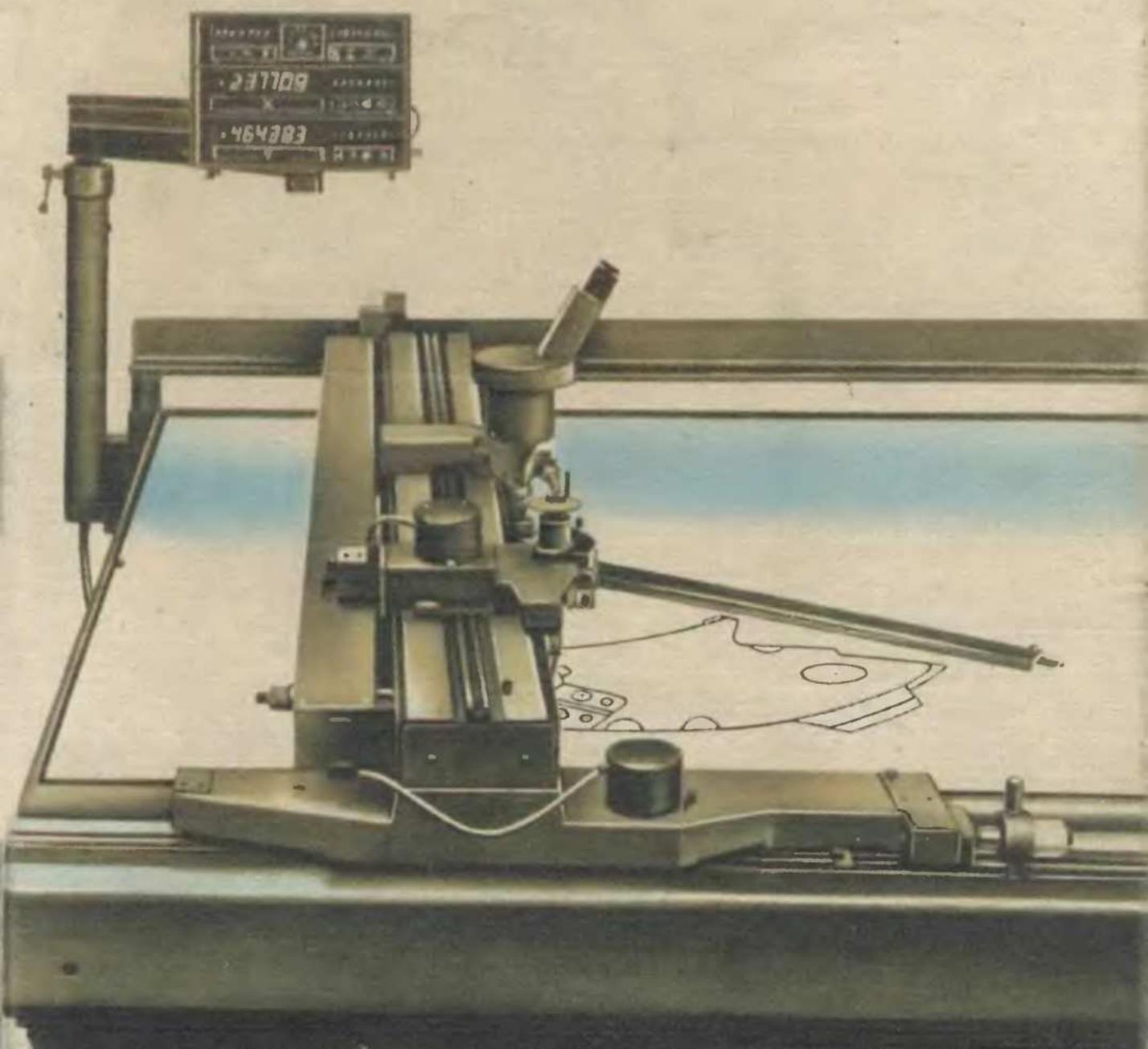
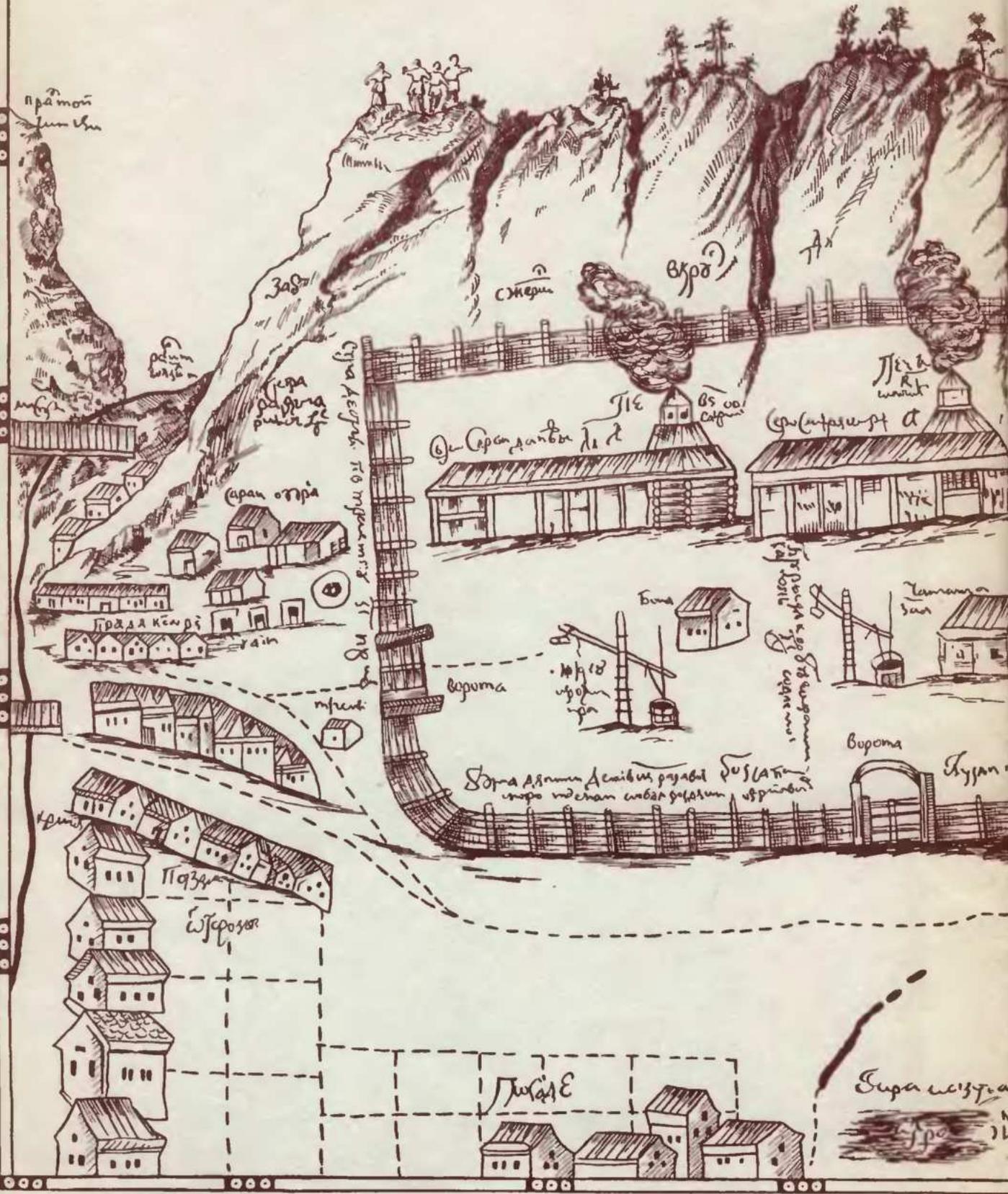
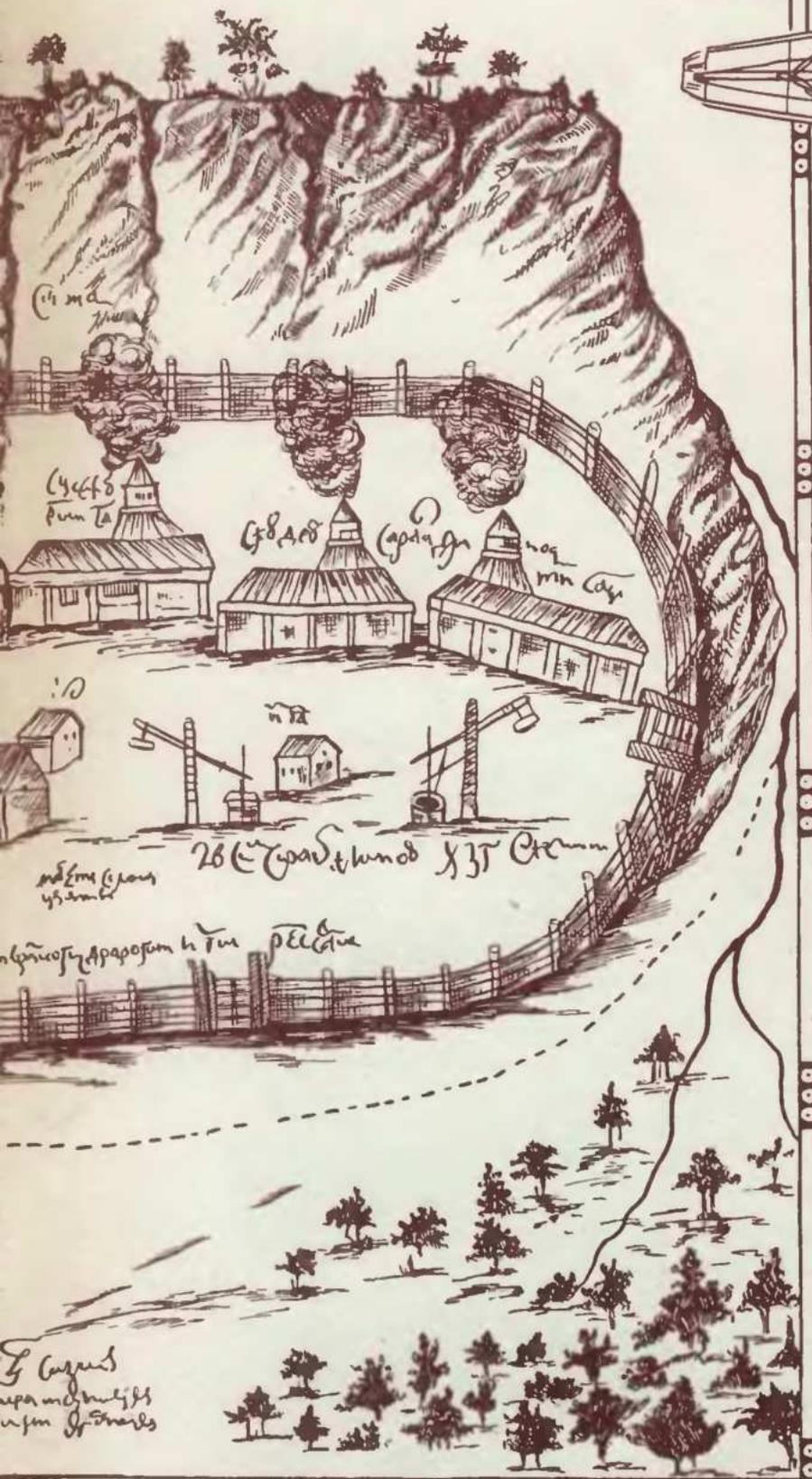


С.К.Боголюбов

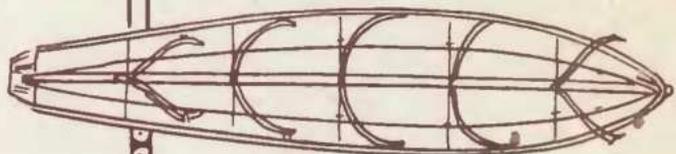
Черчение





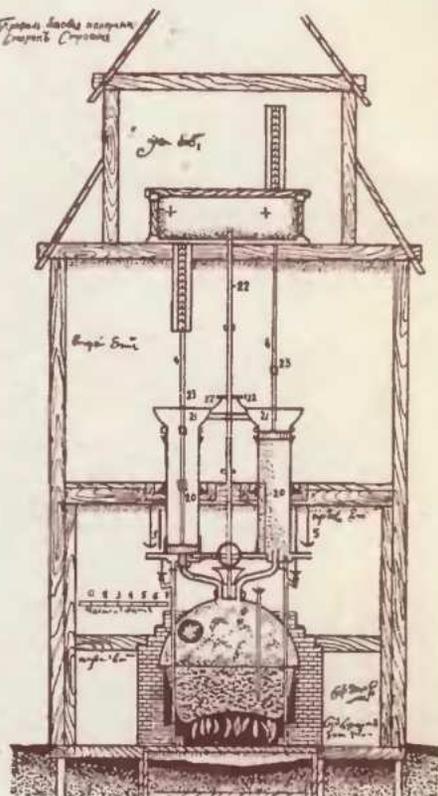


Оружейный двор в г. Тобольске

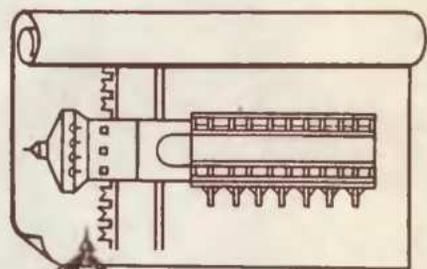


Шлюп Петра Первого

Фигуры людей и паровая
машинка Сирова



Поперечный разрез паровой машины
И. И. Ползунова



Чертеж и общий вид моста

С.К.Боголюбов

Черчение

2-е издание, исправленное

Допущено Министерством высшего и среднего специального
образования СССР в качестве учебника для
средних специальных учебных заведений



РОССИЙСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ДРУЖБЫ НАРОДОВ
НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1989

ББК 30.11я723
Б74
УДК [744.004.14-621] (075.32)

Рецензент А. П. РУБЦОВ

Боголюбов С. К.
Б74 Черчение: Учебник для средних специальных учебных заведений. — 2-е изд., испр. — М.: Машиностроение, 1989. — 336 с.: ил.
ISBN 5-217-00155-0

В учебнике наряду с основными понятиями о технике черчения и геометрическом черчении изложены основы начертательной геометрии, проекционного и машиностроительного черчения.

Во второе издание (1-е изд. 1985 г.) внесены поправки в соответствии с изменениями в стандартах ЕСКД.

Для лучшего усвоения учащимися материала учебник иллюстрирован цветными рисунками.

Б $\frac{2701000000-507}{038(01)-89}$ 114—

Св. план для сред. спец. учеб.
заведений 1988

ББК 30.11я723

ISBN 5-217-00155-0

© Издательство «Машиностроение», 1985
© Издательство «Машиностроение», 1989,
с изменениями

Важнейшей задачей экономической стратегии КПСС является кардинальное ускорение темпов научно-технического прогресса и преобразование на этой основе материально-технической базы.

В этой связи XXVII съездом КПСС поставлены грандиозные задачи: быстрое оснащение производственной базы передовой техникой, широкое внедрение наиболее прогрессивных технологических процессов и гибких производств, позволяющих оперативно перестраиваться на выпуск новой продукции.

Ускорение научно-технического прогресса предъявляет все более высокие требования к общему и профессиональному образованию.

Постановление апрельского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС по осуществлению реформы общеобразовательной и профессиональной школы ставит большие задачи перед высшими и средними специальными учебными заведениями.

Высшие и средние специальные учебные заведения призваны обеспечивать подготовку кадров высокой квалификации, которые должны не только уметь решать актуальные научно-технические проблемы, но и занимать активную жизненную позицию, быть беспрдельно преданными Родине и делу коммунизма.

Подготовка квалифицированных специалистов, имеющих глубокие теоретические знания и твердые практические навыки, во многом зависит от качества учебников, отвечающих современным требованиям.

Условиями успешного овладения техническими знаниями являются умение читать чертежи и знание правил выполнения и оформления чертежей. Чертеж является одним из главных носителей технической информации, без которой не обходится ни одно производство.

Черчение является таким предметом, при изучении которого учащиеся знакомятся с широким кругом технических понятий. Знание черчения облегчает изучение многих других общетехнических предметов.

Современный машиностроительный чертеж должен быть выполнен с соблюдением требований государ-

ственных стандартов СССР — Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), а также принятых рекомендаций международной организации по стандартизации (ИСО) и постоянной комиссии Совета Экономической Взаимопомощи по стандартизации, составляющих единую систему графических изображений и их условностей, которая является как бы международным языком, позволяющим читать чертежи других стран.

Внедрение автоматизированных систем в различные сферы хозяйственной деятельности, постоянное увеличение объема проектных работ и ускорение прогресса проектирования обуславливают необходимость разработки таких методов составления, размножения, хранения проектной конструкторской документации, которые отвечали бы требованиям времени. Уже созданы такие устройства, которые с помощью ЭВМ могут быстро создавать сложные графические изображения; чертежи деталей, машин, схемы. Учебник знакомит с некоторыми из них.

Книга написана с учетом современных требований и в соответствии с программой по курсу «Черчение», утвержденной Министерством высшего и среднего специального образования.

В учебнике теоретический материал курса сочетается с практическими примерами из области машиностроения.

Настоящий учебник состоит из пяти разделов: I — графическое оформление чертежей; II — основы начертательной геометрии; III — элементы технического рисования; IV — машиностроительные чертежи; V — элементы строительного черчения.

В книге приведены также сведения о способах размножения технической документации, механизации и автоматизации чертежно-конструкторских работ.

В конце каждой главы приведены вопросы для самопроверки.

Книга содержит контрольные задания по основным темам курса «Черчение» для самопроверки знаний учащихся.

Изображение различных предметов — рисунки появились как средство общения между людьми еще до создания письменности.

С тех пор как научились возводить сначала простейшие, а потом более сложные сооружения, мастера стали использовать при строительстве рисунки, а затем и чертежи.

О первых графических изображениях можно судить по сохранившимся в архивах, музеях и библиотеках графическим изображениям.

При строительстве жилищ, крепостей и других сооружений появились первые чертежи, которые назывались «планами». Эти чертежи обычно выполнялись в натуральную величину непосредственно на земле, на месте будущего сооружения (рис. 1, а). Для построения таких чертежей были созданы первые чертежные инструменты — деревянный циркуль-измеритель и веревочный прямоугольный треугольник (рис. 1, б). В дальнейшем такие планы-чертежи стали выполнять на пергаменте, дереве и холсте в уменьшенном виде. На чертежах старались показать как форму, так и размеры предметов.

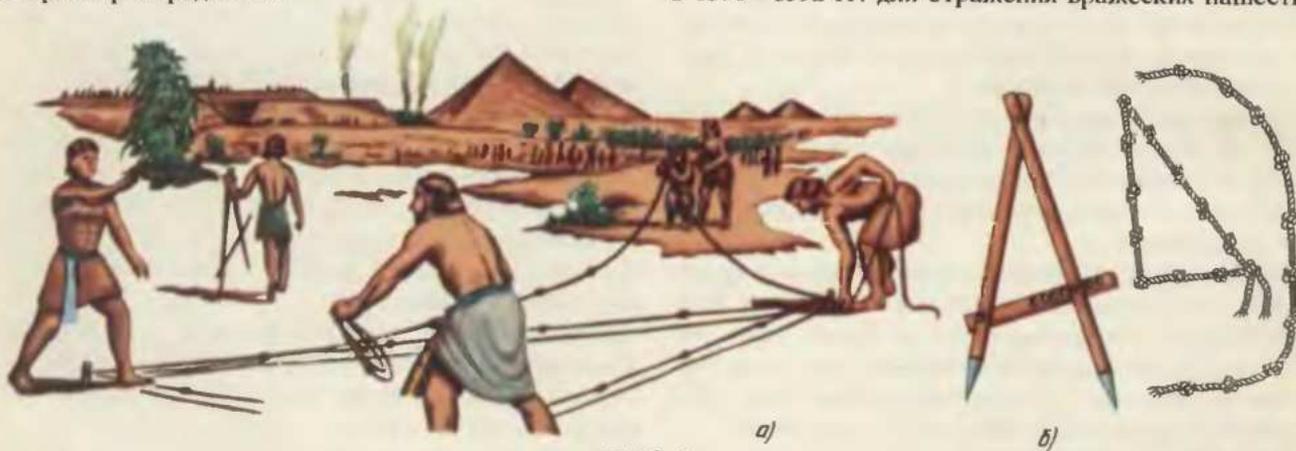


РИС. 1

В Древней Руси было очень много искусных мастеров по литью металлов, изготовлению оружия, строительству зданий. Эти мастера, как видно по дошедшим до нас предметам и сооружениям, хорошо владели геометрией и умели выбрать наилучшее решение технических задач.

Так, например, в летописях XIII—XIV вв. найдены рисунки, по которым можно узнать способ изготовления предметов. Рассматривая рис. 2, видим, что ствол пушки изготовлен горновой или кузнечной сваркой и укреплен насадными кольцами-бандажами.

Часто на одном изображении совмещались план (вид сверху) и фасад (вид спереди) какого-либо сооружения, например, моста (рис. 3). Неудобство такого совмещения заставило разъединить оба вида и применять при изображении предметов два, три и более видов.

Позднее русские зодчие, под руководством которых строились крепости и другие сооружения в Киеве, Пскове, Новгороде, Суздале, умели уже выполнять и использовать достаточно сложные чертежи. По проекту и под руководством архитектора Федора Коня в 1586—1592 гг. для отражения вражеских нашествий

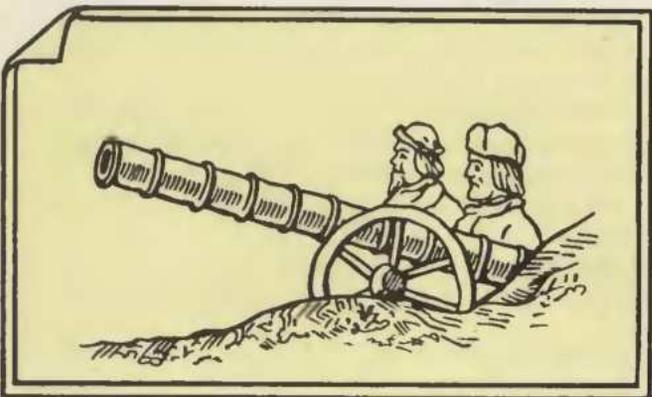


РИС. 2

была построена в Москве огромная каменная стена с многочисленными башнями толщиной пять метров и длиной семь километров. Все эти сооружения строились по предварительно разработанным проектным чертежам.

С развитием кораблестроения потребовались более точные, вычерченные в строгом масштабе чертежи. В корабельных чертежах 1686—1751 гг. уже применялись три изображения, с помощью которых на плоскости чертежа показывали основные размеры судна: длину, ширину и высоту (рис. 4).

В архиве сохранился чертеж весельного шлюпа, выполненный в 1719 г. Петром I. Чертеж составлен с соблюдением проекционной связи.

В 1798 г. французский инженер Гаспар Монж опубликовал свой труд «Начертательная геометрия», который лег в основу проекционного черчения.

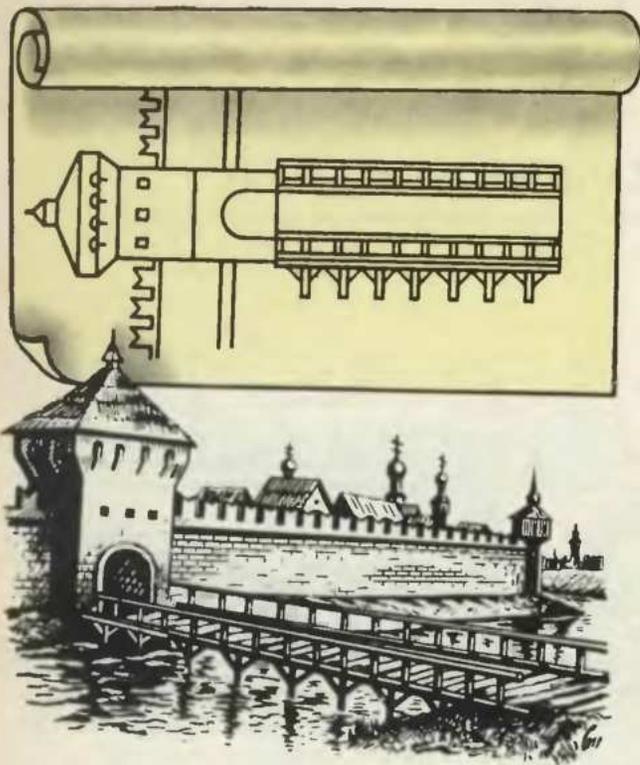


РИС. 3

Задолго до появления начертательной геометрии в отдельных чертежах русских умельцев использовался метод прямоугольного проецирования.

В XVIII в. чертежи выполнялись чрезвычайно тщательно, с обводкой цветной тушью. На этих чертежах делались условные разрезы изделий с раскраской места разреза разными цветами в зависимости от вида материалов изделий.

Чертежи И. И. Ползунова и И. П. Кулибина наглядно показывают отличные познания русских изобретателей в области построения точного проекционного чертежа изделия (рис. 5).

Основоположником начертательной геометрии в России был проф. Я. А. Севастьянов, издавший в 1821 г. свой курс «Основания начертательной геометрии». Выдающийся ученый конца XIX в. проф. В. И. Курдюмов написал ряд капитальных трудов по начерта-

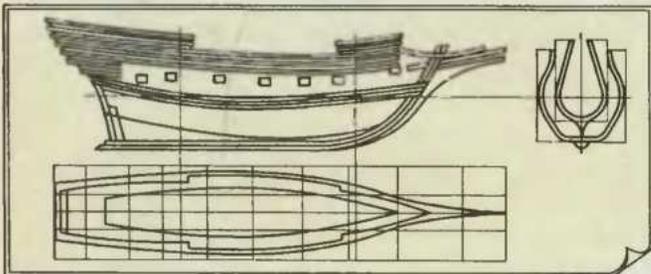


РИС. 4

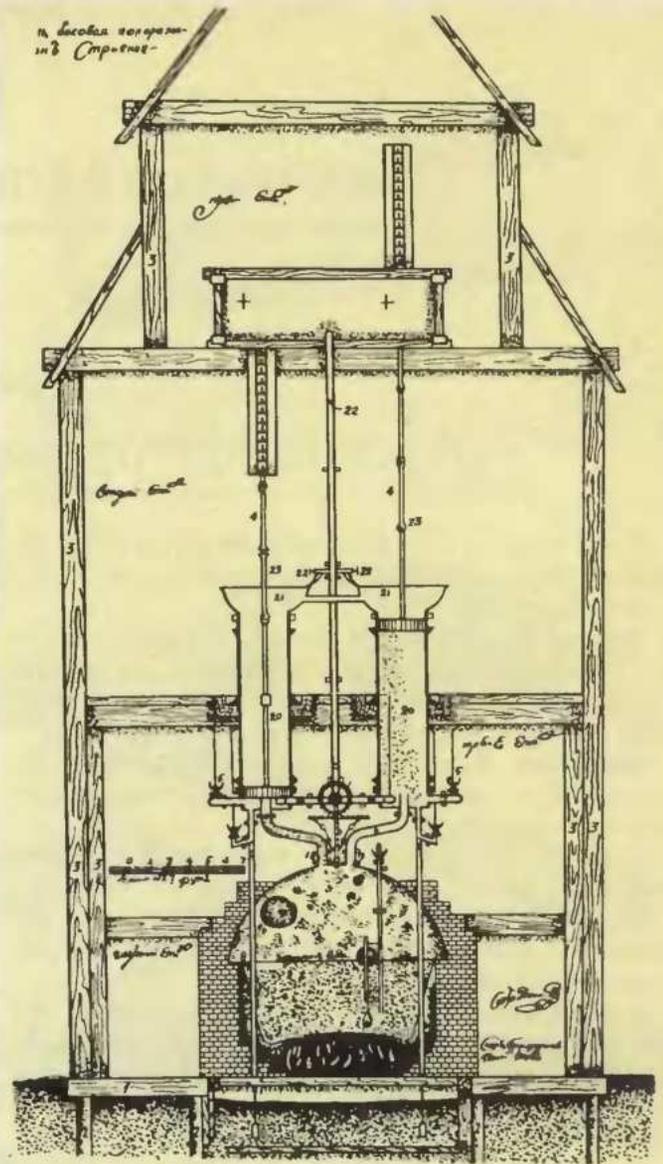


РИС. 5

тельной геометрии. Проф. Н. А. Рынину принадлежит ряд трудов по приложению начертательной геометрии в технике. Проф. Д. И. Каргин написал работу «О точности графических построений».

Видный ученый нашего времени проф. Н. Ф. Четверухин написал большое количество трудов в области теории изображений. В области начертательной геометрии и инженерной графики ведет исследовательские работы профессор С. А. Фролов.

В настоящее время советские ученые проводят теоретические исследования в области начертательной геометрии и инженерной графики, работают над созданием приборов и аппаратов для механизации чертежно-конструкторских работ и размножения конструкторской документации. Особое место в этой области занимает машинная графика, в которой применяется вычислительная техника с высоким быстродействием.

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 наиболее 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 при помощи 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). В чертежной практике 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.

При помощи 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).

