SB . Отрезок $s''6''_0$ (см. рис. 180).

Полученные точки $1_1, 2_1, 3_1$ и т.д. соединяют прямыми и пристраивают фигуры основания и сечения, пользуясь методом триангуляции. Линии сгиба на развертке проводят штрихпунктирной линией с двумя точками.

Построение изометрической проекции усеченной пирамиды начинают с построения изометрической проекции основания пирамиды по размерам, взятым с горизонтальной проекции комплексного чертежа. Затем на плоскости основания по координатам точек $1...6$ строят горизонтальную проекцию сечения (см. тонкие синие линии на рис. 180, а, в). Из вершин полученного шестиугольника проводят вертикальные прямые, на которых откладывают координаты, взятые с фронтальной или профильной проекций призмы, например, отрезки K_1, K_2, K_3 и т.д. Полученные точки $1...6$ соединяем, получаем фигуру сечения. Соединив точки $1...6$ с вершинами шестиугольника, основания пирамиды, получим изометрическую проекцию усеченной пирамиды. Невидимые ребра изображают штриховыми линиями.

Пример сечения треугольной неправильной пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью показан на рис. 181.

Все ребра на трех плоскостях проекций изображены с искажением. Горизонтальная проекция

основания представляет собой его действительный вид, так как основание пирамиды расположено на плоскости H .

Действительный вид $1_0, 2_0, 3_0$ фигуры сечения получен способом перемены плоскостей проекций. В данном примере горизонтальная плоскость проекций H заменена новой плоскостью, которая параллельна плоскости P ; новая ось x_1 совмещена со следом P_V (рис. 181, а).

Развертку поверхности пирамиды строят следующим образом. Способом вращения находят действительную длину ребер пирамиды и их отрезков от основания до секущей плоскости P .

Например, действительные длины ребра SC и его отрезка CZ равны соответственно длине фронтальной проекции $s'c'$ ребра и отрезка $c'_1z'_1$ после поворота.

Затем строят развертку треугольной неправильной пирамиды (рис. 181, в). Для этого из произвольной точки S проводят прямую, на которой откладывают действительную длину ребра SA . Из точки s делают засечку радиусом R_1 , равным действительной длине ребра SB , а из точки A — засечку радиусом R_2 , равным стороне основания пирамиды AB , в результате чего получают точку b_1 и грань $s_1b_1a_1$. Затем из точек s и b_1 , как из центров, делают засечки радиусами, равными действительной длине ребра SC и стороне BC , и получают грань $s_1b_1c_1$ пирамиды. Также строится грань $s_1c_1a_1$.

От точек a_1b_1 и c_1 откладывают действительные длины отрезков ребер, которые берут на фронтальной проекции (отрезки $a'_11'_1, b'_12'_1, c'_13'_1$). Используя метод триангуляции, пристраивают основание и фигуру сечения.

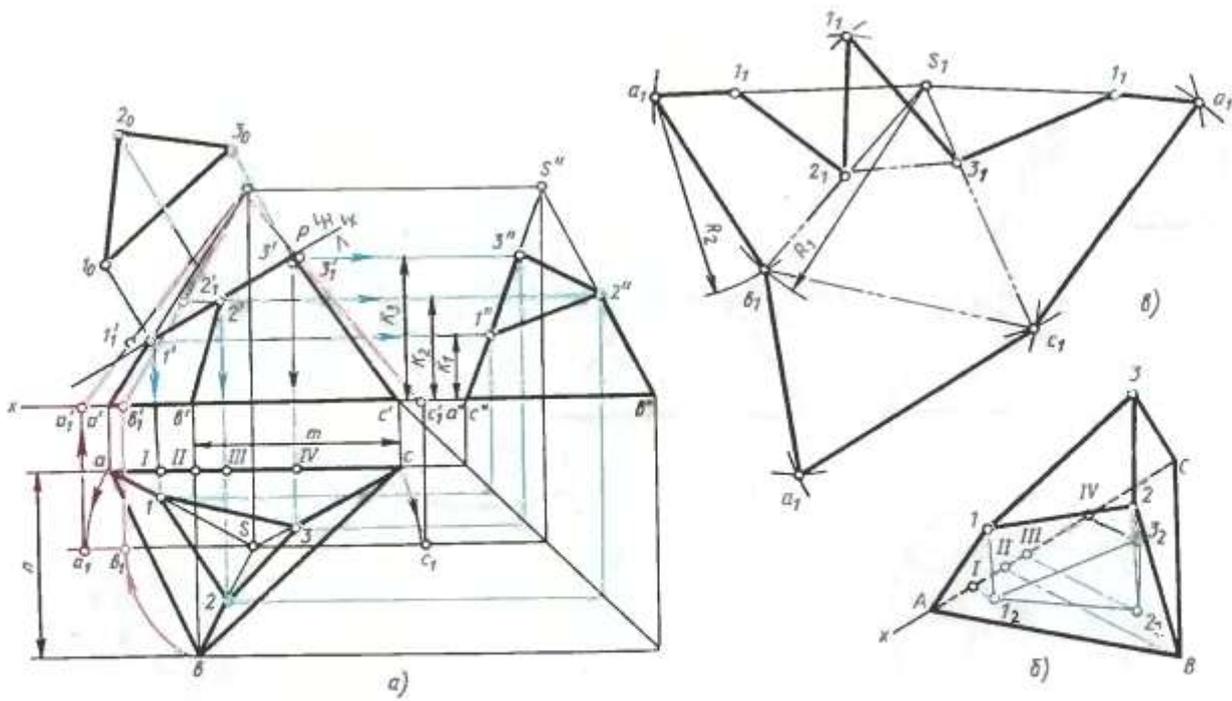


РИС. 181

Для построения изометрической проекции усеченной пирамиды (рис. 181, б) проводят изометрическую ось x . По координатам m и n строят основание пирамиды ABC . Сторона основания AC параллельна оси x или совпадает с осью x . Как и в предыдущем примере, строят изометрическую проекцию горизонтальной проекции фигуры сечения $1_2 2_2 3_2$ (используя точки I, III и IV). Из этих точек проводят вертикальные прямые, на которых откладывают отрезки, взятые с фронтальной или профильной проекции пирамиды K_1, K_2 и K_3 . Полученные точки $1, 2, 3$ соединяют прямыми между собой и с вершинами основания.

§ 5. СЕЧЕНИЕ ПРЯМОГО КРУГОВОГО КОНУСА ПЛОСКОСТЬЮ

В зависимости от расположения сечением плоскости P относительно оси прямого кругового конуса получаются различные фигуры сечения, ограниченные кривыми линиями.

Сечение прямого кругового конуса фронтально-проецирующей плоскостью P рассматривается на рис. 182. Основание конуса расположено на плоскости H . Фигура сечения в данном случае будет ограничена эллипсом.

Фронтальная проекция фигуры сечения расположена на фронтальном следе плоскости P (рис. 182, а).

Для построения горизонтальной проекции контура фигуры сечения горизонтальную проекцию основания конуса (окружности) делят, например, на 12 равных частей. Через точки деления на горизонтальной и фронтальной проекциях проводят вспомогательные образующие. Сначала находят фронтальные проекции точек сечения $1' \dots 12'$, лежащих на плоскости P_1 . Затем с помощью линии связи находят их горизонтальные проекции. Например, горизонтальная проекция точки 2 , расположенной на образующей s_2 , проецируется на горизонтальную проекцию этой же образующей в точку 2 .

Найденные горизонтальные проекции точек контура сечения соединяют по ласкалу. Действительный вид фигуры сечения в данном примере найден способом перемены плоскости проекций. Плоскость H заменяется новой плоскостью проекции H_1 .

На фронтальной плоскости проекции V фигура сечения — эллипс изображается в виде прямой $1'7'$, совпадающей с фронтальной проекцией секущей плоскости P . Эта прямая $1'7'$ является большой осью эллипса. Малая ось эллипса $a'b'$ перпендикулярна к большой оси $1'7'$ и проходит

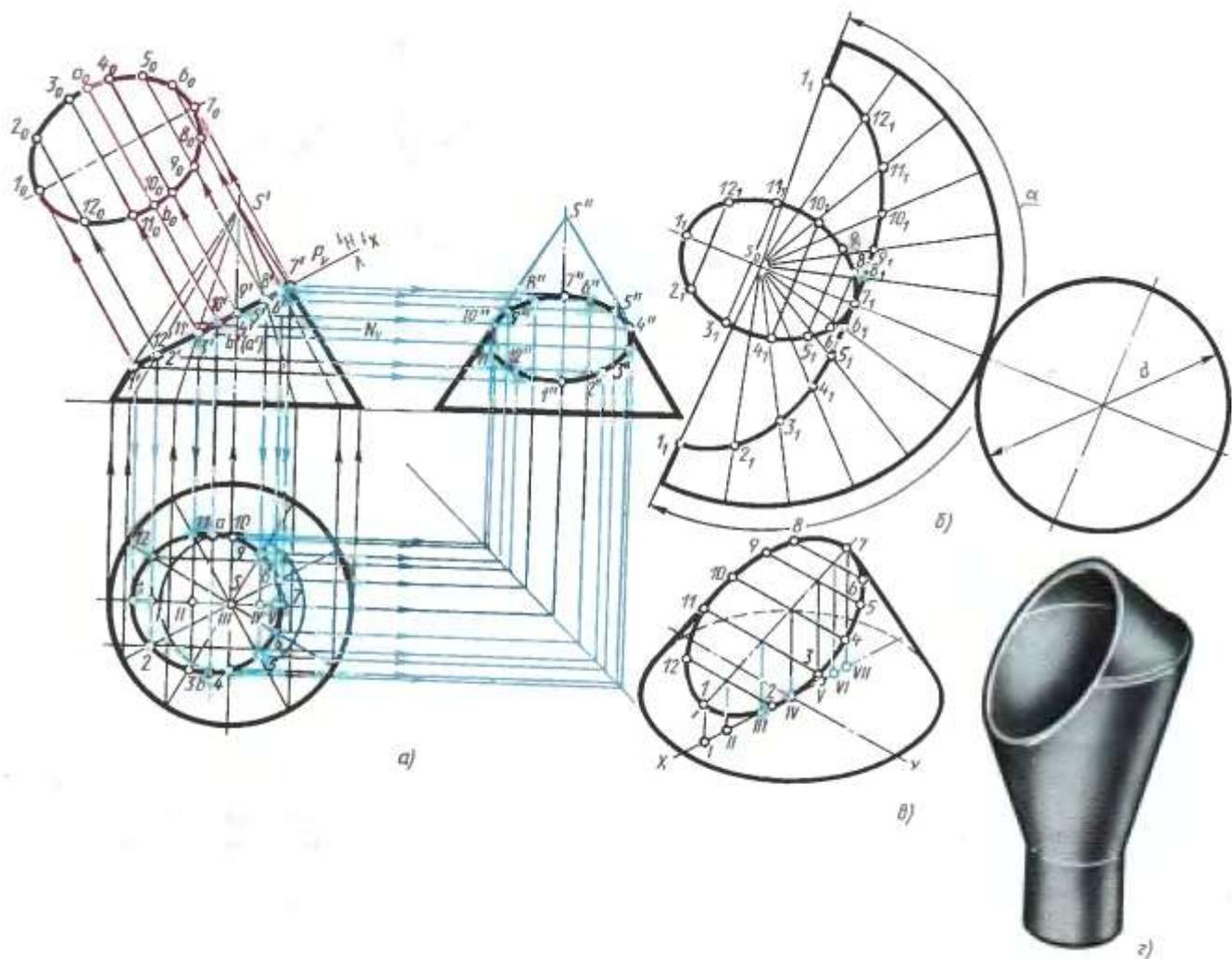


РИС. 182

через ее середину. Чтобы найти малую ось сечения, через середину большой оси $1'7'$ эллипса проводят горизонтальную плоскость N , которая рассекает конус по окружности, диаметр которой будет равняться малой оси эллипса (a_0b_0).

Построение развертки поверхности конуса (рис. 182, б) начинают с проведения дуги окружности радиусом, равным длине образующей конуса из точки s_0 . Длина дуги определяется углом α :

$$\alpha = 180^\circ \frac{d}{l},$$

где d — диаметр окружности основания конуса; l — длина образующей конуса.

Дугу делят на 12 частей и полученные точки соединяют с вершиной s_0 . От вершины откладывают действительные длины отрезков образующих от вершины конуса до секущей плоскости P .

Действительные длины этих отрезков находят,

как и в примере с пирамидой, способом вращения около вертикальной оси, проводящей через вершину конуса. Так, например, чтобы получить действительную длину отрезка S_2 , надо из $2'$ провести горизонтальную прямую до пересечения в точке b' с контурной образующей конуса, являющейся действительной ее длиной.

К развертке конической поверхности пристраивают фигуры сечения и основания конуса.

Построение изометрической проекции усеченного конуса (рис. 182, в) начинают с построения основания — эллипса. Изометрическую проекцию любой точки кривой сечения находят с помощью трех координат, как показано на рис. 182, в.

На оси x откладывают точки $I...VII$, взятые с горизонтальной проекции конуса. Из полученных точек проводят вертикальные прямые, на которых откладывают координаты z , взятые с фронтальной проекции. Через полученные на наклонной оси

ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕЛ

§ 1. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПРЯМОЙ ЛИНИИ С ПОВЕРХНОСТЯМИ ТЕЛ

Конструкции деталей можно рассматривать как сочетание различных геометрических тел. Необходимо уметь строить линии пересечения поверхностей этих тел. Пример, где требуется подобное построение, показан на рис. 195, на котором изображен бункер, ограниченный цилиндрической поверхностью *A*, пересекающейся с конической поверхностью *B* и поверхностью пирамиды *B*.

В зависимости от вида поверхностей тел линии пересечения могут быть лекальными кривыми или ломаными.

Для решения задач на построение линий пересечения поверхностей необходимо предварительно усвоить построение точек пересечения прямой с поверхностями различных геометрических тел.

Если прямая пересекается с поверхностью тела, получаются две точки, одновременно принадлежащие как поверхности тела, так и прямой линии.

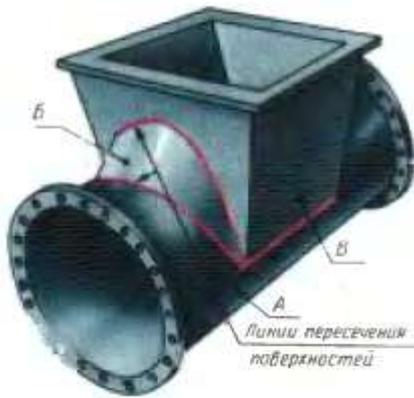


РИС. 195

Такие точки называются точками входа и выхода (рис. 196, *a*; точки *N* и *M*). Для нахождения этих точек выполняются построения в следующем порядке.

Через данную прямую проводят вспомогательную плоскость (обычно проецирующую). Например, на рис. 196, *a*, где изображено пересечение прямой *AB* с поверхностью пирамиды, через прямую проведена вспомогательная горизонтально-проецирующая плоскость *P*. Затем находят линии пересечения вспомогательной плоскости с поверхностью данного геометрического тела (линии *KC* и *ED*). На пересечении полученных линий с заданной прямой находят искомые точки (точки *N* и *M*).

На комплексном чертеже точки входа и выхода определяют следующим образом (рис. 196, *б*). Горизонтальные проекции *kc* и *ed* прямых *KC* и *ED* совпадают с горизонтальным следом плоскости P_H . Фронтальные проекции точек *k'*, *c'*, *e'* и *d'* определяют, пользуясь вертикальными линиями

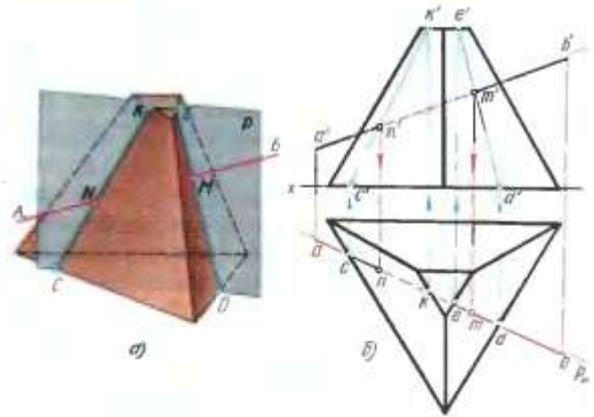


РИС. 196

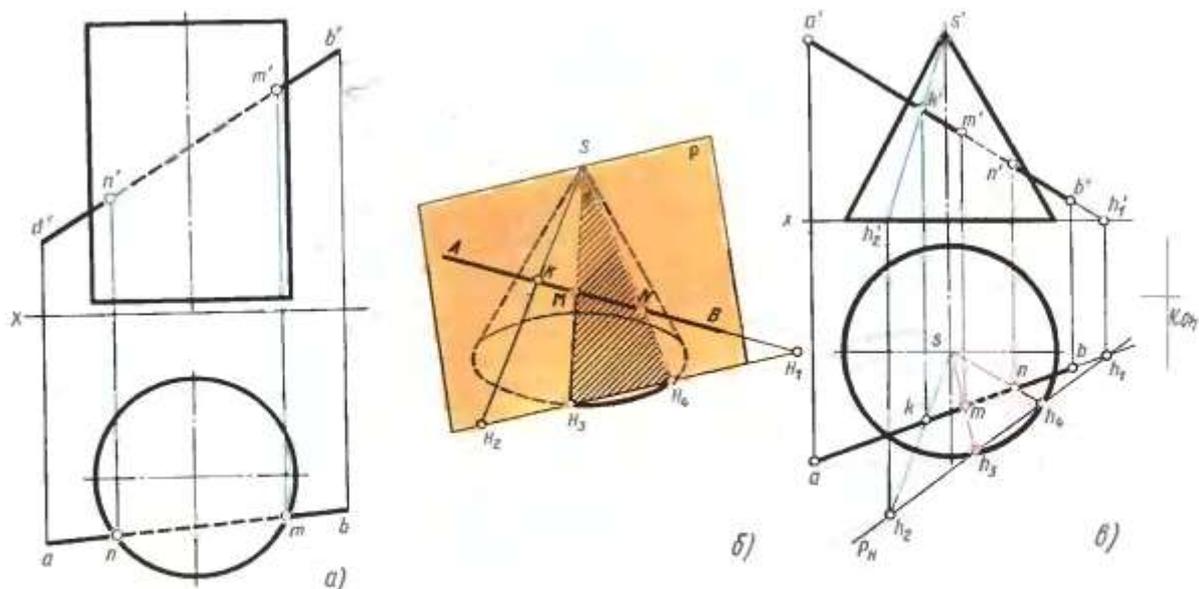


РИС. 197

связи, проведенными из точек k , c , e и d до пересечения с фронтальными проекциями основания пирамиды. Соединяют точки k' с c' и e' с d' прямыми. На пересечении фронтальных проекций найденных прямых с проекцией $a'b'$ данной прямой получают фронтальные проекции n' и m' искомых точек входа и выхода. Проведя через них вертикальные линии связи, находят горизонтальные проекции n и m этих точек.

В некоторых частных случаях можно обойтись без применения вспомогательной плоскости. Например, точки входа и выхода прямой AB с поверхностью прямого кругового цилиндра (рис. 197, а) определяют следующим образом.

Горизонтальная проекция цилиндрической поверхности представляет собой окружность, поэтому горизонтальные проекции всех точек, расположенных на цилиндрической поверхности, в том числе и двух искомых точек, будут расположены на этой окружности (рис. 197, а).

Фронтальные проекции n' и m' искомых точек определяют, проводя через точки n и m вертикальные линии связи до встречи с данной фронтальной проекцией $a'b'$ прямой AB .

На рис. 197, б, в показано построение точек входа и выхода прямой AB и поверхности прямого кругового конуса. Через прямую AB проводят вспомогательную плоскость P , проходящую через вершину конуса. Плоскость P пересечет конус по образующим SH_3 SH_4 .

На комплексном чертеже изображение плоскости P строят следующим образом. На прямой AB берут произвольную точку K и соединяют ее с вершиной S конуса прямой линией. Две пересекающиеся прямые AB и SK определяют плоскость P .

Чтобы найти точки входа и выхода, необходимо построить горизонтальные проекции образующих SH_3 и SH_4 . Для этого продолжим $s'k'$ и $a'b'$ до пересечения с осью x в точках h_2' и h_1' . Опустим линию связи из точки k' до пересечения с ab , полученную точку k соединим с s . Продлим горизонтальную проекцию прямой SK до пересечения с линией связи, опущенной из точки h_2' , получим

точку h_2 . Из точки h_1' проведем линию связи до пересечения с продолжением прямой ab , получим точку h_1 . Через следы h_1 и h_2 пройдет горизонтальный след плоскости P . Точки h_1 и h_2 соединим прямой и получим горизонтальный след P_H плоскости P .

Основание конуса является горизонтальным следом конической поверхности. Поэтому, определив точки пересечения этого следа со следом P_H плоскости P , можно найти и те две образующие, по которым коническая поверхность пересекается вспомогательной плоскостью P . На комплексном чертеже горизонтальная проекция основания конуса (окружность) пересекается со следом P_H в точках h_3 и h_4 . Эти точки соединяют с вершиной

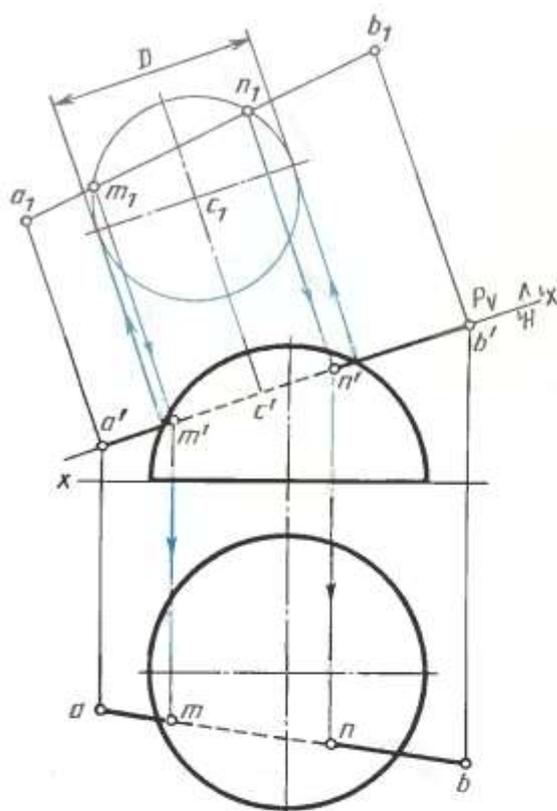


РИС. 198

s и получают следы sh_3 и sh_4 образующих SH_3 и SH_4 .

На пересечении найденных образующих с данной прямой AB находят искомые точки M и N — точки входа и выхода прямой AB с конической поверхностью.

Горизонтальные проекции точек m и n находят на пересечении горизонтальных проекций образующих sh_3 и sh_4 с горизонтальной проекцией прямой ab . Через точки m и n проводят вертикальные линии связи до пересечения $a'b'$ и находят фронтальные проекции m' и n' точек входа и выхода.

Точки входа и выхода прямой AB с поверхностью сферы (рис. 198) находят, проведя через прямую AB вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость P .

Вспомогательная плоскость P пересекает сферу по окружности, которая проецируется на плоскость H в виде эллипса, что затрудняет построение. Поэтому в данном случае необходимо применить способ перемены плоскостей проекций. Новую плоскость проекций выбирают так, чтобы

вспомогательная плоскость P была бы ей параллельна, т.е. следует провести новую ось проекций x_1 так, чтобы она была параллельна фронтальной проекции $a'b'$ прямой AB (для упрощения построений на рис. 198 ось x_1 проведена через проекцию $a'b'$).

Затем необходимо построить новую горизонтальную проекцию a_1b_1 прямой AB и новую горизонтальную проекцию окружности диаметра D , по которой плоскость P пересекает сферу. На пересечении новых горизонтальных проекций двух искомых точек m_1 и n_1 . Обратным построением определяем фронтальные m' и n' и горизонтальные m и n проекции точек входа и выхода.

§ 2. ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ПЕРЕХОДА

Многие детали машин представляют собой конструкции из пересекающихся геометрических тел. Общая линия пересекающихся поверхностей называется линией пересечения.

На чертежах линии пересечения поверхностей изображаются сплошной основной линией (рис. 199, а). В местах перехода поверхностей литых и штампованных деталей нет четкой линии пересечения. Воображаемая линия пересечения называется линией перехода и условно изображается на чертежах сплошной тонкой линией. Эта линия начинается и заканчивается в точках пересечения продолжения контура взаимно пересекающихся поверхностей (рис. 199, б).

Встречаются детали, имеющие всевозможные линии пересечения и перехода поверхностей. Особенно много линий перехода у поверхностей деталей, изготовленных литьем.

На рис. 200, а на приборе для испытания твердости видны линии переходов различных поверхностей.

Кожух и крышка смесительного аппарата (рис. 200, б) имеют разнообразные линии перехода. Здесь можно видеть линии взаимного пересечения цилиндрических и других поверхностей.

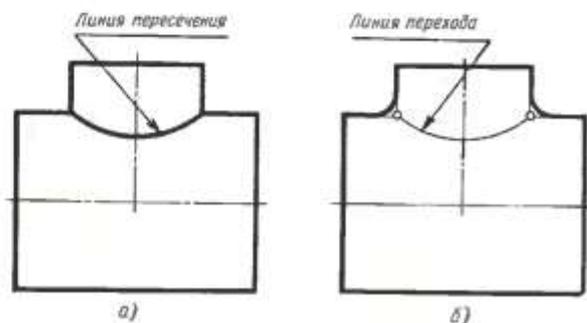


РИС. 199

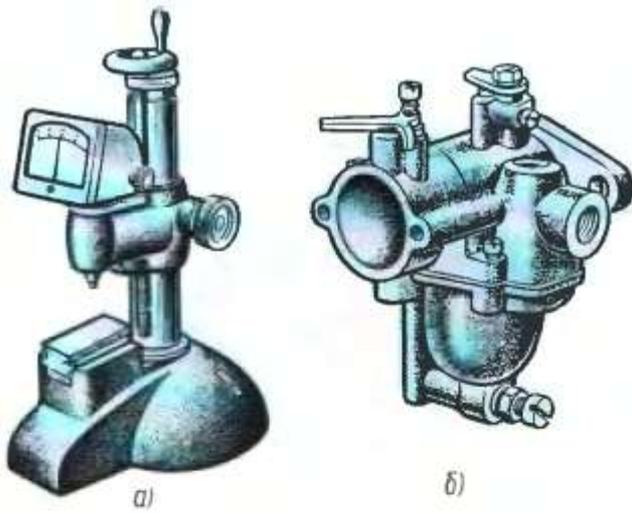


РИС. 200

Построение линий пересечения и перехода поверхностей при выполнении чертежей трубопроводов, вентиляционных устройств, резервуаров, кожухов машин, станков требует точности.

§ 3. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Метод построения линий пересечения поверхностей тел заключается в проведении вспомогательных секущих плоскостей и нахождении отдельных точек линий пересечения данных поверхностей в этих плоскостях.

Построение линии пересечения поверхностей тел начинают с нахождения очевидных точек. Например, на рис. 201, где изображены линии пересечения призмы с конусом, такими точками являются точки *A* и *B*. Затем определяют характерные точки, расположенные, например, на очерковых образующих поверхностей вращения или крайних ребрах, отделяющих видимую часть

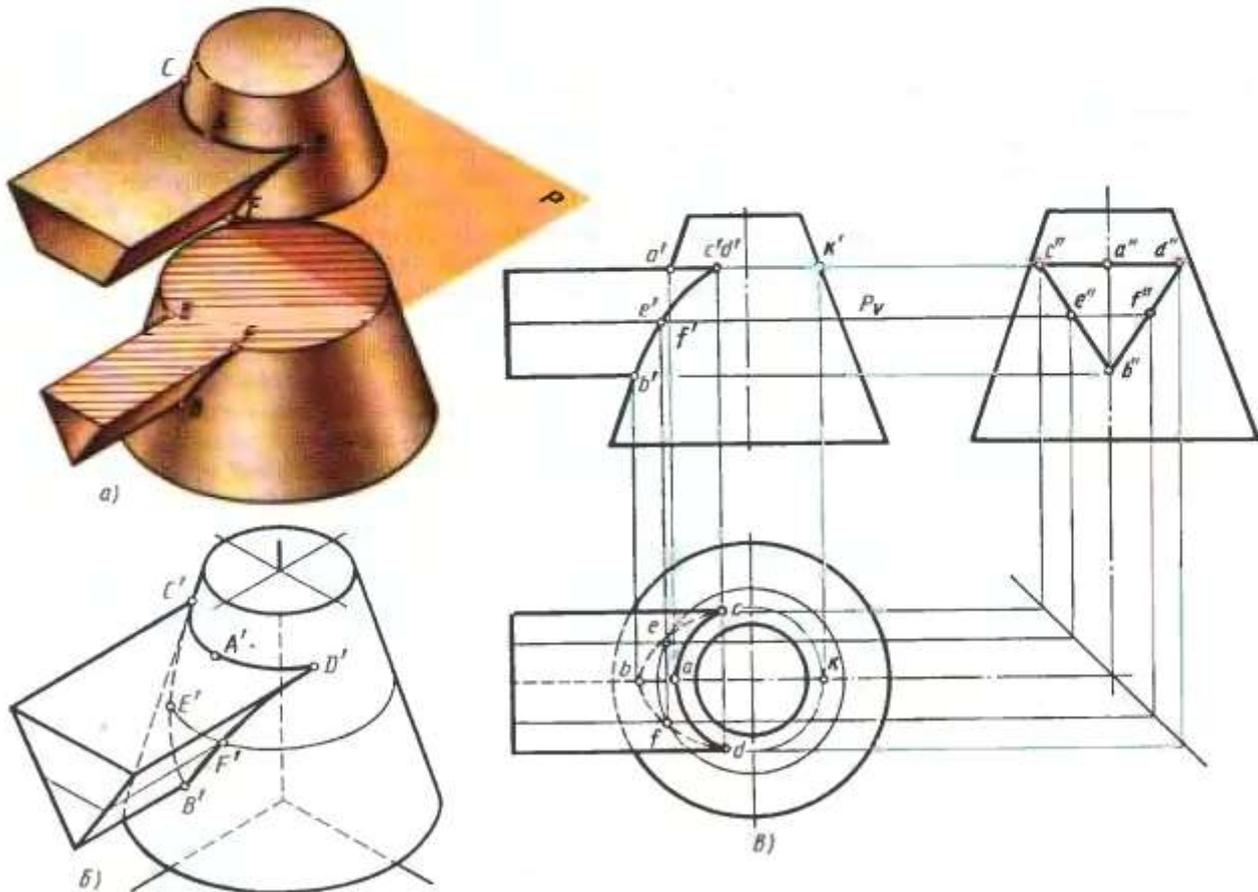


РИС. 201

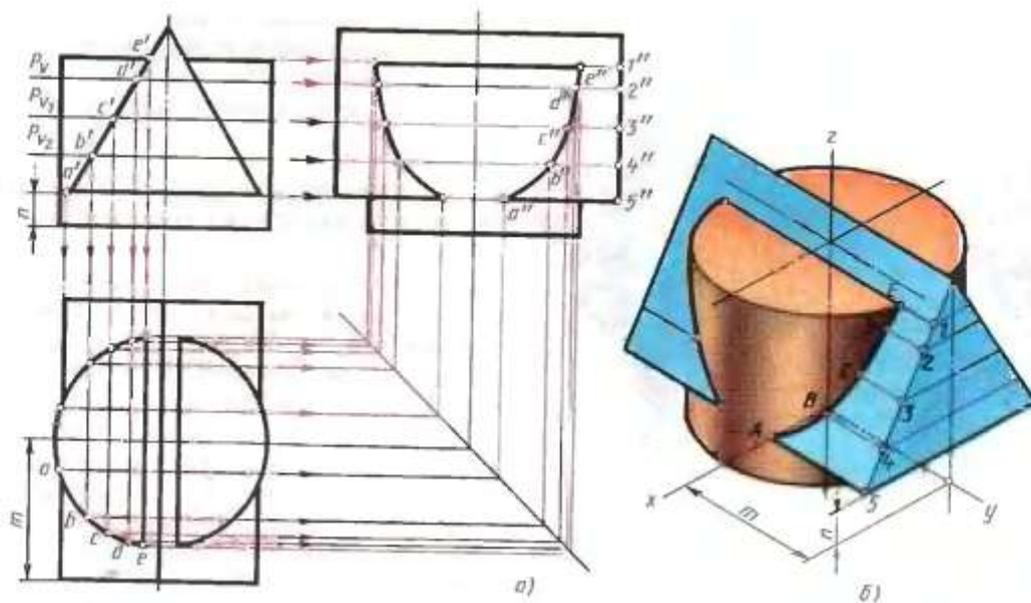


РИС. 202

линий перехода от невидимой. На рис. 201 это точки C и D . Они располагаются на крайних ребрах верхней горизонтальной грани призмы.

Все остальные точки линии пересечения называются промежуточными (например, точки E и F). Обычно их определяют с помощью вспомогательных параллельных секущих плоскостей (рис. 201, a).

В качестве вспомогательных плоскостей выбирают такие плоскости, которые пересекают обе заданные поверхности по простым линиям — прямым или окружностям, причем окружности должны располагаться в плоскостях, параллельных плоскостям проекции.

В данном примере плоскость P рассекает конус по окружности (рис. 201, a), с помощью которой находят горизонтальные проекции точек e и f .

Во всех случаях перед тем как строить линию пересечения поверхностей на чертеже, необходимо представить себе эту линию в пространстве (рис. 201, b).

§ 4. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРА И ПРИЗМЫ

На рис. 202 показано построение проекции линий пересечения поверхности треугольной призмы с поверхностью прямого кругового цилиндра. Боковые грани призмы перпендикулярны плоскости V (рис. 202, a), поэтому фронтальная проекция линий пересечения поверхностей этих тел совпадает с фронтальной проекцией основания призмы.

Горизонтальные проекции линий пересечения поверхностей совпадают с горизонтальной проекцией цилиндра и являются окружностью. Профильные проекции точек A и E находим по горизонтальным и фронтальным проекциям с помощью линий связи. Для построения проекций промежуточных точек B, C, D используем вспомогательные секущие плоскости $P_{V1}, P_{V1'}$ и P_{V2} , с помощью которых находим фронтальные проекции b', c', d' точек B, C, D .

В данном примере можно обойтись без вспомогательных секущих плоскостей, намечая произвольно на фронтальной проекции точки b', c', d' .

Опуская линии связи на горизонтальную проекцию, находим горизонтальные проекции c, b, d точек C, B, D . На профильной проекции с помощью линий связи находим проекции b'', c'', d'' .

На рис. 202, b показано построение изометрической проекции. После построения изометрической проекции цилиндра, используя размеры m и n (рис. 202, a), строят изометрическую проекцию основания призмы, на котором находят точки $1, 2, 3, 4, 5$. От этих точек откладывают расстояния $1''e'', 2''d''$ и т.д., взятые с профильной проекции комплексного чертежа, и находят точки A, B, C, D, E .

На изометрической проекции линия пересечения поверхностей цилиндра и призмы получается соединением точек A, B, C, D, E , которые строятся по координатам, взятым с комплексного чертежа.

§ 5. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

При выполнении машиностроительных чертежей наиболее часто встречается случай пересечения двух цилиндрических поверхностей, оси которых расположены под углом 90° .

Разберем пример построения линии пересечения поверхностей двух прямых круговых цилиндров, оси которых перпендикулярны к плоскостям проекций (рис. 203, а).

В начале построения, как известно, находим проекции очевидных точек 1, 7 и 4.

Построение проекций промежуточных точек показано на рис. 203, б. Если в данном примере применить общий способ построения линий пересечения с помощью вспомогательных взаимно параллельных плоскостей, пересекающих обе цилиндрические поверхности по образующим, то на пересечении этих образующих будут найдены искомые промежуточные точки линии пересечения (например, точки 2, 3, 5 на рис. 203, а). Однако в данном случае выполнять такое построение нет необходимости по следующим соображениям.

Горизонтальная проекция искомой линии пересечения поверхностей совпадает с окружностью — горизонтальной проекцией большого цилиндра. Профильная проекция линии пересечения также совпадает с окружностью — профильной проекцией малого цилиндра. Таким образом, фронтальную проекцию искомой линии пересечения легко найти по общему правилу построения кривой линии по точкам, когда две проекции точек известны. Например, по горизонтальной проекции точки 3 (рис. 203, б) находят профильную проекцию $3''$. По двум проекциям 3 и $3''$ определяют фронтальную проекцию $3'$ точки 3, принадлежащей линии пересечения цилиндров.

Построение изометрической проекции пересекающихся цилиндров начинают с построения изометрической проекции вертикального цилиндра. Далее через точку a_1 параллельно оси x проводят ось горизонтального цилиндра. Положение точки O_1 определяется величиной h , взятой с комплексного чертежа (рис. 203, б). Отрезок, равный h , откладываем от точки O вверх по оси z (рис. 203, в). Откладывая от точки O_1 по оси горизонтального цилиндра отрезок l , получим точку O_2 — центр основания горизонтального цилиндра.

Изометрическая проекция линии пересечения поверхностей строится по точкам с помощью трех координат. Однако в данном примере искомые точки можно построить иначе. Так, например, точки 3 и 2 строят следующим образом. От центра O_2 (рис. 203, в) вверх, параллельно оси z , откладывают отрезки m и n , взятые с комплексного чертежа. Через концы этих отрезков прямые, параллельные оси y , до пересечения с основанием горизонтального цилиндра в точках 3_1 и 2_1 . Затем из точек 1...3 проводят прямые, параллельные оси x , и на них откладывают отрезки, равные расстоянию от основания горизонтального цилиндра до линии пересечения, взятые с фронтальной или горизонтальной проекции комплексного чертежа. Конечные точки этих отрезков будут принадлежать линии пересечения. Через полученные точки проводят по лекалу кривую, выделяя ее видимые и невидимые части.

Пример взаимного пересечения цилиндрических поверхностей с осями, перпендикулярными друг к другу, приведен на рис. 204, а. Одна цилиндри-

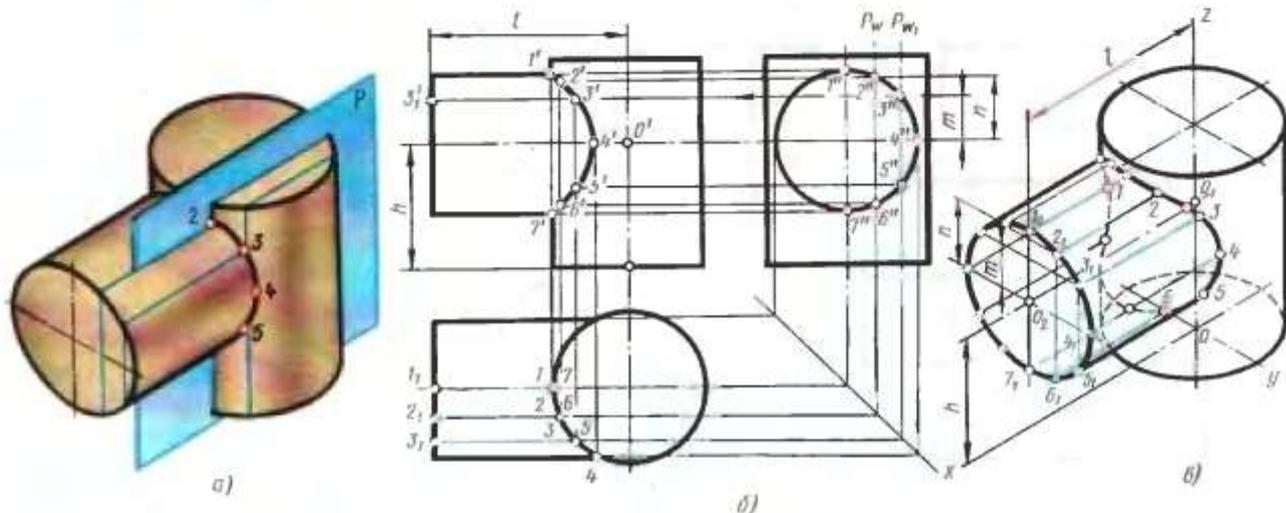


РИС. 203

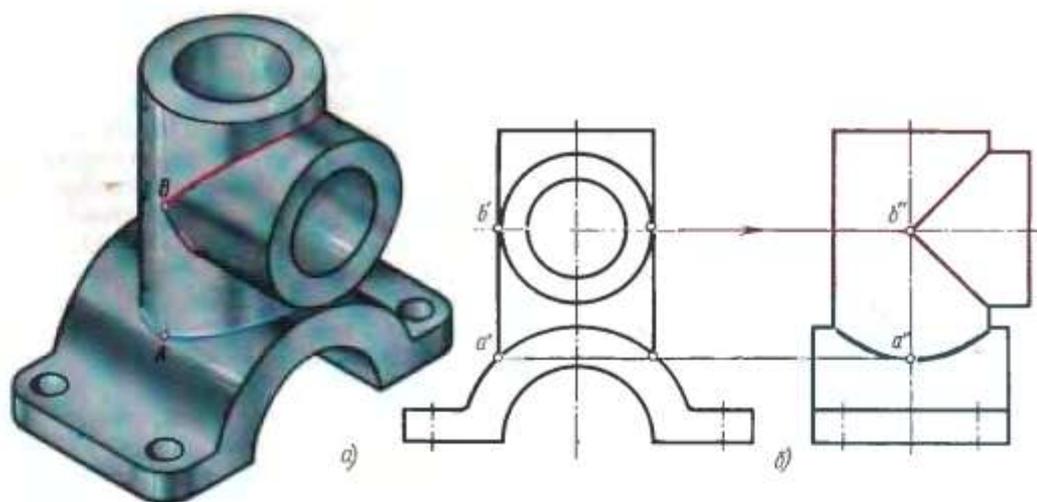


РИС. 204

ческая поверхность корпуса имеет вертикальную ось, а другая (половина цилиндра) — горизонтальную.

Если диаметры пересекающихся цилиндрических поверхностей одинаковы, то профильная про-

екция линии пересечения представляет собой две пересекающиеся прямые (рис. 204, б).