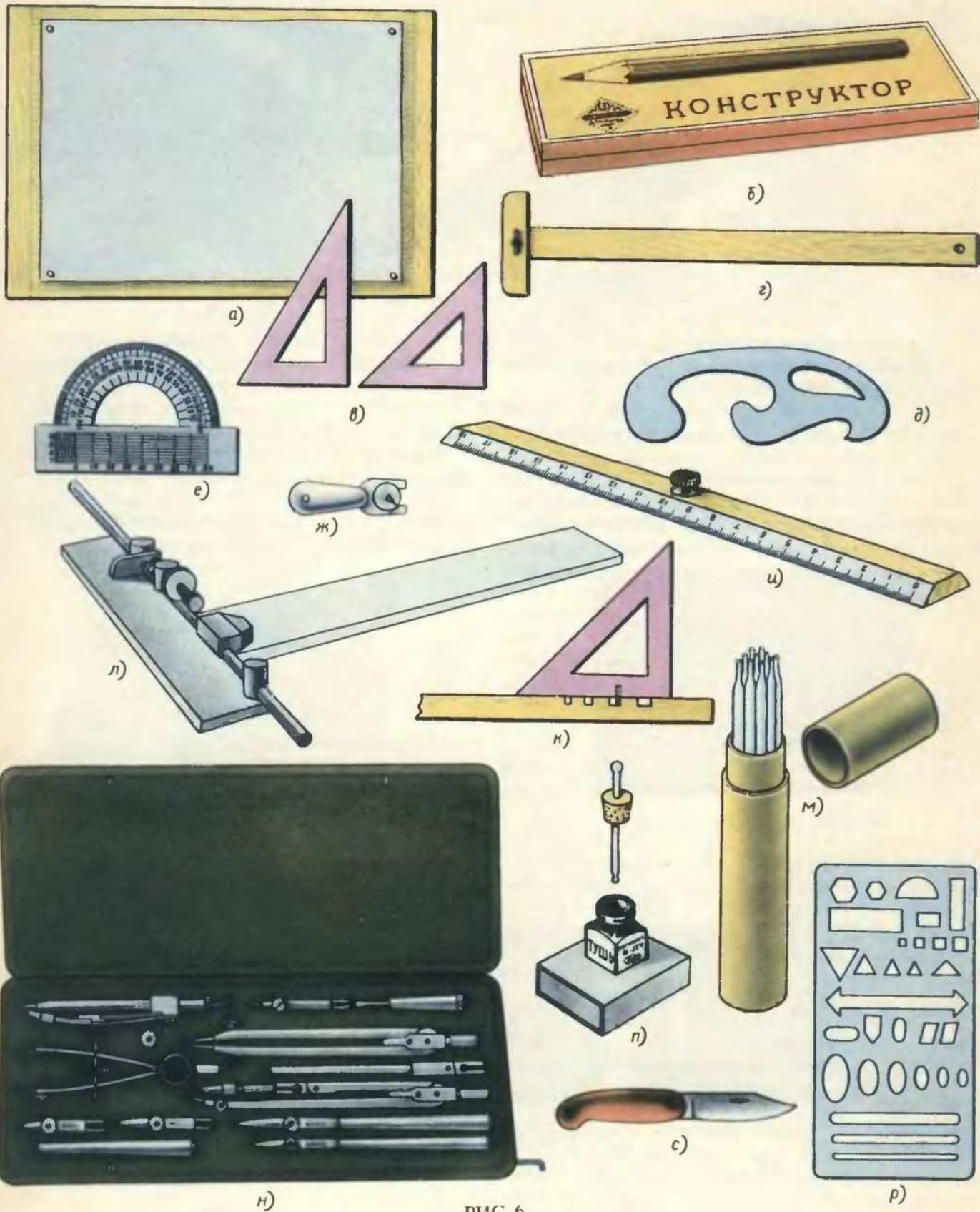


РИС. 6

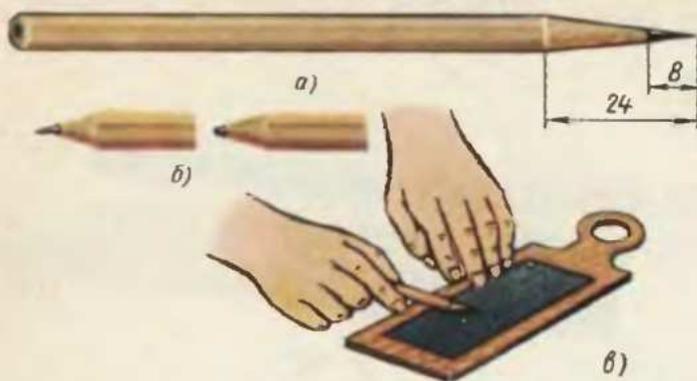


РИС. 7

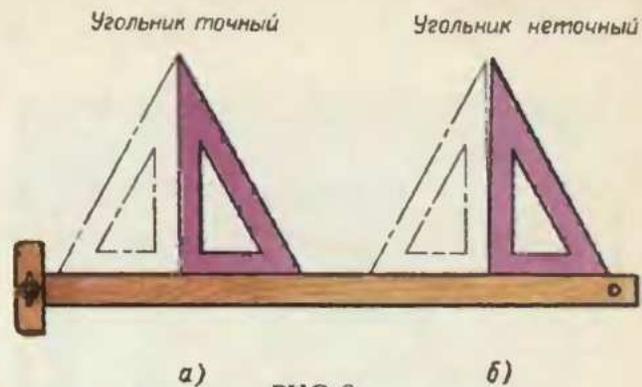


РИС. 8

Транспортир. Для построения и измерения углов пользуются транспортиром (рис. 6, е), представляющим полукруг, разделенный на градусы.

Некоторые углы можно строить без транспортира, с помощью угольников, например, 30, 45, 60, 75, 105°.

Приборы для штриховки применяются для быстрого и равномерного проведения штриховых линий.

Наиболее прост штриховальный прибор из обычной линейки и угольника (рис. 6, к). Он обычно изготавливается самими учащимися.

В катет угольника забивается короткий металлический стержень (часть тонкого гвоздя без шляпки), а в линейке делается несколько прямоугольных прорезей

различной ширины. Глубина прорезей несколько больше длины стержня угольника. Ширина прорезей определяет расстояние между параллельными штрихами.

При работе линейку и угольник перемещают так, чтобы в крайних положениях, когда проводится линия, стержень плотно прикоснулся к стенке одной из прорезей линейки. После проведения каждого штриха поочередно перемещают линейку и угольник.

При штриховке по угольнику (без прибора) расстояние между линиями штриховки сохранить довольно трудно. Глаза при этом утомляются, а даже небольшое отступление от равномерности штриховки портит общее впечатление от чертежа.

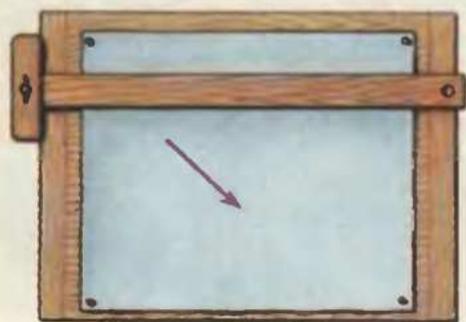


РИС. 9

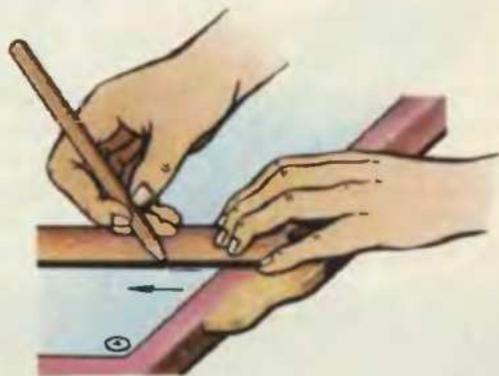


РИС. 10



РИС. 11

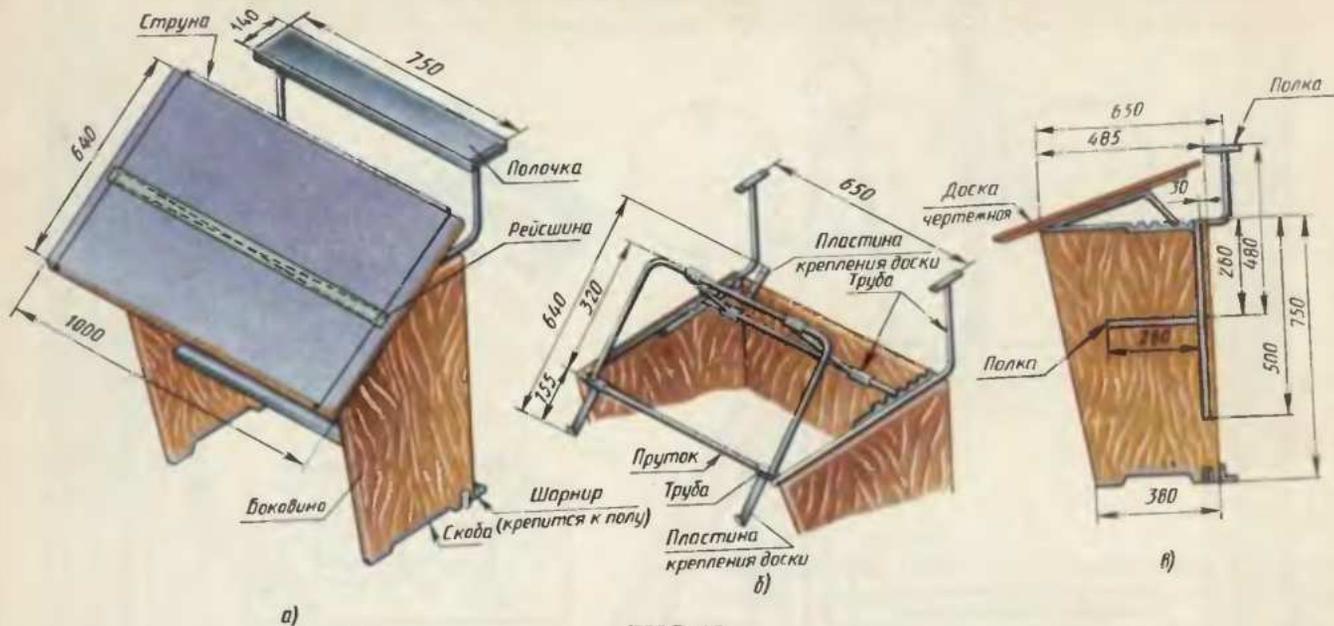


РИС. 12

Механизированный штриховальный прибор (рис. 6, л) ускоряет выполнение штриховки на чертежах.

Измерительная линейка применяется для измерения линейных размеров (рис. 6, и).

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 без повреждения близлежащих нужных (рис. 6, р).

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

При наличии чертежного стола лучше применять рейшину на роликах с капроновыми шнурами. Можно обойтись и без роликов. В этом случае рейшина склеивается из двух пластинок органического стекла с направляющими канавками для шнура (рис. 12, а).

Для удобства чертежника стол лучше иметь с приспособлением для изменения угла наклона доски. Подобное приспособление (рис. 12, б) позволяет устанавливать доску как в горизонтальном, так и в наклонных положениях.

На рис. 12 даны необходимые размеры для изготовления такого стола.

Конструкции чертежных столов разнообразны, начиная от доски на козлах, переставляемой по высоте с помощью штифтов, и кончая чертежными приборами, такими, как кульман (рис. 13).

Качество чертежа во многом зависит от качества и наладки инструментов, а также от ухода за ними. Чертежные инструменты и принадлежности необходимо содержать в полной исправности. После работы инструменты следует протереть и убрать в сухое место. Это предупреждает коробление деревянных инструментов и коррозию металлических.

Перед работой следует вымыть руки и протереть мягкой резинкой угольник и рейшину.

При работе лист чертежной бумаги закрывают листами чистой писчей бумаги и оставляют открытой только ту часть чертежа, где в данное время выполняется чертеж.



РИС. 13

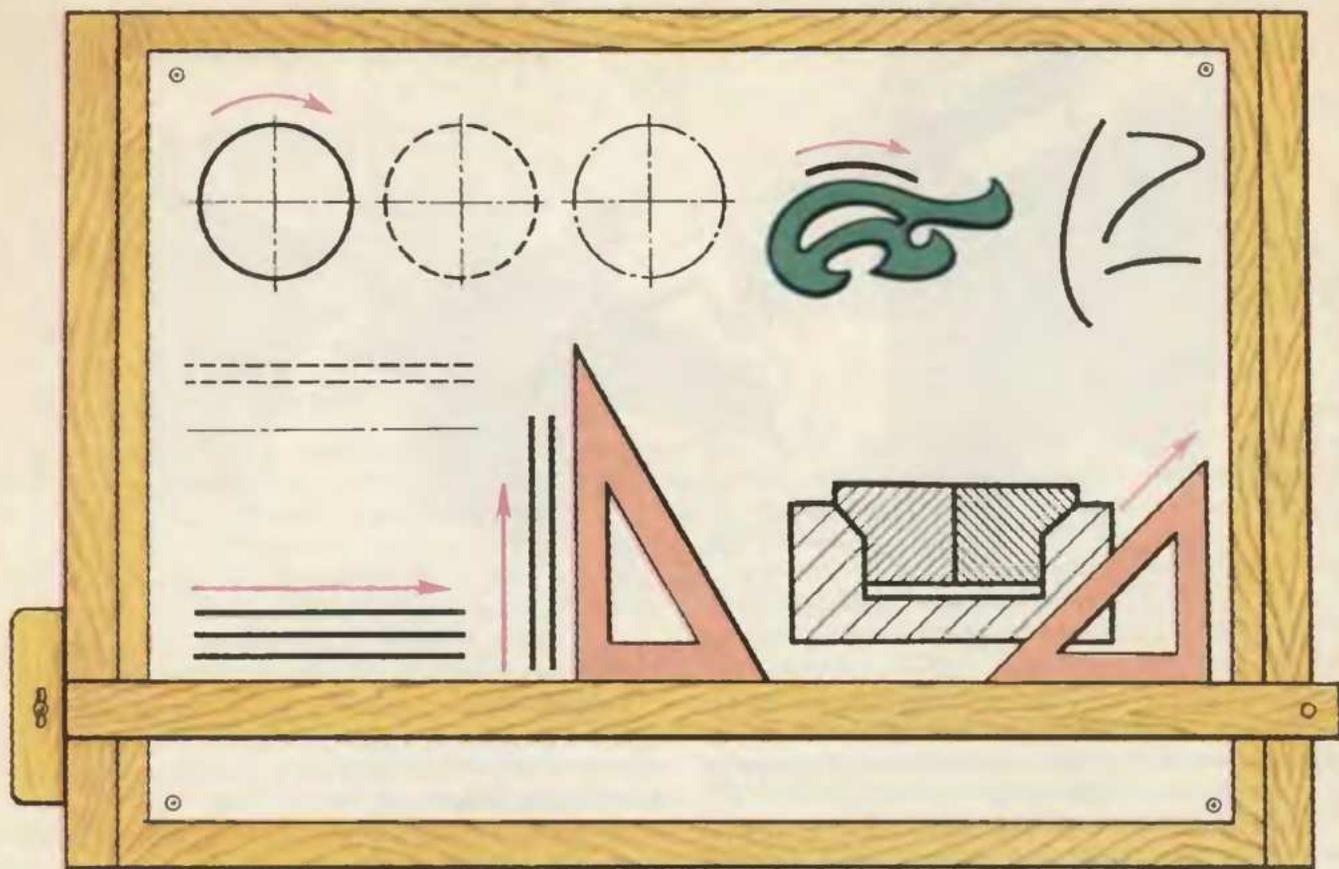


РИС. 14

Для получения навыков в проведении линий и пользовании чертежными инструментами полезно проведение горизонтальных линий по рейсшине, вертикальных и наклонных — при помощи рейсшины и угольника, окружностей — циркулем, кривых — по лекалу. Надо твердо усвоить, в каком направлении следует проводить линии. Направления движения руки при

проведении линий показаны стрелками на рис. 14. Горизонтальные линии проводят слева направо, вертикальные — снизу вверх, окружности и кривые — по часовой стрелке. Центр окружности должен обязательно находиться на пересечении центровых линий.

Готовальня представляет собой набор чертежных инструментов, размещенных в специальном футляре

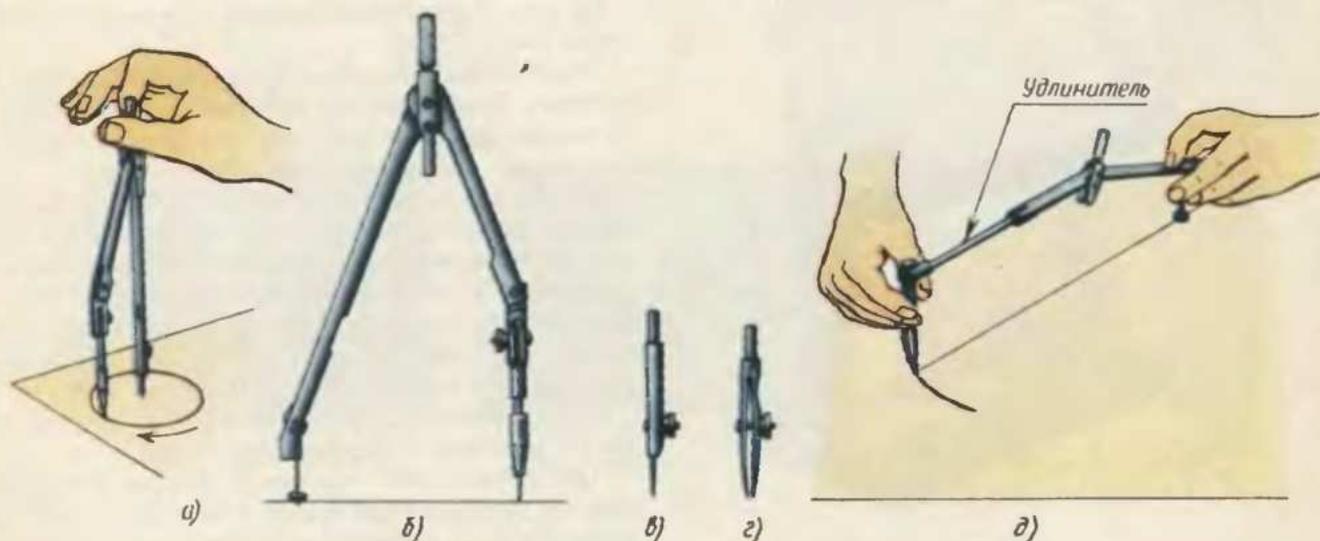


РИС. 15

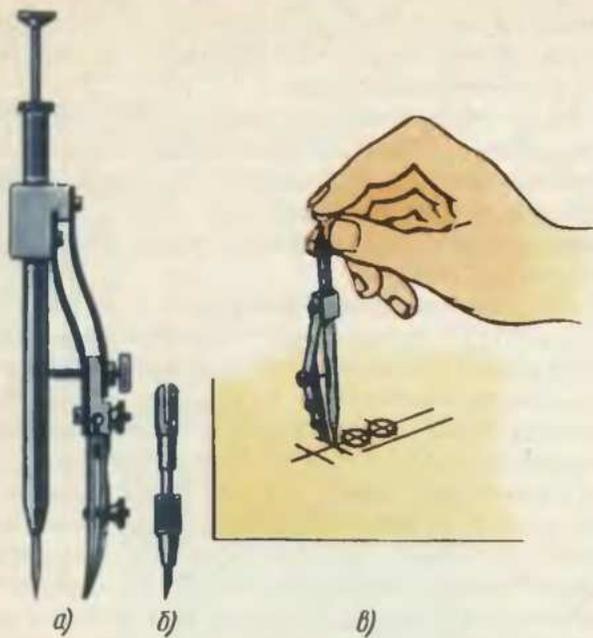


РИС. 16

(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, в) для работы тушью. Для измерения линейных размеров и откладывания их на чертеже применяют вставку с иглой (рис. 15, в). При вычерчивании окружностей больших радиусов в ножку вставляют удлинитель (рис. 15, д), в котором закрепляют вставку для грифеля или рейсфедер.

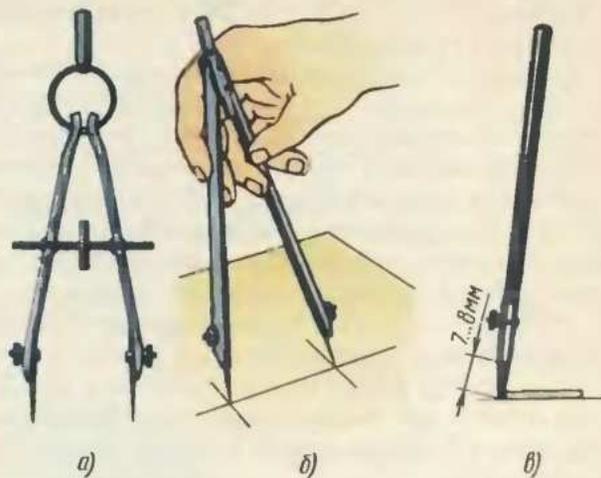


РИС. 17

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, н).

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.

ГЛАВА 2 ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 1. СТАНДАРТЫ

При широкой специализации и кооперации предприятий 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 оформления чертежей, которые делали бы их понятными для любого участка производства.

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

ЕСКД содержит свыше 130 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.

В современных условиях расширения научных, торговых и технических связей различных стран возросла роль международной стандартизации. С 1947 г. ведущей организацией в этой области является Институт СЭВ по стандартизации. В рамках СЭВ действует

Постоянная комиссия Совета Экономической Взаимопомощи по стандартизации.

Многие государственные стандарты СССР приведены в соответствие со стандартами Совета Экономической Взаимопомощи (СТ СЭВ). В обозначении таких стандартов в скобках приводится обозначение соответствующих стандартов СЭВ. Сотрудничество в области стандартизации позволяет с большой пользой для общества использовать национальный опыт каждой страны социалистического содружества.

ЕСКД — комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями Советского Союза.

Основное назначение стандартов ЕСКД заключается в установлении в организациях и на предприятиях единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, обеспечивающих: возможность взаимообмена конструкторскими документами между организациями и предприятиями без их переоформления; стабилизацию комплектности, исключающую дублирование и разработку не требуемых производству документов; возможность расширения унификации при конструкторской разработке проектов промышленных изделий; упрощение форм конструкторских документов и графических изображений, снижающих трудоемкость проектно-конструкторских разработок промышленных изделий; механизацию и автоматизацию обработки технических документов и содержащейся в них информации; улучшение условий технической подготовки производства; улучшение условий эксплуатации промышленных изделий; оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства.

Стандарты ЕСКД распределены на девять классификационных групп (см. табл. 1). В каждой классифика-

ционной 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» — класс, присвоенный всем стандартам ЕСКД, «3» — классификационная группа стандартов (см. табл. 1), «04» — порядковый номер стандарта в группе, «81» — год регистрации стандарта.

В ежемесячнике «Информационный указатель стандартов» (ИУС) публикуются сведения о всех новых утвержденных стандартах и об изменениях в прежних. При наличии изменений к цифровому обозначению стандарта справа добавляется знак „*“. Так, например, обозначение ГОСТ 2.301—68* говорит о том, что в этот стандарт внесено изменение и его содержание несколько отличается от прежнего, что обязательно следует учитывать при использовании стандартов. Государственным комитетом СССР по стандартам ежегодно выпускается указатель всех действующих стандартов по состоянию на 1 января, которым также следует пользоваться.

Стандарты ЕСКД разработаны с максимальным упрощением конструкторской документации без ущерба для ясности и охватывают не только машиностроение, но и приборо- и аппаратостроение, а также строительство.

Так как стандарты ЕСКД разработаны для промышленности и не учитывают особенностей учебных условий, то согласно разъяснению Министерства высшего и среднего специального образования СССР, согласованному с Государственным комитетом СССР по стандартам, допустимы некоторые отклонения от них при выполнении учебных чертежей. Это обстоятельство учтено в настоящем учебнике.

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

§ 2. ФОРМАТЫ

Стандарт 2.301—68 (СТ СЭВ 1181—78) устанавливает форматы листов чертежей и других документов конструкторской документации всех отраслей промышленности и строительства. Применение таких форматов позволяет экономить бумагу, легко комплектовать и брошюровать чертежи и другие конструкторские документы в альбомы, создает удобство их хранения, а также пользования ими.

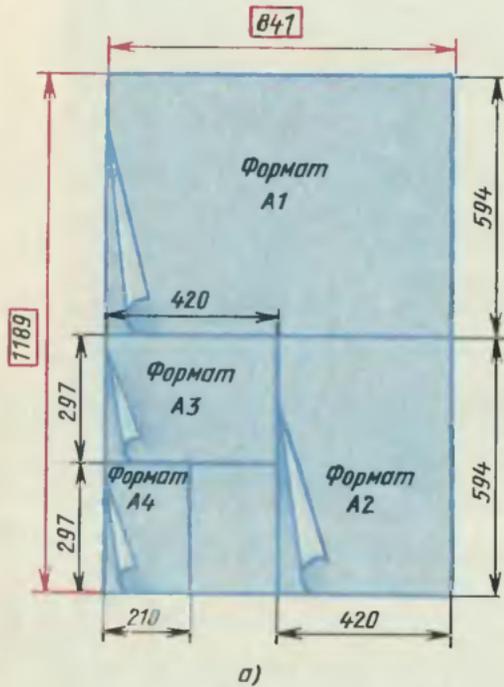
Форматы листов определяются размерами внешней рамки.

Формат размером 1189×841 мм, площадь которого равна 1 м², и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части, параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные (рис. 18, а). Обозначения и размеры основных форматов должны соответствовать указанным в табл. 2.

Основные форматы

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

Основные форматы



Дополнительные форматы

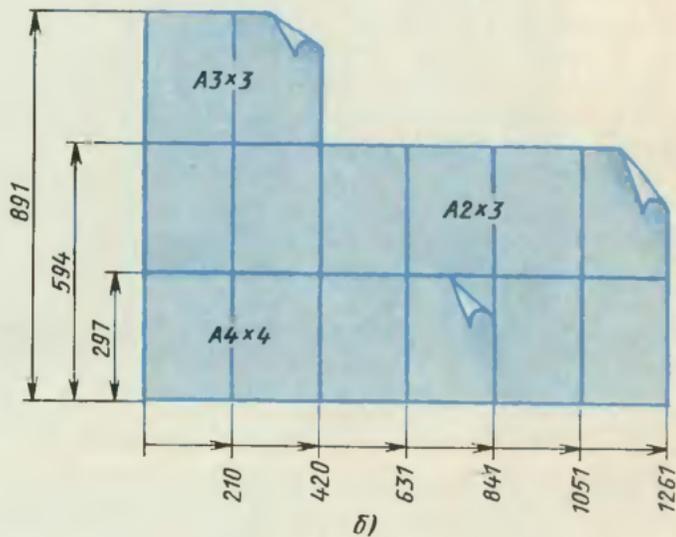


РИС. 18

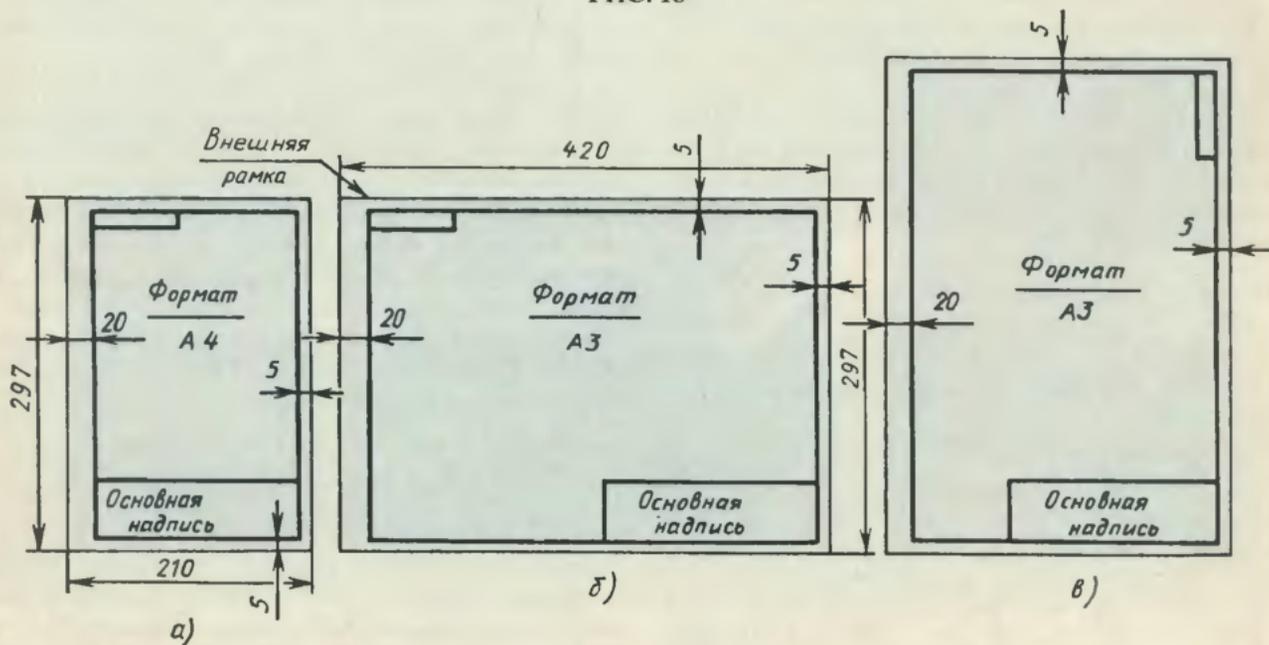


РИС. 19

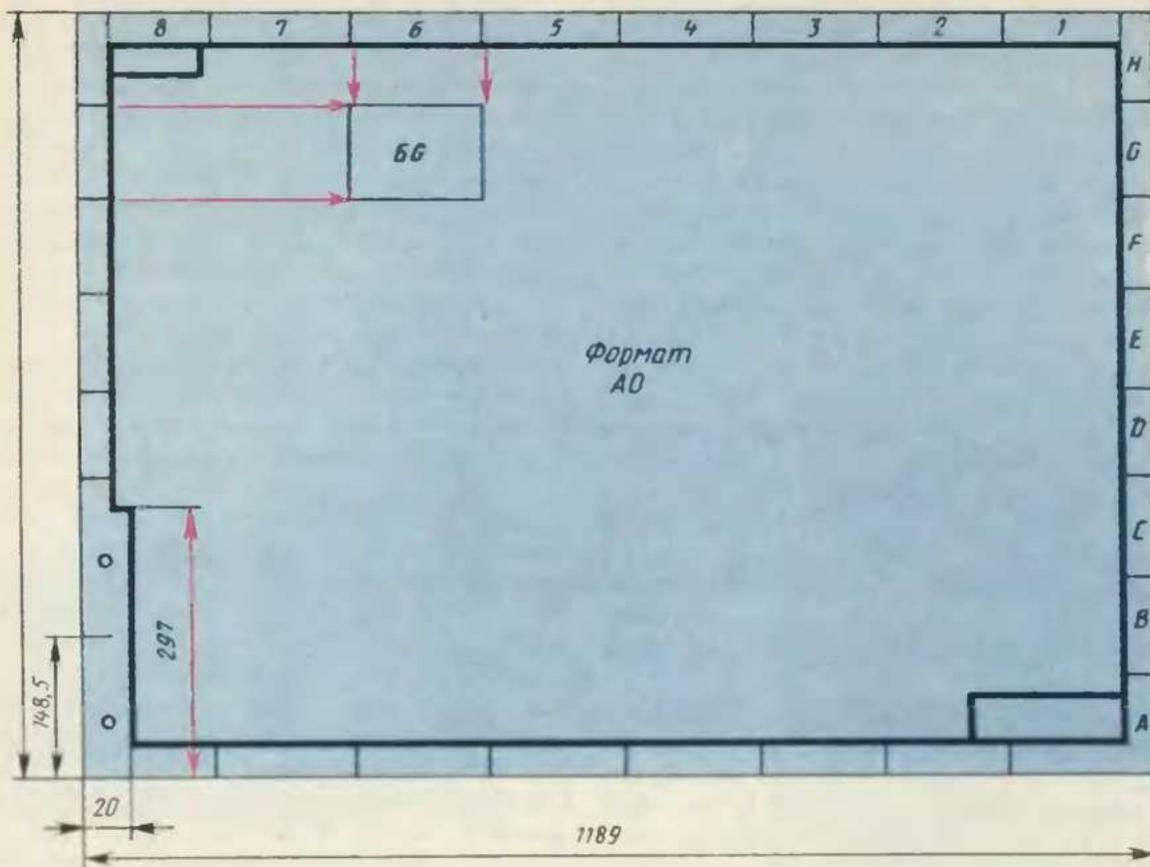


РИС. 20

При необходимости допускается использовать формат А5 с размерами сторон 148×210 мм.

Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам (рис. 18, б).

Размеры производных форматов следует выбирать по табл. 3. Обозначение производного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности согласно табл. 3, например А3×3, А2×3, А4×4 (рис. 19, б).

Таблица 3

Размеры дополнительных форматов, мм

Кратность	Формат				
	А0	А1	А2	А3	А4
2	1189×1682	—	—	—	—
3	1189×2523	841×1783	594×1261	420×891	297×630
4	—	841×2378	594×1682	420×1189	297×841
5	—	—	594×2102	420×1486	297×1051
6	—	—	—	420×1783	297×1261
7	—	—	—	420×2080	297×1471
8	—	—	—	—	297×1682
9	—	—	—	—	297×1892

На каждом листе выполняется рамка, ограничивающая рабочее поле чертежа. Линии этой рамки проводят сплошной толстой линией от верхней, правой и нижней сторон внешней рамки на 5 мм и на 20 мм от левой для подшивки листа (рис. 19).

При большом формате листа для быстрого нахождения составной части изделия рекомендуется разбивать поле чертежа на зоны. Отметки, разделяющие чертеж на зоны, наносят на расстоянии, равном одной из сторон формата А4 (рис. 20), и обозначают по горизонтали арабскими цифрами справа налево, по вертикали — прописными буквами латинского алфавита снизу вверх.

Зоны обозначают сочетанием цифр и букв, например, 3А, 2С, 6Д и т. д. На рис. 20 показана тонкими линиями и стрелками зона ББ.

§ 3. ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ ЧЕРТЕЖА

ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 140—74, СТ СЭВ 365—76) устанавливает формы, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах. Установлены две формы основной надписи: форма 1 — для чертежей и схем; форма 2 — для текстовых документов. Расположение основной надписи чертежа показано на рис. 19.

Основная надпись для учебных чертежей в общей части курса выполняется по форме 1 (рис. 21, а). При этом некоторые графы можно не заполнять или заполнять с некоторым изменением.

Например, на чертежах по геометрическому и проекционному черчению заполняют следующие графы (см. рис. 21, а):

Графа 1 — Наименование чертежа.

Графа 2 — Обозначение чертежа, состоящее из индекса раздела курса черчения, например ГЧ — геометрическое черчение, ПЧ — проекционное черчение и т. д.; справа от индекса ставится номер варианта и порядковый номер задания, например, ГЧ.12.05.

Графа 4 — Литера чертежа «у» (учебный чертеж).

Графа 9 — Название учебного заведения и шифр группы учащихся.

Графа 10 — Характер работы, выполненной лицом, подписавшим чертеж (например, на листах проектов старших курсов: проек-

тировал, консультировал, чертил, принял; на листах по курсу черчения — только чертил и принял).

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, а, б) и на 90° при расположении основной подписи вдоль короткой стороны листа (рис. 19, в). На учебных чертежах эта рамка может не выполняться.

О заполнении остальных граф будет сказано в IV части в гл. 25 «Чертеж как документ ЕСКД».

Основные надписи, дополнительные графы к ним и рамки выполняются сплошными толстыми и сплошными тонкими линиями (см. 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 будет сказано в 25-й главе.

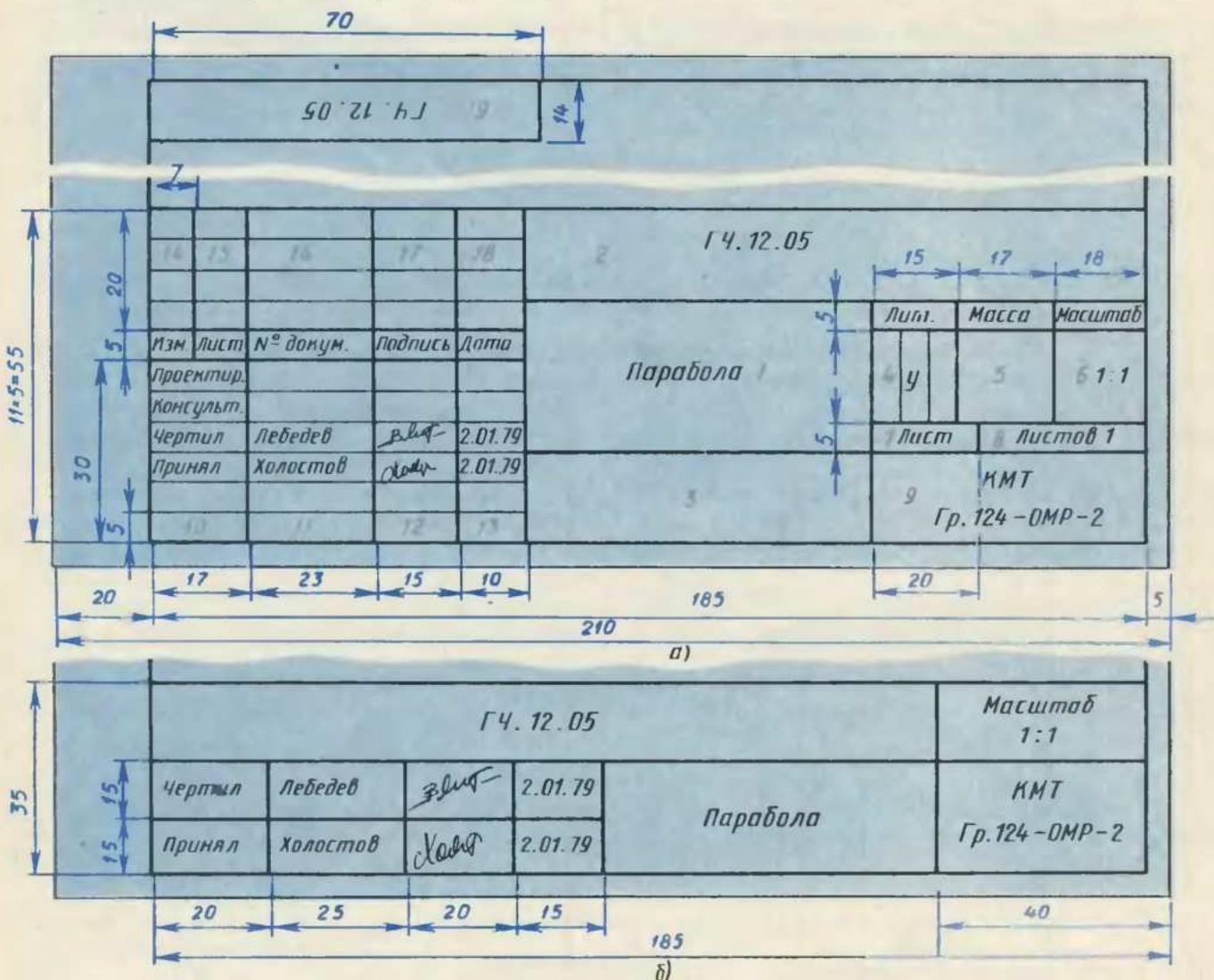


РИС. 21

В 53-й главе будет 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 (СТ СЭВ 1178—78) для изображения изделий на чертежах применяют линии различных типов в зависимости от их назначения, что способствует более четкому выявлению формы изображаемого изделия. На чертеже рукоятки (рис. 22) показаны примеры применения некоторых линий.

ГОСТ 2.303—68 устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности и строительства (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, а 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 наложенного сечения, линии

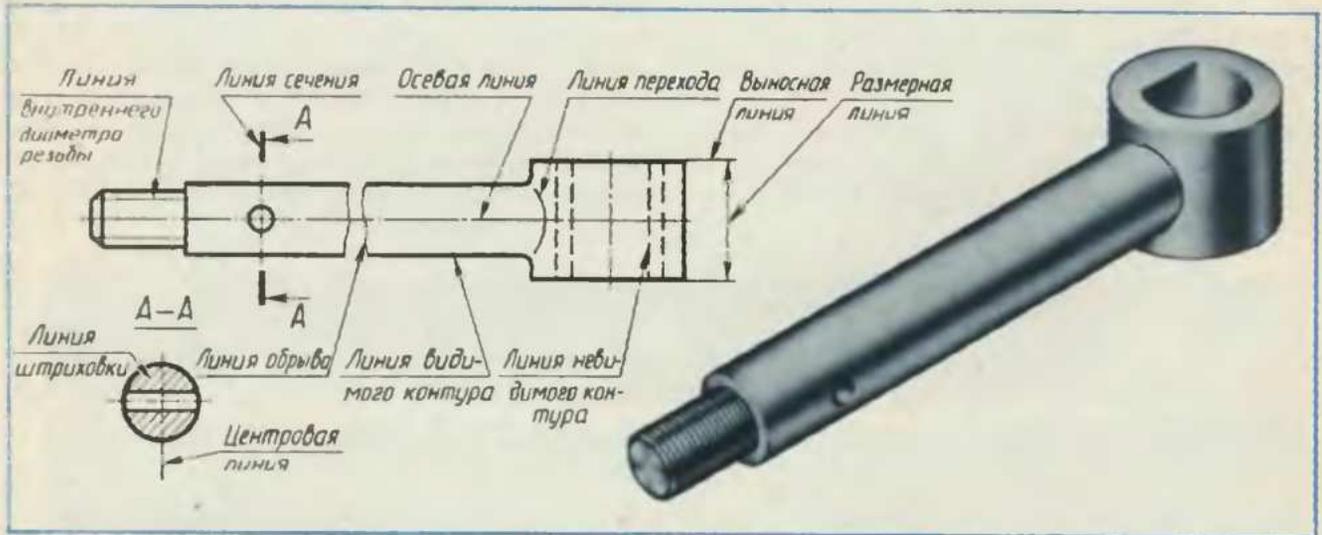


РИС. 22

Линии по ГОСТ 2.303—68 (СТ СЭВ 1178—78)

Таблица 4

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Наименование	Начертание	Толщина линии 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 $\frac{s}{2}$			

выноски, линии для изображения пограничных деталей («обстановка»).

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

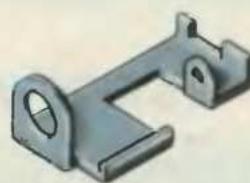
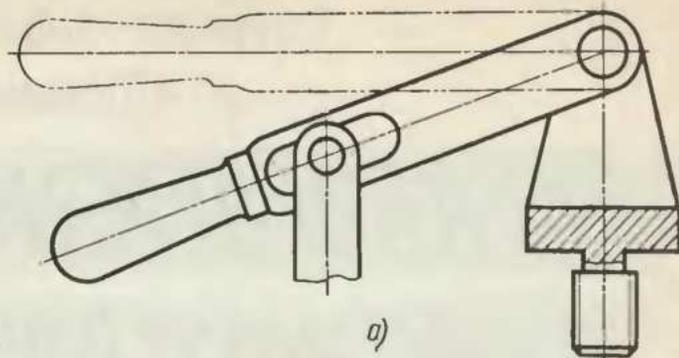
4. **Штриховая линия** применяется для изображения невидимого контура. Длина штрихов должна быть одинаковой. Длину следует выбирать в зависимости от величины изображения, примерно от 2 до 8 мм, расстояние между штрихами 1...2 мм.

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



б)

РИС. 23

9. **Штрихпунктирная с двумя точками линия** применяется для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях (рис. 23, а); линии сгиба на развертках (рис. 23, б); для изображения развертки, совмещенной с видом.

ГЛАВА 3 ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

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

Если надписи на чертежах сделаны небрежно, то при изготовлении деталей по таким чертежам возможны ошибки.

ГОСТ 2.304—81 (СТ СЭВ 851—78 — СТ СЭВ 855—78) устанавливает чертежные шрифты, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отрас-

лей промышленности и строительства.

Размер шрифта h — величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах.

Толщина линии шрифта d зависит от типа и высоты шрифта.

ГОСТ устанавливает следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20 (см. табл. 5 и 6). Применение шрифта 1,8 не рекомендуется и допускается только для типа Б.

Устанавливаются следующие типы шрифта:

тип А с наклоном около 75° ($d=1/14h$) (рис. 24);

Таблица 5

Шрифт типа А ($d = h/14$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм							
			2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
Размер шрифта — высота прописных букв	h	$(14/14)h$	$14d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Высота строчных букв	c	$(10/14)h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Расстояние между буквами	a	$(2/14)h$	$2d$	0,34	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$(22/14)h$	$22d$	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/14)h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Толщина линий шрифта	d	$(1/14)h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4

Шрифт типа А с наклоном
Прописные буквы

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПР

СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

Строчные буквы

абвгдежзийклмнопрст

уфхцчшщъыьэюя

КОРПУС

Корпус

Шрифт типа А без наклона

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПР

СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

абвгдежзийклмнопрст

уфхцчшщъыьэюя

Шрифт типа Б с наклоном

Прописные буквы

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПР

СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

Строчные буквы

абвгдежзийклмнопрс

туфхцчшщъыьэюя

РЕДУКТОР Редуктор

Шрифт типа Б без наклона

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПР

СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

абвгдежзийклмнопрстуф

хцчшщъыьэюя

Шрифт типа Б ($d = h/10$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм								
Размер шрифта — высота прописных букв	h	$(10/10)h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Высота строчных букв	c	$(7/10)h$	$7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Расстояние между буквами	a	$(2/10)h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$(17/10)h$	$17d$	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10)h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Толщина линий шрифта	d	$(1/10)h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

Таблица 7

Ширина букв и цифр

Шрифт	Буквы и цифры	Относительный размер, h	Шрифт	Буквы и цифры	Относительный размер, h
Типа А	Прописные буквы: Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, А, Ъ; Г, Е, З, С; А, Д, Х, Ы, Ю; Ж, М, Ш, Щ; Ф	(7/14) (6/14) (8/14) (9/14) (11/14)	Типа Б	Прописные буквы: Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я, Ъ; А, Д, М, Х, Ы, Ю; Ж, Ф, Ш, Щ; Е, Г, З, С	(6/10) (7/10) (8/10) (5/10)
	Строчные буквы: з, с; в, б, в, г, д, е, и, й; к, л, н, о, п, р, у, х, ц, ч, ь, э, я, ь, ы, м, ю; ж; т, ф, ш, щ	(5/14) (6/14) (7/14) (8/14) (9/14)		Строчные буквы: а, б, в, г, д, е, и, й, к, л, н, о, п, р, у, х, ч, ц, ь, э, я; м, ь, ы, ю; ж, т, ф, ш, щ; с, з	(5/10) (6/10) (7/10) (4/10)
	Цифры: 2, 4, 6, 7, 8, 9, 0; 3, 5; 1	(7/14) (6/14) (3/10)		Цифры: 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0; 4; 1	(5/10) (6/10) (4/14)

тип А без наклона ($d=1/14h$);

тип Б с наклоном около 75° ($d=1/10h$) (рис. 25);

тип Б без наклона ($d=1/10h$).

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

Ширина букв и цифр определяется в зависимости от размера шрифта h и может быть выражена в h (табл. 7) или d . Например, в шрифте типа А ширина буквы Ш равна $9/14h$ или $9d$, буквы Э — $5/10h$ или $5d$, буквы И — $6/10h$ или $6d$.

Высота строчных букв c определяется размером высоты шрифта h . Например, в шрифте типа А $c=10/14h$, в шрифте типа Б $c=7/10h$.

Для облегчения понимания и построения конструкции шрифта выполняется вспомогательная сетка сплошными тонкими линиями.

При построении шрифта по вспомогательной сетке следует учитывать разную ширину букв (рис. 26; буквы Ш, Х, Ю). Необходимо также помнить, что расстояние между некоторыми буквами, например, Г и А

(и в аналогичных сочетаниях букв) уменьшается до размера, равного толщине линии букв (см. рис. 27; буквы Г и Л).

Прописные буквы по начертанию условно можно разделить на три группы. При написании букв первой группы, например, Ш, Ц, Г, И не требуются вспомогательные линии (рис. 26; буквы Ш, Ц, Х). Для написания второй группы нужно учитывать, что посередине сетки проходит линия, над которой или под которой располагаются средние элементы букв, например букв Э, Ч, Ю, Б (рис. 26, 27). Для написания букв третьей группы необходимо учитывать две линии, которые находятся на расстоянии $3/14h$ (для шрифта типа А) от верхней и нижней линии, ограничивающие скругление букв (рис. 26; буквы Э, Ю). В шрифте типа Б эти две линии расположены на расстоянии $2/10h$ (рис. 27, а). Это нужно учитывать и при выполнении строчных букв (рис. 27, б).

Для написания шрифтов малого размера часто при-

ШРИФТ ТИПА А

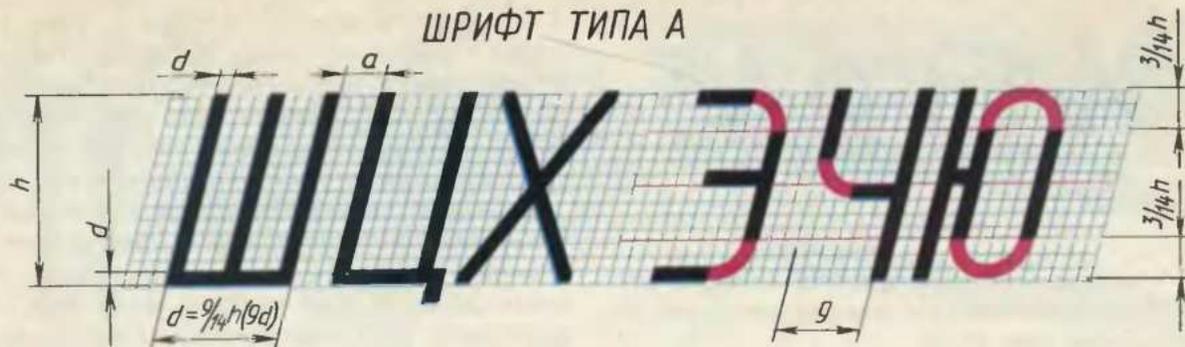


РИС. 26

ШРИФТ ТИПА Б

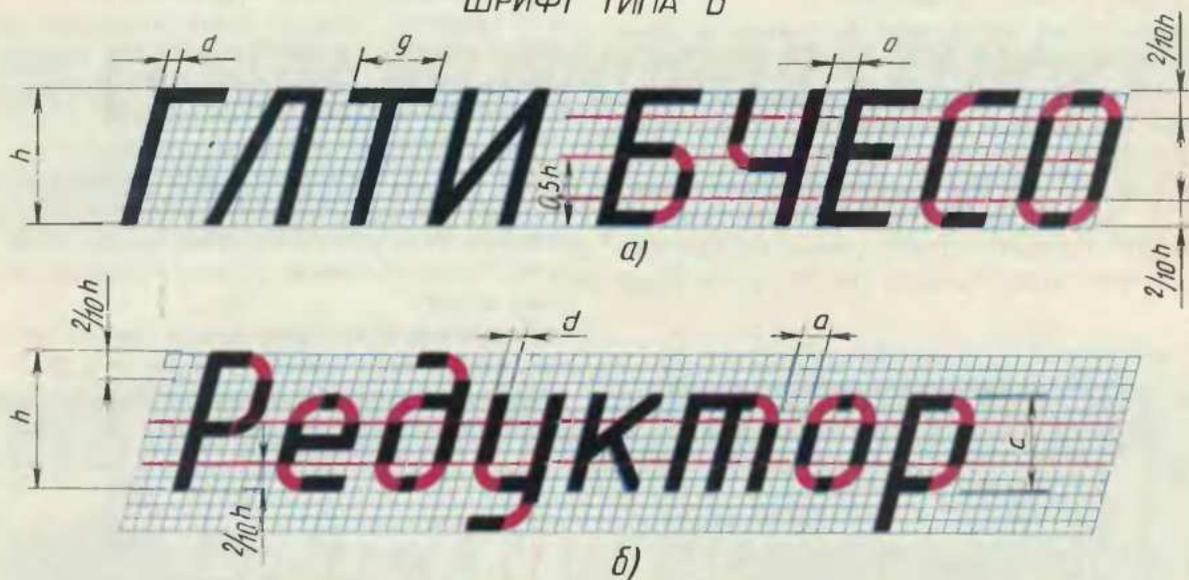


РИС. 27

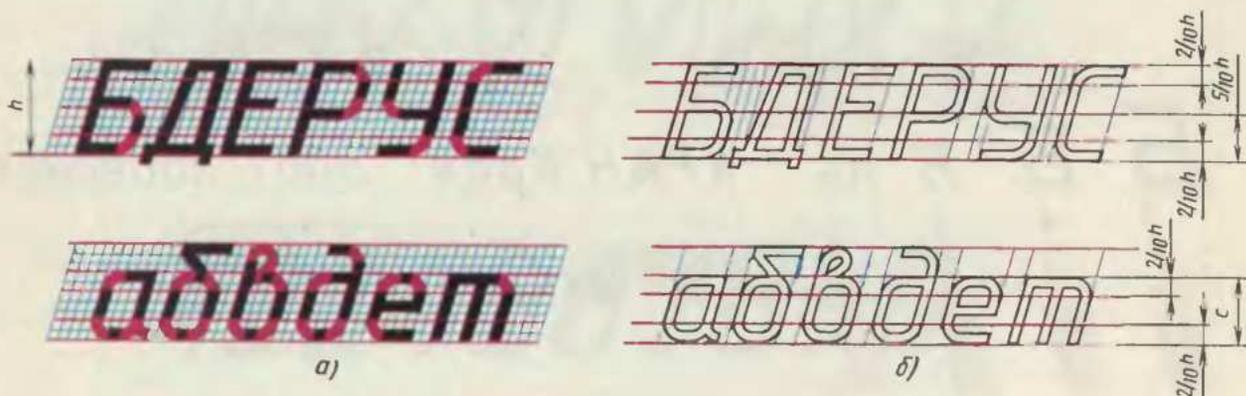


РИС. 28



РИС. 29

меняют упрощенную сетку. На рис. 28 показано вписывание букв шрифта типа Б в обычную сетку (рис. 28, а) и упрощенную (рис. 28, б).

На рис. 29 дана конструкция некоторых знаков.

Для выполнения упражнения по написанию шрифта следует разметку сетки выполнять упрощенно (см. рис. 28).

Вначале нужно заготовить лист бумаги стандартного формата А4 с рамкой на расстоянии 5 мм от краев сверху, справа и снизу и 20 мм слева.

При выполнении упражнения по написанию стандартного шрифта типа Б размером $10(h)$ проводят все вспомогательные горизонтальные прямые линии, определяющие границы строчек шрифта. Расстояния между строчками b , равное 15 мм, откладывают, как показано на рис. 30. Далее надо отложить высоту шрифта h , т. е. 10 мм. На основаниях полученных строк следует отложить отрезки, равные ширине букв плюс расстояние между буквами. Например, для буквы

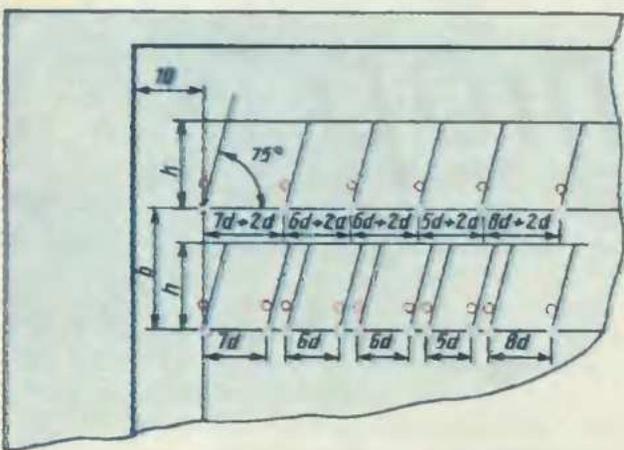


РИС. 30

А этот отрезок равен $9/10h$ ($7/10h$ — ширина буквы, $2/10h$ — расстояние между буквами). При разметке строки следует учитывать сочетания букв типа РА, ГА, ТА и т. п. Наклонные линии для сетки под углом 75° проводят через намеченные точки при помощи двух треугольников: с углом 45° и с углами 30° и 60° (рис. 31).

После выполнения упражнений в написании шрифтов и освоения этого процесса надписи на чертежах необходимо выполнять без построения сеток, от руки, соблюдая наклон букв, толщину линии шрифта и соотношения их элементов и толщины линии шрифта по ГОСТу. Карандаш затачивается в зависимости от толщины шрифта (параметра d) (рис. 32, а). Допускается проводить только горизонтальные вспомогательные линии (рис. 32, б).

Надписи тушью выполняют специальными перьями-воронками (рис. 33, а), чертежными перьями (рис. 33, б) или набором стеклянных трубочек (рис. 33, в). Диаметр отверстия тонкого конца стеклянной трубочки соответствует толщине обводки букв определенного размера шрифта. Для удобства работы можно загнуть конец трубочки, нагревая ее в пламени.

При работе стеклянными трубочками не следует класть их с остатками туши на чертежную доску. Конец трубочки надо опустить во флакон с тушью, иначе засохшая тушь сделает трубочку непригодной для работы. После окончания работы нужно промыть трубочку водой.

Начертание букв латинского и греческого алфавитов с наклоном 75° показано на рис. 34 и 35.

На рис. 36 показано написание арабских и римских цифр шрифтом типа Б с наклоном.