Если пересекающиеся цилиндрические поверхности имеют оси, расположенные под углом, отличным от прямого угла, то линию их пересече-

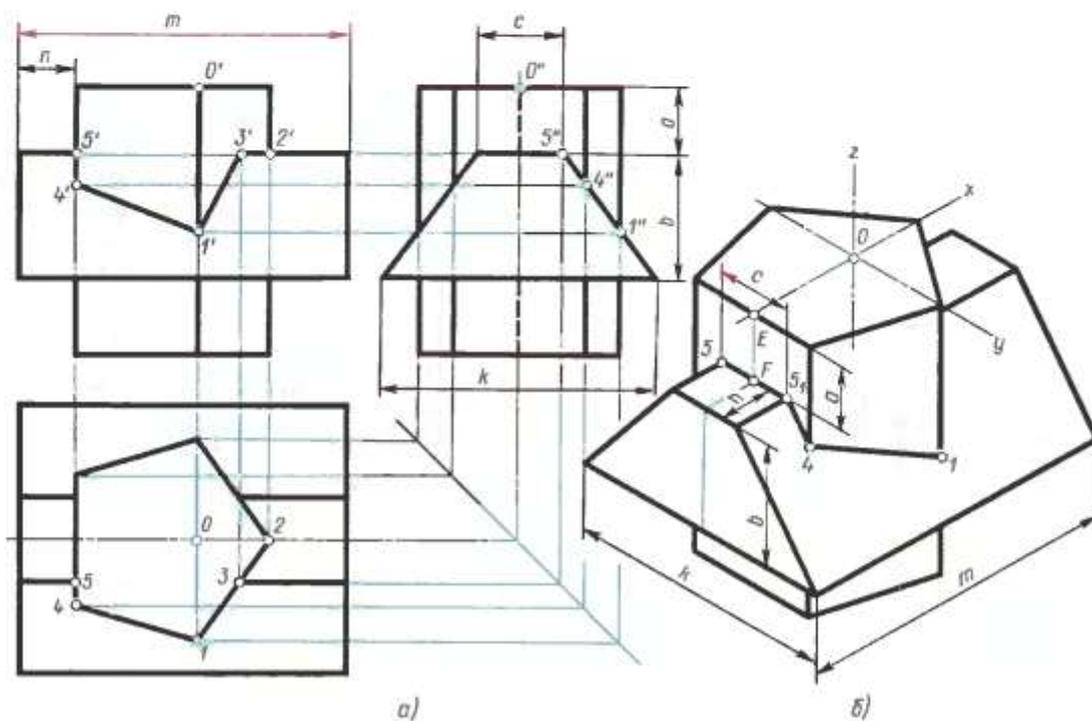


РИС. 205

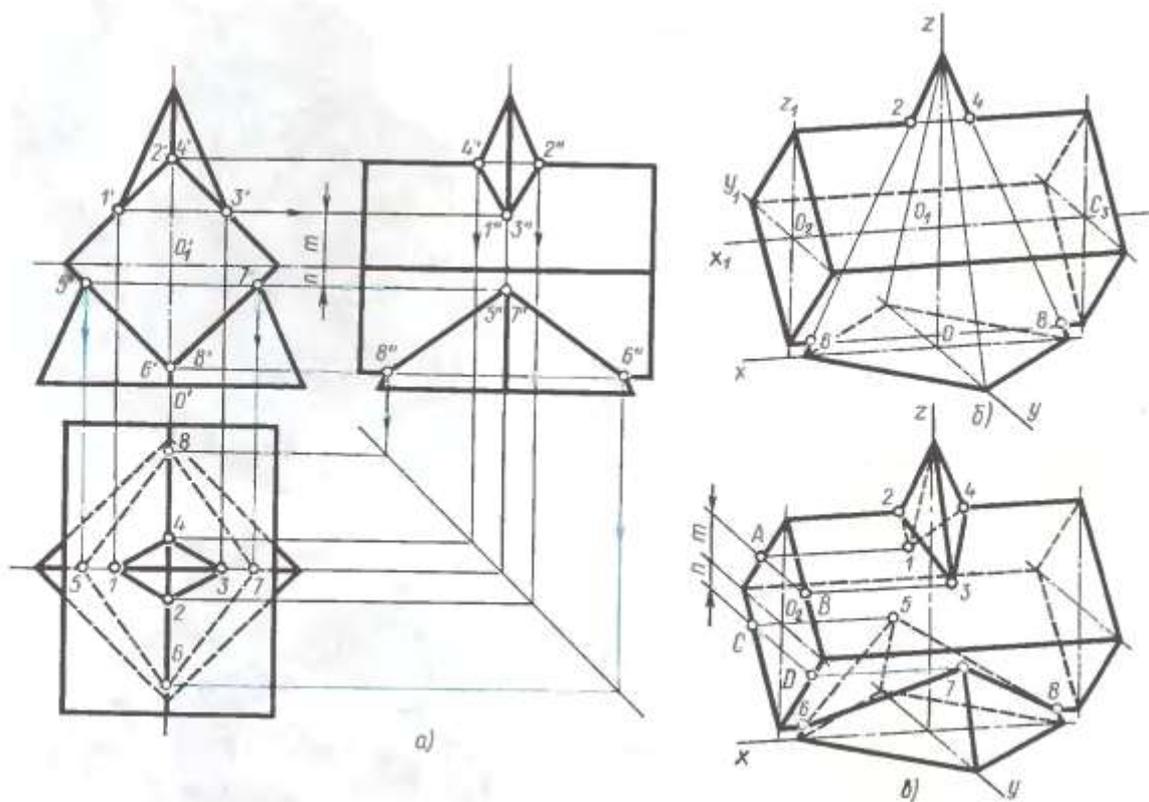


РИС. 207

На рис. 207, б и в показана последовательность построения диметрической проекции. Сначала

строят пирамиду. Для построения призмы от точки O откладывают отрезок OO_1 , взятый с фронтальной проекции комплексного чертежа ($O'O_1'$), и получают точку O_1 (рис. 207, б). Через точку O_1 проводят параллельно оси x ось симметрии призмы и по ней от точки O_1 откладывают вправо и влево половины высоты призмы. Через точки O_2 и O_3 проводят прямые, параллельные осям y и z , на которых откладывают соответственно половину и целую длину диагоналей четырехугольника основания призмы. Соединив концы диагоналей прямыми, получают диметрическую проекцию основания призмы.

Диметрические проекции точек пересечения 2, 4, 6, 8 ребер призмы и пирамиды получают без дополнительных построений (рис. 207, в).

Диметрические проекции точек пересечения 1, 3, 5, 7 ребер пирамиды с гранями призмы находят по координатам известным способом.

В этом примере диметрические проекции точек 1, 3, 5 и 7 можно построить иначе. От середины левого основания призмы — точки O_2 — откладываете вверх и вниз по оси z соответственно отрезки m и n , взятые с комплексного чертежа. Через



РИС. 208

концы отрезков m и n проводят прямые, параллельные оси y , до пересечения с контуром основания призмы в точках A, B, C и D . Через эти точки проводят прямые, параллельные оси x , до пересечения с ребрами пирамиды. В результате получают искомые точки $1, 3, 5$ и 7 .

На рис. 208 показан корпус оптического компаратора, который имеет элементы пересечения поверхностей пирамид и призмы. На рисунке видна линия пересечения поверхностей этих тел.

§ 7. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРА И КОНУСА

Пример пересечения поверхностей цилиндра и конуса показан на рис. 209, б. Построение линии пересечения поверхностей прямого кругового усеченного конуса, имеющего вертикальную ось, с цилиндром, расположенным горизонтально, показано на рис. 209, а. Оси цилиндра и конуса пересекаются в точке O_1 и лежат в одной плоскости.

Как и ранее, сначала определяют проекции очевидных $1, 7$ и характерных $4, 10$ точек линии пересечения.

Для определения промежуточных точек проводят вспомогательные горизонтальные секущие

плоскости $P_1...P_5$ (рис. 209, а). Они будут рассекают конус по окружности, а цилиндр по образующим (рис. 209, б). Искомые точки линии пересечения находятся на пересечении образующих с окружностями.

Для определения горизонтальных проекций точек пересечения из центра O_1 проводят горизонтальные проекции дуг окружностей (рис. 209, а), по которым вспомогательные плоскости $P_1...P_5$ пересекают конус. Размеры радиусов этих дуг окружностей взяты с профильной проекции.

Так как профильные проекции точек $1''...12''$ известны, то, проводя линии связи до пересечения с соответствующими дугами окружностей, находят горизонтальные проекции точек $1...12$. Используя линии связи, по двум имеющимся проекциям, профильной и горизонтальной, находим фронтальные проекции точек пересечения $1'...12'$.

Полученные на фронтальной и горизонтальной проекциях точки, принадлежащие к линии пересечения, обводят по лекалу.

На горизонтальной проекции часть линии пересечения будет видимой, а часть — невидимой. Границу этих частей линии пересечения опреде-

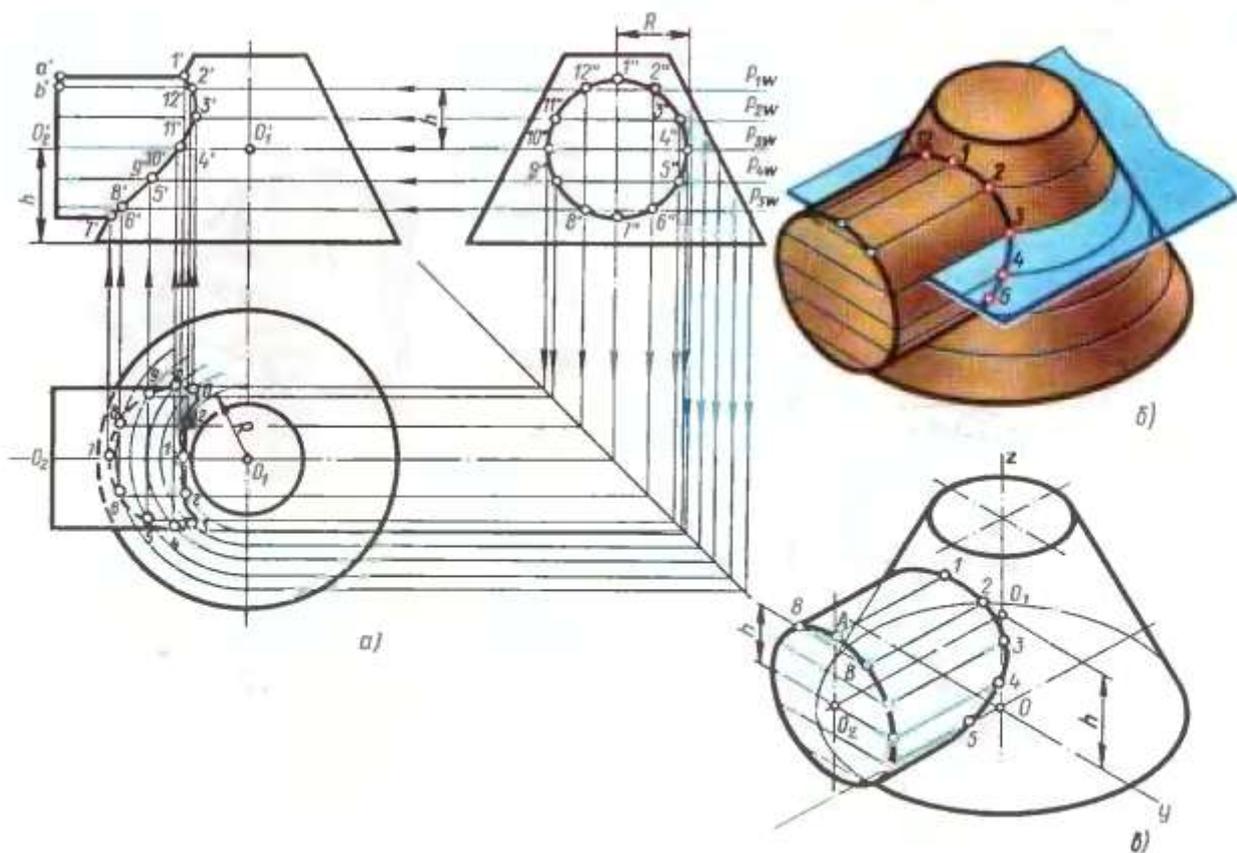


РИС. 209

ГЛАВА 23

ПОНЯТИЕ О РАЗРЕЗАХ

Линии внутреннего (невидимого) контура поло-го предмета на чертежах изображаются штриховыми линиями. Большинство деталей имеют сложные внутренние очертания, из-за чего на чертеже может быть много штриховых линий, которые пересекаются между собой и со сплошными контурными линиями, что делает чертеж трудночитаемым и ведет к неправильному представлению о внутренних формах изображаемого изделия. В этих случаях прибегают к искусственному способу выявления внутреннего строения детали с помощью разрезов.

Принцип выполнения разрезов заключается в том, что условно представляют отсеченной и удаленной одну из частей детали так, что становится ясно внутреннее очертание оставшейся части. При этом линии невидимого

контура станут видимыми и будут изображаться не штриховыми, а сплошными основными линиями.

В четвертой части учебника "Машиностроительное черчение" имеются подробные сведения о назначении разрезов. Здесь даны только понятия о некоторых простых разрезах (вертикальных и горизонтальных), применяемых на комплексных чертежах учебных моделей.

Деталь или учебную модель обычно мысленно разрезают (рассекают) плоскостью, параллельной какой-либо плоскости проекций — H , V или W . Часть модели, находящуюся между секущей плоскостью и плоскостью проекций, проецируют на плоскость проекций обычным способом. Для большей наглядности чертежа фигуру сечения, расположенную в секущей плоскости, заштриховывают

130

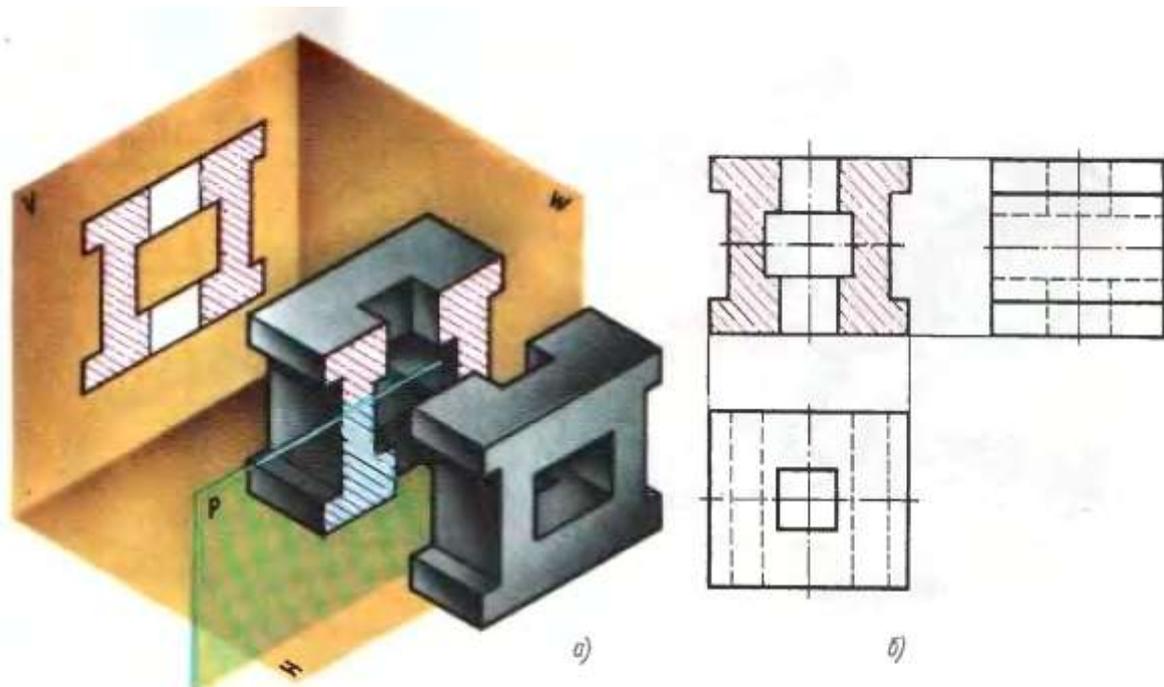


РИС. 222

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

ГЛАВА 25

ЧЕРТЕЖ КАК ДОКУМЕНТ ЕСКД

§ 1. ОСОБЕННОСТИ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРТЕЖА

Для скорейшего освоения новой техники важное значение приобретает умение правильно и быстро читать машиностроительные чертежи и создавать конструкторскую документацию с учетом всех требований ЕСКД.

Прочитать машиностроительный чертеж изделия — значит получить представление о его форме, размерах, порядке и способе изготовления и контроля.

Машиностроительное черчение в технических учебных заведениях является важнейшим предметом, при изучении которого учащиеся знакомятся с широким кругом технических понятий.

Машиностроительное черчение базируется на теоретических основах начертательной геометрии и проекционного черчения. Для успешного овладения курсом машиностроительного черчения необходимо изучение стандартов ЕСКД, в которых содержатся сведения по изображению предметов с применением упрощений и условностей.

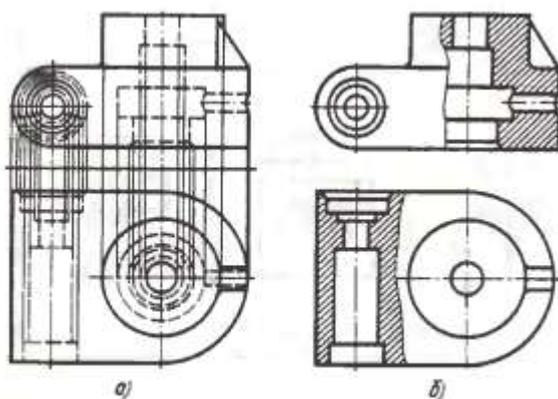


РИС. 241

Например, на машиностроительных чертежах не показывают оси проекций и линий связи, он содержит минимум линий невидимых контуров. На рис. 241, а выполнен чертеж корпуса по правилам проекционного черчения, на котором нанесены линии связи и линии невидимого контура. На чертеже предмета более сложной формы число подобных линий увеличивается, поэтому прочесть такой чертеж трудно, а иногда и невозможно. На рис. 241, б представлен машиностроительный чертеж этой же детали, который выполнен с упрощениями. Такой чертеж более нагляден, а времени на его выполнение затрачивается меньше.

Развитие новой техники сопровождается интенсификацией инженерно-технического труда и значительным увеличением конструкторской документации.

В современном машиностроении чертеж должен быть четким и ясным.

Изучение машиностроительного черчения включает в себя следующие этапы:

- 1) подробное ознакомление с правилами построения изображений на чертежах;
- 2) получение навыков выполнения эскизов деталей, рабочих чертежей деталей сборочных единиц и схем;
- 3) изучение упрощений и условностей, применяемых на чертежах;
- 4) приобретение опыта чтения чертежа;
- 5) изучение простейших конструкций основных видов изделий и их элементов;
- 6) изучение правил ЕСКД;
- 7) приобретение опыта составления конструкторской документации.

При выполнении чертежей и других конструкторских документов необходимо строгое соблюдение государственных стандартов.

ИЗОБРАЖЕНИЯ — ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

§ 1. СИСТЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

При выполнении машиностроительных чертежей пользуются правилами прямоугольного прое-

цирования. Чертеж любого изделия содержит графические изображения видимых и невидимых его поверхностей. Эти изображения получают путем прямоугольного проецирования предмета на шесть граней пустотелого куба (рис. 248, а). При

148

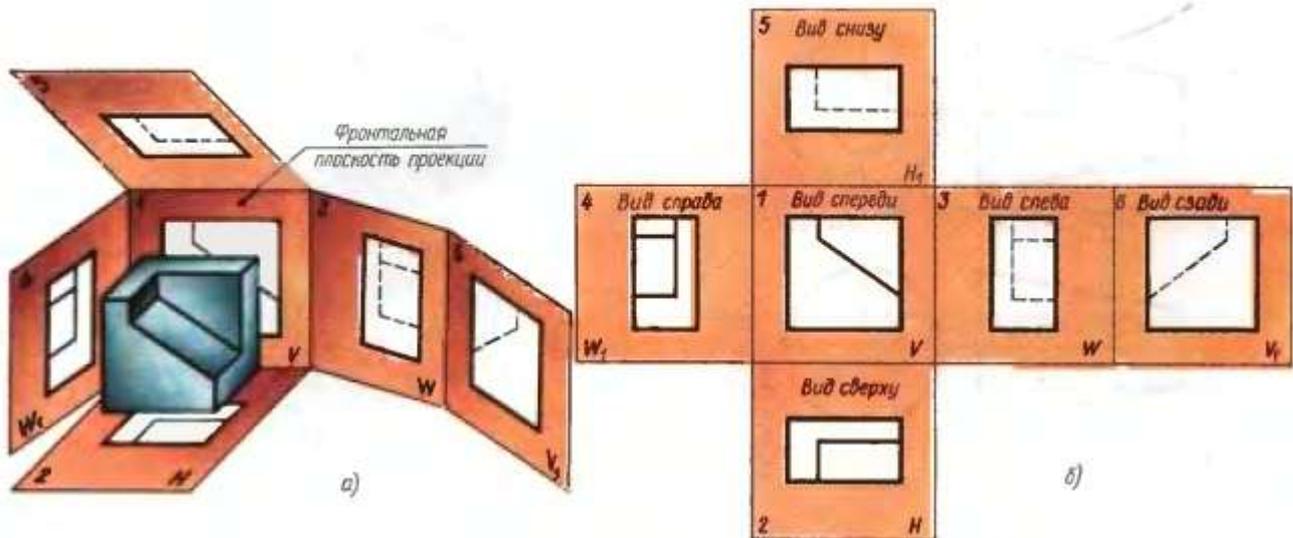


РИС. 248

этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей гранью куба.

Грани куба принимаются за основные плоскости проекций. Следовательно, имеется шесть основных плоскостей проекций: две фронтальные — 1 и 6, две горизонтальные — 2 и 5, две профильные — 3 и 4. Основные плоскости проекций совмещаются в одну плоскость вместе с полученными на них изображениями (рис. 248, б). Указанная система расположения изображений (рис. 248)

называется европейской системой и обозначается буквой Е. Она принята у нас и большинстве европейских стран.

В США, Великобритании, Голландии и некоторых других странах на чертеже применяется иное расположение проекций. В этом случае считают, что грани куба (плоскости проекций) являются прозрачными и расположены между глазом наблюдателя и изображаемым предметом (рис. 249, а). После совмещения граней куба в

§ 2. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ

В общей части курса изображения предмета на чертежах называли проекциями. В машиностроительном черчении изображения предметов в ортогональных проекциях называют видами. Видом называется изображение, на котором показана обращенная к наблюдателю видимая часть поверхности предмета. В целях уменьшения числа изображений допускается показывать на видах штриховыми линиями невидимые контуры предмета.

ГОСТ 2.305—68 устанавливает названия основных видов, получаемых на основных плоскостях проекций (см. рис. 248, б):

- 1 — вид спереди (главный вид);
- 2 — вид сверху;
- 3 — вид слева;
- 4 — вид справа;
- 5 — вид снизу;
- 6 — вид сзади.

Все виды на чертеже должны по возможности

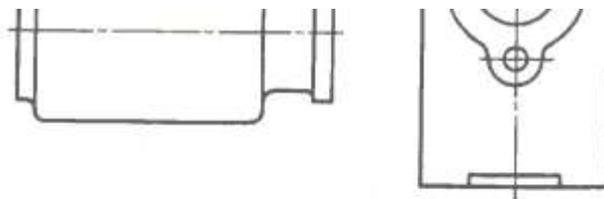
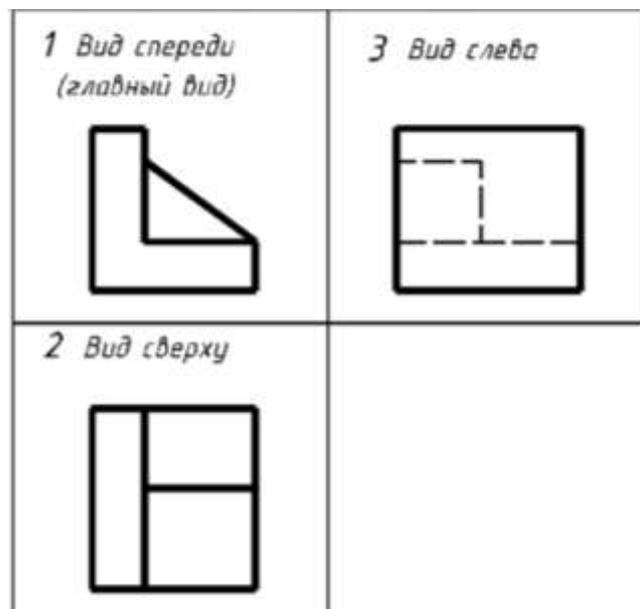
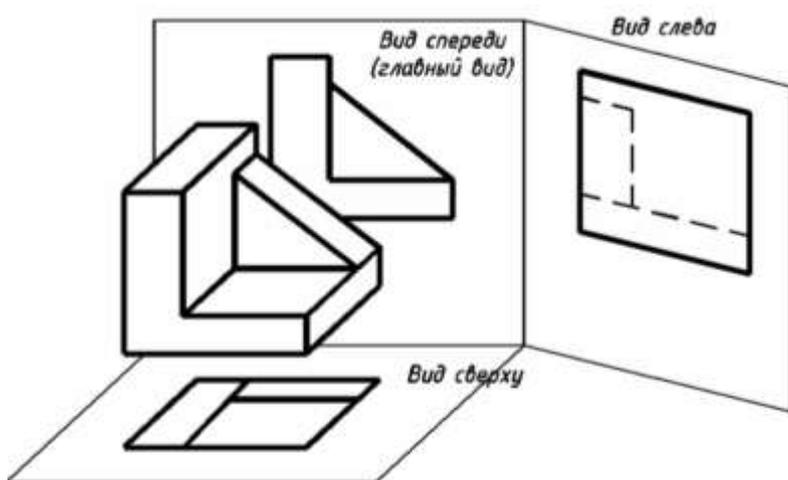


РИС. 251

располагаться в проекционной связи, что облегчает чтение чертежа. В этом случае на чертеже не наносятся какие-либо надписи, разъясняющие наименование видов.

Деталь следует располагать таким образом, чтобы главный вид давал наиболее полное представление о форме и размерах. Вопрос о том, какие из основных видов следует применить на чертеже изделия, должен решаться так, чтобы при наименьшем числе видов в совокупности с другими изображениями чертеж полностью отражал конструкцию изделия.

150



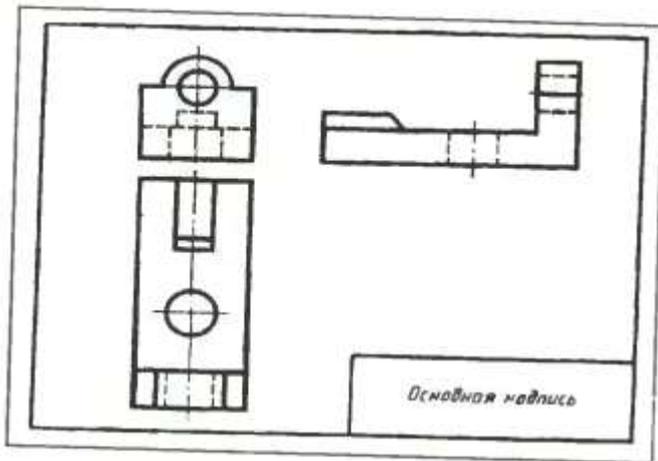


РИС. 253

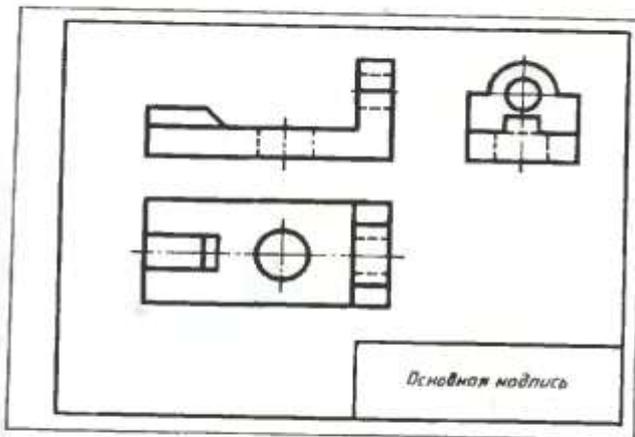


РИС. 254

РИС. 255

В целях более рационального использования поля чертежа ГОСТ 2.305—68 допускает располагать виды вне проекционной связи с главным видом на любом месте поля чертежа. Так, например, на рис. 251 вид справа расположен не слева от главного вида, а размещен вне проекционной связи с главным видом. В этом случае у связанного с видом изображения наносится стрелка, указывающая направление взгляда. Размеры и форму стрелки определяет ГОСТ 2.305—68 (рис. 252, а). Стрелка и сам вид обозначаются прописной буквой русского алфавита (рис. 251). Размер шрифта букв, обозначающих вид, должен быть в два раза больше цифр размерных чисел (ГОСТ 2.316—68). Главный вид и другие основные виды должны быть рационально расположены на поле чертежа с учетом нанесения размеров и других обозначений.

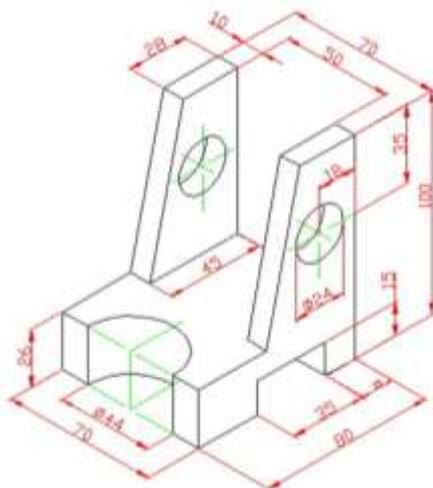
На рис. 253 показано плохое расположение видов детали с неудачным использованием поля чертежа. Правильное расположение видов той же детали показано на рис. 254.

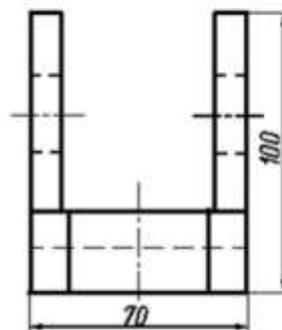
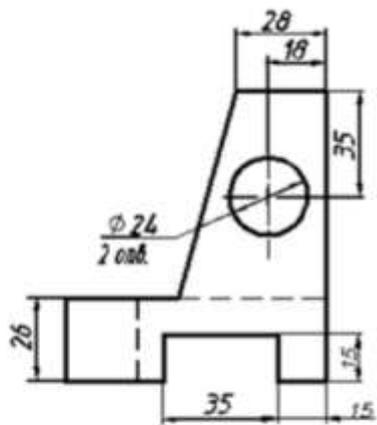
Если длинные предметы (рис. 255, а) имеют участки с постоянным или закономерно изменяющимся поперечным сечением, допускается изображать их с разрывами (рис. 255, б). Разрыв выполняют сплошной тонкой волнистой линией. Длинные линии обрыва выполняют сплошной тонкой линией с изломами (рис. 255, в).

§ 3. МЕСТНЫЕ ВИДЫ

Если при выполнении чертежа требуется выяснить форму или устройство поверхности предмета в отдельном, ограниченном месте, тогда выполняется изображение только этого ограниченного

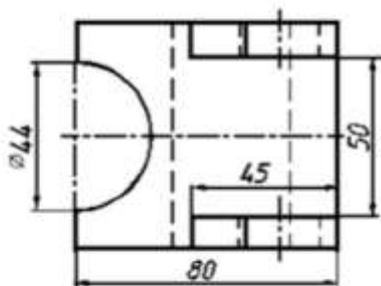
ПОСТРОИТЬ ТРИ ВИДА ДЕТАЛИ, ПРИВЕДЕННОЙ НА РИСУНКЕ НИЖЕ.





Т
Е
К
С
Т

С
Л
А
Й
Д
А



| | | | | | | | |
|---------|---------|------|-------|--|------------------------|--------|--------|
| | | | | | БГТУ.010101.001 | | |
| Исполн. | Проф. | Дата | Масш. | | Лист | Кол-во | Контур |
| Сдел. | Проф. | | | | | | 1:1 |
| Инж. | Специст | | | | Лист | Контур | |
| СМ | | | | | | | |

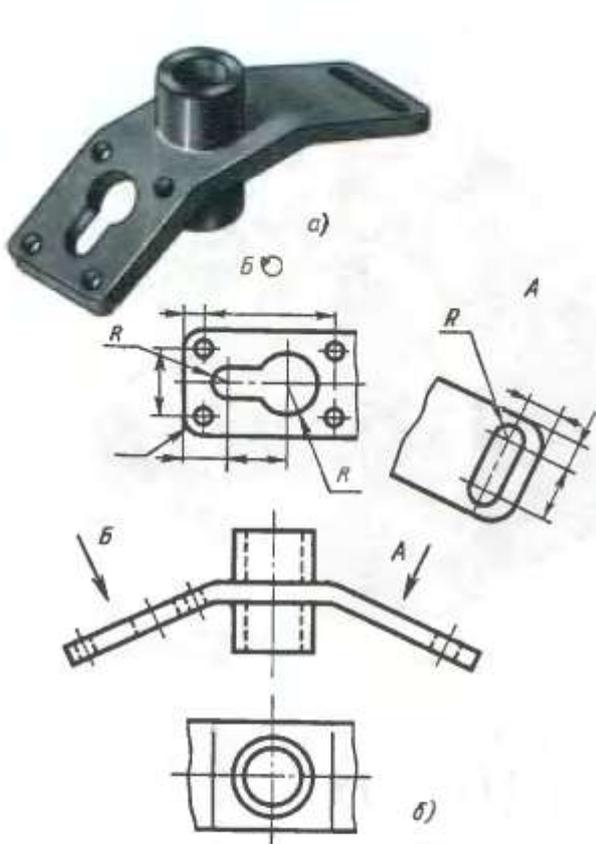


РИС. 258

случае над повернутым изображением с правой стороны буквы изображают знак, обозначающий, что изображение повернуто (рис. 257, *д*). Форма и размеры знака показаны на рис. 252, *б*.

Если, например, деталь, показанную на рис. 258, *а*, изобразить на чертеже в трех основных видах: спереди, сверху и слева, то боковые элементы детали на виде сверху и виде слева получатся в искаженном виде; кроме того, на этих изображениях трудно будет нанести размеры.

В этом случае необходимо выполнить вид спереди и два дополнительных вида (*А* и *Б*, рис. 258, *б*). На дополнительных видах при необходимости наносятся размеры.

§ 5. РАЗРЕЗЫ

Если деталь полая или имеет сложные отверстия, углубления и т.п., на видах невидимые контуры изображают штриховыми линиями. При

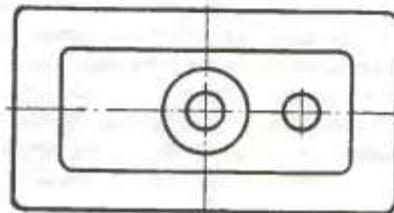
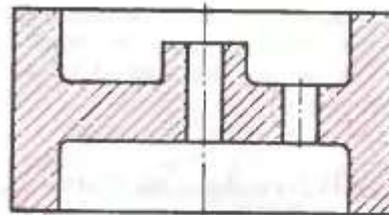
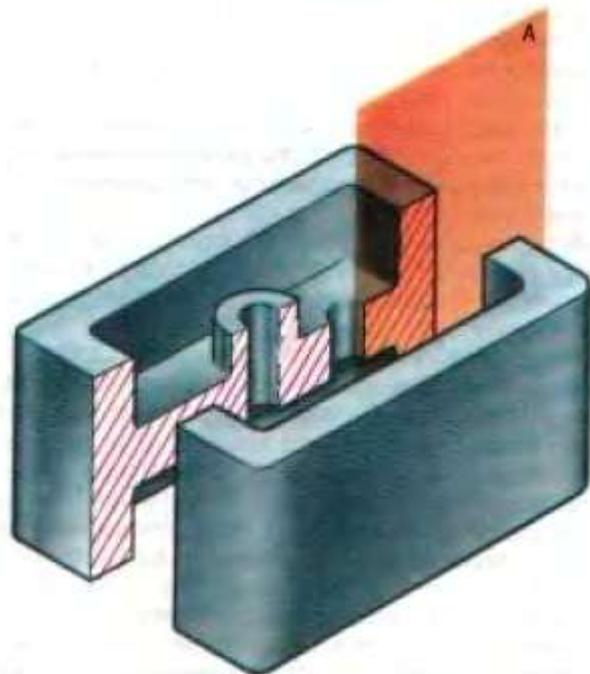
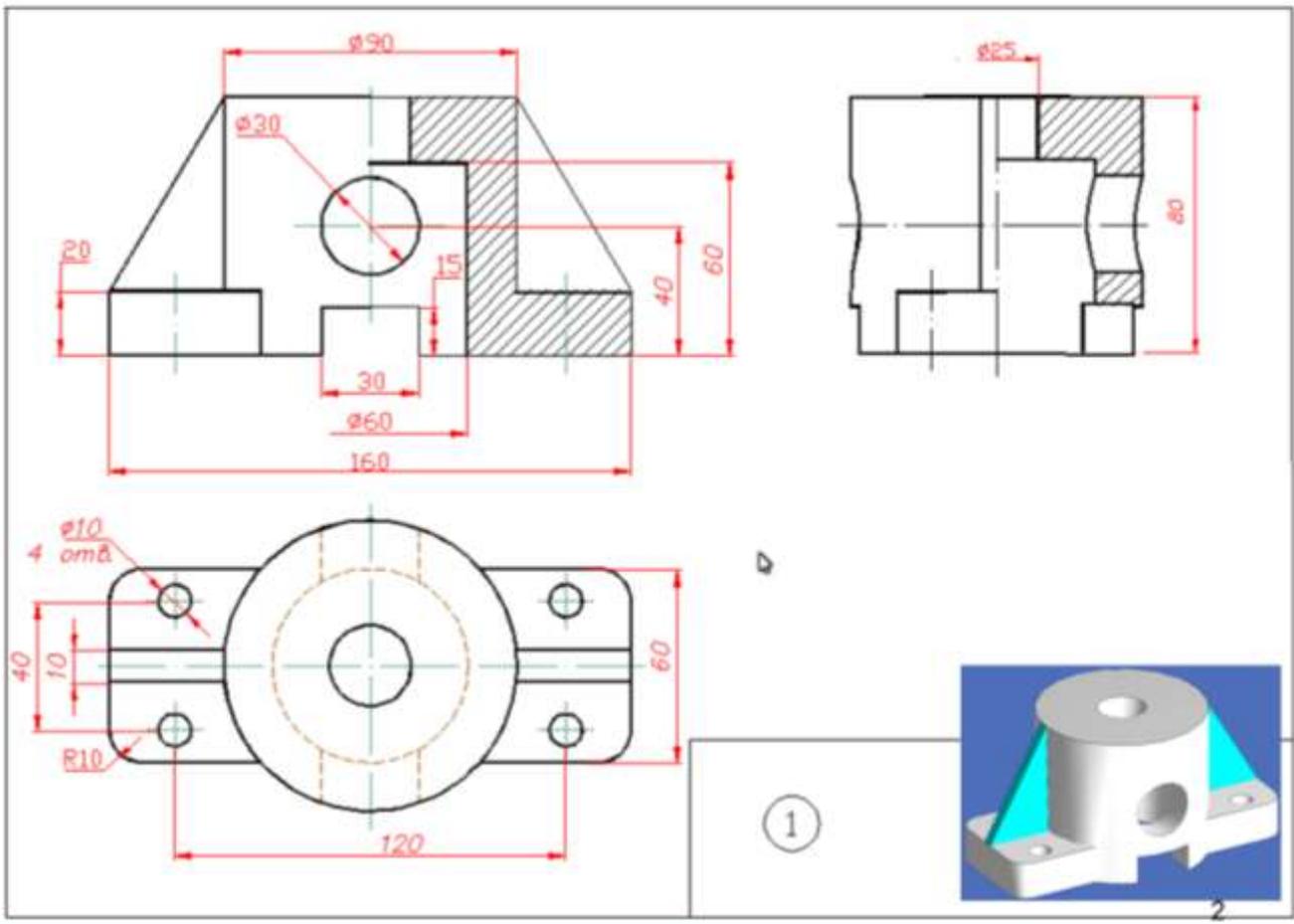


РИС. 259

сложной внутренней конструкции детали большое число штриховых линий затрудняет чтение чертежа и нередко ведет к неточному представлению о форме детали. Этого можно избежать, применяя условные изображения — разрезы.

Разрезом называется изображение предмета, полученное при мысленном рассечении его одной или несколькими секущими плоскостями. При этом часть предмета, расположенная между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно



§ 10. СЛОЖНЫЕ РАЗРЕЗЫ — СТУПЕНЧАТЫЕ И ЛОМАНЫЕ

Кроме простых разрезов с одной секущей плоскостью, используются сложные разрезы двумя и более секущими плоскостями.

Сложные разрезы могут быть ступенчатыми и ломаными.

Сложный разрез, образованный двумя и более секущими параллельными плоскостями, называется ступенчатым. Ступенчатые разрезы

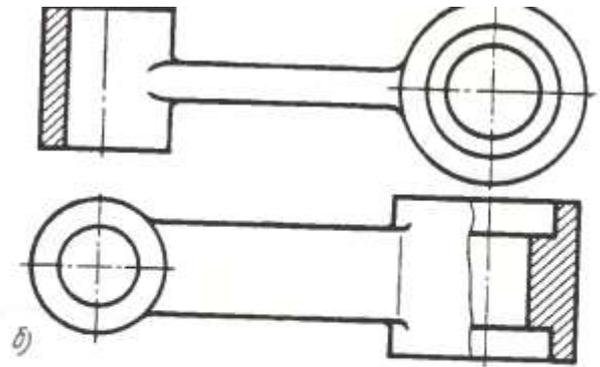
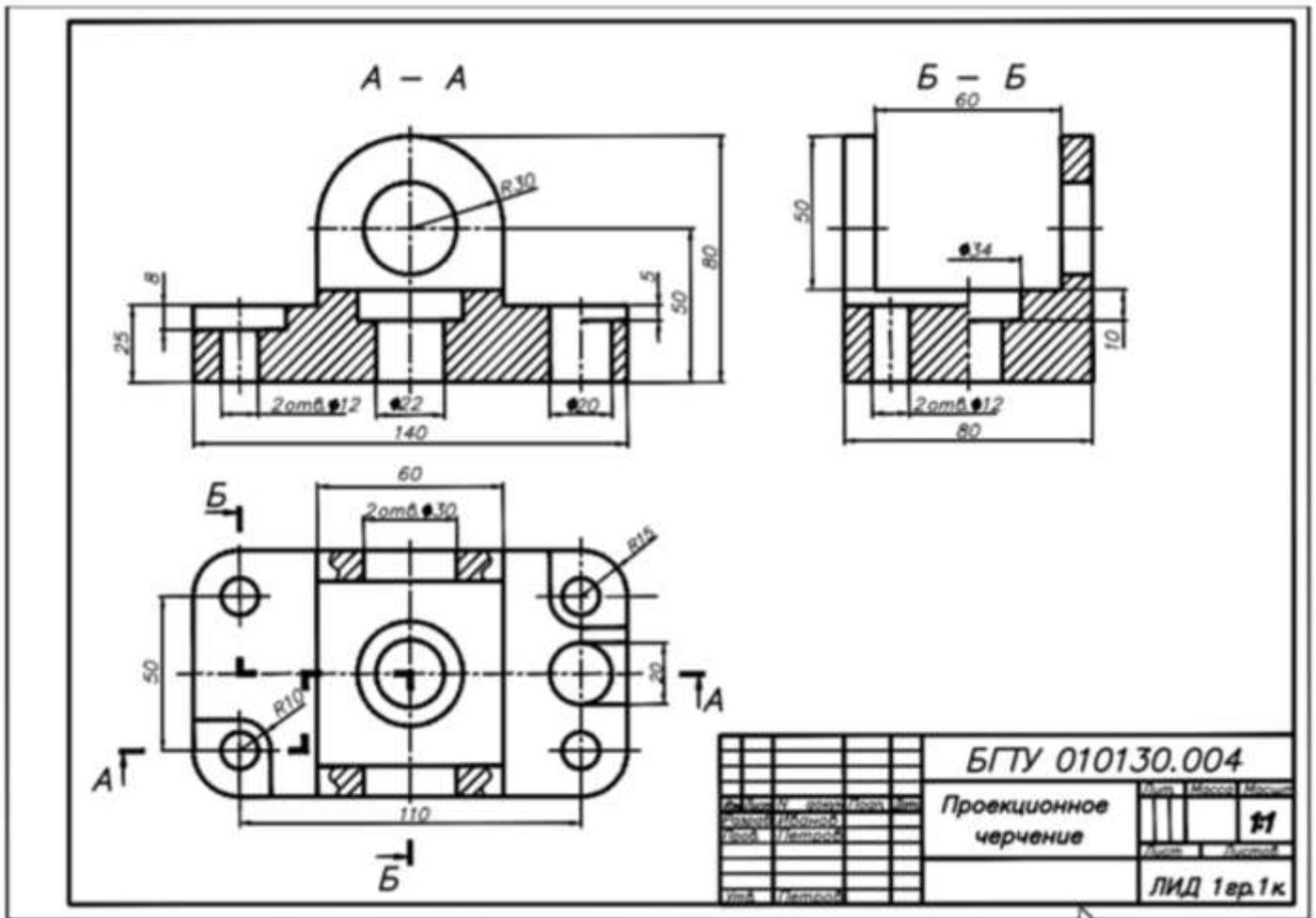


РИС. 268

СЛОЖНЫЙ СТУПЕНЧАТЫЙ РАЗРЕЗ



секущей плоскости к другой. Перегибы линии сечения выполняются той же толщины, как и штрихи разомкнутой линии. Стрелки указывают направление взгляда.

При выполнении ступенчатого разреза секущие плоскости совмещают в одну плоскость, и ступенчатый разрез оформляется как простой. Линии, разделяющие два сечения друг от друга в местах перегибов на ступенчатом разрезе, не указываются.

На рис. 270, а показан пример фронтального ступенчатого разреза, выполненного тремя секущими плоскостями, положение которых отмечено на виде сверху ступенчатой линией сечения (рис. 270, б).

Допускается сложные разрезы располагать вне проекционной связи с другими изображениями (рис. 270, б).

Профильные ступенчатые разрезы выполняются аналогично.

Ломаные разрезы — это разрезы, полученные при сечении предмета пересекающимися плоскостями (рис. 271). В этом случае одна секущая плоскость условно поворачивается вокруг линии пересечения секущих плоскостей до совмещения с другой секущей плоскостью, параллельной какой-либо из основных плоскостей проекций, т.е. ломаный разрез размещается на месте соответствующего вида.