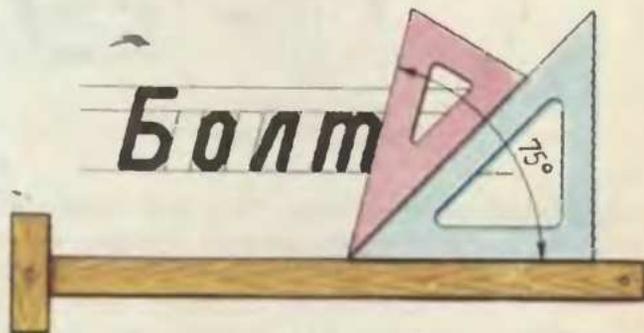


РИС. 31

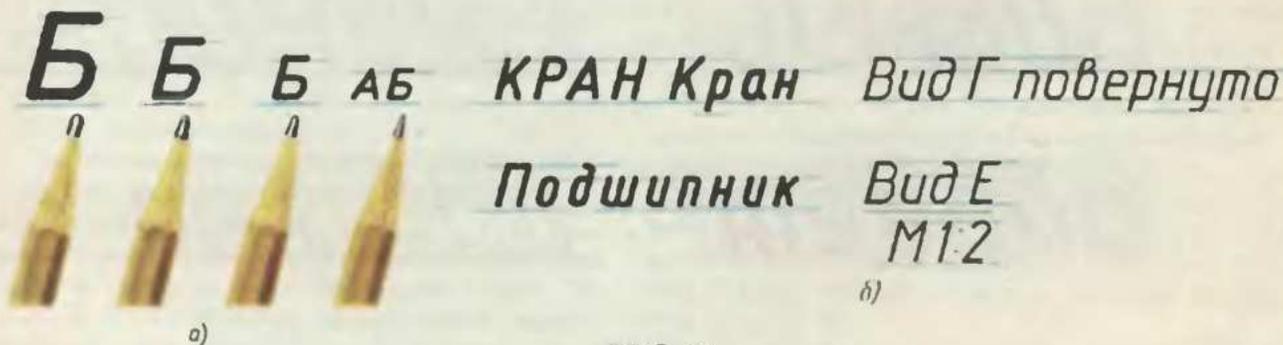


РИС. 32

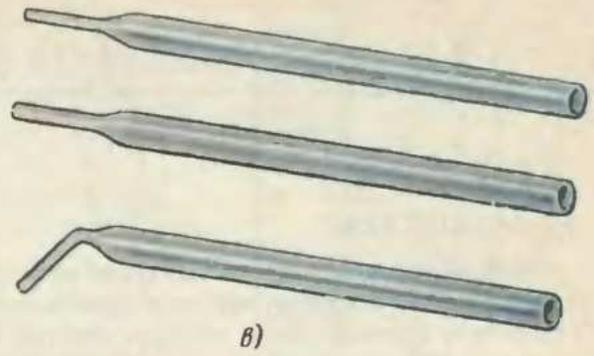
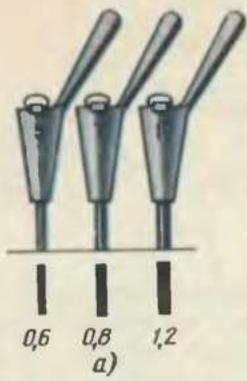


РИС. 33

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

РИС. 34

ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΛΜΝΞΟΠΡΣΤΥΦΧΨΩ
 αβγδεζηθικλμνξοπρστυφχψω

РИС. 35

I III IV VI VIII IX V

1234567890

РИС. 36

§ 1. МАСШТАБЫ

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

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

ГОСТ 2.302—68 (СТ СЭВ 1180—78) устанавливает масштабы изображения и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности и строительства (табл. 8).

Таблица 8

Масштабы по ГОСТ 2.302—68 (СТ СЭВ 1180—78)

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

§ 2. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах устанавливает ГОСТ 2.307—68 (СТ СЭВ 1976—79, СТ СЭВ 2180—80).

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.

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. 37, а). Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм (рис. 37, а).

Величина стрелки выбирается в зависимости от толщины s линий видимого контура и должна быть одинакова для всех размерных линий чертежа. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 37, б. 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 возможно ближе к середине.

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 четкими 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 пересекают расположенные близко друг к другу контурные линии, то эти линии допускается прерывать (рис. 39,

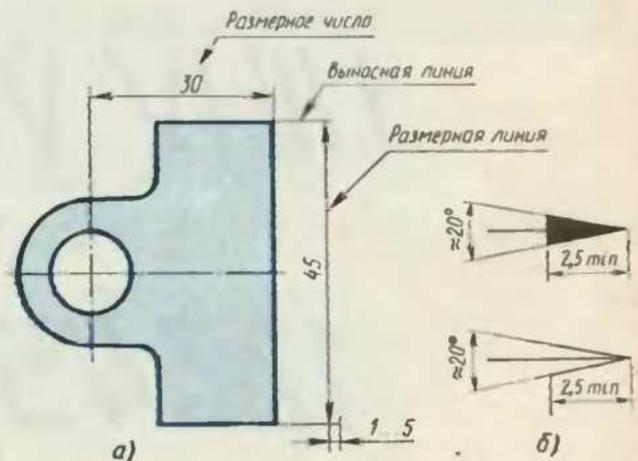


РИС. 37

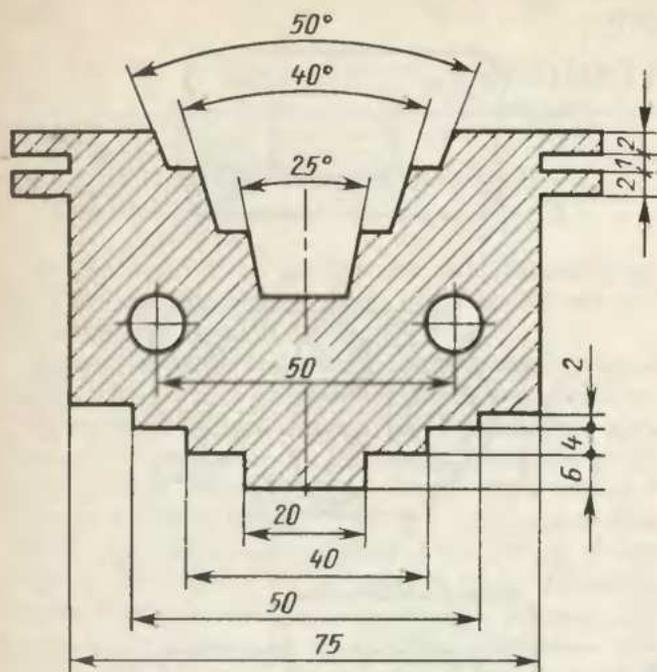
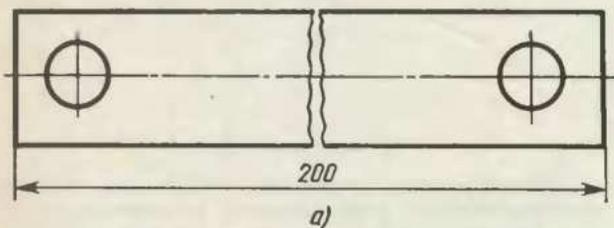


РИС. 38

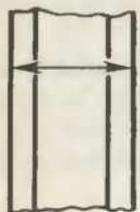
б). В случае, показанном на рис. 39, в, размерную и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм.

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

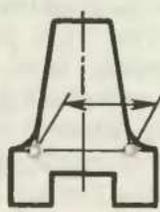
Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий на чертеже определяют наибольшим удобством чтения чертежа. Если для нанесения размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, как показано на рис. 40, б; если недостаточно места для нанесения стрелок,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



а)



б)



в)

РИС. 39

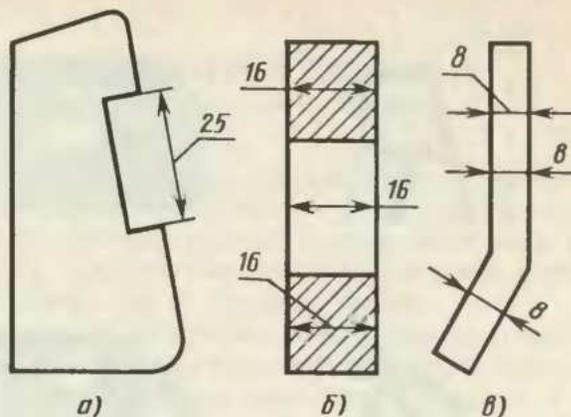


РИС. 40

При указании размера радиуса перед размерным числом ставят прописную букву R . На рис. 41, а 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° ($R 90$ на рис. 41, а). Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра ($R 250$ на рис. 41, а).

Перед размерным числом диаметра ставят знак \varnothing (рис. 41, б), высота которого равна высоте цифр размерных чисел. Знак представляет собой окружность, пересеченную кривой под углом 45° к размерной линии.

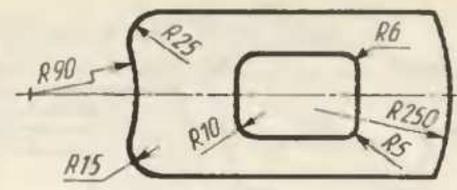
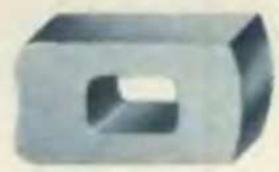
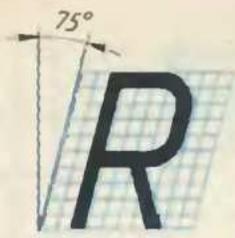
При указании размера диаметра окружности размерную линию можно проводить с обрывом, при этом обрыв размерной линии следует делать несколько дальше центра окружности ($\varnothing 50$ на рис. 41, б).

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

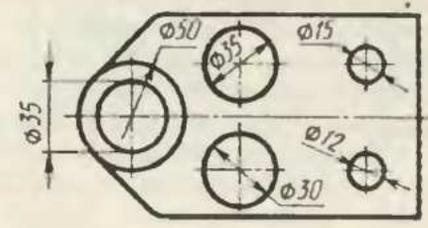
При указании радиуса или диаметра сферы также пользуются знаками R и \varnothing . В случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, допускается надпись «Сфера» или знак \circ , например, «Сфера $\varnothing 30$ » или $\circ R12$.

Размеры квадрата наносят, как показано на рис. 41, в. Высота знака \square должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже (ГОСТ 2.307—68).

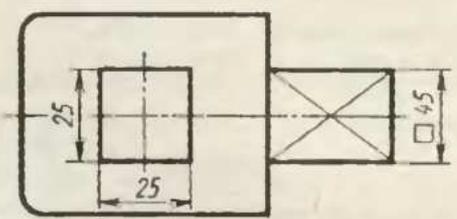
Угловые размеры наносят так, как показано на рис. 41, г. Для указания размера угла размерная линия проводится в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии — радиально. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии, — со стороны вогнутости размерных линий (рис. 41, г).



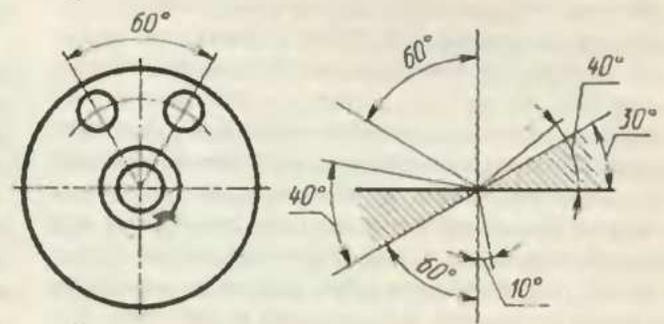
a)



b)



в)



г)

РИС. 41

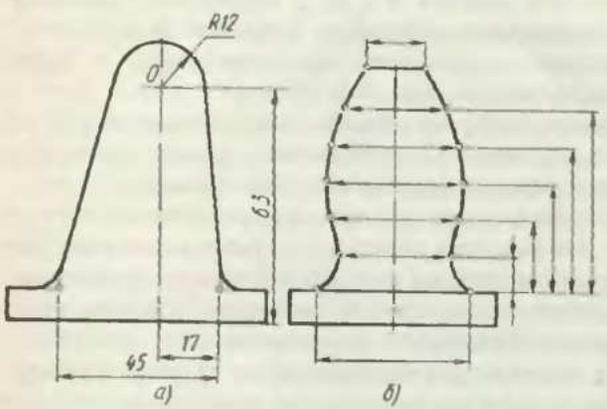


РИС. 42

В заштрихованной зоне наносить размерные числа не рекомендуется. В этом случае размерные числа должны располагаться на горизонтально нанесенных полках (рис. 41, г, размеры 30 и 40°).

В случаях, когда надо показать координаты вершины скругляемого угла или центра дуги, выносные линии проводят от точки пересечения сторон скругляемого угла (размер 45 на рис. 42, а) или от центра дуги скругления (размер 17 на рис. 42, а).

Размеры контура криволинейного профиля наносят, как показано на рис. 42, б.

§ 1. ДЕЛЕНИЕ ОТРЕЗКОВ ПРЯМЫХ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

Из многочисленных построений здесь рассматриваются только те, которые часто встречаются при выполнении чертежей.

Деление отрезка прямой на две и четыре равные части выполняется в следующей последовательности.

Из концов отрезка AB циркулем проводят две дуги окружности радиусом R , несколько большим половины данного отрезка, до взаимного пересечения в точках n и m (рис. 43, *a*). Точки m и n соединяют прямой, которая пересекает отрезок AB в точке C . Точка C делит отрезок AB на две равные части. Прделавав подобное построение для отрезка AC , находим его середину — точку D . Повторив построение для отрезка CB , разделим отрезок AB на четыре равные части.

При вычерчивании детали, показанной на рис. 43, *б*, применяется способ деления отрезка на четыре части.

Деление отрезка прямой на любое число равных частей. Пусть отрезок AB требуется разделить на 11 равных частей. Для этого из любого конца данного отрезка, например из точки B (рис. 44, *a*), проводят под произвольным острым углом вспомогательную прямую линию BC , на которой от точки B измерительным циркулем откладывают 11 равных отрезков

произвольной величины. Крайнюю точку 11 последней отложенной части соединяют с точкой A прямой AB . Затем с помощью линейки и угольника проводят ряд прямых, параллельных прямой $11A$, которые и делят отрезок AB на 11 равных частей.

На рис. 44, *б* показана деталь, при изготовлении которой необходимо разместить 10 центров отверстий; отверстия равномерно расположены на длине L . В этом случае применяется описанный выше способ деления отрезка прямой на равные части.

§ 2. ПОСТРОЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ ТРАНСПОРТИРОМ

Транспортир — это прибор для измерения и построения углов. Это полукруг с разбивкой на градусы, соединенный с опорной планкой.

Для измерения угла транспортир прикладывают опорной планкой к одной из сторон данного угла (рис. 45, *a*) так, чтобы вершина угла (точка A) совпала с точкой O на транспортире. Величину угла CAB в градусах определяют по шкале транспортира.

Для построения угла заданной величины (в градусах) со стороной AB и вершиной в точке A к AB прикладывают транспортир так, чтобы его центр (точка O) совпал с точкой A прямой AB , затем у деления шкалы транспортира, соответствующего заданному числу гра-

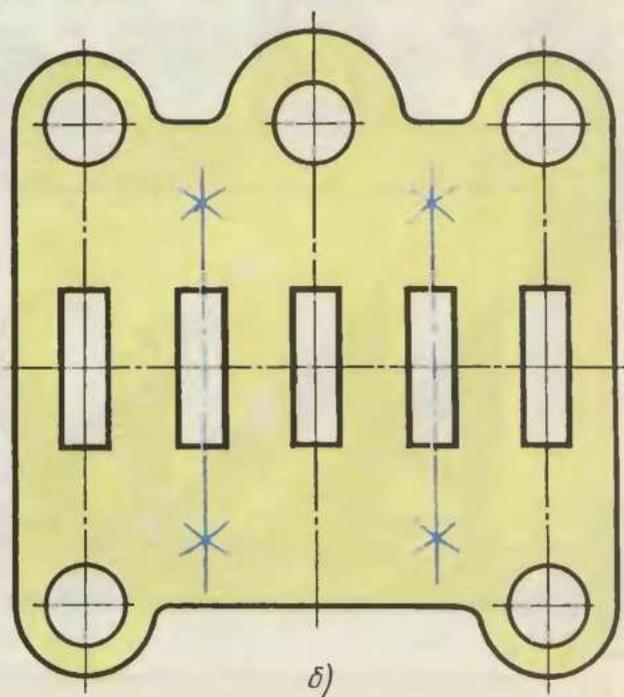
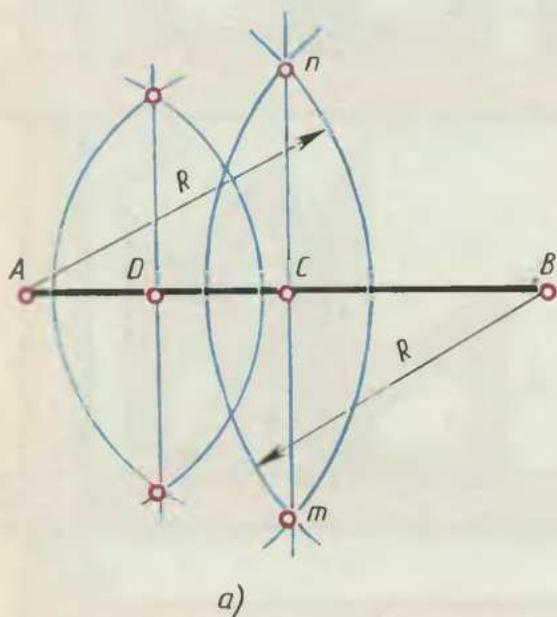


РИС. 43

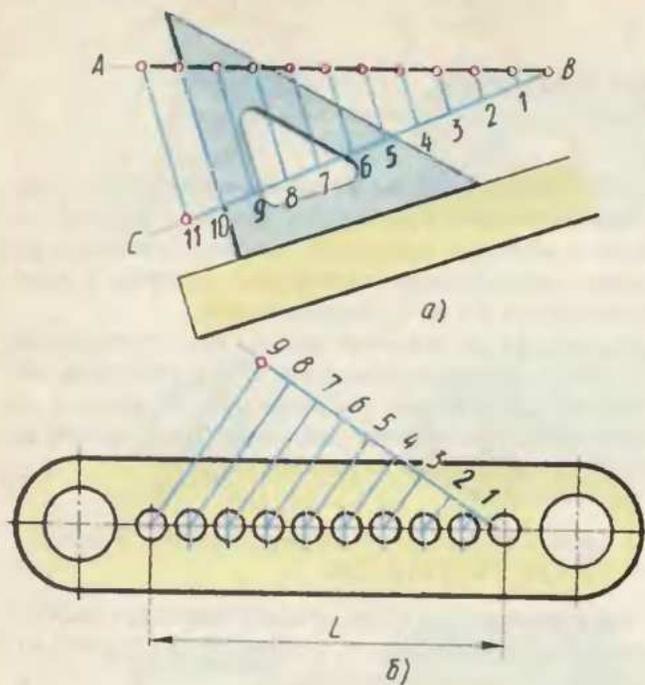


РИС. 44

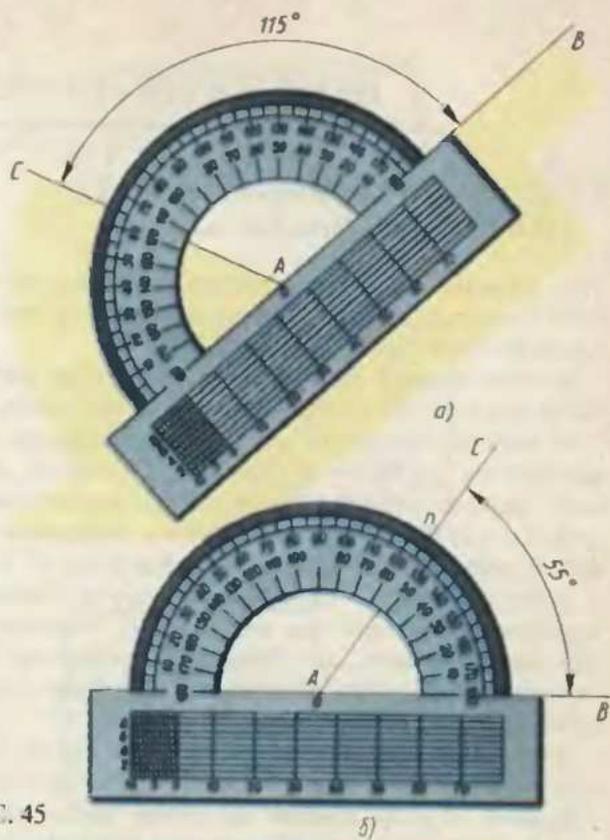


РИС. 45

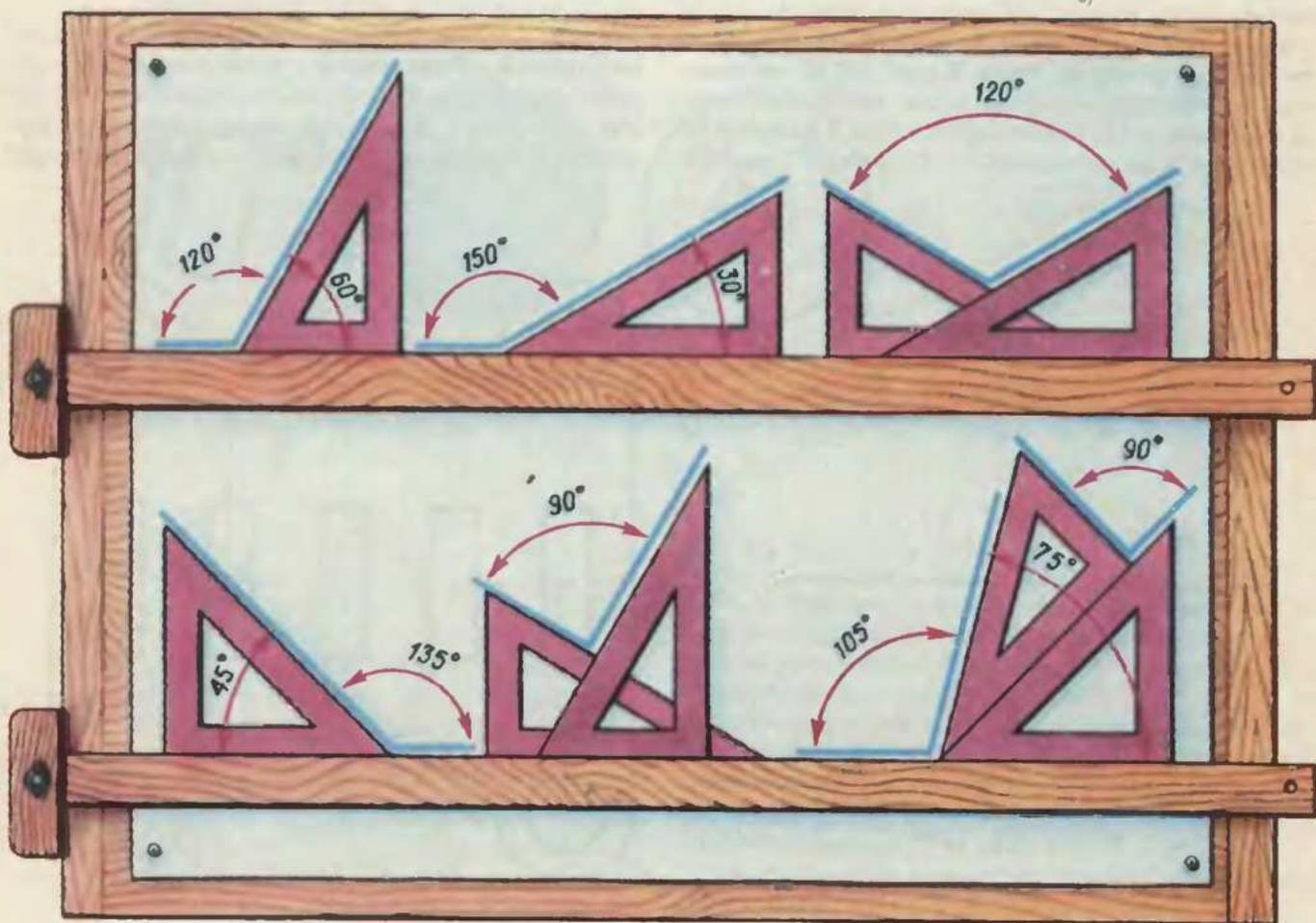


РИС. 46

дусов (например, 55°), наносят точку n . Транспортир убирают и проводят через точку n отрезок AC — получают заданный угол CAB (рис. 45, б).

Углы можно строить при помощи угольников с углами 45 , 30 и 60° и линейки или рейсшины. На рис. 46 показано, как при различных положениях угольников на рейсшине можно строить углы 60 (120), 30 (150), 45° (135°) и другие при использовании одновременно двух угольников.

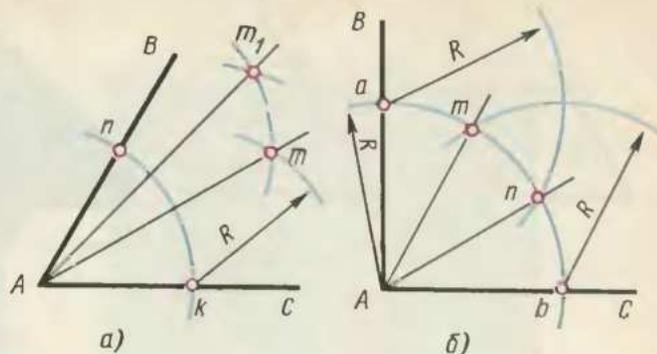


РИС. 47

§ 3. ПОСТРОЕНИЕ И ДЕЛЕНИЕ УГЛОВ

Деление угла на две и четыре равные части. Из вершины угла провести произвольным радиусом дугу до пересечения со сторонами угла BAC в точках n и k (рис. 47, а). Из полученных точек проводят две дуги радиусом R , несколько большим половины длины дуги nk , до взаимного пересечения в точке m . Вершину угла соединяют с точкой m прямой, которая делит угол BAC пополам. Эта прямая называется биссектрисой угла BAC . Повторяя это построение с полученными углами BAm и mAC углом BAC можно разделить на четыре равные части и т. д.

Деление прямого угла на три равные части. Из вершины A прямого угла (рис. 47, б) произвольным радиусом R описывают дугу окружности до пересечения ее со сторонами прямого угла в точках a и b , из которых проводят дуги окружности того же радиуса R до пересечения с дугой ab в точках m и n . Точки m и n соединяют с вершиной угла A прямыми и получают стороны Am и An углов BAm и nAC , равных $1/3$ прямого угла, т. е. 30° . Если каждый из этих углов разделить пополам, то прямой угол будет разделен на шесть равных частей, каждый из углов будет равняться 15° . Прямой угол ABC можно разделить на три равные части угольником с углами 30 и 60° (рис. 48, а). При выполнении чертежей

нередко требуется разделить прямой угол на две равные части. Это можно выполнять угольником с углом 45° (рис. 48, б).

Построение угла, равного данному. Пусть задан угол BAC . Требуется построить такой же угол. Через произвольную точку A_1 проводим прямую A_1C_1 . Из точки A описываем дугу произвольным радиусом R , которая пересечет угол BAC в точках m и n (рис. 49, а). Из точки A_1 проводим дугу тем же радиусом и получаем точку m_1 . Из точки m_1 проводим дугу радиусом R_1 , равным отрезку mn , до пересечения с ранее проведенной дугой радиуса R в точке n_1 (рис. 49, б). Точку n_1 соединяем с точкой A_1 и получаем угол $B_1A_1C_1$, величина которого равна данному углу BAC .

Применение вышеизложенного построения угла по заданному показано на рис. 49, в и г. На рис. 49, в изображена деталь, чертеж которой надо вычертить, а на рис. 49, г показан этот чертеж, при выполнении которого использован способ построения угла по заданному.

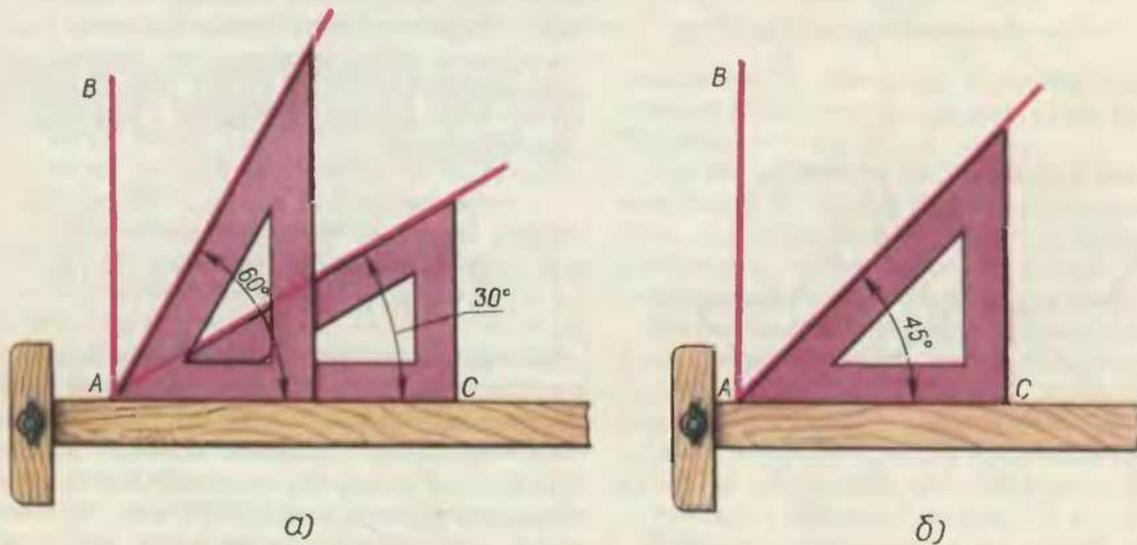


РИС. 48

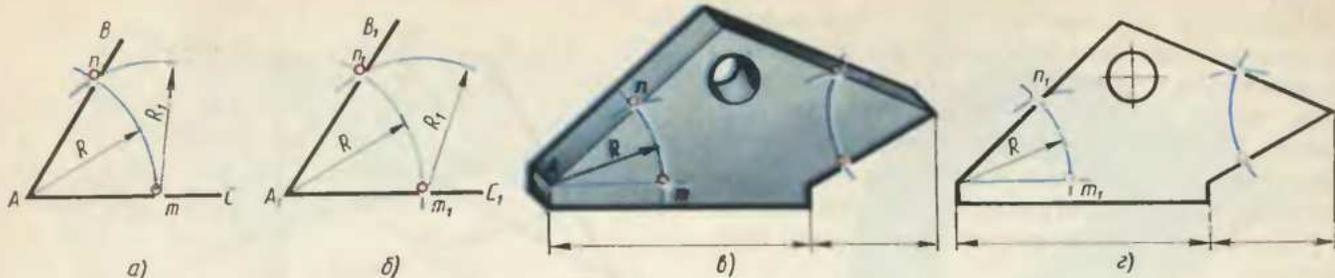


РИС. 49

§ 4. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОУГОЛЬНИКОВ

Способ триангуляции. Построение многоугольников этим способом основано на последовательном построении ряда треугольников, примыкающих сторонами друг к другу. Этот способ будет применяться в дальнейшем при построении разверток поверхностей геометрических тел.