На рис. 271, б рычаг рассечен двумя пересекающимися секущими плоскостями, одна из которых является горизонтальной плоскостью. Секущая плоскость, расположенная левее, мысленно поворачивается вокруг линии пересечения секущих плоскостей до совмещения горизонтальной с секу-

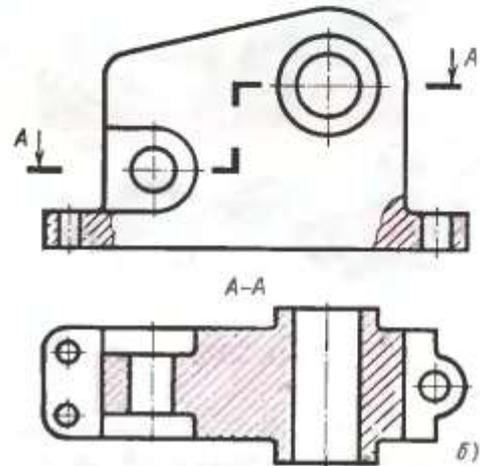


РИС. 269

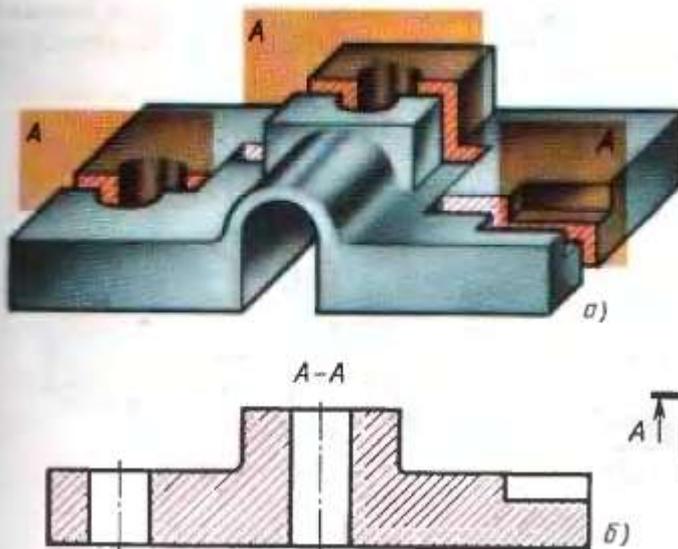
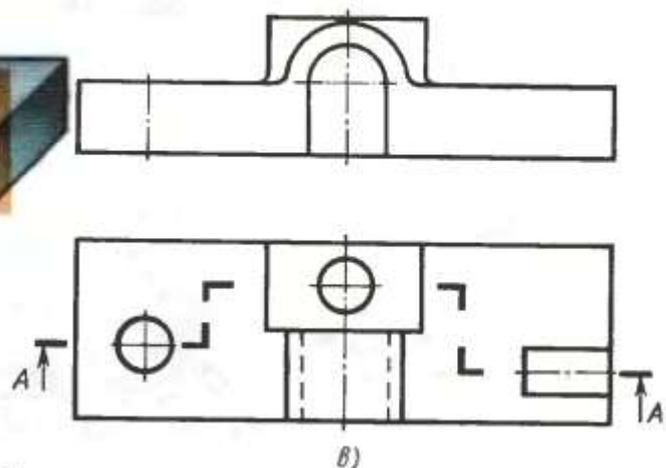


РИС. 270



На рис. 274, а показан чертеж рычага. Главный вид и вид сверху с двумя местными разрезами не выявляет форму его средней части. Форму средней части можно показать с помощью профильного разреза (рис. 274, б), но элементы, расположенные за секущей плоскостью, не дают дополнительную информацию о форме детали и являются лишними. В таких случаях удобно применять изображение, называемое сечением (рис. 274, в).

Сечением называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На

сечении показывается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости.

В случае, показанном на рис. 274, вместо профильного разреза достаточно выполнить сечение (рис. 274, в). Использование сечений сокращает графическую работу при выполнении чертежа.

В отличие от разреза на сечении показывается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости, все, что лежит за ней, не изображается. На рис. 275 наглядно показано различие между сечением и разрезом.

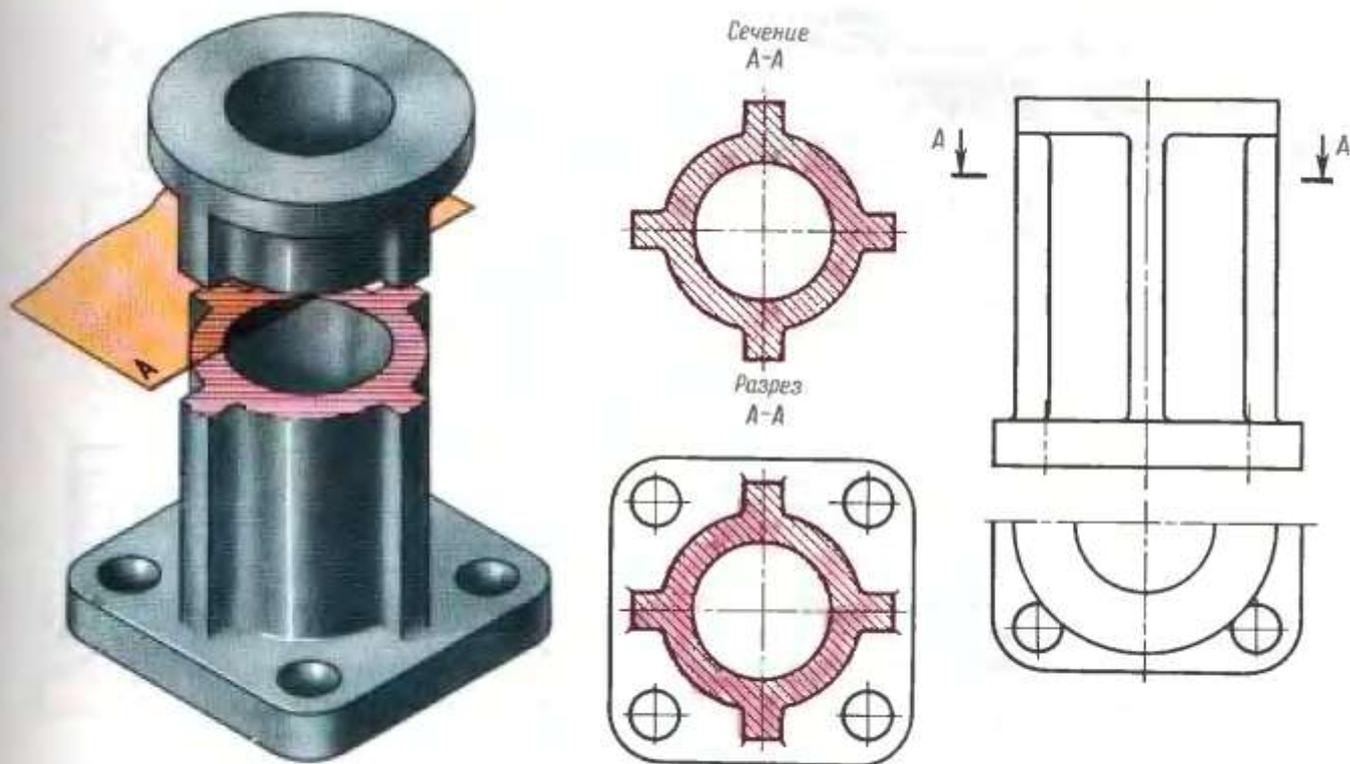


РИС. 275



0/

§ 12. ВЫНОСНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

В тех случаях, когда на основном изображении невозможно показать мелкие элементы изделия со всеми подробностями, применяют выносные элементы.

Выносным элементом называют дополнительное изображение в увеличенном виде какой-либо части изделия, требующей графического и других пояснений относительно формы, размеров и прочих данных.

При применении выносного элемента соответствующее место изображения отмечают замкнутой

РИС. 278

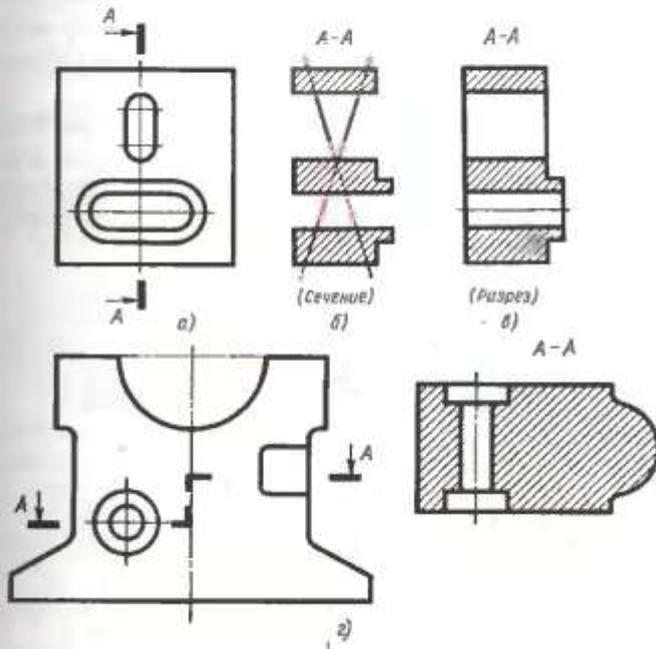


РИС. 279

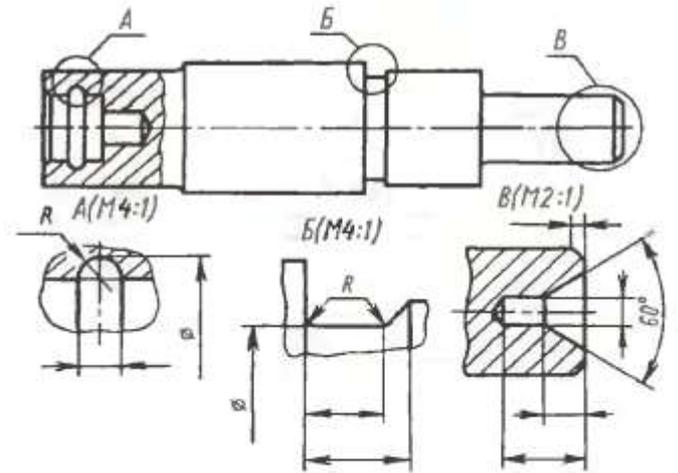
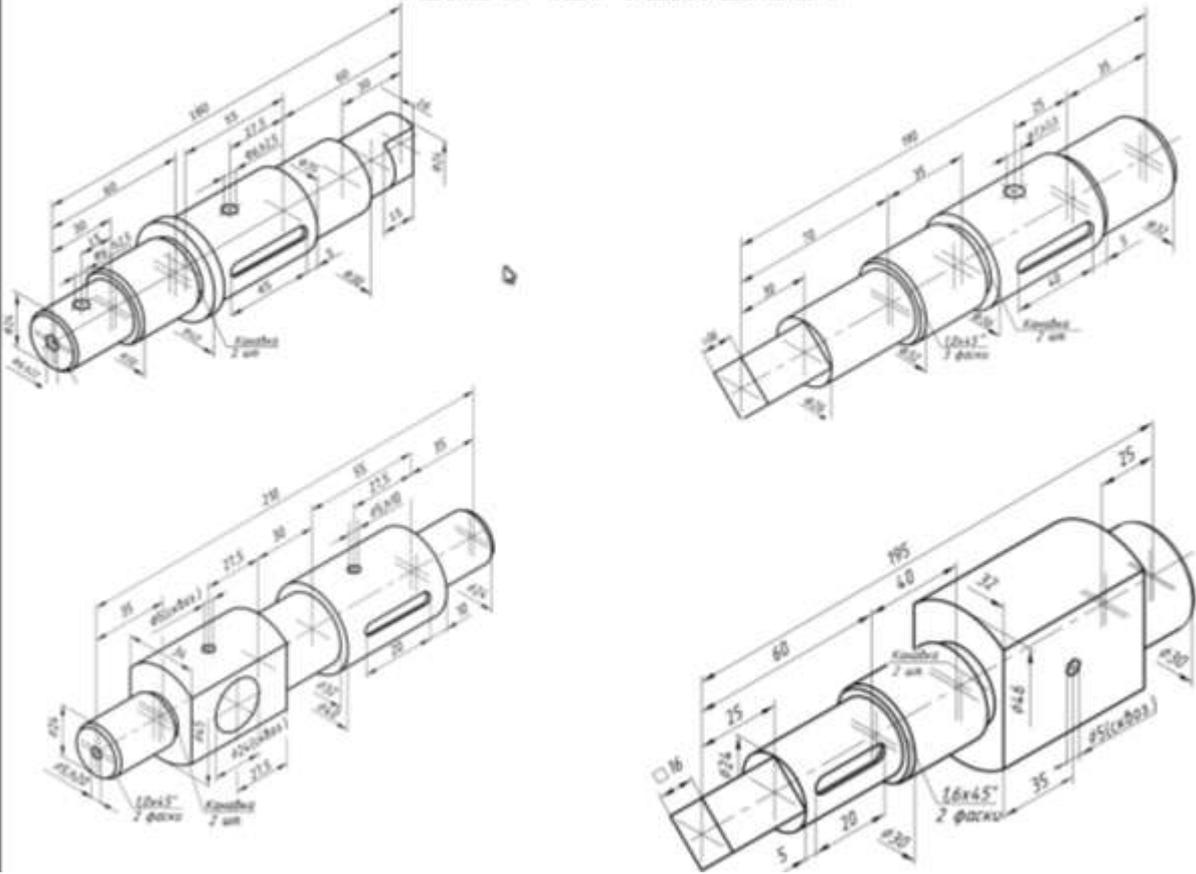
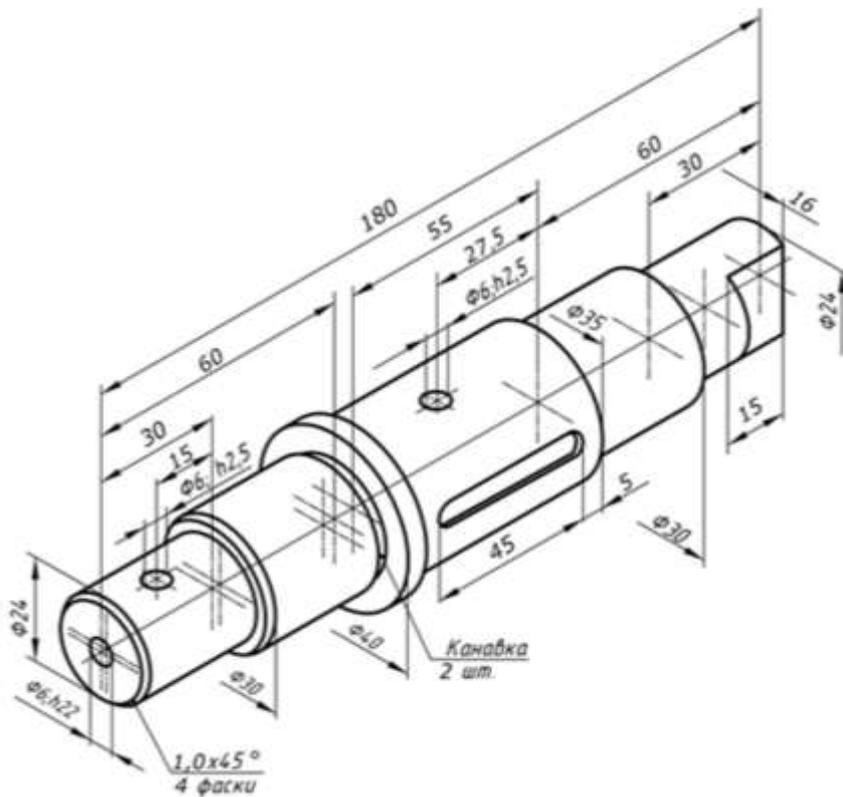


РИС. 281

ТЕМА: ЧЕРТЕЖ ВАЛА

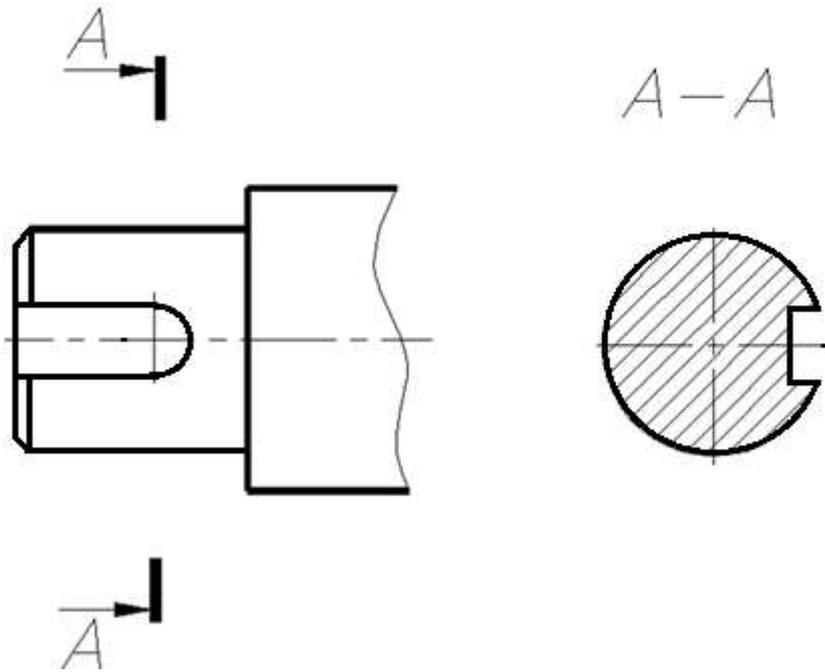


ЗАДАЧА 6 ПОСТРОИТЬ ЧЕРТЕЖ ВАЛА



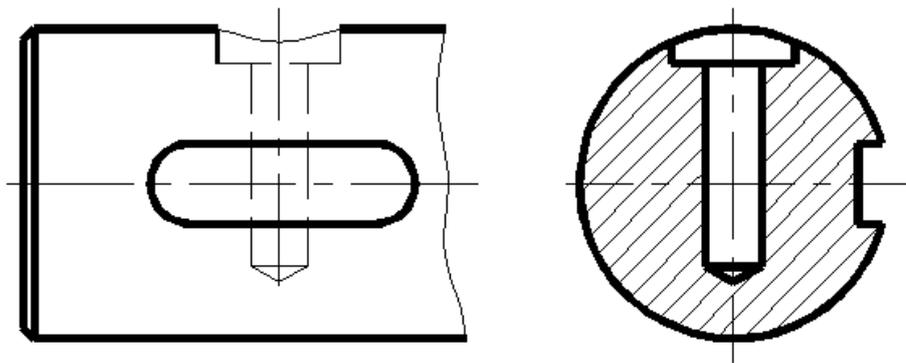
ТЕМА: СЕЧЕНИЯ

Сечением называется изображение получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями, на сечении показывается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости.



4

СЕЧЕНИЯ

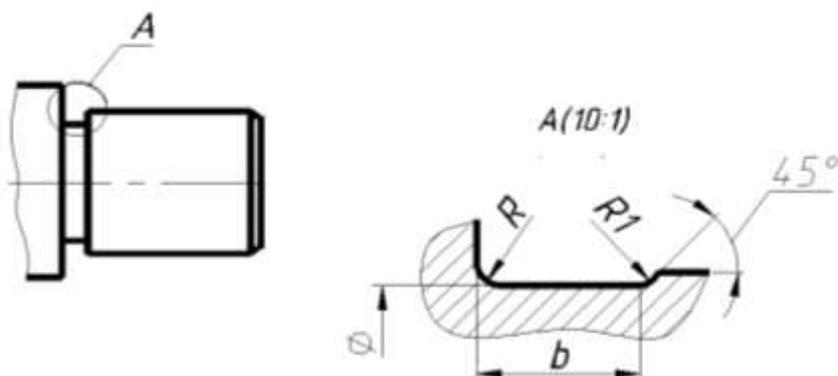


ТЕМА: Выносные элементы

Выносной элемент – дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета,

При выполнении выносного элемента соответствующее место отмечают замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, овалом и т.п. с обозначением выносного элемента прописной буквой на полке линии-выноски.

Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен.



ВЫНОСНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ - КАНАВКА

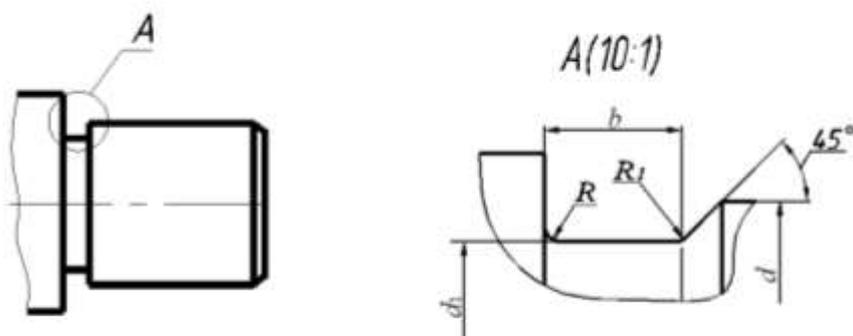
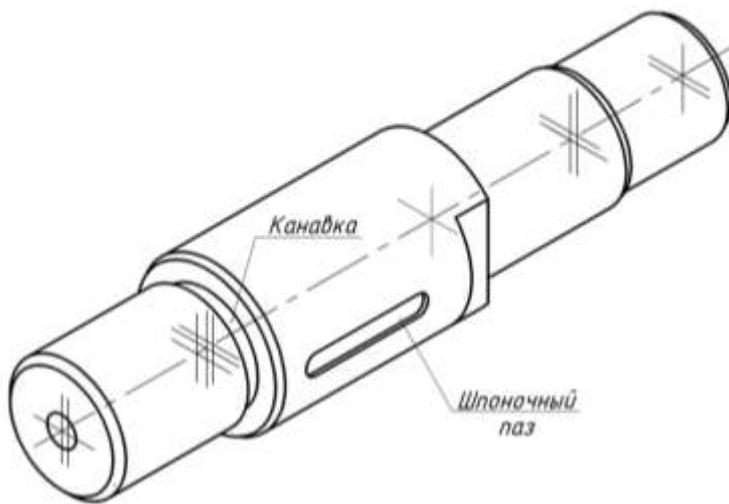


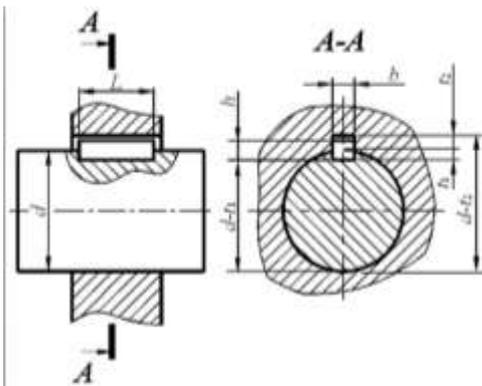
Таблица 3

| Диаметр, d | b | Шлифование | | R | R_1 |
|-----------------|-----|--------------------|----------------------|-----|-------|
| | | Наружное, d_1 | Внутреннее, d_2 | | |
| ≤ 10 | 1 | $d-0,3$ | $d+0,3$ | 0,3 | 0,2 |
| | 1,5 | | | 0,5 | 0,3 |
| | 2 | $d-0,5$ | $d+0,5$ | 1 | 0,5 |
| $>10-50$ | 1,6 | | | | |
| $>50-100$ | 5 | $d-1,0$ | $d+1,0$ | 2 | 1 |
| >100 | 8 | | | | |

ВАЛ - ЗАДАНИЕ



РАЗМЕРЫ ШПОНОЧНОГО ПАЗА

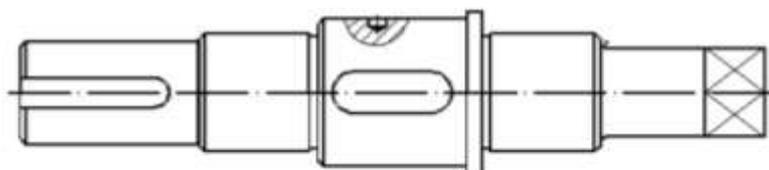


201
070
400
070
004

Таблица 2

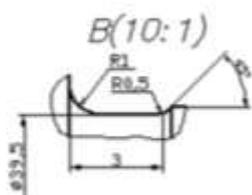
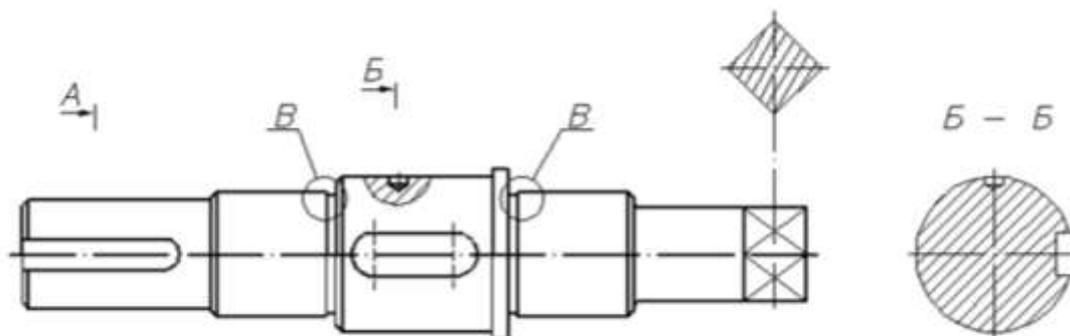
| Диаметр вала, d | Сечение шпонки $b \times h$ | Глубина паза | | Диаметр вала, d | Сечение шпонки $b \times h$ | Глубина паза | |
|-------------------|-----------------------------|--------------|--------|-------------------|-----------------------------|--------------|--------|
| | | Вал | Втулка | | | Вал | Втулка |
| | | t_1 | t_2 | | | t_1 | t_2 |
| От 12 до 17 | 5×5 | 3,0 | 2,3 | От 38 до 44 | 12×8 | 5,0 | 3,3 |
| От 17 до 22 | 6×6 | 3,5 | 2,8 | От 44 до 50 | 14×9 | 5,0 | 4,3 |
| От 22 до 30 | 8×7 | 4,0 | 3,3 | От 50 до 58 | 16×10 | 6,0 | 4,3 |
| От 30 до 38 | 10×8 | 5,0 | 3,3 | | | | |

ВАЛ ПРИМЕР

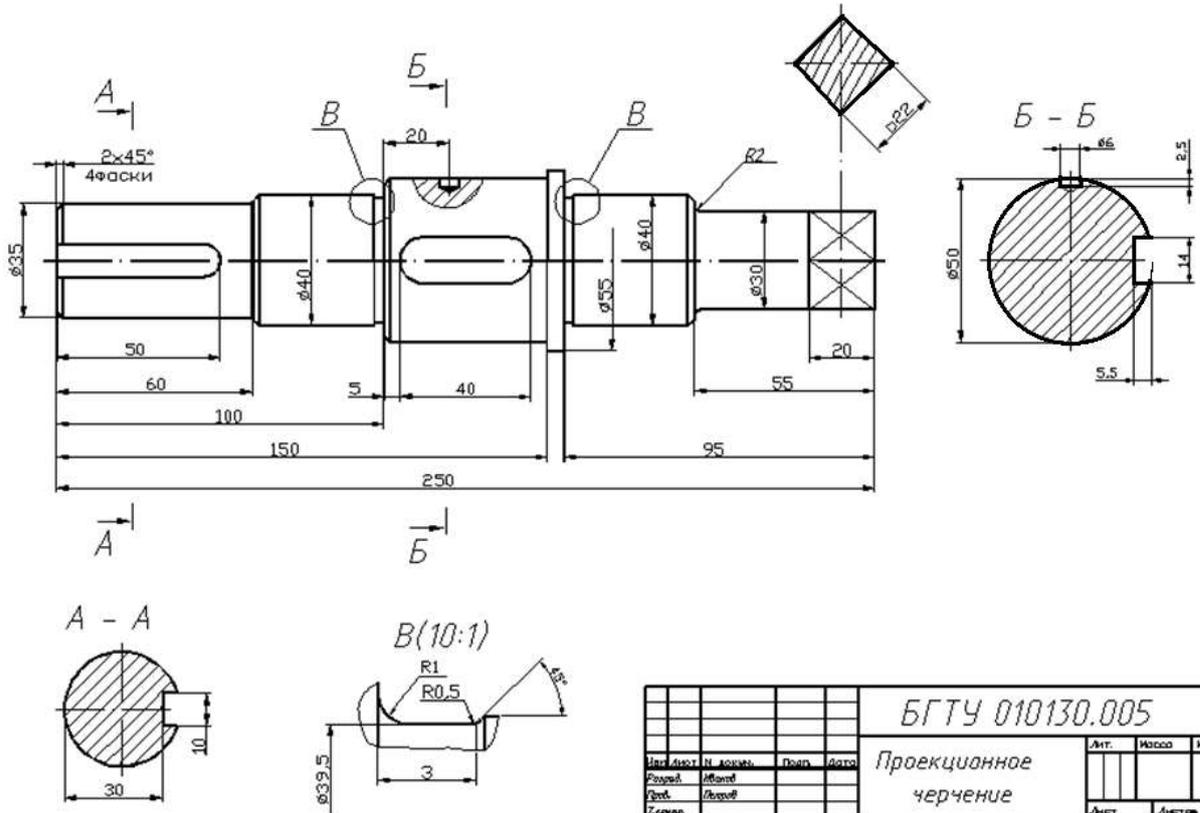


| | | | | | | |
|---------|---------|------|------|--------------------|--|---------|
| | | | | БГТУ 010130.005 | | |
| Исполн. | Провер. | Дата | Лист | Проектное черчение | | Масштаб |
| | | | | | | 1:1 |
| | | | | ЛИД 1гр.1к. | | |

ВАЛ ПРИМЕР



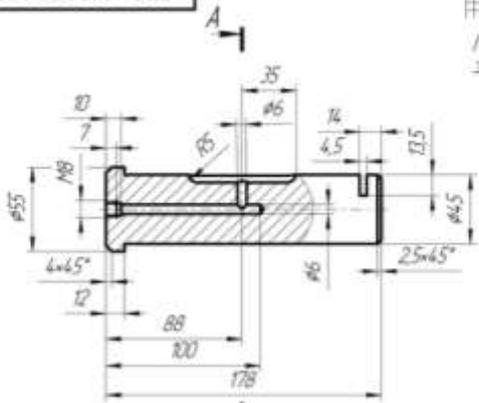
| | | | | | | |
|---------|---------|------|------|--------------------|--|---------|
| | | | | БГТУ 010130.005 | | |
| Исполн. | Провер. | Дата | Лист | Проектное черчение | | Масштаб |
| | | | | | | 1:1 |
| | | | | ЛИД 1гр.1к. | | |



| | | | | | | |
|-----------------|-------|------|-------|------|-----------------------|--------|
| БГТУ 010130.005 | | | | | | |
| Исполн. | Проф. | Исп. | Проф. | Дата | Проекционное черчение | |
| Исполн. | Проф. | Исп. | Проф. | Дата | | |
| | | | | | Лист | Листов |
| | | | | | ЛИД 1гр.1к. | |

Формат А3

БГТУ.010200.005



Пример эскиза

БГТУ.010200.005

Ось

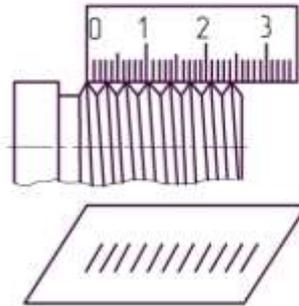
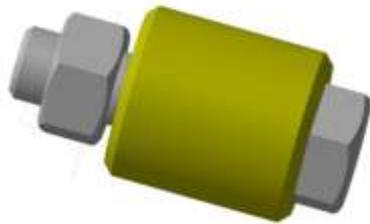
58 ГОСТ 2590-88
 Кода 45 ГОСТ 1050-88
 09-234.11 ЛИД

Контур

Формат А4

ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ

ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ С РЕЗЬБОЙ



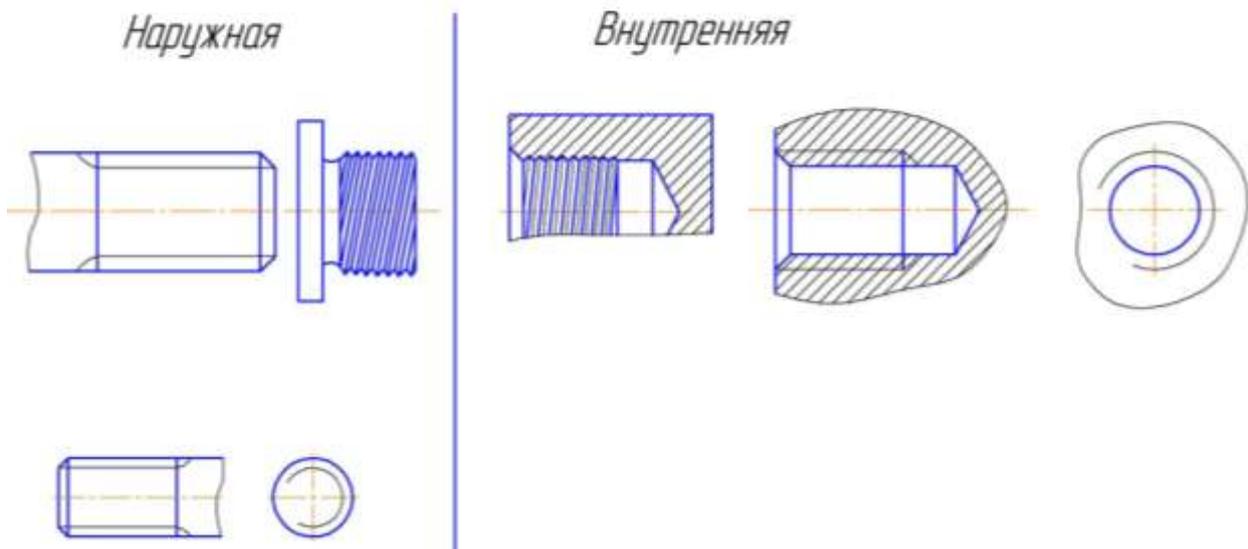
ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБЕ.

ГОСТ 2.311-68

Резьба – это геометрическая поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

Резьба характеризуется формой профиля (углом профиля), шагом, наружным и внутренним диаметрами, ходом резьбы.

Условное изображение резьбы



Для однозаходной резьбы понятия шага и хода совпадают.

В поперечном сечении многозаходного винта получаются фигуры с выступами, число которых соответствует числу заходов винта. Так, на торце винтов, изображенных на рис. 298, б и в, видны соответственно три и восемь выступов, с которых начинаются отдельные заходы.

§ 8. УСЛОВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ

Вычерчивание проекции винтовой поверхности является весьма трудоемким процессом. Поэтому на чертежах резьба изображается условно.

По ГОСТ 2.311—68 все типы стандартных резьб изображаются на чертежах одинаково — упрощенно, независимо от их действительного вида.

Резьбу на стержне (наружную) изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями — по внутреннему диаметру (рис. 299, а). На изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси стержня с резьбой, сплошные тонкие линии должны пересекать границу фаски. На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по наружному диаметру резьбы проводится окружность сплошной основной линией, а по внутреннему диаметру резьбы тонкой сплошной линией — дуга, приблизительно равная 3/4 окружности и разомкнутая в любом месте; на таком виде фаска не изображается (рис. 299, а).

Внутренняя резьба в отверстии (рис. 299, б) на продольном разрезе изображается сплошными основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру резьбы, проводимыми только до линий, изображающих фаску. На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы проводится окружность сплошной основной линией, а по наружному диаметру проводится тонкой сплошной линией дуга окружности, разомкнутая в любом месте и равная приблизительно 3/4 окружности; фаска на таком виде не изображается. Расстояние между сплошными основной и тонкой линиями, применяемыми для изображения резьбы (рис. 299, а и б), должно быть не менее 0,8 мм и не более шага резьбы. Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией (рис. 299, а и б).

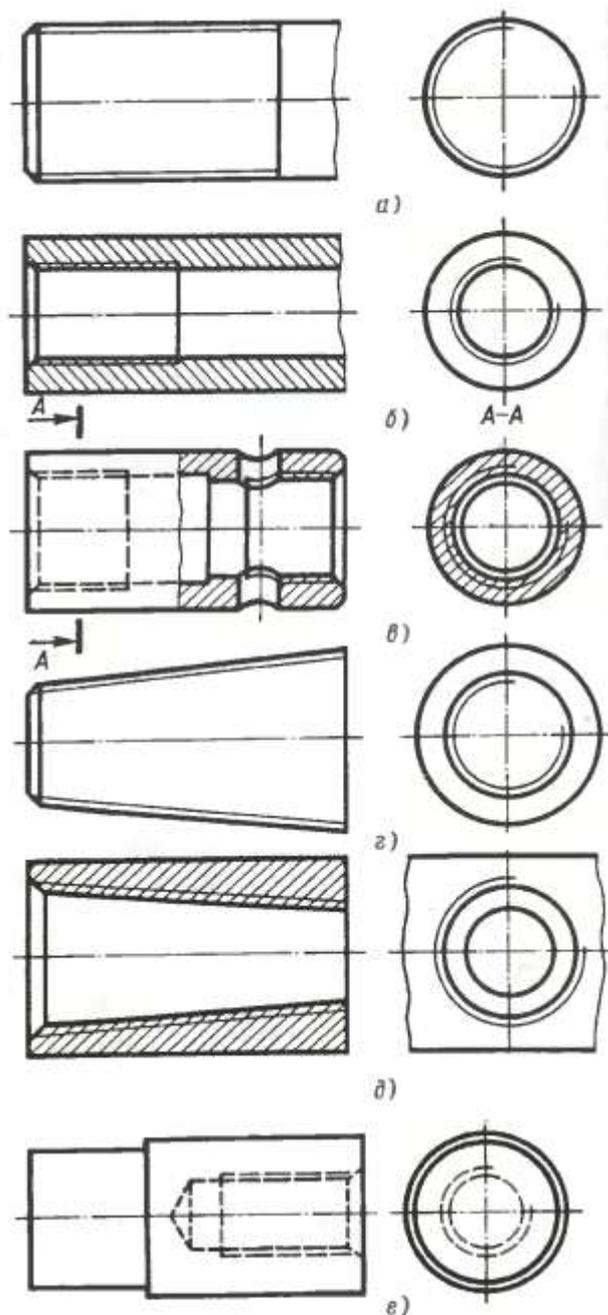
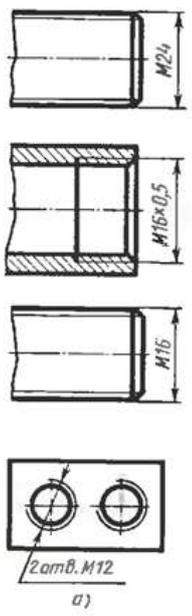


Рис. 299

Невидимую резьбу показывают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру (рис. 299, в, е).

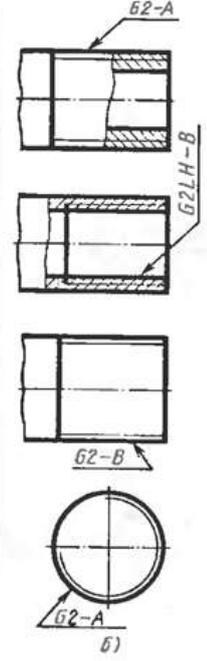
Пример конической наружной резьбы показан на рис. 299, г. Внутренняя коническая резьба в разрезе приведена на рис. 299, д.

Метрическая резьба



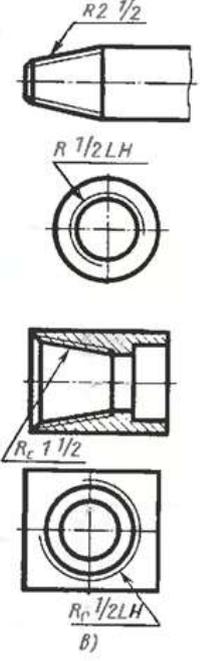
а)

Трубная цилиндрическая резьба



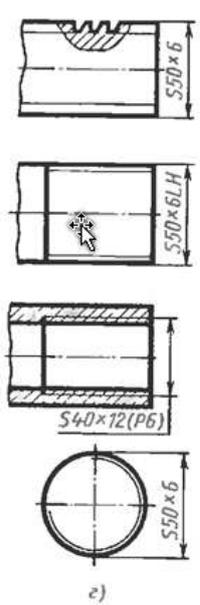
б)

Трубная коническая резьба



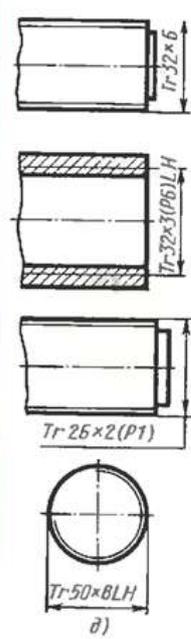
в)

Шпоровая резьба



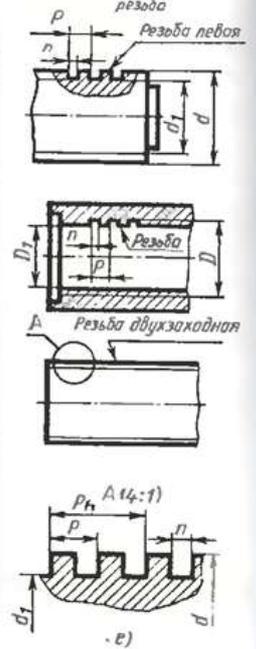
г)

Тrapeцидальная резьба



д)

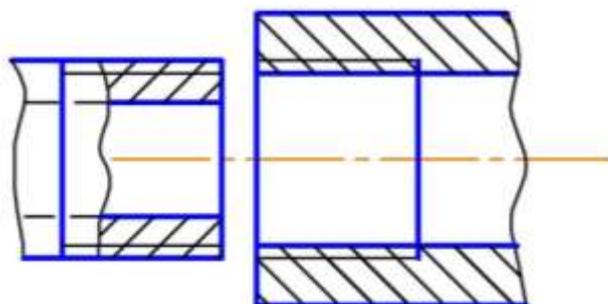
Прямоугольная резьба



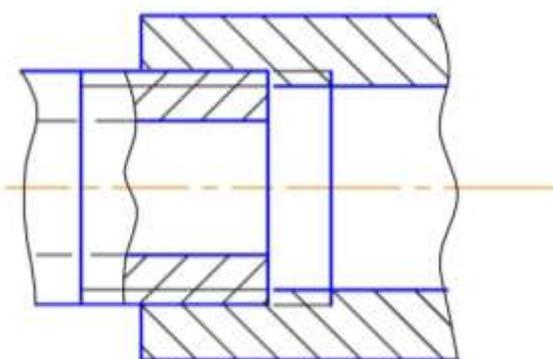
е)

РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ 2-Х ДЕТАЛЕЙ

1. ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

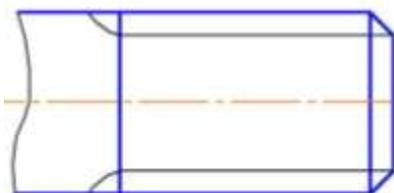


2. ИЗОБРАЖЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В РЕЗЬБОВОМ СОЕДИНЕНИИ

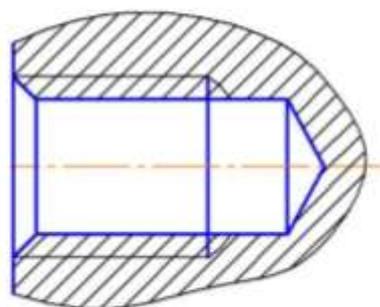


- Изображение резьбового соединения болта и втулки

БОЛТ



ВТУЛКА



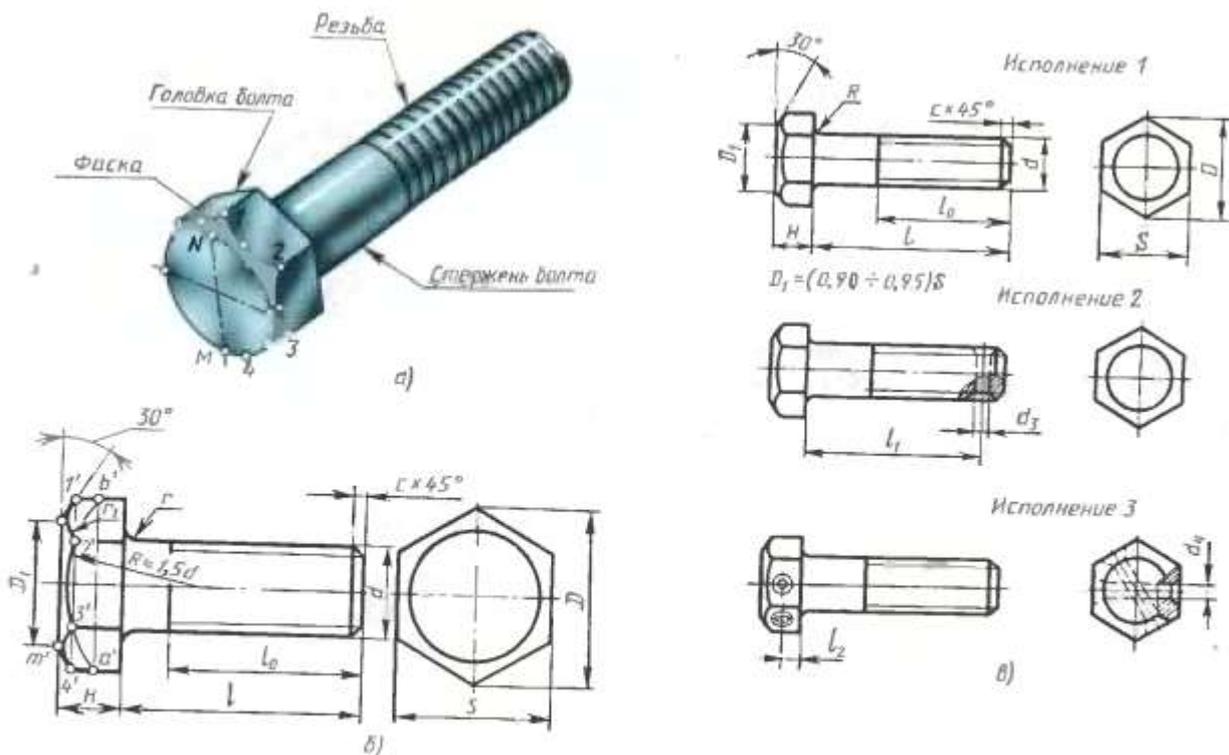


РИС. 310

рации, толчки и удары, ведущие к самоотвинчиванию гаек и болтов. Шплинт или проволока будут этому препятствовать.