Рассмотрим пример такого построения. На рис. 50, а показана пластина с пятиугольным отверстием. Измеряя длины сторон пятиугольника, можно построить на чертеже контурное очертание многоугольного отверстия.

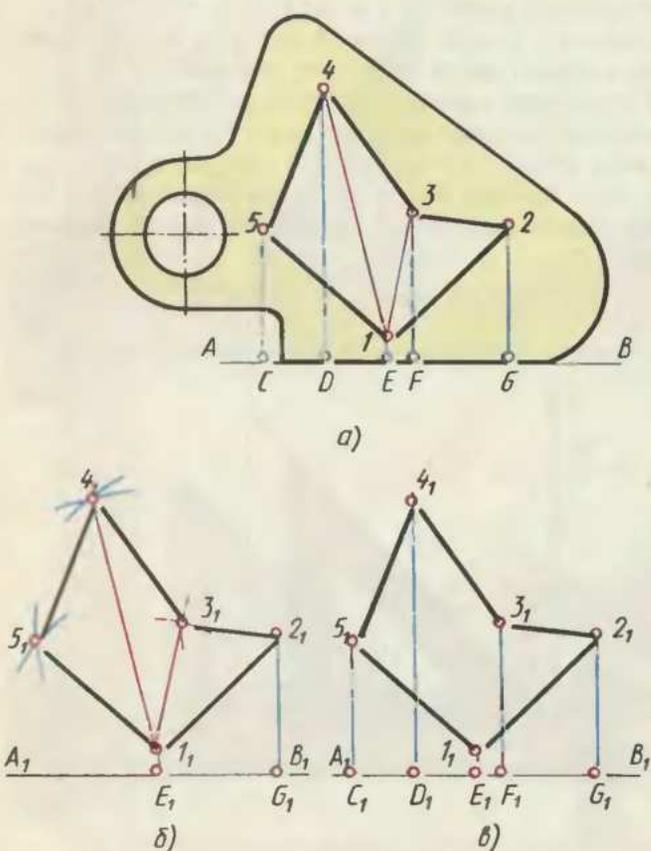


РИС. 50

Треугольники в рассматриваемом многоугольнике можно получить, проведя диагонали 13, 14 (рис. 50, а). Последовательность построения многоугольника на чертеже в данном примере следующая.

На детали произвольно выбираем базовую линию (например, AB), на которую из точек 1 и 2 опускаем перпендикуляр, и получаем точки E и G . На чертеже наносим базовую линию A_1B_1 , на которой откладываем отрезок E_1G_1 , равный отрезку EG . Из точек E_1 и G_1 восстанавливаем перпендикуляры, на которых откладываем взятые с детали отрезки E_1 и G_1 (рис. 50, б). Получим точки 1_1 и 2_1 . Из точек 1_1 и 2_1 , как из центров, циркулем описываем две дуги радиусами, равными отрезками 13 и 23, взятых с детали. Точка пересечения дуг является вершиной 3_1 искомого треугольника $1_12_13_1$. Таким же способом из точек 1_1 и 3_1 описываем две дуги радиусами, равными отрезкам 34 и 14, находим вершину 4_1 . Затем из точек 4_1 и 1_1 , как из центров, описываем две дуги радиусами, равными отрезкам 45 и 15, определяем последнюю вершину пятиугольника 5_1 (рис. 50, б).

Построение многоугольника методом прямоугольных координат показано на рис. 50, в. В этом случае из вершин многоугольника 12345 (рис. 50, а) опускаем перпендикуляры на линию AB , получаем точки $GDEFG$. Расстояние между этими точками откладываем на прямой A_1B_1 (рис. 50, в). Из полученных точек $C_1D_1E_1F_1G_1$ восстанавливаем перпендикуляры, на которых откладываем отрезки C_5, D_4, E_1, F_3, G_2 . Искомые точки $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1$ на чертеже соединяют и получают чертеж многоугольника.

§ 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРА ДУГИ ОКРУЖНОСТИ

Многие детали машин и приборов имеют контур очертания, состоящий из прямых линий, лекальных кривых и дуг окружностей. При вычерчивании деталей часто приходится определять величину радиусов дуг окружностей контурных очертаний детали и находить положение центров этих дуг. На рис. 51, а показана деталь (кронштейн), левая часть ребра которой выполнена по дуге окружности.

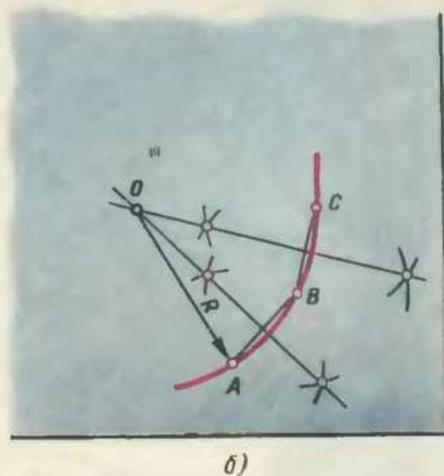
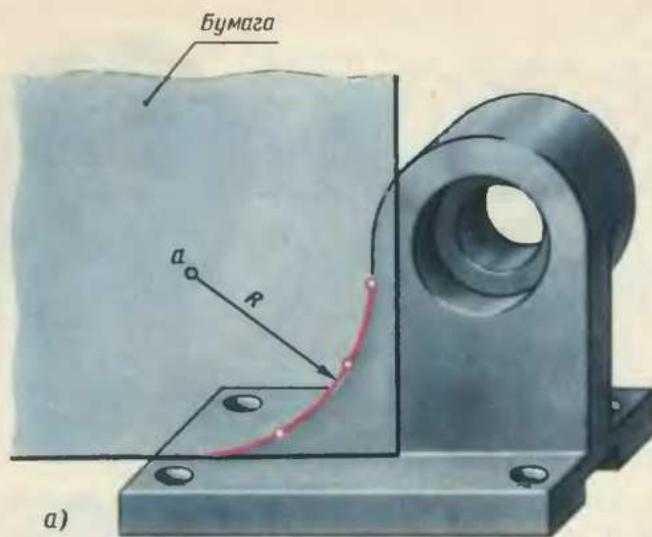


РИС. 51

Чтобы найти положение центра и величину радиуса данной дуги, предварительно делают отпечаток дуги на бумаге. При помощи циркуля и линейки можно определить центр и размер радиуса дуги окружности, для этого на отпечатке дуги намечают три произвольно расположенные на ней точки A , B и C (рис. 51, б) и проводят хорды AB и BC . При помощи циркуля и линейки проводят перпендикуляры через середины хорд AB и BC . Точка пересечения перпендикуляров (точка O) является искомым центром дуги детали, а расстояние от точки O до любой точки дуги будет размером радиуса.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Назовите основные форматы чертежей по ГОСТ 2.301—68 (СТ СЭВ 1182—78).
2. Как образуются дополнительные форматы чертежей?
3. В каких пределах должна быть толщина сплошной толстой основной линии?
4. Какая толщина принята для штриховой, штрихпунктирной тонкой и сплошной волнистой линии в зависимости от толщины сплошной толстой основной линии?
5. Какие установлены размеры шрифта и чем определяется размер шрифта?
6. В каких случаях уменьшается расстояние между буквами?
7. Могут ли пересекаться на чертеже размерные линии?

ГЛАВА 6

ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

Некоторые детали машин и приборов имеют элементы, равномерно расположенные по окружности, например, детали на рис. 52—59. При выполнении чертежей подобных деталей необходимо знать правила деления окружности на равное количество частей.

Деление окружности на четыре и восемь равных частей. На рис. 52, а показана крышка, в которой имеется восемь отверстий, равномерно расположенных по окружности. При построении чертежа контура крышки (рис. 52, з) необходимо разделить окружность на восемь равных частей. Это можно сделать с помощью угольника с углами 45° (рис. 52, в), гипотенуза угольника должна проходить через центр окружности, или построением.

Два взаимно перпендикулярных диаметра окружности делят ее на четыре равные части (точки 1, 3, 5, 7 на рис. 52, б). Чтобы разделить окружность на восемь

равных частей, применяют известный прием деления прямого угла с помощью циркуля на две равные части. Получают точки 2, 4, 6, 8.

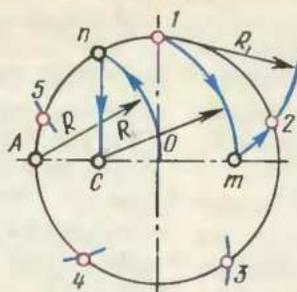
Деление окружности на три, шесть и двенадцать равных частей. Во фланце (рис. 53, а) имеется три отверстия, равномерно расположенных по окружности. При выполнении чертежа контура фланца (рис. 53, з) нужно разделить окружность на три равные части.

Для нахождения точек, делящих окружность радиуса R на три равные части, достаточно из любой точки окружности, например точки A , провести дугу радиусом R . Пересечения дуги с окружностью дают две искомые точки 2 и 3; третья точка деления будет находиться на пересечении оси окружности, проведенной из точки A , с окружностью (рис. 53, б).

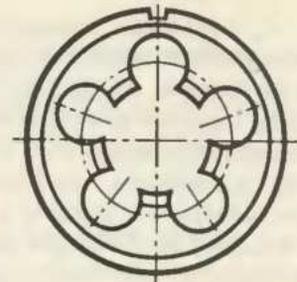
Разделить окружность на три равные части можно также угольником с углами 30° и 60° (рис. 53, в), гипоте-



a)



б)

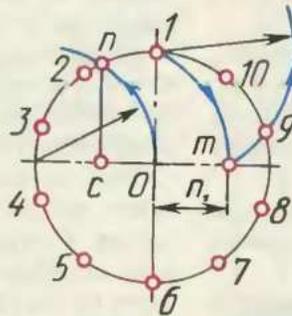


в)

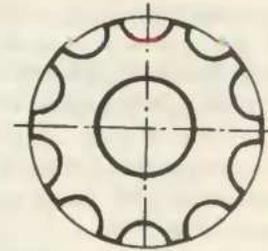
РИС. 56



a)



б)

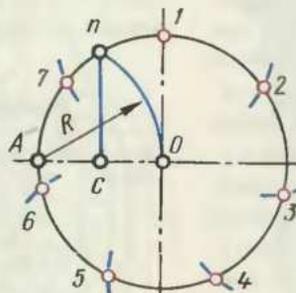


в)

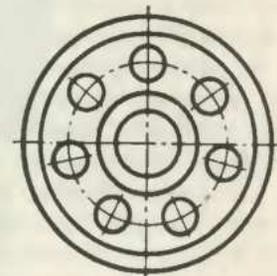
РИС. 57



a)



б)

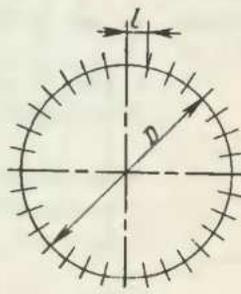


в)

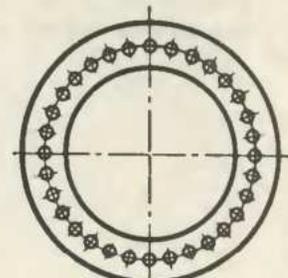
РИС. 58



a)



б)



в)

РИС. 59

нуза угольника должна проходить через центр окружности.

На рис. 54, б показано деление окружности циркулем на шесть равных частей. В этом случае выполняется то же построение, что на рис. 53, б, но дугу описывают не один, а два раза, из точек 1 и 4 радиусом R , равным радиусу окружности.

Разделить окружность на шесть равных частей можно и угольником с углами 30 и 60° (рис. 54, в). На рис. 54, а показана крышка, при выполнении чертежа которой необходимо выполнить деление окружности на шесть частей.

Чтобы выполнить чертеж детали (рис. 55, а), которая имеет 12 отверстий, равномерно расположенных по окружностям, нужно разделить осевую окружность на 12 равных частей (рис. 55, г).

При делении окружности на 12 равных частей с помощью циркуля можно использовать тот же прием, что и при делении окружности на шесть равных частей (рис. 54, б), но дуги радиусом R описывать четыре раза из точек 1, 7, 4 и 10 (рис. 55, б).

Используя угольник с углами 30 и 60° с последующим поворотом его на 180°, делят окружность на 12 равных частей (рис. 55, в).

Деление окружности на пять, десять и семь равных частей. В плашке (рис. 56, а) имеется пять отверстий, равномерно расположенных по окружности. Выполняя чертеж плашки (рис. 56, в), необходимо разделить окружность на пять равных частей. Через намеченный центр O (рис. 56, б) при помощи рейсшины и угольника проводят осевые линии и из точки O циркулем описывают окружность заданного диаметра. Из точки A радиусом R , равным радиусу данной окружности, проводят дугу, которая пересечет окружность в точке n . Из точки n опускают перпендикуляр на горизонтальную осевую линию, получают точку C . Из точки C радиусом R_1 , равным расстоянию от точки C до точки I , проводят дугу, которая пересечет горизонтальную осевую линию в точке m . Из точки I радиусом R_2 , равным расстоянию от точки I до точки m , проводят дугу, пересекающую окружность в точке 2. Дуга 12 является $1/5$ длины окружности. Точки 3, 4 и 5 находят, откладывая циркулем отрезки, равные mI .

Деталь «звездочка» (рис. 57, а) имеет 10 одинаковых элементов, равномерно расположенных по окружности. Чтобы выполнить чертеж звездочки (рис. 57, в),

следует окружность разделить на 10 равных частей. В этом случае следует применить то же построение, что и при делении окружности на пять частей (см. рис. 56, б). Отрезок n_1 будет равняться хорде, которая делит окружность на 10 равных частей.

На рис. 58, а изображен шкив, а на рис. 58, в — чертеж шкива, где окружность разделена на семь равных частей.

Деление окружности на семь равных частей показано на рис. 58, б. Из точки A проводится вспомогательная дуга радиусом R , равным радиусу данной окружности, которая пересечет окружность в точке n . Из точки n опускают перпендикуляр на горизонтальную осевую линию. Из точки I радиусом, равным отрезку nc , делают по окружности семь засечек и получают семь искомых точек.

Деление окружности на любое число равных частей. С достаточной точностью можно делить окружность на любое число равных частей, пользуясь таблицей коэффициентов для подсчета длины хорды (табл. 9).

Зная, на какое число (n) следует разделить окружность, находят по таблице коэффициент k . При умножении коэффициента k на диаметр окружности D получают длину хорды l , которую циркулем откладывают на окружности n раз.

При построении чертежа кольца (рис. 59, а) необходимо окружность диаметра $D=142$ мм разделить на 32 равные части. Количеству частей окружности $n=32$ соответствует коэффициент $k=0,098$. Подсчитав длину хорды $l=Dk=142 \times 0,098=13,9$ мм, ее циркулем откладывают на окружности 32 раза (рис. 59, б и в).

Таблица 9

Коэффициенты для подсчета длины хорды

Число частей n	Коэффициент k	Число частей n	Коэффициент k	Число частей n	Коэффициент k
7	0,434	17	0,184	27	0,116
8	0,383	18	0,174	28	0,112
9	0,342	19	0,165	29	0,108
10	0,309	20	0,156	30	0,104
11	0,282	21	0,149	31	0,101
12	0,259	22	0,142	32	0,098
13	0,239	23	0,136	33	0,095
14	0,223	24	0,130	34	0,092
15	0,208	25	0,125	35	0,900
16	0,195	26	0,120	36	0,087

При вычерчивании деталей машин и приборов, контуры очертаний которых состоят из прямых линий и дуг окружностей с плавными переходами от одной линии в другую, часто применяют сопряжения. Сопряжением называется плавный переход одной линии в другую. На рис. 60 показаны примеры применения сопряжений.

Контур рычага (рис. 60, а) состоит из отдельных линий, плавно переходящих одна в другую, например, в точках A, A_1 виден плавный переход от дуги окружности к прямой линии, а в точках B, B_1 — от дуги одной окружности к дуге другой окружности (рис. 60, б). На рис. 60, в изображен двурогий крюк. На чертеже контура крюка (рис. 60, г) в точке A виден плавный переход от дуги окружности $\varnothing 200$ к прямой линии, а в

§ 1. СОПРЯЖЕНИЕ ДВУХ СТОРОН УГЛА ДУГОЙ ОКРУЖНОСТИ ЗАДАННОГО РАДИУСА

При выполнении чертежей деталей, показанных на рис. 62, б, г, е, выполняют построение сопряжения двух сторон угла дугой окружности заданного радиуса. На рис. 62, а выполнено построение сопряжения сторон острого угла дугой, на рис. 62, в — тупого угла, на рис. 62, д — прямого.

Сопряжением двух сторон угла (острого или тупого) дугой заданного радиуса R выполняют следующим образом (рис. 62, а и в).

Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги R , проводят две вспомогательные прямые

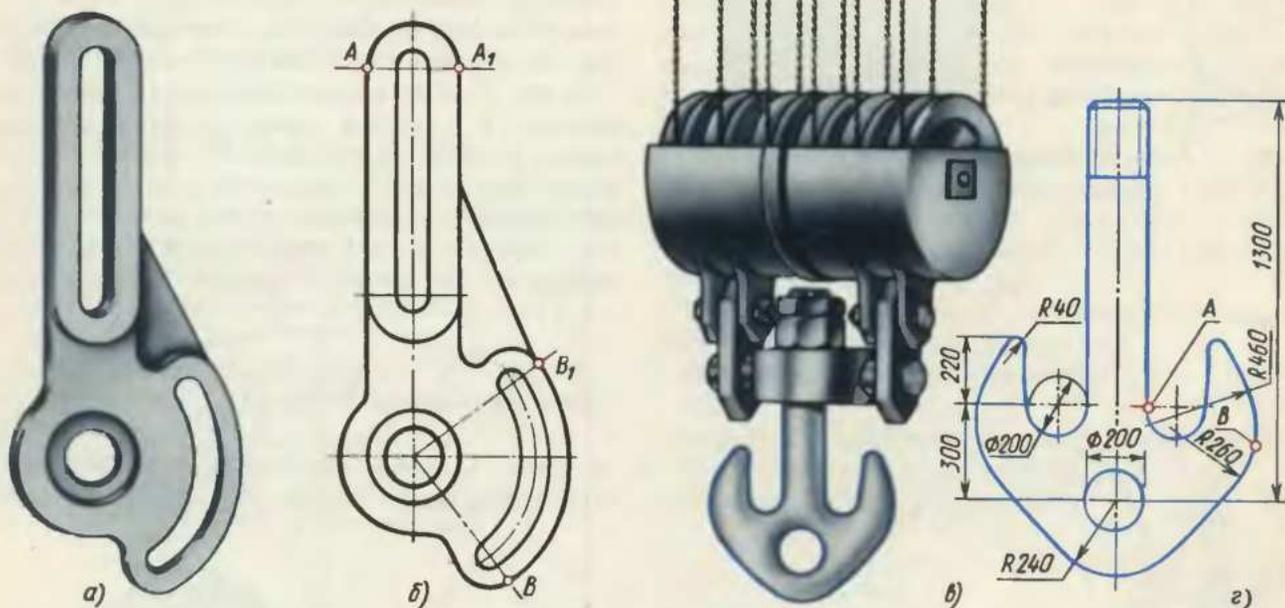


РИС. 60

точке B — от дуги окружности радиуса $R460$ к дуге радиуса $R260$.

Для точного и правильного выполнения чертежей необходимо уметь выполнять построения сопряжений, которые основаны на двух положениях.

1. Для сопряжения прямой линии и дуги необходимо, чтобы центр окружности, которой принадлежит дуга, лежал на перпендикуляре к прямой, восстановленном из точки сопряжения (рис. 61, а).

2. Для сопряжения двух дуг необходимо, чтобы центры окружностей, которым принадлежат дуги, лежали на прямой, проходящей через точку сопряжения (рис. 61, б).

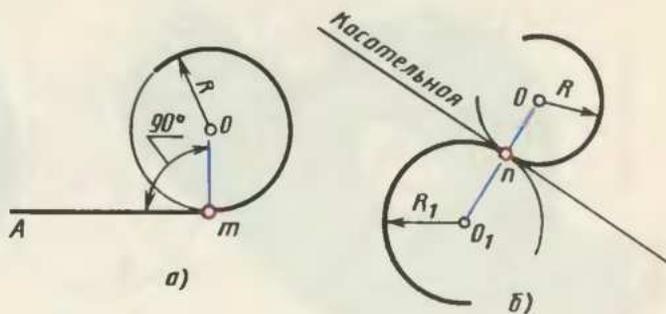


РИС. 61

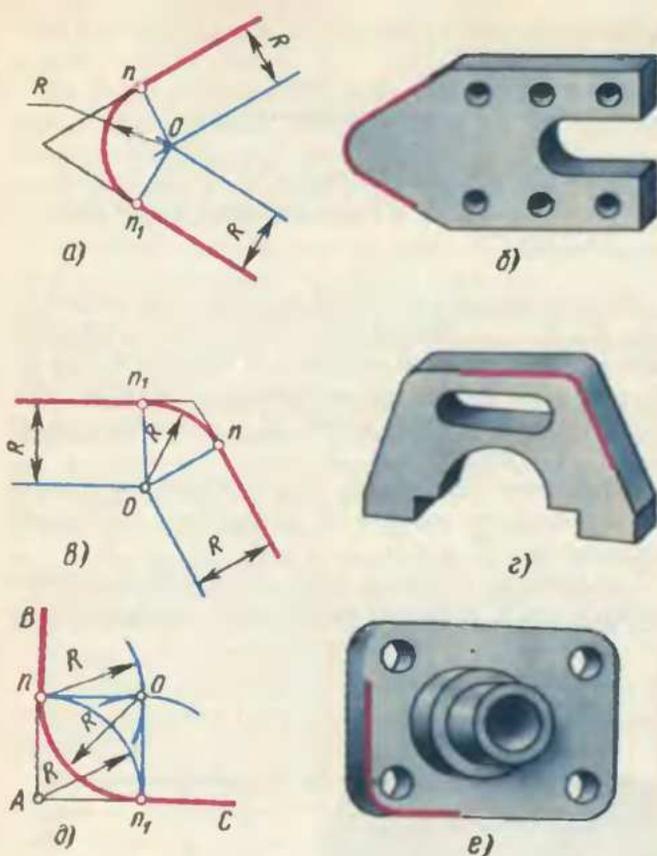


РИС. 62

линии. Точка пересечения этих прямых (точка O) будет центром дуги радиуса R , т. е. центром сопряжения. Из центра O описывают дугу, плавно переходящую в прямые — стороны угла. Дугу заканчивают в точках сопряжения n и n_1 , которые являются основаниями перпендикуляров, опущенных из центра O на стороны угла.

При построении сопряжения сторон прямого угла центр дуги сопряжения проще находить с помощью циркуля (рис. 62, δ). Из вершины угла A проводят дугу радиусом R , равным радиусу сопряжения. На сторонах угла получают точки сопряжения n и n_1 . Из этих точек, как из центров, проводят дуги радиусом R до взаимного пересечения в точке O , являющейся центром сопряжения. Из центра O описывают дугу сопряжения.

§ 2. СОПРЯЖЕНИЕ ПРЯМОЙ С ДУГОЙ ОКРУЖНОСТИ

Сопряжение прямой с дугой окружности может быть выполнено при помощи дуги с внутренним касанием (рис. 63, ϵ) и дуги с внешним касанием (рис. 63, a).

На рис. 63, a показано сопряжение дуги окружности радиусом R и прямой линии AB дугой окружности радиуса r с внешним касанием. Для построения такого сопряжения проводят окружность радиуса R и прямую AB . Параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу r (радиус сопрягающей дуги), проводят прямую ab . Из центра O проводят дугу окружности

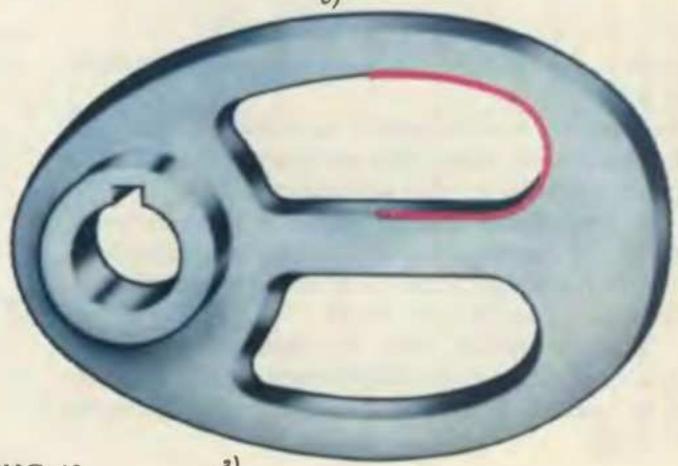
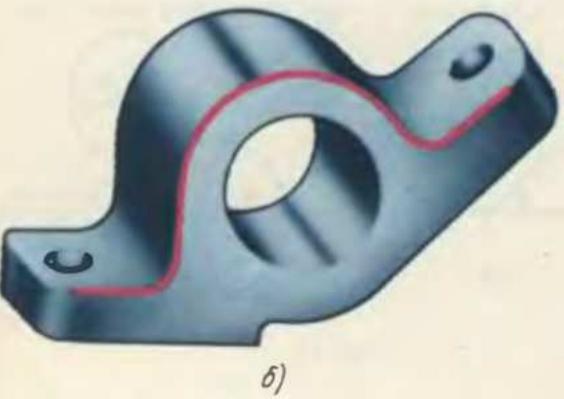
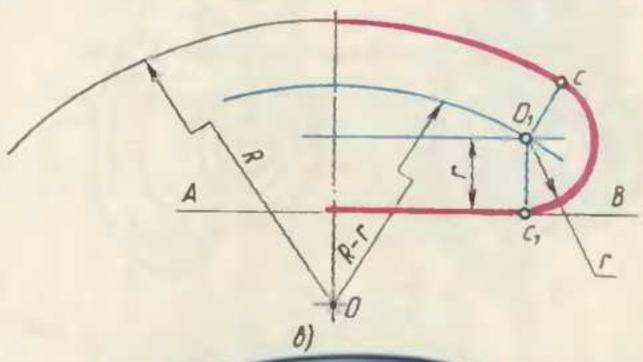
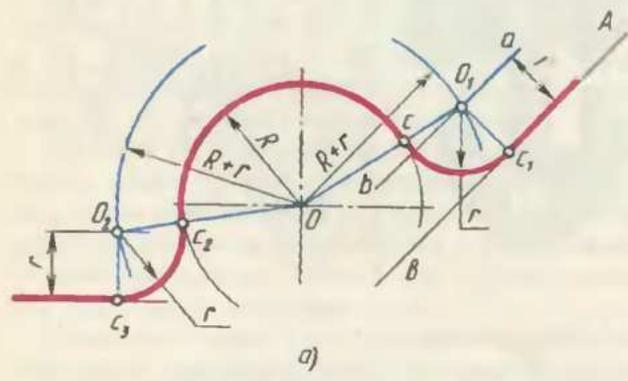


РИС. 63

радиусом, равным сумме радиусов R и r , до пересечения ее с прямой ab в точке O_1 . Точка O_1 является центром дуги сопряжения.

Точку сопряжения c находят на пересечении прямой OO_1 с дугой окружности радиуса R . Точка сопряжения c_1 является основанием перпендикуляра, опущенного из центра O_1 на данную прямую AB . При помощи аналогичных построений могут быть найдены точки O_2, c_2, c_3 .

На рис. 63, б показан кронштейн, при вычерчивании контура которого необходимо выполнить построения, описанные выше.

На рис. 63, в выполнено сопряжение дуги радиуса R с прямой AB дугой радиуса r с внутренним касанием. Центр дуги сопряжения O_1 находится на пересечении вспомогательной прямой, проведенной параллельно данной прямой на расстоянии r , с дугой вспомогательной окружности, описанной из центра O радиусом, равным разности $R-r$. Точка сопряжения c_1 является основанием перпендикуляра, опущенного из точки O_1 на данную прямую. Точку сопряжения c находят на пересечении прямой OO_1 с сопрягаемой дугой. Такое сопряжение выполняют, например, при вычерчивании контура маховика, показанного на рис. 63, г.

§3. СОПРЯЖЕНИЕ ДУГИ С ДУГОЙ

Сопряжение двух дуг окружностей может быть внутренним, внешним и смешанным.

При внутреннем сопряжении центры O и O_1 сопрягаемых дуг находятся внутри сопрягающей дуги радиуса R (рис. 64, б).

При внешнем сопряжении центры O и O_1 сопрягаемых дуг радиусов R_1 и R_2 находятся вне сопрягающей дуги радиуса R (рис. 64, в).

При смешанном сопряжении центр O_1 одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги

радиуса R , а центр O другой сопрягаемой дуги вне ее (рис. 65, а).

На рис. 64, а показана деталь (серьга), при вычерчивании которой необходимо построение внутреннего и внешнего сопряжения.

Построение внутреннего сопряжения.

Задано:

- радиусы сопрягаемых окружностей R_1 и R_2 ;
- расстояния l_1 и l_2 между центрами этих дуг;
- радиус R сопрягающей дуги.

Требуется:

- определить положение центра O_2 сопрягающей дуги;
- найти точки сопряжения s_1 и s_2 ;
- провести дугу сопряжения.

Построение сопряжения показано на рис. 64, б. По заданным расстояниям между центрами l_1 и l_2 на чертеже намечают центры O и O_1 , из которых описывают сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O_1 проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой R_2 , а из центра O — радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой R_1 . Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая и будет искомым центром сопрягающей дуги.

Для нахождения точек сопряжения точку O_2 соединяют с точками O и O_1 прямыми линиями. Точки пересечения продолжения прямых O_2O и O_2O_1 с сопрягаемыми дугами являются искомыми точками сопряжения (точки s и s_1).

Радиусом R из центра O_2 проводят сопрягающую дугу между точками сопряжения s и s_1 .

Построение внешнего сопряжения.

Задано:

- радиусы R_1 и R_2 сопрягаемых дуг окружностей;
- расстояния l_1 и l_2 между центрами этих дуг;
- радиус R сопрягающей дуги.

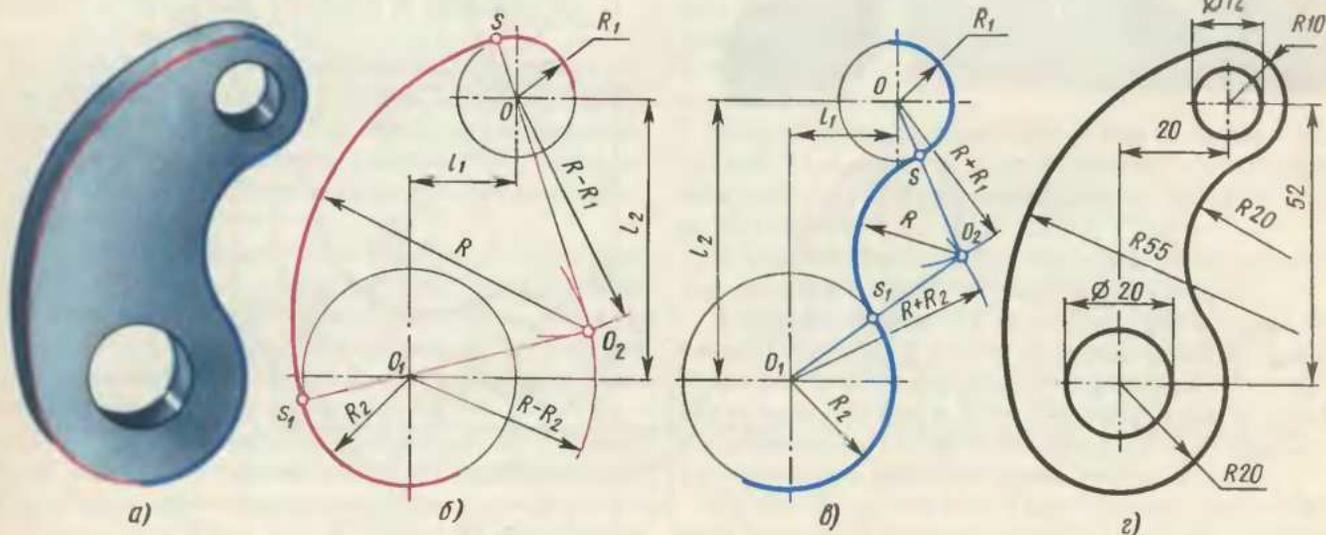


РИС. 64

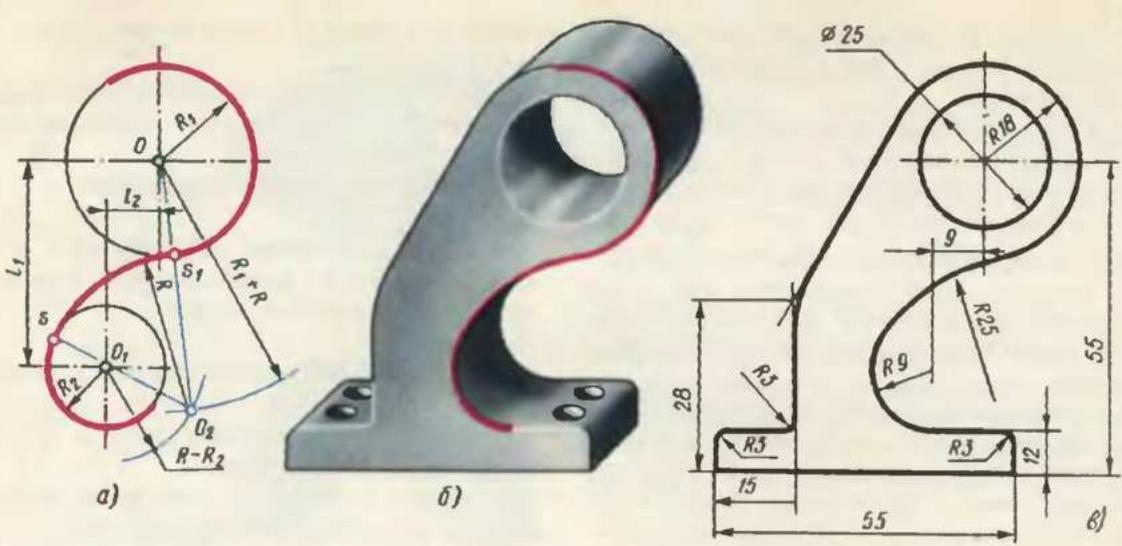


РИС. 65

Требуется:

- а) определить положение центра O_2 сопрягающей дуги;
- б) найти точки сопряжения s и s_1 ;
- в) провести дугу сопряжения.

Построение внешнего сопряжения показано на рис. 64, в. По заданным расстояниям между центрами I_1 и I_2 на чертеже находят точки O и O_1 , из которых описы-

вают сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_1 и сопрягающей R , а из центра O_1 — радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_2 и сопрягающей R . Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая будет искомым центром сопрягающей дуги.

Для нахождения точек сопряжения центры дуг сое-

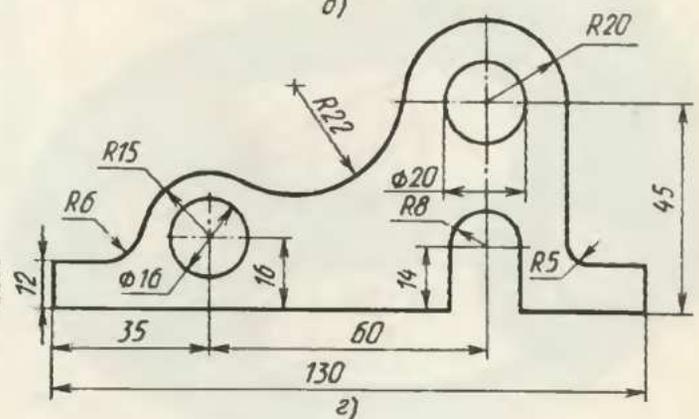
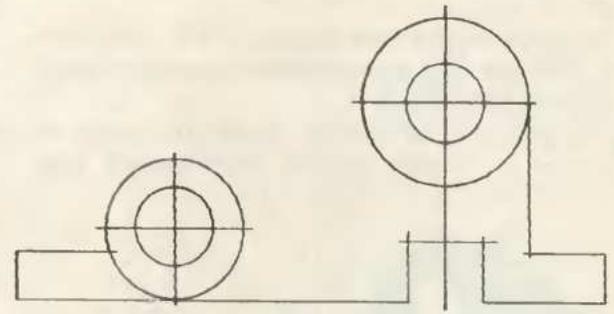
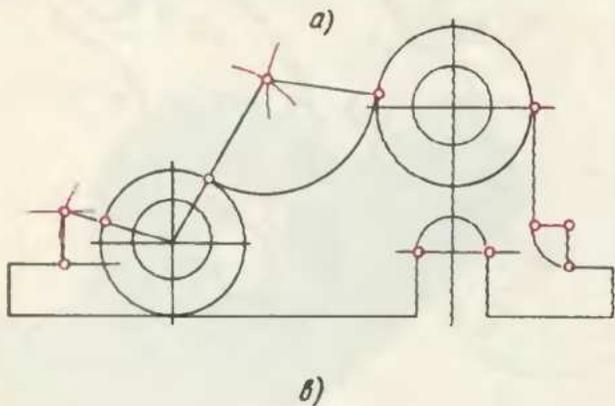
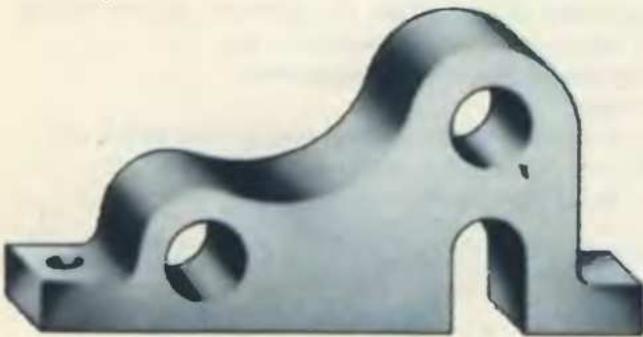


РИС. 66

диняют прямыми линиями OO_2 и O_1O_2 . Эти две прямые пересекают сопрягаемые дуги в точках сопряжения s и s_1 .

Из центра O_2 радиусом R проводят сопрягающую дугу, ограничивая ее точками сопряжения s_1 и s .

Построение смешанного сопряжения. Пример смешанного сопряжения приведен на рис. 65, б и в, где изображены кронштейн и его чертеж.

Задано:

- а) радиусы R_1 и R_2 сопрягаемых дуг окружностей;
- б) расстояния l_1 и l_2 между центрами этих дуг;
- в) радиус R сопрягающей дуги.

Требуется:

а) определить положение центра O_2 сопрягающей дуги;

б) найти точки сопряжения s и s_1 ;

в) провести дугу сопряжения.

По заданным расстояниям между центрами l_1 и l_2 на чертеже намечают центры O и O_1 , из которых описывают сопрягаемые дуги радиусов R_1 и R_2 . Из центра O проводят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_1 и сопряга-

ющей R , а из центра O_1 — радиусом, равным разности радиусов R и R_2 . Вспомогательные дуги пересекутся в точке O_2 , которая будет искомым центром сопрягающей дуги.

Соединив точки O и O_2 прямой, получают точку сопряжения s_1 ; соединив точки O_1 и O_2 , находят точку сопряжения s . Из центра O_2 проводят дугу сопряжения от s до s_1 .

При вычерчивании контура детали необходимо разобратся, где имеются плавные переходы, и представить себе, где надо выполнить те или иные виды сопряжения.

Для приобретения навыков построения сопряжения выполняют упражнения по вычерчиванию контуров сложных деталей. Перед упражнением необходимо просмотреть задание, наметить порядок построения сопряжений и только после этого приступить к выполнению построений.

На рис. 66, а изображена деталь (кронштейн), а на рис. 66, б, в, г показана последовательность выполнения контурного очертания этой детали с построением различных видов сопряжений.

ГЛАВА 8

КОРОБОВЫЕ КРИВЫЕ ЛИНИИ

Контурные таких деталей, как фланец и кулачок, могут ограничиваться коробовыми кривыми. Коробовые кривые состоят из сопрягающихся дуг окружностей различных диаметров. К таким кривым относятся овалы, овоиды, завитки.

§ 1. ПОСТРОЕНИЕ ОВАЛА И ОВОИДА

Последовательность построения овала по заданному размеру большой оси овала AB производят следующим образом (рис. 67, а). Ось AB делят на три равные части (A_1O , O_1O_2 , O_2B). Радиусом, равным O_1O_2 , из точек деления O_1 и O_2 проводят окружности, пересекающиеся в точках m и n .

Соединив точки n и m с точками O_1 и O_2 , получают прямые nO_1 , nO_2 , mO_1 и mO_2 , которые продолжают до пересечения с окружностями. Полученные точки 1, 2, 3 и 4 являются точками сопряжения дуг. Из точек m и n , как из центров, радиусом R_1 , равным $n2$ и $m3$, проводят верхнюю дугу 12 и нижнюю дугу 34.

Контур фланца, изображенный на рис. 67, б, имеет форму овала. Построение овала по двум заданным осям AB и CD приведено на рис. 67, в.

Проводят оси AB и CD . Из точки их пересечения радиусом OC (половина малой оси овала) проводят

дугу до пересечения с большой осью овала AB в точке N . Точку A соединяют прямой с точкой C и на ней от точки C откладывают отрезок NB , получают точку N_1 . В середине отрезка AN_1 восстанавливают перпендикуляр и продолжают его до пересечения с большой и малой осями овала в точках O_1 и n . Расстояние OO_1 откладывают по большой оси овала вправо от точки O , а расстояние on от точки O откладывают по малой оси овала вверх, получают точки n_1 и O_2 . Точки n и n_1 являются центрами верхней дуги 12 и нижней дуги 34 овала, а точки O_1 и O_2 — центрами дуг 13 и 24. Получают искомый овал.

Овоид в отличие от овала имеет только одну ось симметрии. Радиусы R и R_1 дуг окружностей, центры которых лежат на оси симметрии овоида, не равны друг другу (рис. 67, д).

Построение овоида по заданной оси AB выполняется в следующей последовательности (рис. 67, д).

Проводят окружность диаметром, равным оси AB овоида. Из точек A и B через точку O_1 (точка пересечения окружности радиуса R с осью симметрии) проводят прямые. Из точек A и B , как из центров, радиусом R_2 , равным оси AB , проводят дуги An и Bm , а из центра O_1 радиусом R_1 проводят малую дугу овоида nm .

На рис. 67, е показана часть распределительного вала двигателя; профиль кулачков вала имеет форму овоида.

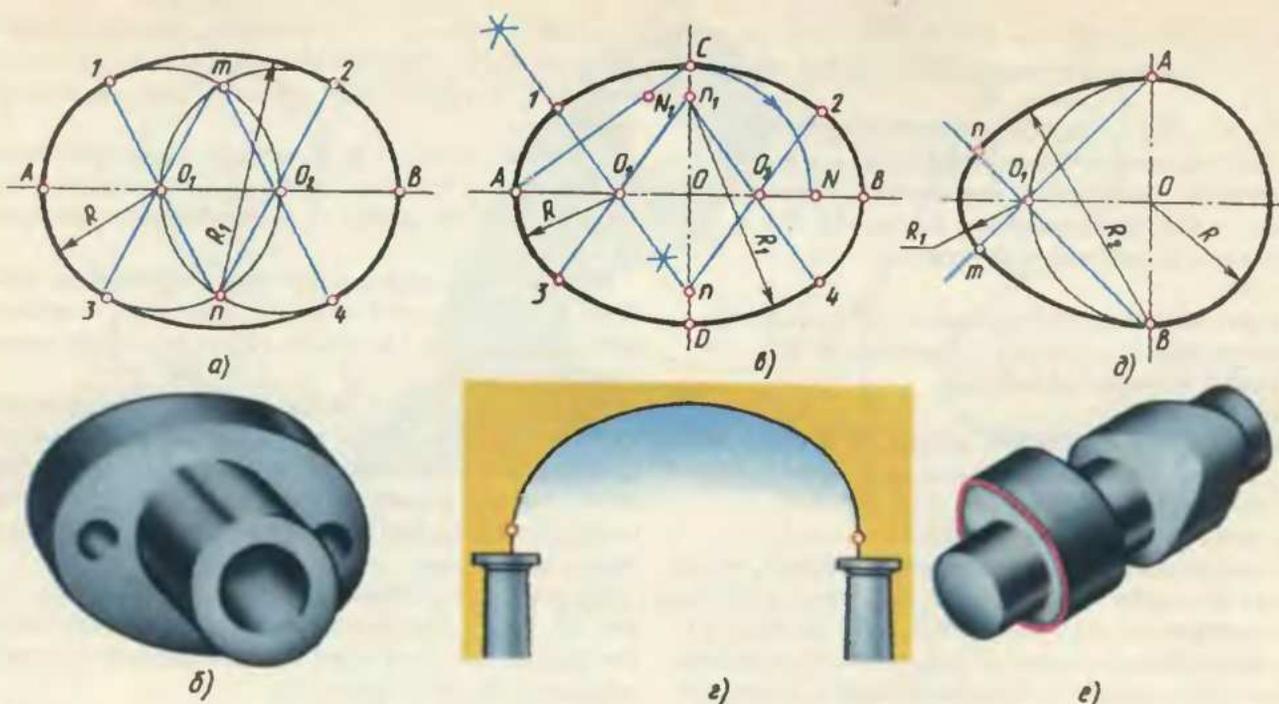


РИС. 67

§ 2. ПОСТРОЕНИЕ ЗАВИТКОВ

Завиток — плоская спиральная кривая, вычерчиваемая циркулем путем сопряжения дуг окружностей.

Построение завитков выполняют при вычерчивании таких деталей, как пружины и спиральные направляющие (рис. 68, а).

Построение завитков выполняется из двух, трех и более центров и зависит от формы и размеров «глазка», который может быть окружностью, правильным треугольником, шестиугольником и т. п. Последовательность построения завитка следующая.

Вычерчивается в тонких линиях контур «глазка», например окружность с диаметром O_1O_2 (рис. 68, б). Из точек O_1 и O_2 , как из центров, проводят две сопряженные между собой полуокружности. Верхняя полуокружность O_2I из центра O_1 , нижняя полуокружность $I2$ из центра O_2 . Получается искомый завиток.

На рис. 68, в «глазок» имеет форму правильного треугольника OO_1O_2 . Стороны треугольника продолжают. Приняв за центры сопряжения вершины треугольника «глазка», проводят в направлении движения часовой стрелки ряд сопряженных между собой дуг. Центром первой дуги является точка O , центром второй — точка O_1 .

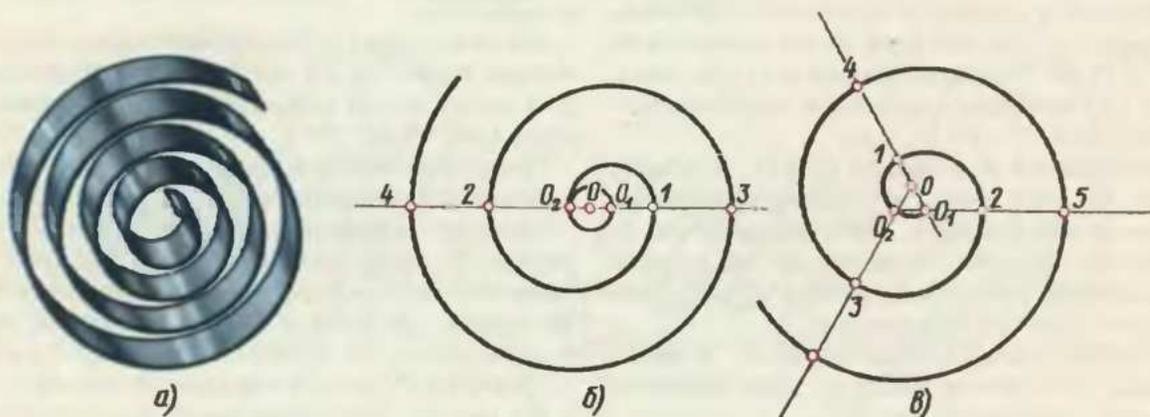


РИС. 68

ГЛАВА 9

ПОСТРОЕНИЕ УКЛОНА И КОНУСНОСТИ

§ 1. ПОСТРОЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ УКЛОНА

Уклоном называют величину, характеризующую наклон одной прямой линии к другой прямой. Уклон выражают дробью или в процентах.

Уклон i отрезка BC относительно отрезка BA определяют отношением катетов прямоугольного треугольника ABC (рис. 69, а), т. е.

$$i = \frac{AC}{AB} = \operatorname{tg} \alpha$$

Для построения прямой BC (рис. 69, а) с заданной величиной уклона к горизонтальной прямой, например 1:4, необходимо от точки A влево отложить отрезок AB , равный четырем единицам длины, а вверх отрезок AC , равный одной единице длины. Точки C и B соеди-

няют прямой, которая дает направление искомого уклона.

Уклоны применяются при вычерчивании деталей, например, стальных балок и рельсов, изготовляемых на прокатных станах, и некоторых деталей, изготовленных литьем (рис. 69, д).

При вычерчивании контура детали с уклоном сначала строится линия уклона (рис. 69, в и г), а затем контур.

Если уклон задается в процентах, например, 20% (рис. 69, б), то линия уклона строится так же, как гипотенуза прямоугольного треугольника. Длину одного из катетов принимают равной 100%, а другого — 20%. Очевидно, что уклон 20% есть иначе уклон 1:5.

По ГОСТ 2.307—68 перед размерным числом, определяющим уклон, наносят условный знак, острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (рис. 69, в и г).

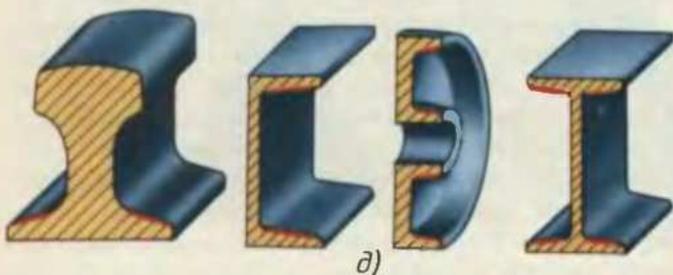
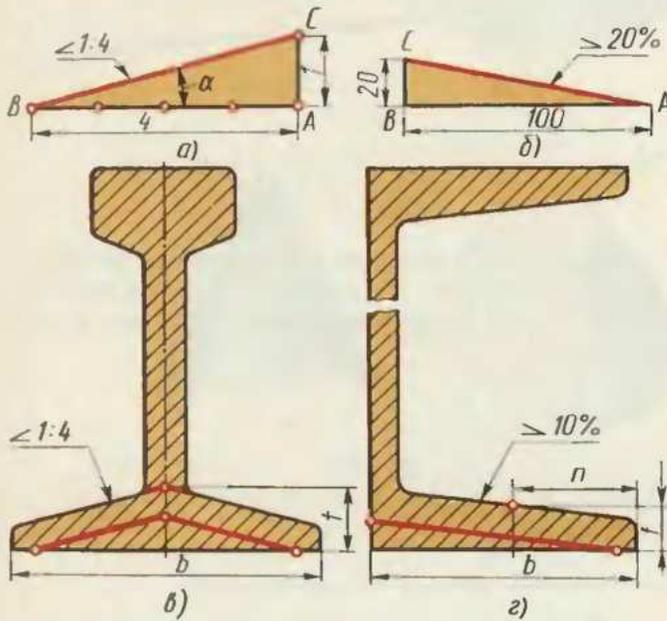


РИС. 69

§ 2. ПОСТРОЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ КОНУСНОСТИ

На рис. 70, а даны для примера детали: оправка, конус и сверло, которые имеют конусность.

Конусностью называется отношение диаметра основания конуса к его высоте (рис. 70, б), обозначается конусность буквой C . Если конус усеченный (рис. 70, в) с диаметрами оснований D и d и длиной L , то конусность определяется по формуле

$$C = \frac{D-d}{L}$$

Например (рис. 70, в), если известны размеры $D=30$ мм, $d=20$ мм и $L=70$ мм, то

$$C = \frac{30-20}{70} = 1:7$$

Если известны конусность C , диаметр одного из оснований конуса d и длина конуса L , можно определить второй диаметр конуса. Например, $C=1:7$, $d=20$ мм и $L=70$ мм; D находят по формуле $D=CL+d=1/7 \times 70+20=30$ мм (рис. 70, з).

По ГОСТ 2.307—68 перед размерным числом, характеризующим конусность, необходимо наносить условный знак конусности, который имеет вид равнобедренного треугольника с вершиной, направленной в сторону вершины конуса (рис. 70, в и г).

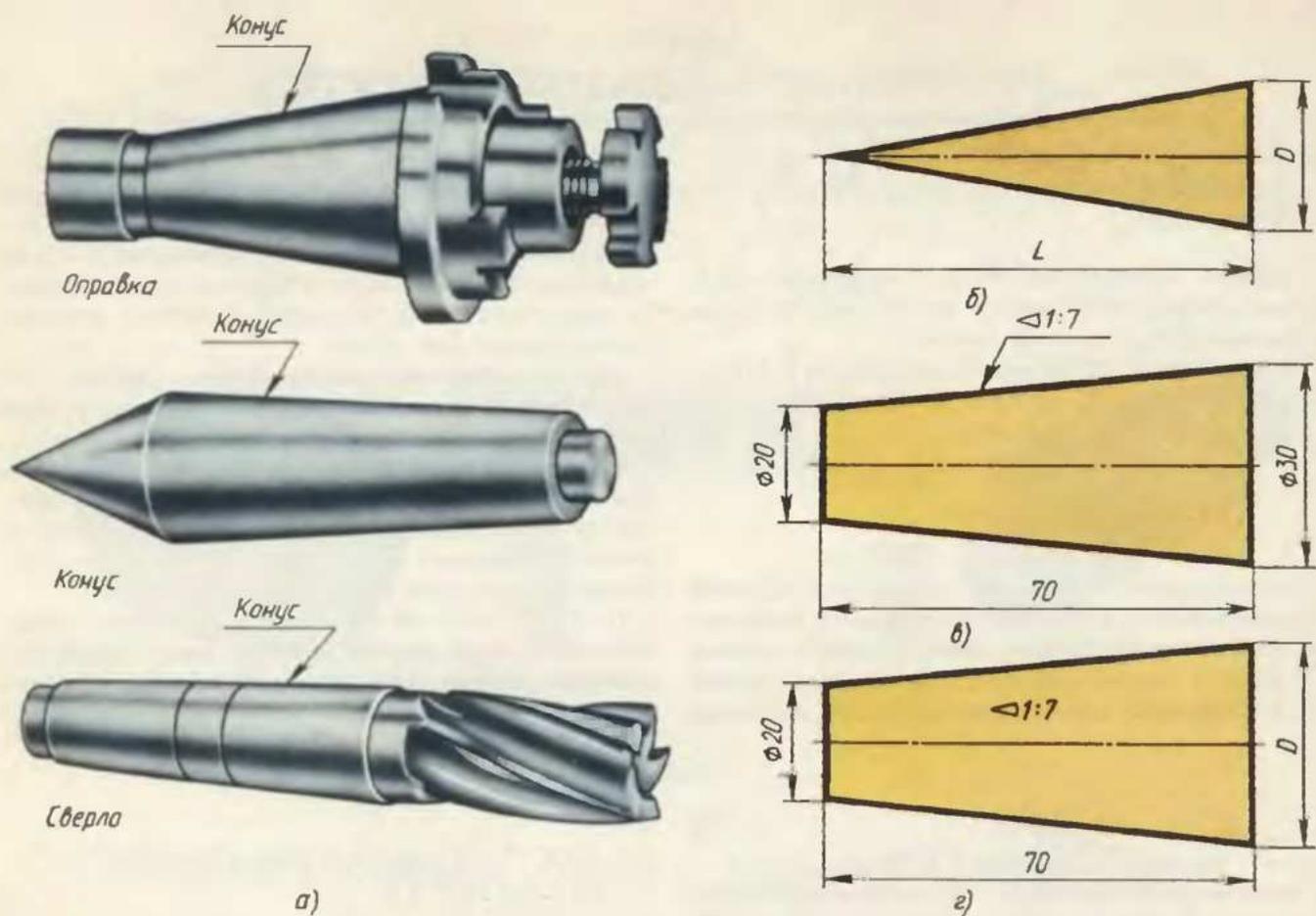


РИС. 70

Обычно на чертеже конуса дается диаметр большего основания конуса, так как при изготовлении конической детали этот диаметр можно измерить значительно легче и точнее.

Нормальные конусности и углы конусов устанавливает ГОСТ 8593—81 (СТ СЭВ 512—77). ГОСТ 25548—82 (СТ СЭВ 1779—79) устанавливает термины и определения.

ГЛАВА 10 ЛЕКАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ

§ 1. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ КРИВЫХ ПО ЛЕКАЛУ

При выполнении чертежей часто приходится прибегать к вычерчиванию кривых, состоящих из ряда сопряженных частей, которые невозможно провести циркулем. Такие кривые строят обычно по ряду принадлежащих им точек, которые затем соединяют плавной линией сначала от руки карандашом, а затем обводят при помощи лекал (рис. 71).

Рассматриваемые лекальные кривые располагаются в одной плоскости и называются поэтому плоскими.

Пространственные кривые здесь не рассматриваются.

Чтобы начертить плавную лекальную кривую, необходимо иметь набор из нескольких лекал. Выбрав подходящее лекало, надо подогнать кромку части лекала к возможно большему количеству заданных точек кривой. На рис. 71 участок кривой между точками 1—6 уже обведен. Чтобы обвести следующий участок кривой, нужно приложить кромку лекала, например, к точкам 5—10, при этом лекало должно касаться части уже обведенной кривой (между точками 5 и 6). Затем обводят кривую между точками 6 и 9, оставляя участок между точками 9 и 10 необведенным, что

Эллипс — замкнутая плоская кривая, сумма расстояний каждой точки которой до двух данных точек (фокусов), лежащих на большой оси, есть величина постоянная и равная длине большой оси.