Основные размеры наиболее распространенных в машиностроении болтов с шестигранной головкой нормальной точности (рис. 310, б) приведены в табл. 20.

Каждому диаметру резьбы болта d соответствуют определенные размеры его головки. При одном и том же диаметре резьбы d болт может изготавливаться различной длины l , которая стандартизирована. Длина резьбы болта l_0 также стандартизирована и устанавливается в зависимости от его диаметра d и длины l (ГОСТ 7798—70).

Формы и размеры концов болтов с метрической резьбой должны соответствовать ГОСТ 12414—94.

Рабочий чертеж болта (рис. 310, б) выполняется по размерам, взятым из соответствующего стандарта.

Условное обозначение болта:

Болт 2 М16×1,5. 6g×75.68.09 ГОСТ 7798—70. Расшифровывается следующим образом: 2 — исполнение; М16 — тип и размер резьбы; 1,5 — величина мелкого шага резьбы; 6g — поле допуска; 75 — длина болта; 68 — условная запись класса прочности, указывающего, что болт выполнен из стали с определенными механическими свойствами; 09 — цинковое покрытие; ГОСТ 7798—70

— стандарт, указывающий, что болт имеет шестигранную головку и выполнен с нормальной точностью.

§ 2. ГАЙКИ

Гайки навинчиваются на резьбовой конец болта, при этом соединяемые детали зажимаются между гайкой и головкой болта.

По форме гайки могут быть шестигранными, квадратными, круглыми.

Наиболее часто используются шестигранные гайки (рис. 311, а) по ГОСТ 5915—70 в двух исполнениях: с двумя и одной наружными фасками (рис. 311, б).

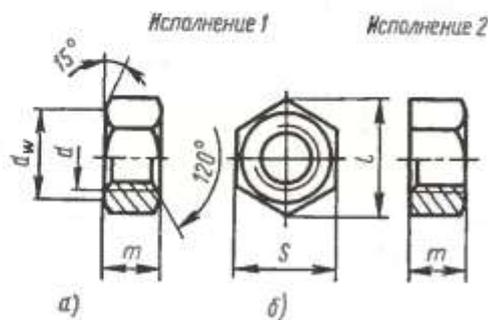
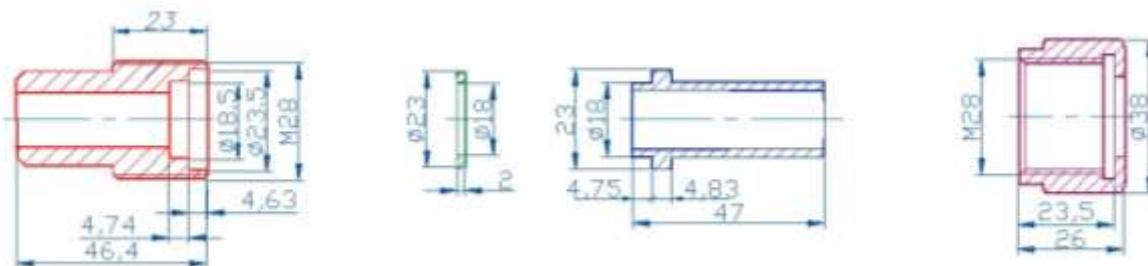


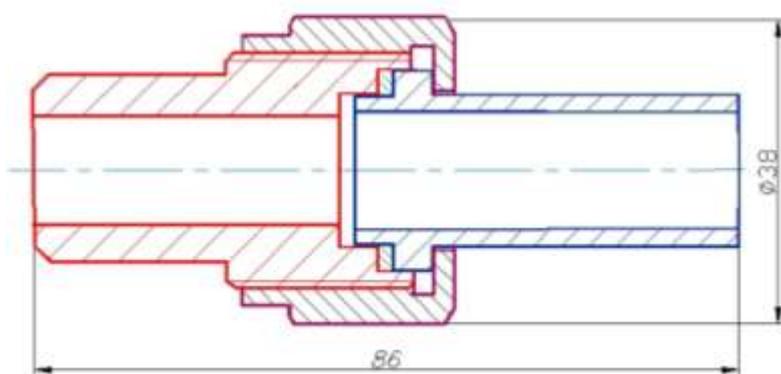
РИС. 311

РЕЗЬБОВЫЕ ДЕТАЛИ

СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С РЕЗЬБОЙ

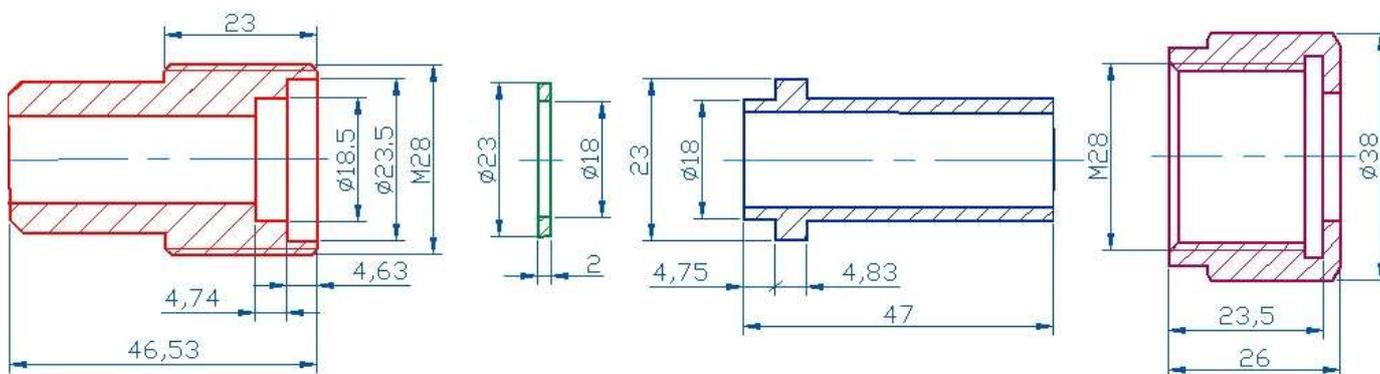


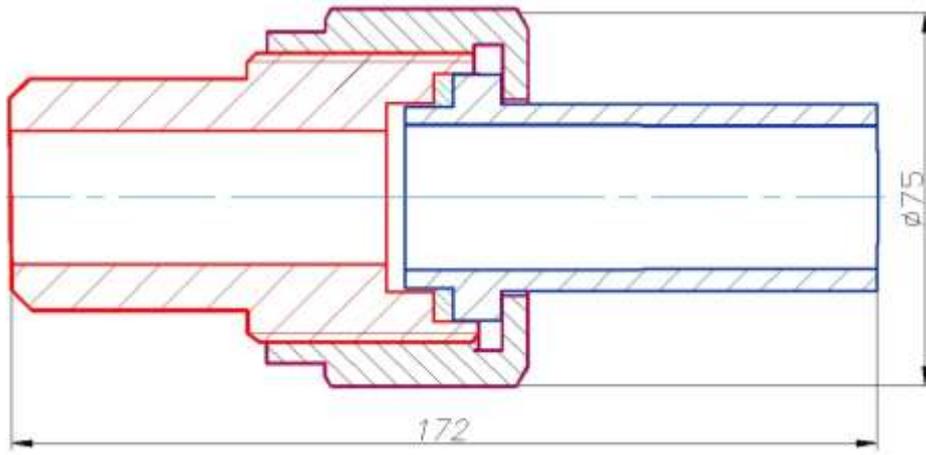
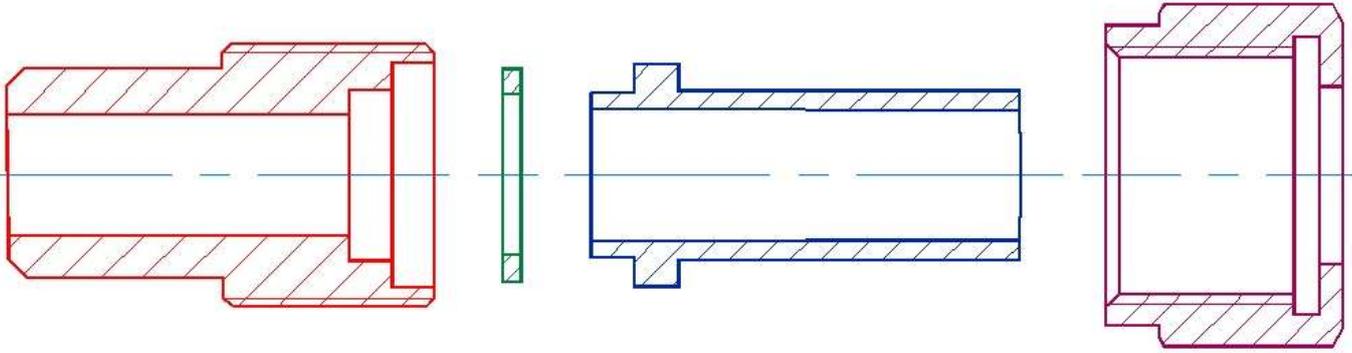
M2:1



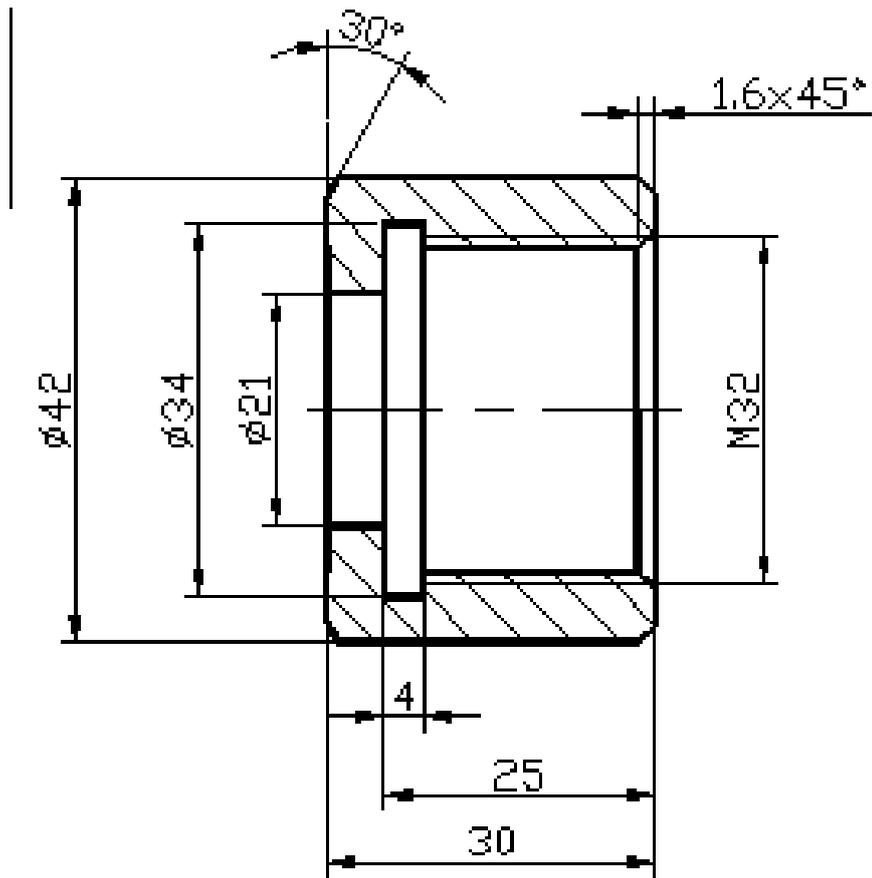
ЗАДАНИЕ

Построить резьбовое соединение деталей в масштабе 2:1

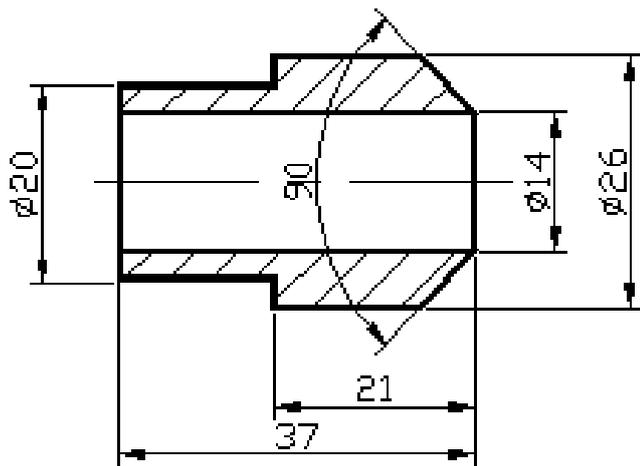




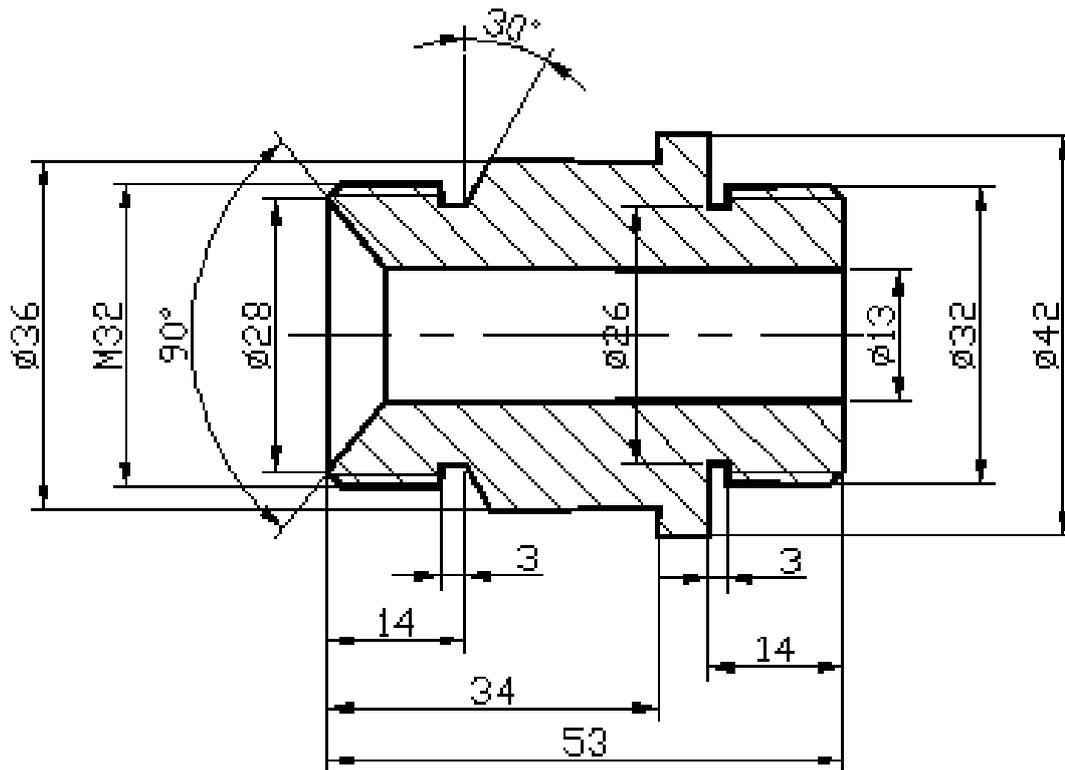
ДЕТАЛЬ №1 (КРУГЛАЯ)



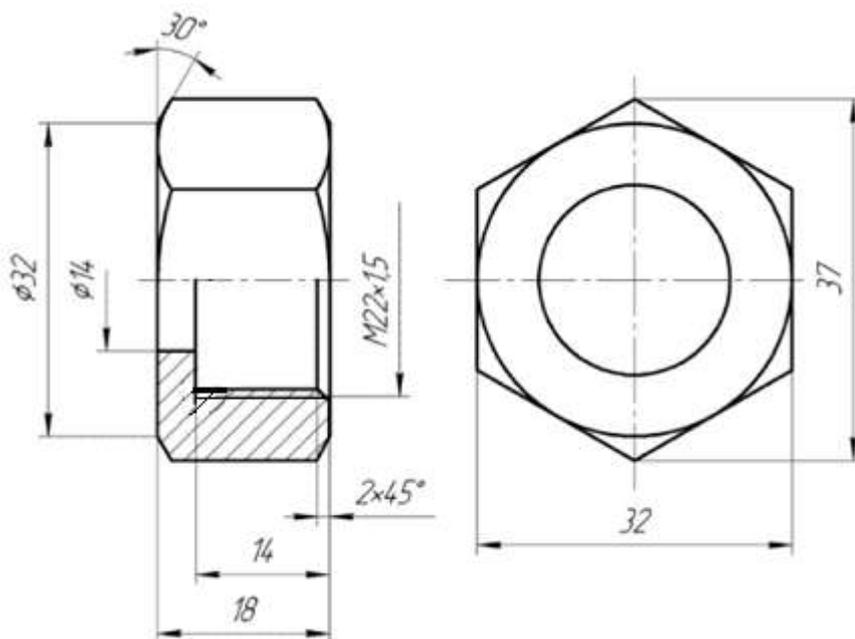
ДЕТАЛЬ №2 (КРУГЛАЯ)



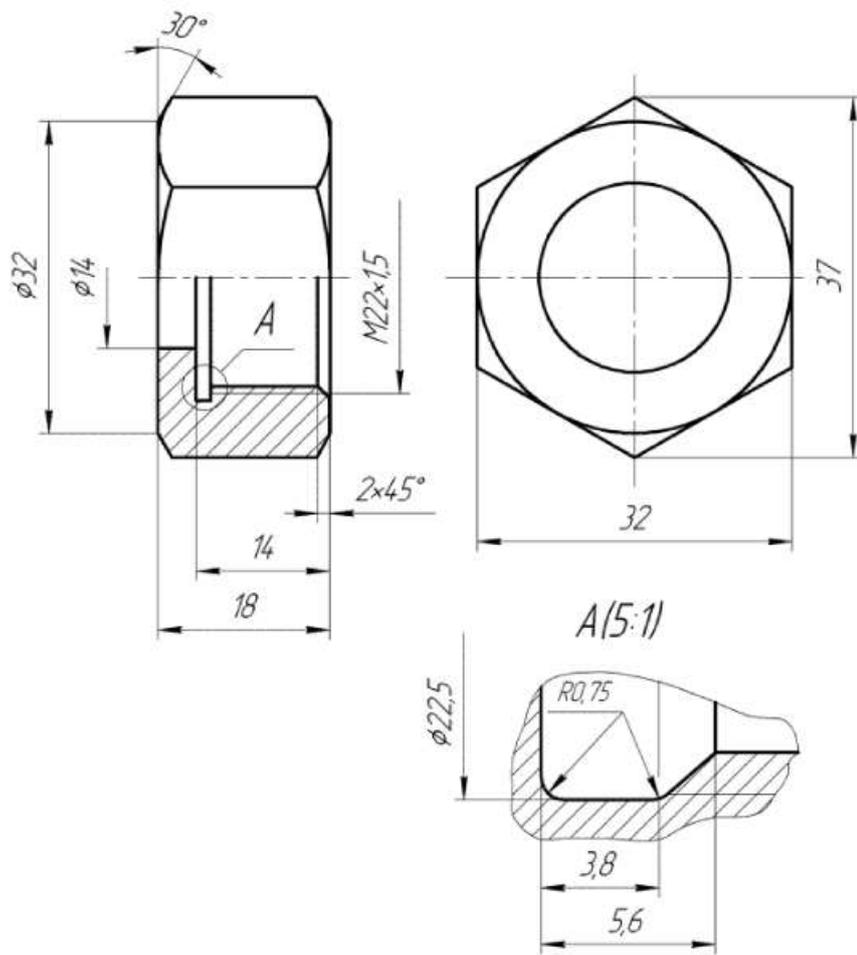
ДЕТАЛЬ №3 (КРУГЛАЯ)



ДЕТАЛЬ №4 (ШЕСТИГРАННИК)



ДЕТАЛЬ №4 (БОЛЕЕ ПОЛНЫЙ ЧЕРТЕЖ)

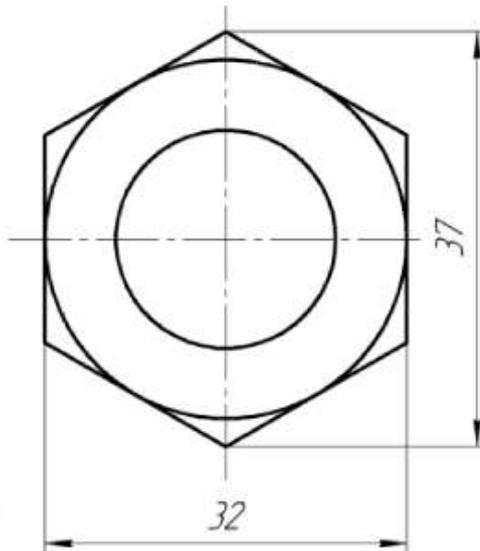
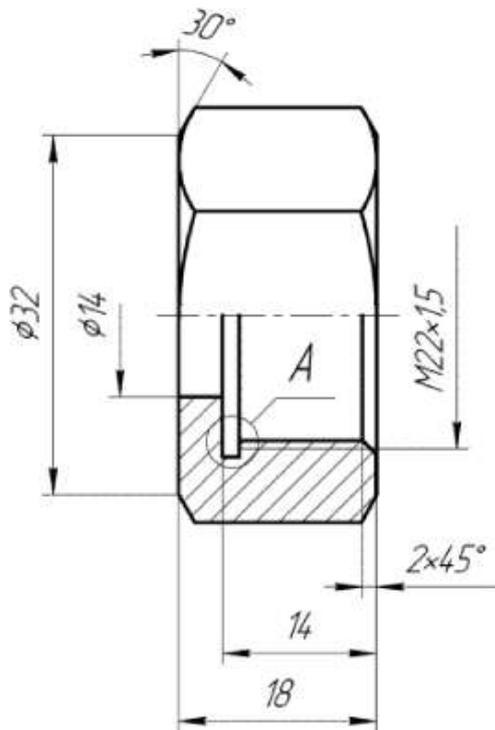


ДЕТАЛЬ №4 (ПОЛНОСТЬЮ ОФОРМЛЕННЫЙ ЧЕРТЕЖ)

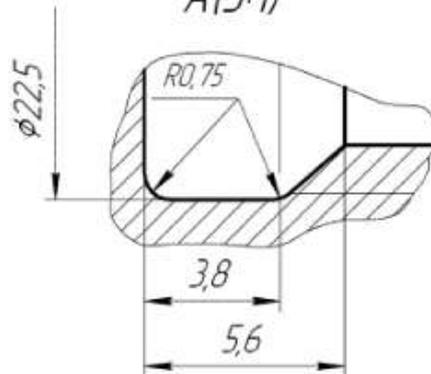
БГТУ.010100.003

Листов промен

Страна №



A(5:1)



Лист и дата

И-в. № дѣла

Взам. шиф. №

Лист и дата

И-в. № листа

| | | | | |
|----------|------|----------|------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Лист | Дата |
| Разраб. | | | | |
| Проб. | | | | |
| Т.контр. | | | | |
| И.контр. | | | | |
| Утв. | | | | |

БГТУ.010100.003

Гайка

| | | |
|------|--------|---------|
| Лист | Масса | Масштаб |
| | | 2:1 |
| Лист | Листов | |

БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78

09-23411 ЛИД

Копиравал

Формат А4

При сборке машин, станков, приборов и аппаратов отдельные их детали в большинстве случаев соединяют друг с другом резьбовыми крепежными изделиями: болтами, винтами, шпильками.