Широко применяемый в технике способ построения эллипса по большой (AB) и малой (CD) осям представлен на рис. 72, б.

Проводят две перпендикулярные осевые линии. Затем от центра O откладывают вверх и вниз по вертикальной оси отрезки, равные длине малой полуоси, а влево и вправо по горизонтальной оси — отрезки, равные длине большой полуоси.

Из центра O радиусами OA и OC проводят две concentricкие окружности и ряд лучей-диаметров. Из точек пересечения лучей с окружностями проводят линии, параллельные осям эллипса, до взаимного пересечения в точках, принадлежащих эллипсу. Полученные точки соединяют от руки и обводят по лекалу.

На рис. 73, а показан резервуар, контурное очертание днища которого имеет форму части эллипса.

Построение очертания днища (половины эллипса) приведено на рис. 73, б. Большой осью эллипса является диаметр D цилиндрической части резервуара, а малой полуосью эллипса — наибольшее расстояние по вертикали от большой оси до днища.

Парабола — плоская кривая, каждая точка которой равноудалена от директрисы DD_1 , прямой, перпендикулярной к оси симметрии параболы, и от фокуса F — точки, расположенной на оси симметрии параболы (см. рис. 72, з).

Расстояние KF между директрисой и фокусом называется параметром p параболы. Точка O , лежащая на оси симметрии, называется вершиной параболы и делит параметр p пополам.

Для построения параболы по заданной величине параметра p проводят ось симметрии параболы (на рисунке вертикально) и откладывают отрезок $KF=p$. Через точку K перпендикулярно оси симметрии проводят директрису DD_1 . Отрезок KF делят пополам и получают вершину O параболы. От вершины O вниз на оси симметрии намечают ряд произвольных точек $I-VI$ с постепенно увеличивающимся расстоянием между ними. Через эти точки проводят вспомогательные прямые, перпендикулярные оси симметрии. На вспомога-

тельных прямых из фокуса F делают засечки радиусом, равным расстоянию от прямой до директрисы. Например, из точки F на вспомогательной прямой,

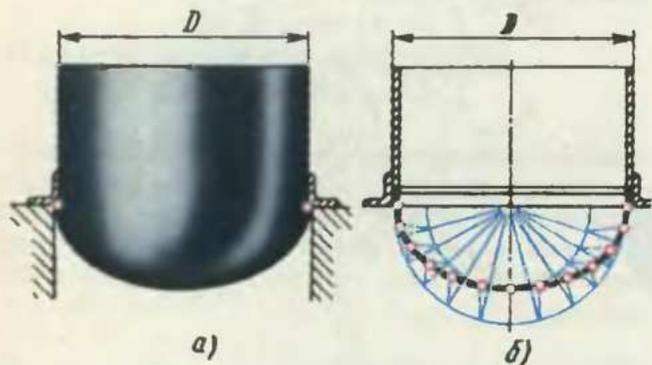
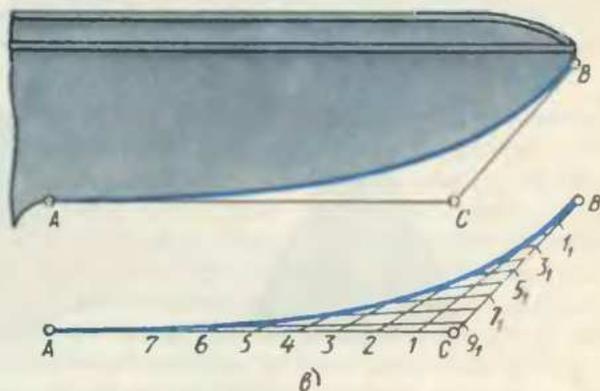
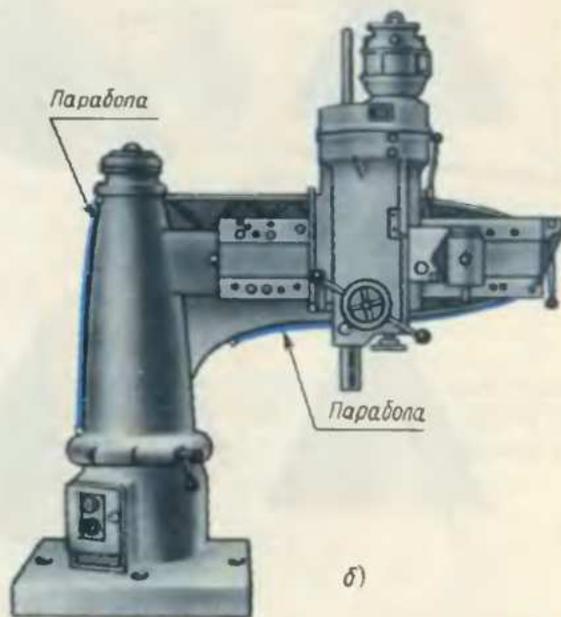
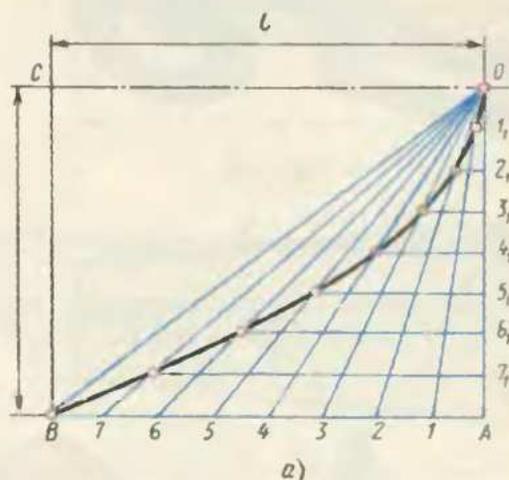


РИС. 73

РИС. 74

проходящей через точки V , делают засечку дугой $R_1 = KV$; полученная точка S принадлежит параболе.

Если требуется построить параболу по заданной вершине O , оси OC и точке B (рис. 74, а), то строят вспомогательный прямоугольник $ABCO$. Стороны прямоугольника AB и AO делят на равные части и точки делений нумеруют. Горизонтальный ряд делений соединяют лучами с вершиной O , а через точки делений, расположенные на AO , проводят прямые линии, параллельные оси параболы. Точки пересечения горизонтальных прямых $1_1, 2_1, 3_1, \dots$ с лучами $01, 02, 03, \dots$ принадлежат параболе.

В станкостроении и других отраслях машиностроения часто применяются детали, контурные очертания которых выполнены по параболе, например, стойка и рукав радиально-сверлильного станка (рис. 74, б).

Построение параболы для контурного очертания рукава радиально-сверлильного станка приведено на рис. 74, в. Данными для построения являются две точки параболы A и B и направление касательных, проходящих через эти точки и пересекающихся в точке C .

Гипербола — плоская кривая, состоящая из двух разомкнутых, симметрично расположенных ветвей (см. рис. 72, е). Разность расстояний от каждой точки гиперболы до двух данных точек (фокусов F и F_1) есть величина постоянная и равная расстоянию между вершинами гиперболы A и B .

Рассмотрим прием построения гиперболы по заданным вершинам A и B и фокусному расстоянию FF_1 (рис. 72, е).

Разделив фокусное расстояние FF_1 пополам, получают точку O , от которой в обе стороны откладывают по половине заданного расстояния между вершинами A и B . Вниз от фокуса F намечают ряд произвольных точек $1, 2, 3, 4 \dots$ с постепенно увеличивающимся расстоянием между ними. Из фокуса F описывают дугу вспомогательной окружности радиусом R , равным, например, расстоянию от вершины гиперболы B до точки 3 . Из фокуса F_1 проводят вторую дугу вспомогательной окружности радиусом r , равным расстоянию от вершины A до точки 3 . На пересечении этих дуг находят точки C и C_1 , принадлежащие гиперболе. Таким же способом находят остальные точки гиперболы.



РИС. 75

Вторую ветвь гиперболы строят аналогичным образом.

На рис. 75 показана проушина с конической поверхностью, срезанной двумя плоскостями, параллельными оси конуса, контур среза ограничен гиперболой.

§ 3. СИНУСОИДА

Синусоида — плоская кривая, изображающая изменение синуса в зависимости от изменения угла (рис. 76, а).

Величина L называется длиной волны синусоиды, $L = \pi D$.

Для построения синусоиды проводят горизонтальную ось и на ней откладывают заданную длину волны AB (рис. 76, а). Отрезок AB делят на несколько равных частей, например, на 12. Слева вычерчивают окружность, радиус которой равен величине амплитуды, и делят ее также на 12 равных частей; точки деления нумеруют и через них проводят горизонтальные прямые. Из точек деления отрезка AB восставляют перпендикуляры к оси синусоиды и на их пересечении с горизонтальными прямыми находят точки синусоиды.

Полученные точки синусоиды a_1, a_2, a_3, \dots соединяют по лекалу кривой.

При выполнении чертежей деталей или инструментов, поверхности которых очерчены по синусоиде (рис. 76, б и в), величину длины волны AB обычно выбирают независимо от размера амплитуды r . Например, при вычерчивании шнека (рис. 76, б) длина волны L меньше размера $2\pi r$. Такая синусоида называется сжатой. Если длина волны больше размера $2\pi r$, то синусоида называется вытянутой.

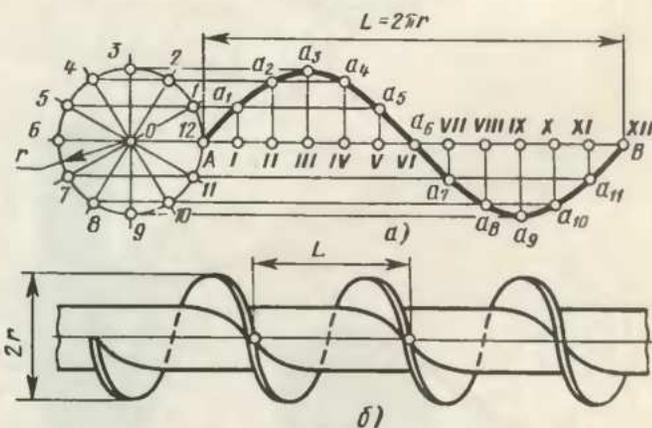
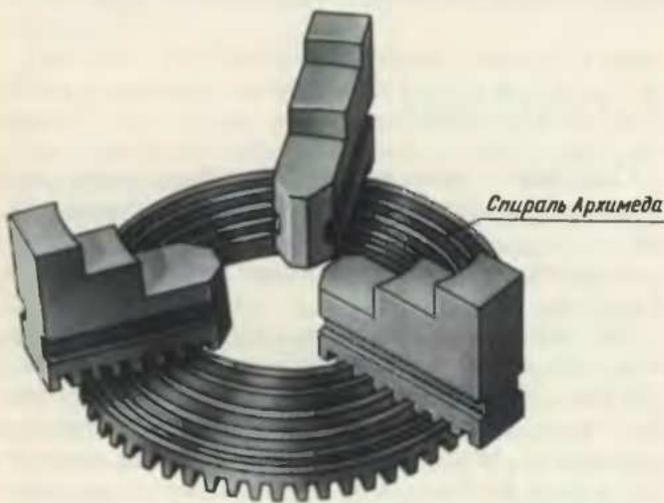


РИС. 76

§ 4. СПИРАЛЬ АРХИМЕДА

Спираль Архимеда — плоская кривая, которую описывает точка, движущаяся равномерно от центра O по равномерно вращающемуся радиусу (рис. 77).



а)

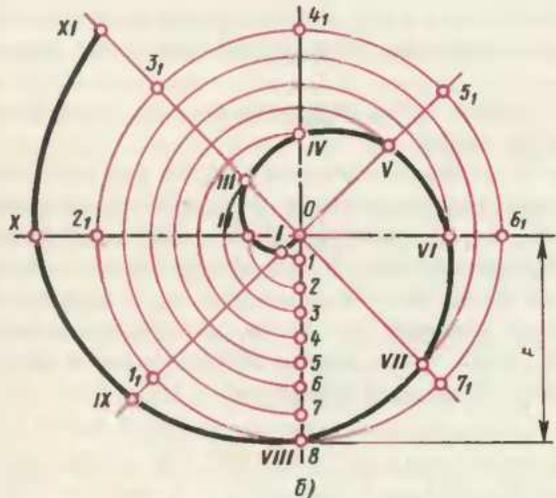


РИС. 77

Для построения спирали Архимеда задают ее шаг P , из центра O проводят окружность радиусом, равным шагу P спирали, и делят шаг и окружность на несколько равных частей (рис. 77, б). Точки деления нумеруют.

Из центра O проводят радиальные прямые, проходящие через точки деления окружности.

Из центра O радиусами 01 , 02 и т. д. проводят дуги до пересечения с соответствующими радиальными прямыми. Например, дуга радиуса 03 пересекается с прямой 03_1 в точке III . Полученные точки $I, II, \dots, VIII$, принадлежащие спирали Архимеда, соединяют плавной кривой по лекалу.

В машиностроении спираль Архимеда применяется, например, для сообщения движения в радиальном направлении кулачкам зажимного патрона токарного станка (рис. 77, а). На тыльной стороне большой конической шестерни нарезаны канавки по спирали Архимеда. В канавки входят выступы кулачков, которые также выполнены по спирали. При вращении шестерни кулачки будут перемещаться в радиальном направлении.

§ 5. ЭВОЛЬВЕНТА

Эвольвента окружности — траектория любой точки прямой линии, перекатываемой без скольжения по окружности.

Пусть неподвижный диск диаметром D огибает шнур длиной πD (рис. 78, а). Один конец шнура закреплен в точке A , а другой при разворачивании по направлению стрелок (в натянутом положении) опишет траекторию в виде плоской кривой линии — эвольвенты.

В машиностроении профили зубьев колес и зуборезный инструмент — пальцевую фрезу — выполняют по эвольвенте (рис. 78, б).

Для построения эвольвенты заданную окружность диаметра D делят на несколько равных частей (на рис. 78, в — на 12 частей), которые нумеруют. Из конечной точки (12) проводят касательную к окружности и на ней откладывают отрезок, равный длине окружности

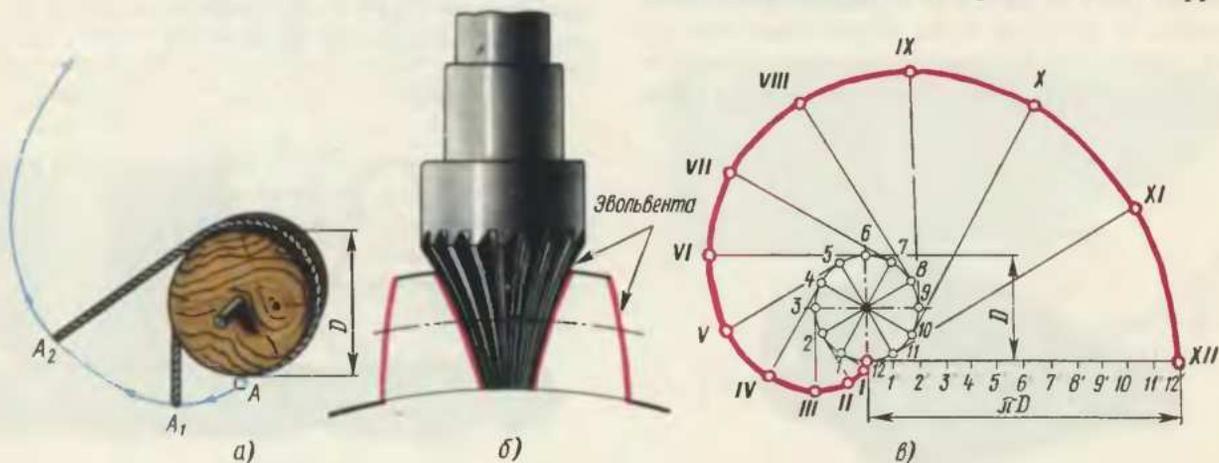
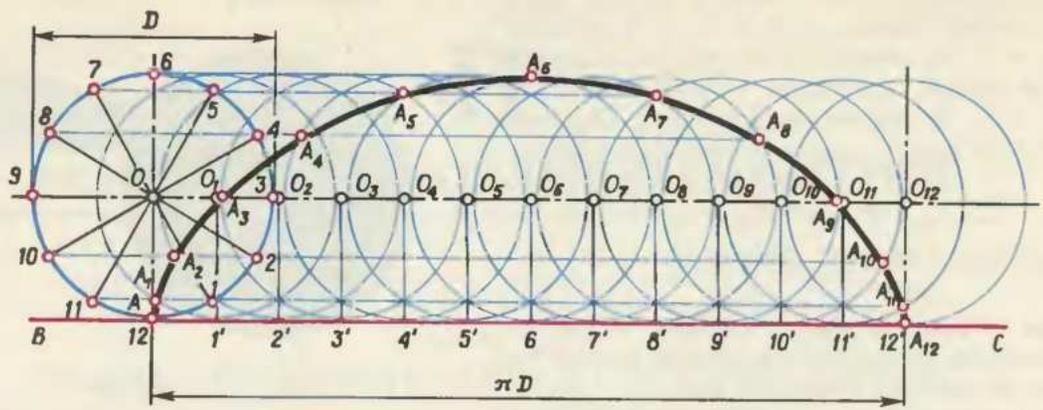
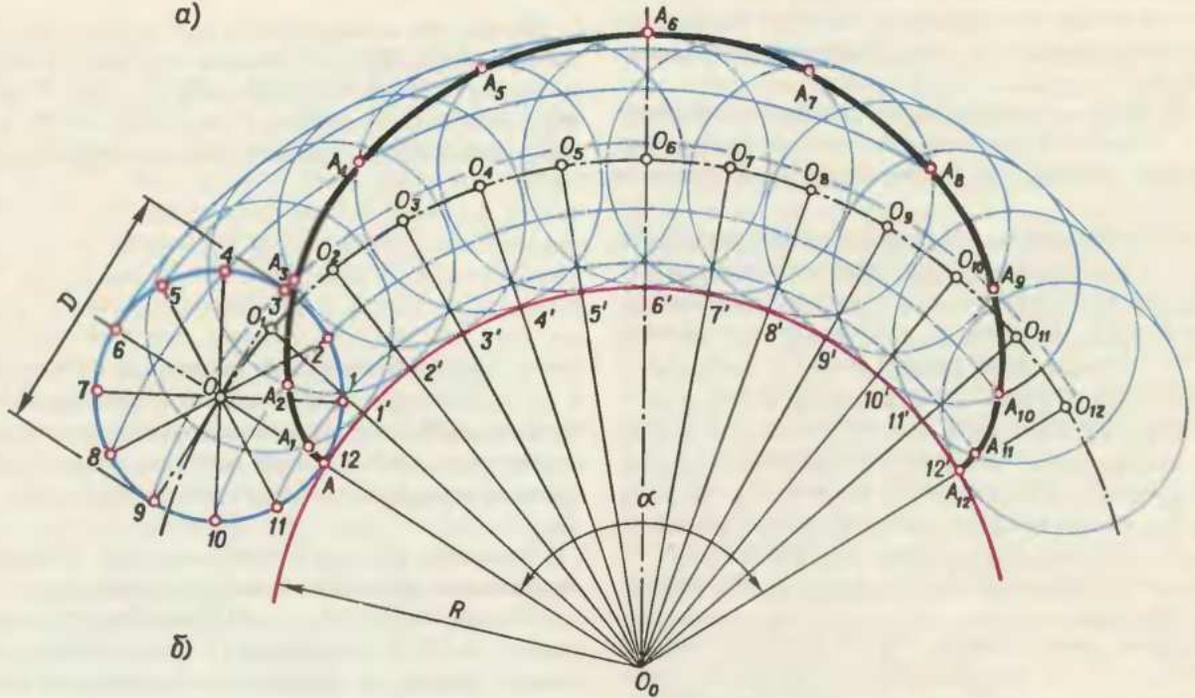


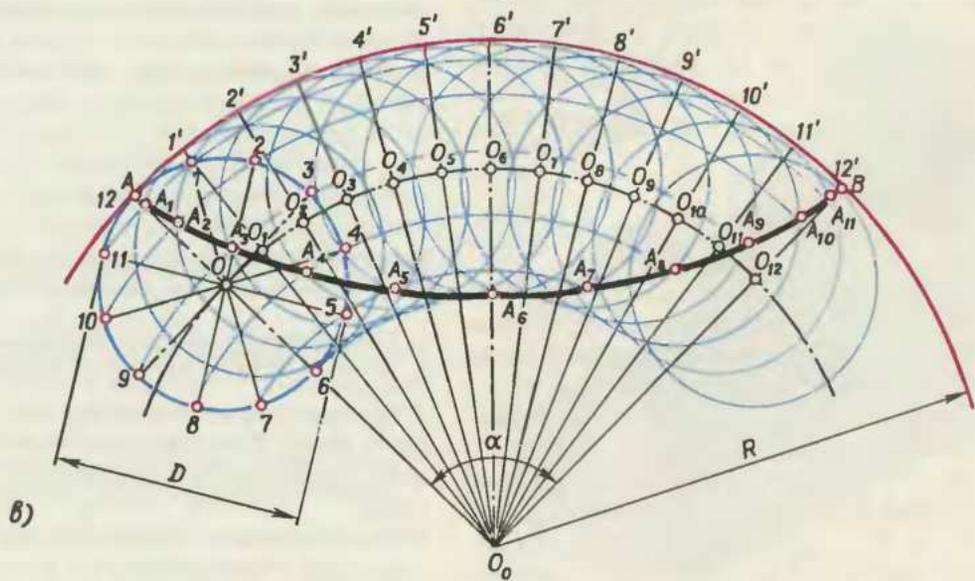
РИС. 78



a)



b)



b)

РИС. 79

πD . Длину окружности делят также на равные части. Из точек делений окружности 1, 2, 3, ..., 12 проводят касательные к окружности и на них откладывают отрезки; на первой касательной — отрезок $12 1'$, на второй — $12 2'$, на третьей — $12 3'$ и т. д. Соединив точки I—XII по лекалу, получают эвольвенту окружности.

§ 6. ЦИКЛОИДАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ

Циклоида — плоская кривая, которую описывает точка A , лежащая на окружности, которая катится без скольжения по прямой CD (рис. 79, а).

Эпициклоида — плоская кривая, которую описывает точка A , лежащая на окружности, которая катится без скольжения, снаружи по направляющей окружности (рис. 79, б).

Гипоциклоида — плоская кривая, которую описывает точка A , лежащая на окружности, которая катится без скольжения внутри по направляющей окружности (рис. 79, в).

Построение циклоиды. На направляющей прямой BC (рис. 79, а) откладывают длину производящей окружности диаметра D , равную πD . Окружность диаметра D и отрезок $AA_{12}BC$ делят на равные части, например, на 12. Из точек делений прямой BC ($1', 2', 3', \dots, 12'$) восстанавливают перпендикуляры до пересечения с продолжением горизонтальной оси окружности в точках O_1, O_2, \dots, O_{12} , а из точек делений окружности (1, 2, 3, ..., 12) проводят горизонтальные прямые. Из точек O_1, O_2, \dots, O_{12} , как из центров, проводят окружности диаметра D , которые пересекаясь с горизонтальными линиями, образуют точки $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{12}$, принадлежащие циклоиде.

Построение эпициклоиды. Производящую окружность диаметра D и направляющую окружность радиуса R проводят так, чтобы они касались (рис. 79, б). Производящую окружность диаметра D делят на 12 равных частей. Из центра O_0 радиусом, равным $R+0,5D$, проводят вспомогательную дугу.

Центральный угол α определяют по формуле

$$\alpha = 180^\circ \frac{D}{R}.$$

Разделив дугу направляющей окружности, ограниченную углом α , на 12 равных частей, получают точки $1', 2', 3', \dots, 12'$. Из центра O_0 через точки $1', 2', 3', \dots, 12'$ проводят прямые, которые продолжают до пересечения с вспомогательной дугой в точках $O_1, O_2, O_3, \dots, O_{12}$. Из центра O_0 проводят вспомогательные дуги через точки делений 1—12 производящей окружности.

Из точек $O_1, O_2, O_3, \dots, O_{12}$, как из центров, проводят окружности диаметра D до пересечения с вспомогательными дугами в точках $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{12}$, которые принадлежат эпициклоиде.

Гипоциклоида

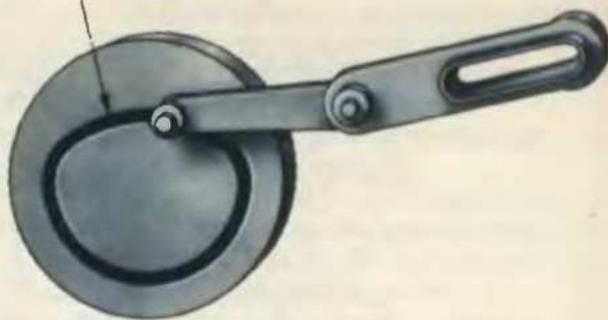


РИС. 80

Построение гипоциклоиды аналогично построению эпициклоиды. Направляющую окружность радиуса R и производящую окружность диаметра D проводят так, чтобы они касались в точке A (рис. 79, в). Дугу направляющей окружности, ограниченную углом

$$\alpha = 180^\circ \frac{D}{R},$$

делят на 12 равных частей; на столько же частей делят и производящую окружность. Точки деления дуги направляющей окружности соединяют с точкой O_0 . В пересечении этих прямых с вспомогательной окружностью радиуса $R-0,5D$ получают точки $O_1, O_2, O_3, \dots, O_{12}$.

Из центра O_0 через точки деления производящей окружности проводят вспомогательные дуги.

Из точек $O_1, O_2, O_3, \dots, O_{12}$ описывают окружности радиуса $0,5D$ до пересечения с вспомогательными дугами в точках $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{12}$, которые являются точками гипоциклоиды. Примером использования циклоидальных кривых в деталях может служить паз для пальца рычага (рис. 80). Он очерчен по гипоциклоиде.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Сформулируйте понятие «сопряжение».
2. Какое сопряжение называется внешним, внутренним и смешанным?
3. Как определяются точки сопряжения?
4. По каким линиям рассекается конус плоскостями, различно расположенными относительно его оси?
5. Каковы законы образования спирали Архимеда и синусоиды?
6. В чем разница в законах образования циклоиды, эпициклоиды и гипоциклоиды?
7. Что называется уклоном и как определить величину уклона?
8. Что называется конусностью?

ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

ГЛАВА 11

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 будущего изделия.

Чертежи должны выполняться по методу прямоугольного проецирования и с соблюдением ряда правил.

Рассмотрим существующие методы проецирования.

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

На основах начертательной геометрии базируется проекционное черчение, которое является основой машиностроительного черчения. В проекционном черчении изучаются практические 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, торовая, винтовая). Пример детали, ограниченной такими простейшими геометрическими поверхностями, показан на рис. 81.

Изображение на плоскости предмета, расположенного в пространстве, полученное при помощи 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 проецируются точки, плоскостью проекций.

Если все лучи, называемые проецирующими 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. 82, а), называемой центром проекций, проводят ряд проецирующих лучей через все наиболее характерные точки предмета до пересечения с плоскостью проекций V .