Резьбовые соединения деталей, на одной из которых нарезана наружная, а на другой — внутренняя резьба, называются разъемными. Их можно разобрать без повреждения деталей.

Чертежи разъемных соединений выполняют с применением рекомендуемых стандартами упрощений и условностей.

На рис. 321 изображены резьбовые соединения, на которых одна деталь ввернута в другую.

На продольных разрезах показана только та часть внутренней резьбы, которая не закрыта завернутой в нее деталью, контур завернутой

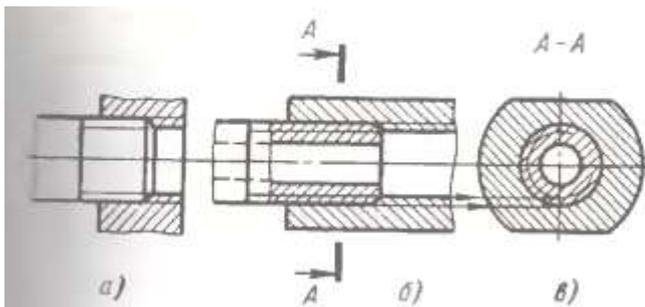
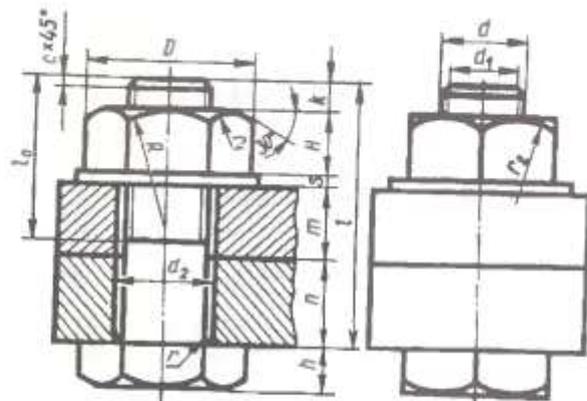


РИС. 321

детали выполняется сплошной основной толстой линией (рис. 321, а, б).

На поперечных разрезах, если секущая плоскость пересекает обе соединяемые детали (рис. 321, в), штриховка завернутой детали выполняется до наружной окружности резьбы.

Стандартные крепежные детали можно разделить на две группы: 1) резьбовые крепежные детали (болты, винты, шпильки, гайки); 2) крепежные детали без резьбы: шайбы (обыкновенные, кружковые, стопорные) и шпильки. В зависимости от требований, предъявляемых к соединению, оно может выполняться или только деталями 1-й группы, или этими же деталями совместно с деталями 2-й группы.



$$\begin{aligned}
 d_4 &= d - 2p = 10 - 5 = 5 \\
 D &= 2d = 20 \\
 H &= 0,8d = 8 \\
 h &= 0,7d = 7 \\
 s &= 0,1d = 1 \\
 R &= 1,5d = 15 \\
 r &= c \\
 r_1 & \text{ по построению} \\
 r_2 &= d \\
 d_2 &= 1,1d = 11 \\
 k &= 0,3d = 3 \\
 D_{ш} &= 2,2d = 22 \\
 s &= 0,15d = 1,5 \\
 l_0 &= 2d + 2p = 20 + 10 = 30
 \end{aligned}$$

РИС. 322

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Все машины, приборы, станки и т.п. состоят из деталей, соединенных разным способом между собой.

В машиностроении применяются разные способы изготовления деталей, например, одни детали целиком изготавливаются на металлорежущих станках (рис. 368, а), другие путем литья (рис. 368, б), горячей штамповкой (рис. 368, в), некоторые изделия изготавливаются с применением сварки (рис. 368, г). Применяются и другие способы изготовления деталей.

Рабочий чертеж детали — конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Рабочие чертежи деталей разрабатываются по чертежам общего вида изделия проектной документации. Если в проектной документации чер-

теж общего вида изделия отсутствует, то чертежи деталей разрабатываются по сборочным чертежам изделий.

В учебных условиях такая разработка проводится по учебным сборочным чертежам или эскизам деталей с натуры.

§ 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЧЕРТЕЖУ ДЕТАЛИ

Чертеж детали должен содержать минимальное, но достаточное для представления формы детали число изображений (видов, разрезов и сечений), выполненных с применением условностей и упрощений по стандартам ЕСКД.

На чертеже должна быть обозначена шероховатость поверхностей детали и нанесены геометри-

чески полно и технологически правильно все необходимые размеры. Технические требования должны отражать: предельные отклонения размеров, геометрических форм и расположений поверхностей, сведения о материале.

В отличие от эскиза рабочий чертеж детали выполняют чертежными инструментами и в определенном масштабе. Такой чертеж, оформленный подлинными подписями лиц, участвующих в работе над чертежом, называется подлинником. С подлинника различными способами снимают копии — дубликаты. Дубликаты размножают светокопированием, электрографией и другими способами и получают копии, необходимые для серийного и массового изготовления деталей.

Процесс выполнения чертежа детали состоит из некоторых этапов, которые имеют место и при эскизировании.

1. Ознакомление с формой и размерами детали.
2. Выбор главного вида и числа изображений.
3. Выбор формата листа и масштаба чертежа детали.
4. Компонировка изображений на листе.
5. Нанесение условных знаков.
6. Нанесение размеров.
7. Оформление технических условий и заполнение граф основной надписи.

На рабочем чертеже в основной надписи указывается масса готового изделия в килограммах без указания единицы измерения.

ГЛАВА 55

ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Прочитать чертеж общего вида или сборочный чертеж — значит представить устройство и принцип работы изображенного на нем устройства.

В практике встречаются сборочные чертежи, которые ничем не отличаются от чертежей общего вида, так как все изображения, поясняя взаимное расположение деталей и способы их соединения, одновременно выявляют форму всех элементов деталей.

На производстве чтение сборочных чертежей осуществляют при сборке изделия. В конструкторском бюро чтение чертежей общего вида осуществляется для разработки рабочей документации: сборочных чертежей и рабочих чертежей деталей. В учебной практике чтение чертежей — общего вида и сборочного чертежа — развивает умение

мысленно представить устройство изделия и форму его составных частей.

При чтении чертежей учащиеся по основной надписи, спецификации и чертежу определяют:

- 1) наименование изделия и его составных частей;
- 2) какие виды разреза и сечения даны на чертеже;
- 3) назначение, устройство и принцип действия изображенного изделия;
- 4) взаимное расположение деталей;
- 5) размеры деталей в зависимости от масштаба;
- 6) по номерам позиций, имеющимся в спецификации и на чертеже, отыскивают на чертеже изображение каждой детали, выявляя в общих чертах их формы.

При чтении чертежа надо учитывать проекционную связь изображений, а также и то, что на

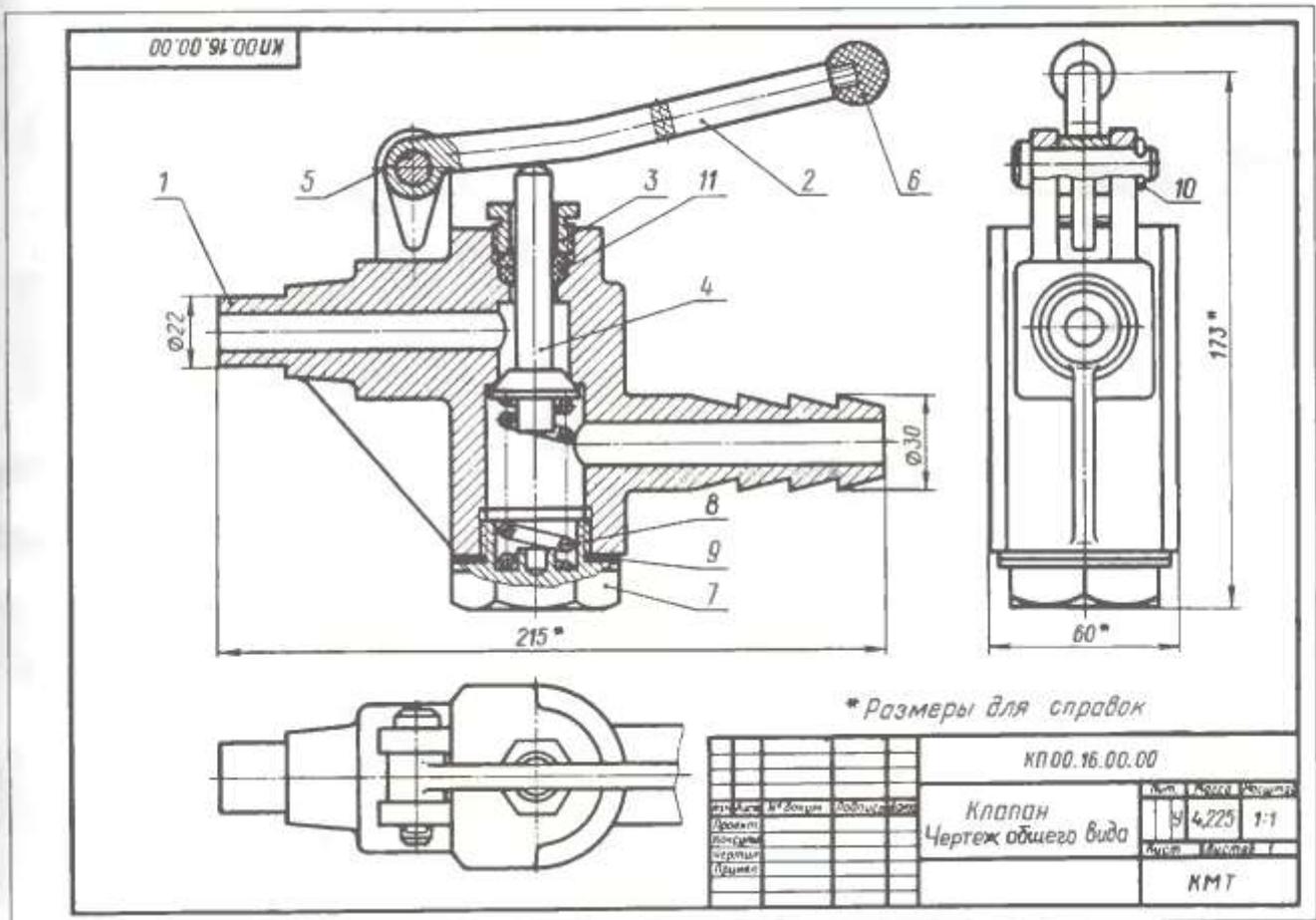


РИС. 478

| Код | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------------------|-------------------|-------------------------------|------|------------|
| | | <i>Документация</i> | | |
| АТ | КП.00.16.00.00.СБ | Сборочный чертёж | | |
| | | <i>Детали</i> | | |
| АВ | 1 КП.00.16.00.01 | Корпус | 1 | |
| АВ | 2 КП.00.16.00.02 | Рукоятка | 1 | |
| АВ | 3 КП.00.16.00.03 | Гайка накидная | 1 | |
| АВ | 4 КП.00.16.00.04 | Клапан | 1 | |
| АВ | 5 КП.00.16.00.05 | Палец | 1 | |
| АВ | 6 КП.00.16.00.06 | Наконечник | 1 | |
| АВ | 7 КП.00.16.00.07 | Гайка регулировочная | 1 | |
| АВ | 8 КП.00.16.00.08 | Пружина | 1 | |
| АВ | 9 КП.00.16.00.09 | Прокладка | 1 | |
| | | <i>Стандартные изделия</i> | | |
| 10 | | Шпатель 5 × 20 ГОСТ 597-79 | 1 | |
| | | <i>Материал</i> | | |
| 11 | | Кольцо ГОСТ 6308-71 | 2 | |
| КП. 00. 16. 00. 00 | | | | |
| Исполн. | | Провер. | | Дата |
| Грехов | | Куркин | | 1 |
| Чертеж | | Лист | | 1 |
| Примеч. | | Лист | | 1 |
| Клапан | | | | |

РИС. 479

всех изображениях в разрезах одна и та же деталь штрихуется в одном направлении и с равными интервалами между линиями штриховки, смежные детали — в различных направлениях.

Чтение чертежа значительно облегчается, если имеется возможность изучить принцип действия изделий по какому-либо документу (например, по пояснительной записке, паспорту или описанию устройства).

Необходимо помнить, что по чертежу общего вида и сборочному чертежу не изготавливают детали, поэтому при выполнении чертежа на нем допускаются упрощенные изображения деталей. Например, не показывают фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, рифления и т.п. При выполнении по чертежу общего вида рабочих деталей большинство этих упрощений не применяется (см. ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.305-68 и др.).

§ 2. ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ОБЩИХ ВИДОВ И СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Выполнение рабочих чертежей деталей по чертежам общих видов или сборочным чертежам называется детализацией.

Детализация является заключительной работой по курсу черчения. При выполнении этой работы учащиеся должны применять все условности и упрощения, принятые в машиностроительном черчении в соответствии с требованиями ЕСКД.

В производственных условиях при детализации чертежей общих видов на рабочем чертеже детали нужно иметь не только изображение детали, но и все данные для ее изготовления и кон-

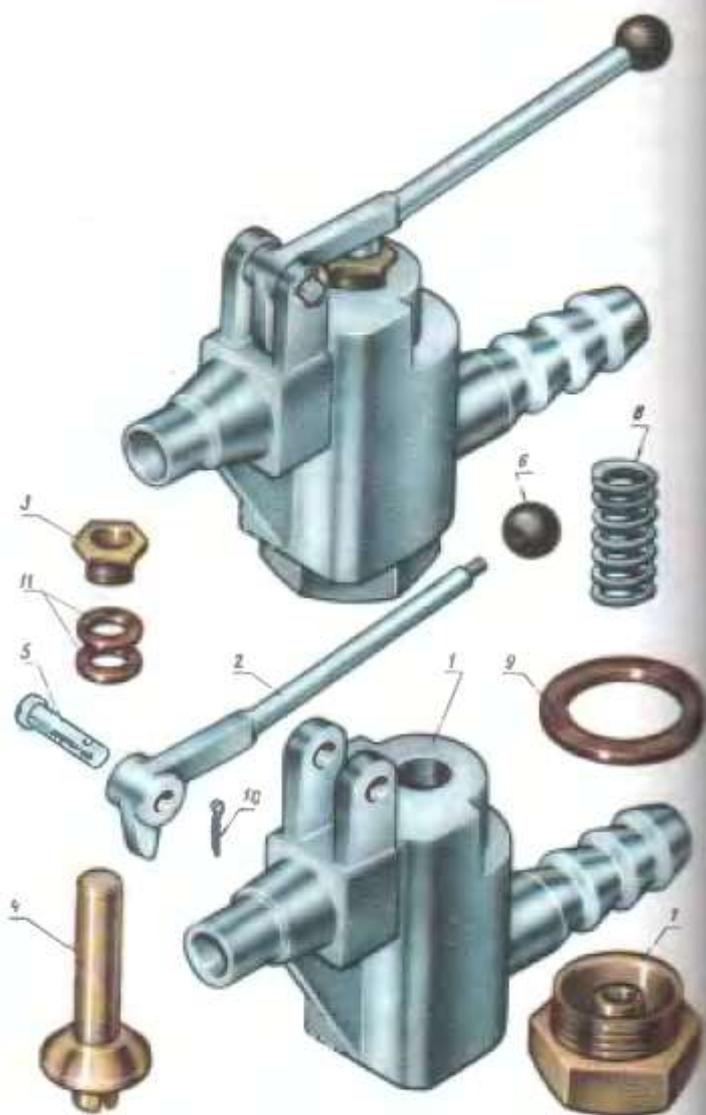


РИС. 480

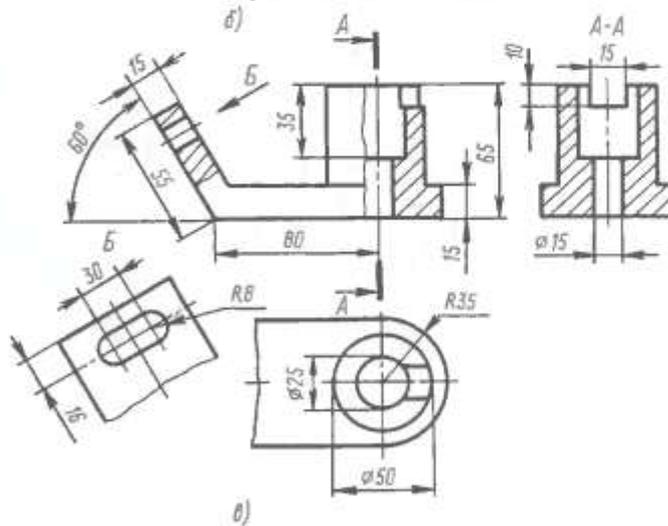
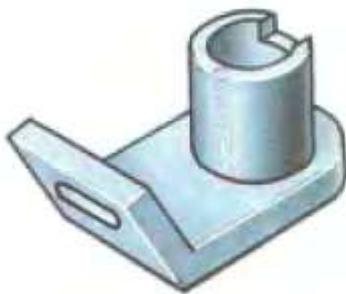
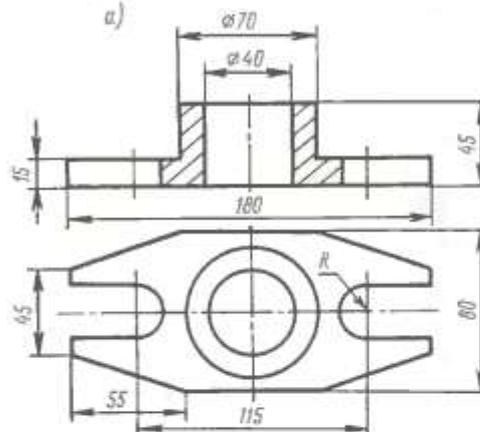
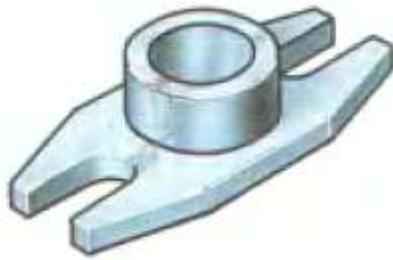
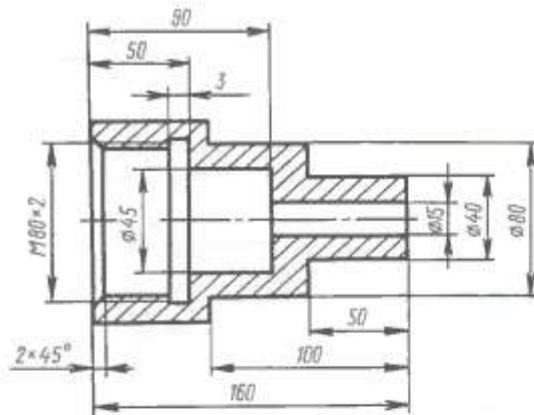


РИС. 481

троля, т.е. обозначение шероховатости поверхностей, марку материала, допуски и пр. В процессе обучения эта работа выполняется с упрощениями, допускается выполнять детализацию не только с чертежей общих видов, но и со сборочных чертежей, специально разработанных для этой цели.

Рассмотрим порядок чтения чертежа сборочной единицы.

На чертеже (рис. 478) изображен клапан для обдувки отливок, а на рис. 479 — его спецификация. Прежде чем приступить к детализации, надо прочесть описание устройства изделия, ознакомиться с содержанием specifica-