В результате получим изображение предмета, называемое его проекцией. Это изображение получается увеличенным — размеры изображения не соответ-

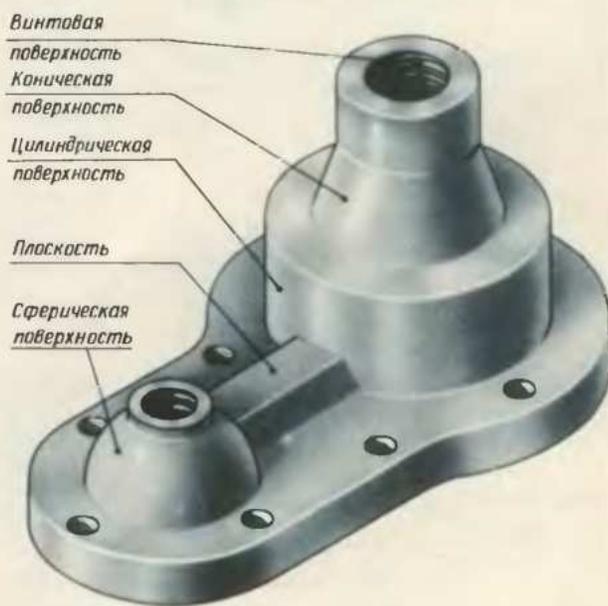
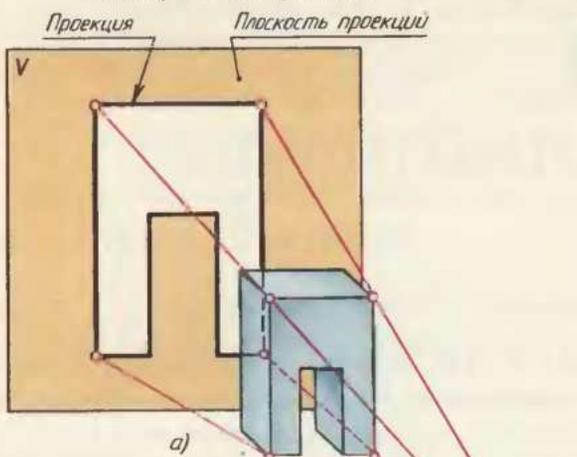
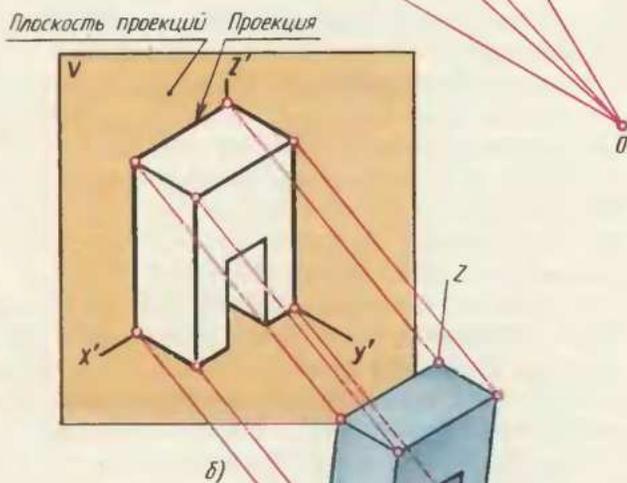


РИС. 81

Центральная проекция



АксонOMETрическая проекция



Прямоугольная проекция

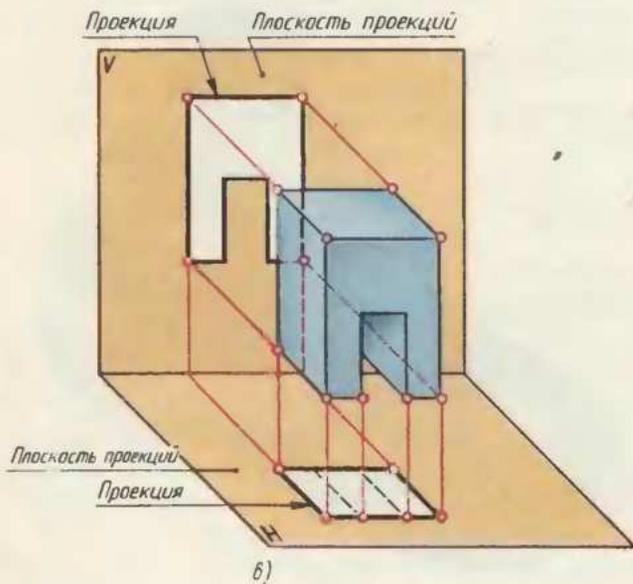


РИС. 82

ствуют действительным размерам предмета — и дает представление только о форме предмета, а не о его размерах. Поэтому центральные проекции в машиностроительных чертежах почти не применяются.

АксонOMETрическая проекция предмета получается, если точку схода лучей (центр проецирования) мысленно перенести в бесконечность (отодвинуть от плоскости проекций бесконечно далеко).

При построении аксонометрической проекции предмет также помещается перед плоскостью проекций V, проецируют предмет вместе с осями x, y и z на эту плоскость. Проецирующие лучи проводят параллельно друг другу (рис. 82, б).

АксонOMETрические проекции дают наглядное, но искаженное изображение предмета: прямые углы преобразуются в острые и тупые, окружности — в эллипсы и т. д. В технике аксонометрические 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).

Производственные чертежи выполняют в прямоугольных проекциях. Предмет располагают перед плоскостью проекций так, чтобы большинство его

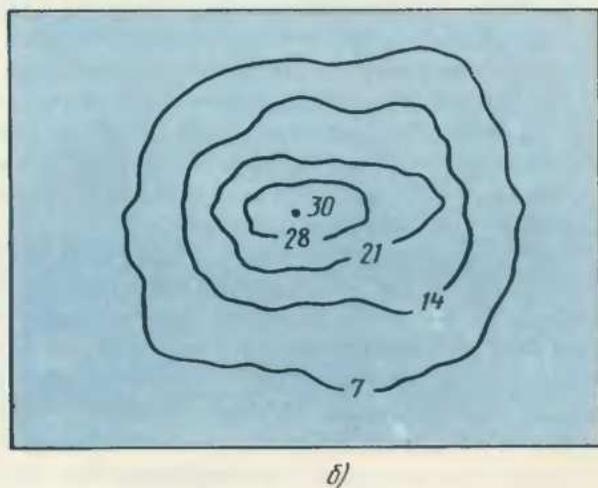
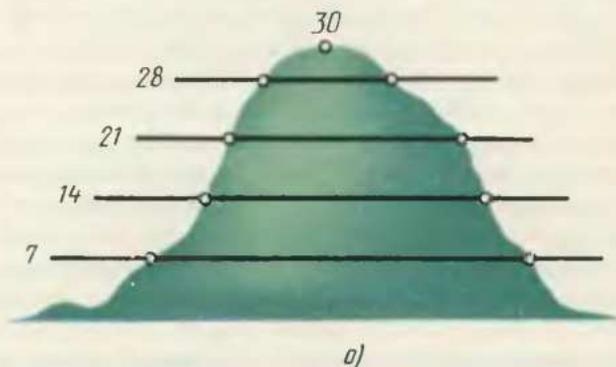


РИС. 83

линий и плоских поверхностей были параллельны этой плоскости (рис. 82, в). 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 представить 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 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

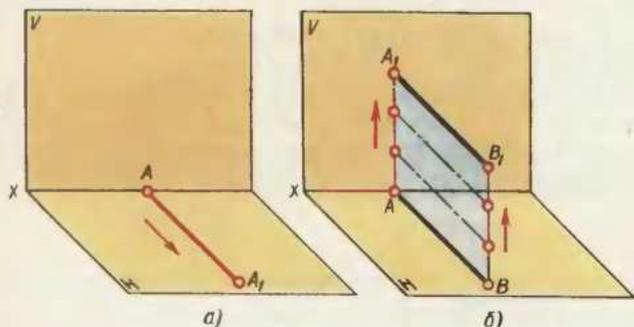


РИС. 84

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 проецирования предмета начинается с построения прямоугольных проекций точки.

В пространстве 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

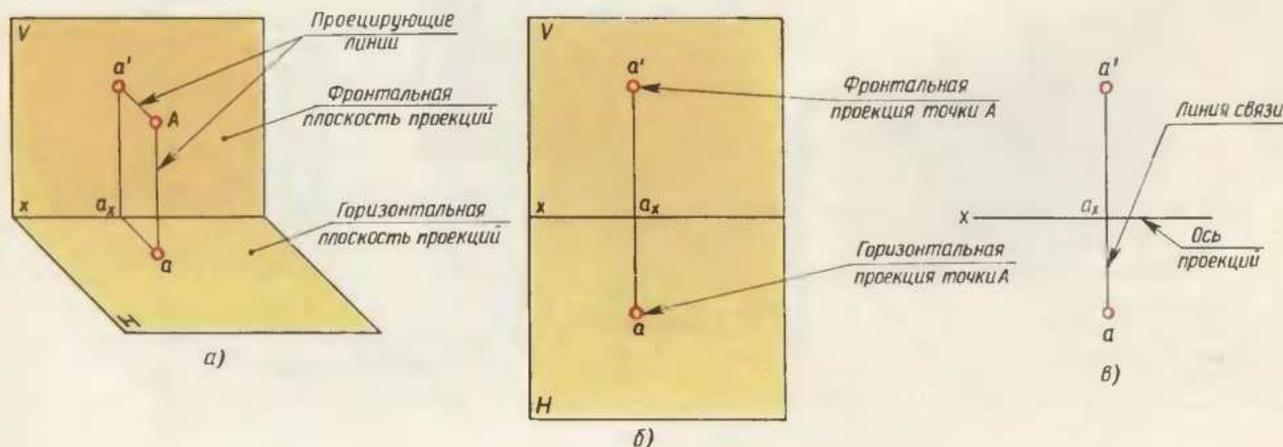


РИС. 85

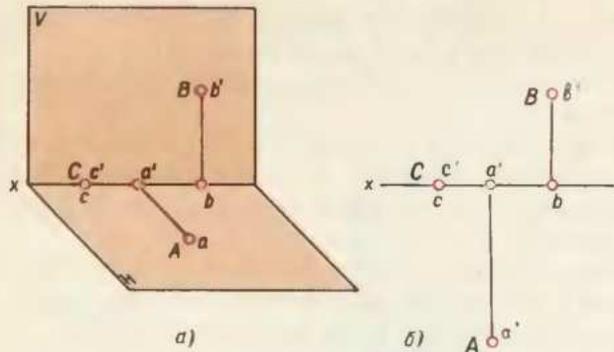


РИС. 86

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 . Точки a' и a пересечения перпендикуляров с плоскостями проекций V и H являются прямоугольными проекциями точки A . Фигура $Aaa_x a'$ 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 результате получается комплексный чертёж точки A (рис. 85, б).

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

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 чертёж 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 чертёж точки A показан на рис. 87, б и в.

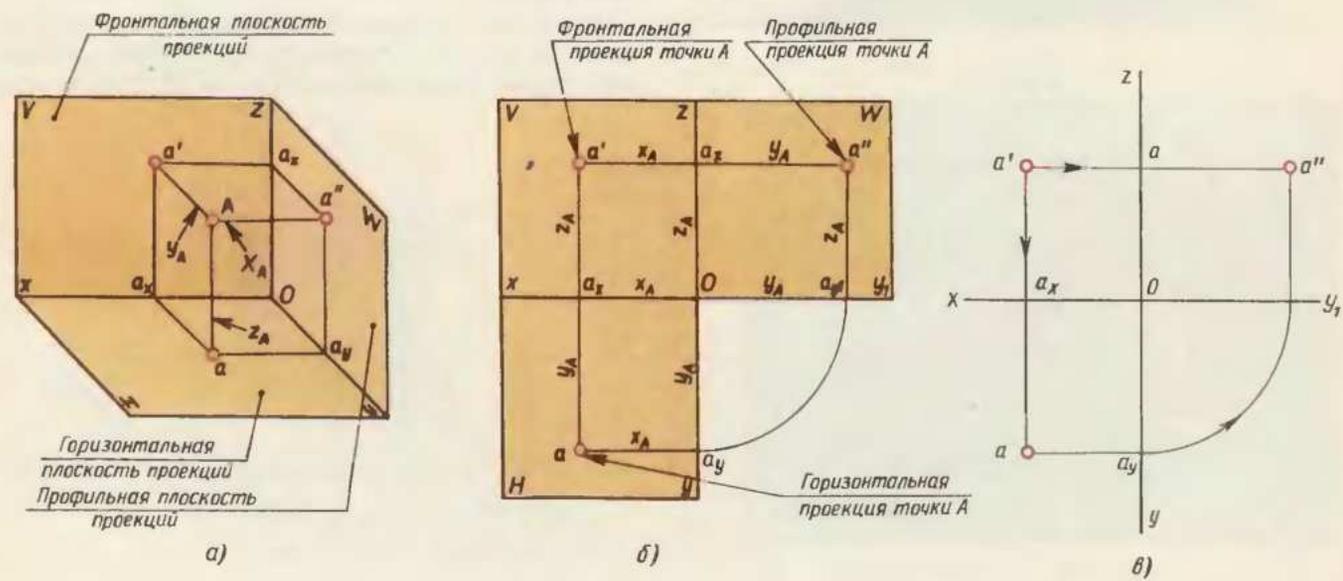


РИС. 87

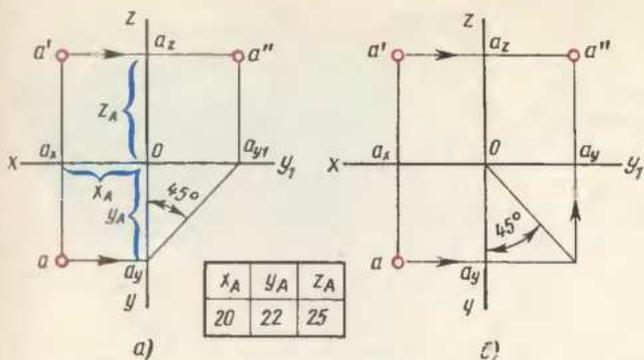


РИС. 88

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, a и b), 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 точки и

являются ключом к чтению ее комплексного чертежа. По двум проекциям точки 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, a) — 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, b 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, a), получают точку a_{y1} и т. д.;
- 3) из начала координат O проводят вспомогательную прямую под углом 45° к оси Oy (рис. 88, b), получают точку a_{y1} и т. д.

ГЛАВА 13

ПРОЕЦИРОВАНИЕ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ ЛИНИИ

§ 1. ПРОЕЦИРОВАНИЕ 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, a).

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, b) и из каждой точки опустить перпендикуляры на плоскость H , то совокупность этих перпендикуляров можно рассматривать как плоскость Q ,

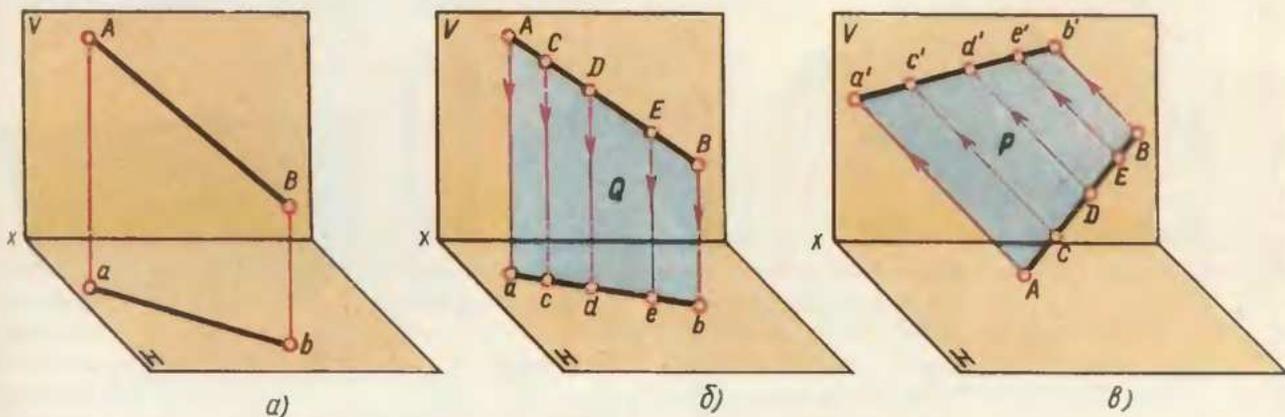


РИС. 89

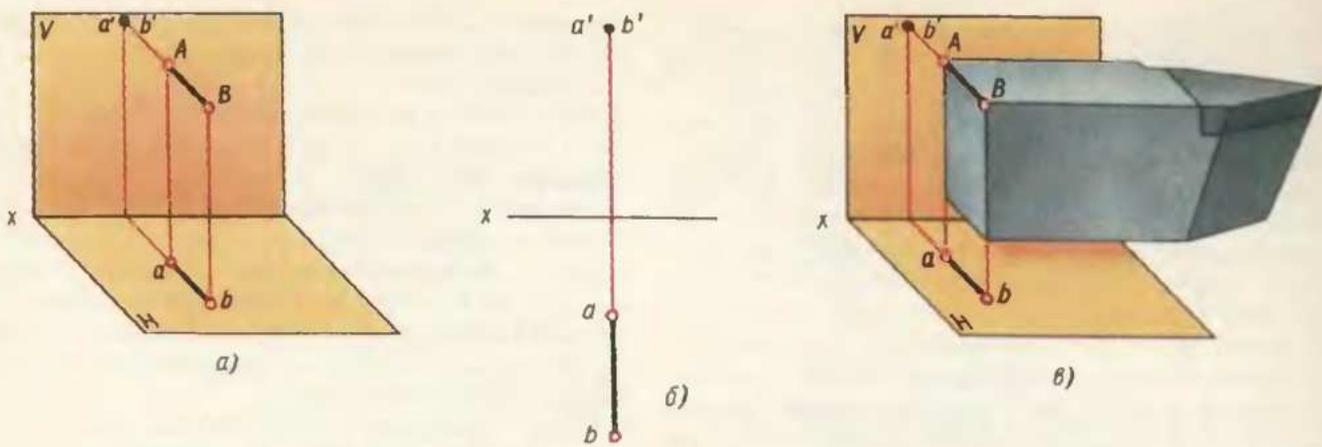


РИС. 90

перпендикулярную к плоскости H . Плоскость Q пересечет плоскость H по прямой линии, на которой располагаются точки пересечения всех перпендикуляров с плоскостью H . Так как эти точки являются проекциями точек отрезка AB , то, следовательно, и отрезок ab будет проекцией отрезка AB . Таким образом, проекцию отрезка AB на плоскости H можно получить, если через отрезок AB провести плоскость Q , перпендикулярную к плоскости H , до их взаимного пересечения. Линия пересечения 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 по отношению к плоскостям проекций H , V и W .

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

Из комплексного чертежа отрезка AB (рис. 90, б) видно, что горизонтальная проекция ab перпендикулярна к оси Ox 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 к плоскости H (рис. 91, а), называется **горизонтально-проецирующей прямой**.

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

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

3. Прямая, перпендикулярная к плоскости H , 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 сокращенно — **горизонталью** (рис. 93, а). На комплексном чертеже горизонтали AB (рис. 93, б) видно, что фронтальная $a'b'$ и профильная $a''b''$ проекции параллельны соответственно осям проекций Ox и Oy_1 . Горизонтальная проекция ab горизонтали AB располо-

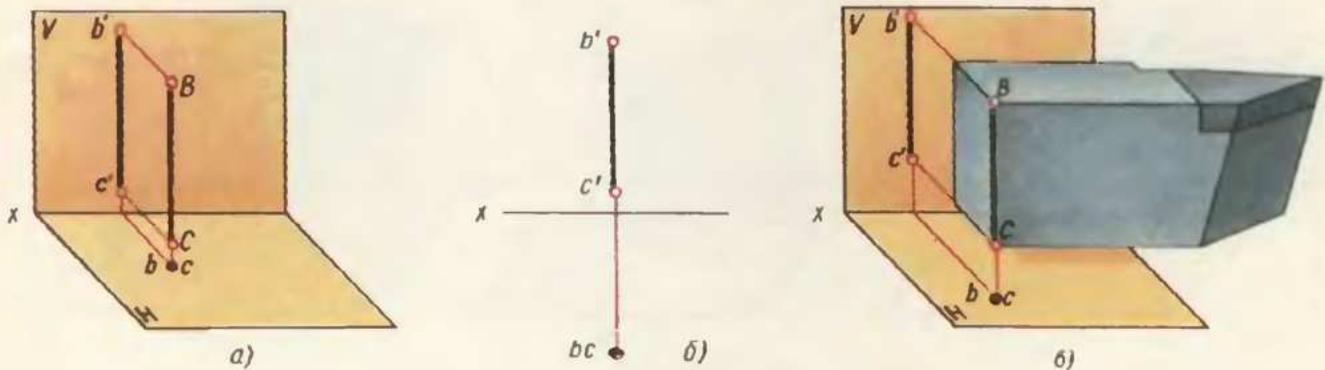


РИС. 91

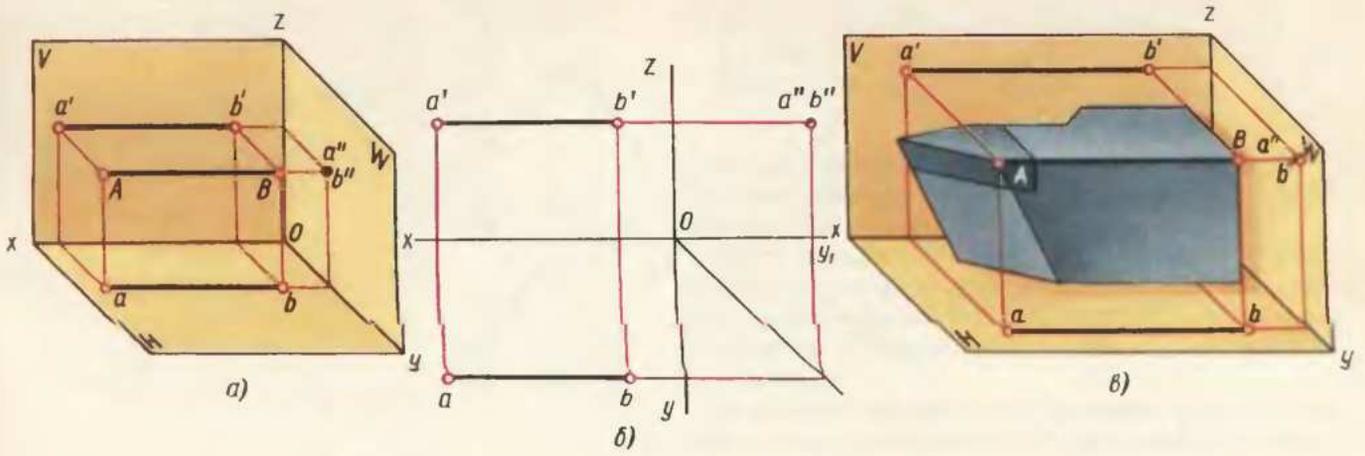


РИС. 92

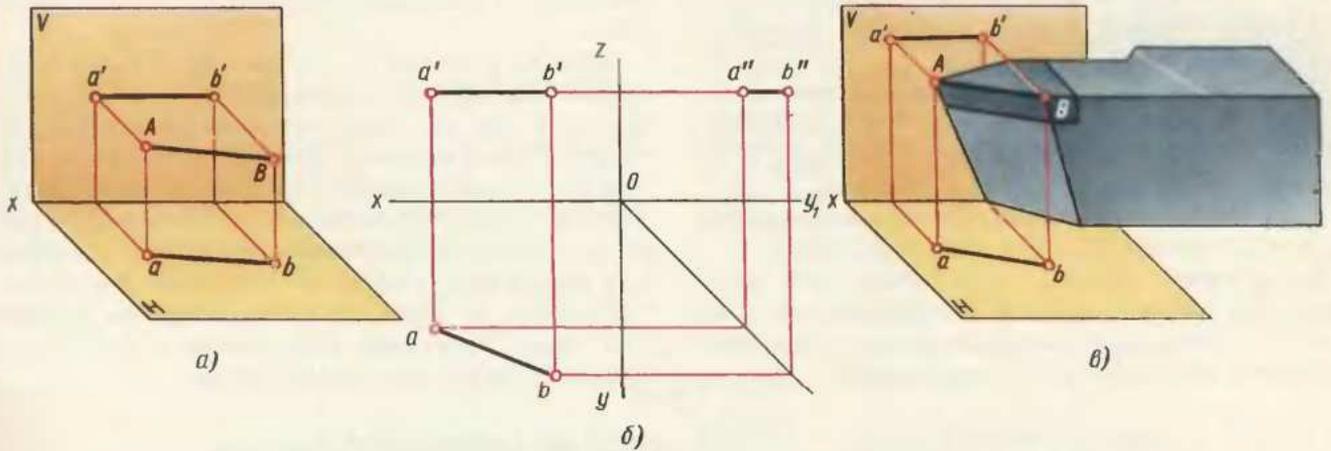


РИС. 93

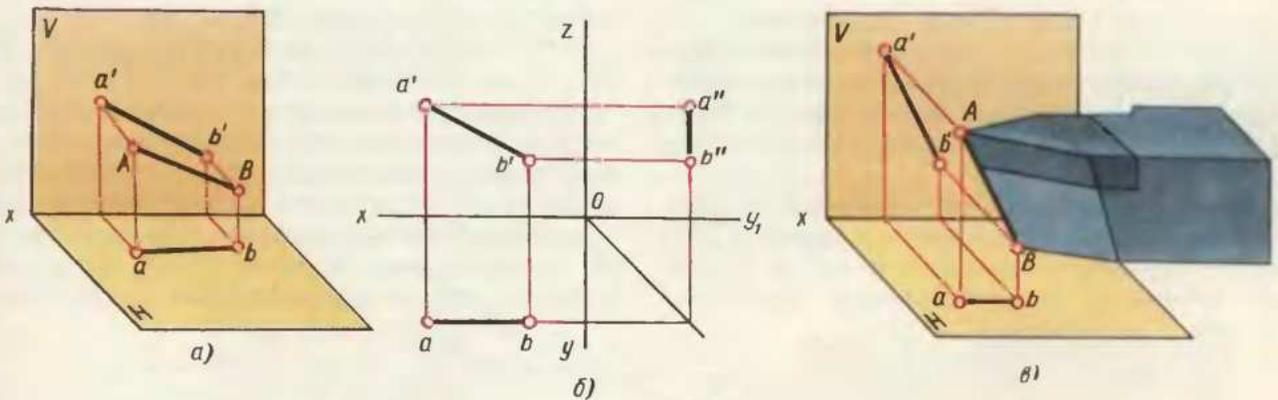


РИС. 94

жена под углом к оси Ox и равна длине отрезка AB .

Ребро AB (режущая кромка) головки резца (рис. 93, в) параллельно плоскости H и представляет собой горизонталь.

5. Прямая, параллельная плоскости V , называется **фронталью** (рис. 94, а).

Горизонтальная проекция ab фронтали AB параллельна оси Ox (рис. 94, б). Фронтальная проекция $a'b'$

фронталь наклонена к оси Ox и равна действительной длине отрезка AB . Профильная проекция $a''b''$ фронтали AB параллельна оси Oz .

Ребро AB резца (рис. 94, в) параллельно плоскости V и, следовательно, представляет собой фронталь.

6. Прямая, не параллельная ни одной из трех плоскостей проекций, называется **прямой общего положения**. Возьмем отрезок AB прямой общего положения

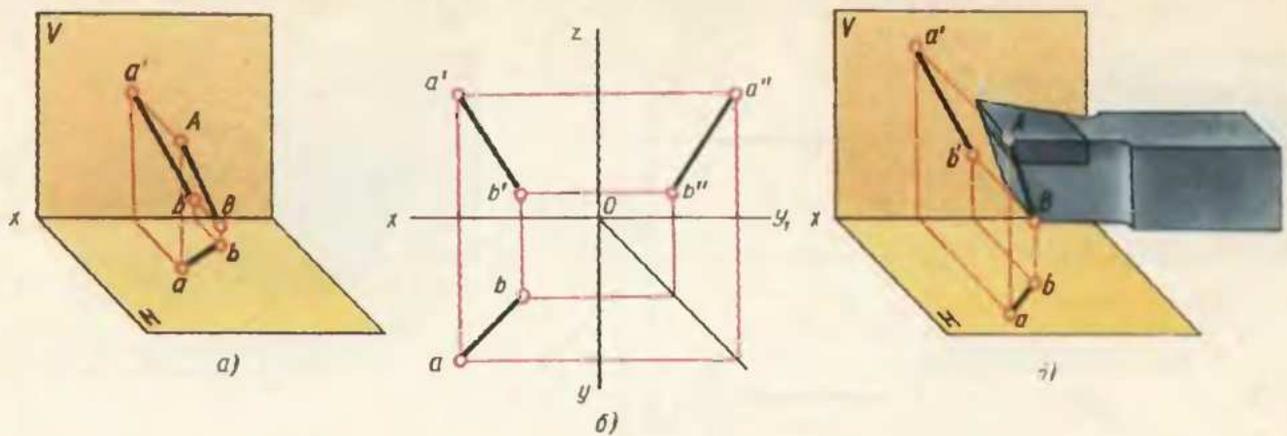


РИС. 95

(рис. 95, а) и построим горизонтальную ab и фронтальную $a'b'$ проекции этого отрезка. Комплексный чертеж отрезка прямой общего положения показан на рис. 95, б.

По двум проекциям $a'b'$ и ab отрезка прямой общего положения можно, применяя известное уже правило (см. рис. 86, б), построить третью проекцию $a''b''$ (рис. 95, б).

У отрезного резца (рис. 95, в) ребро AB представляет собой прямую общего положения.

Рассмотренные прямые часто применяются в построениях, поэтому, изучая их комплексные чертежи, надо запомнить, как та или иная проекция прямой располагается по отношению к осям проекций.

проекций H на комплексном чертеже равен углу между фронтальной проекцией фронтали $a'b'$ и осью проекций x .

Ребро AB резбового резца (рис. 96, в) параллельно фронтальной плоскости проекций, т. е. ребро AB — фронталь. Так как основание резца расположено на горизонтальной плоскости проекций H , то угол α является углом между прямой AB и плоскостью H . Таким образом, по чертежу резца можно определить угол α между ребром AB и основанием резца. Следовательно, если прямая имеет какую-либо проекцию, равную действительной ее длине, то на комплексном чертеже угол между проекцией этой прямой и плоскостью проекций будет действительным углом.

§ 2. УГОЛ МЕЖДУ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТЬЮ ПРОЕКЦИЙ

Горизонталь, фронталь и прямая общего положения расположены под углом к плоскостям проекций.

Угол прямой линии с плоскостью проекций определяется как острый угол между этой прямой и ее проекцией на данную плоскость. Например, отрезок фронтали AB (рис. 96, а) составляет угол α с горизонтальной плоскостью проекций H .

Разберем способ определения угла между прямой и плоскостью проекций на комплексном чертеже. Если прямая — фронталь, то, как видно из рис. 96, б, угол между фронталью и горизонтальной плоскостью

§ 3. СЛЕДЫ ПРЯМОЙ ЛИНИИ

Следом прямой линии называется точка пересечения прямой с плоскостью проекций.

Чтобы найти фронтальный след прямой AB (рис. 97, а), необходимо продолжить ее горизонтальную проекцию ab до пересечения с осью x в точке v , а затем из точки v восставить перпендикуляр к оси x и найти точку v' пересечения этого перпендикуляра с продолжением фронтальной проекции отрезка. Точка v' — искомый фронтальный след прямой AB или точнее — фронтальная проекция фронтального следа; точка v — горизонтальная проекция горизонтального

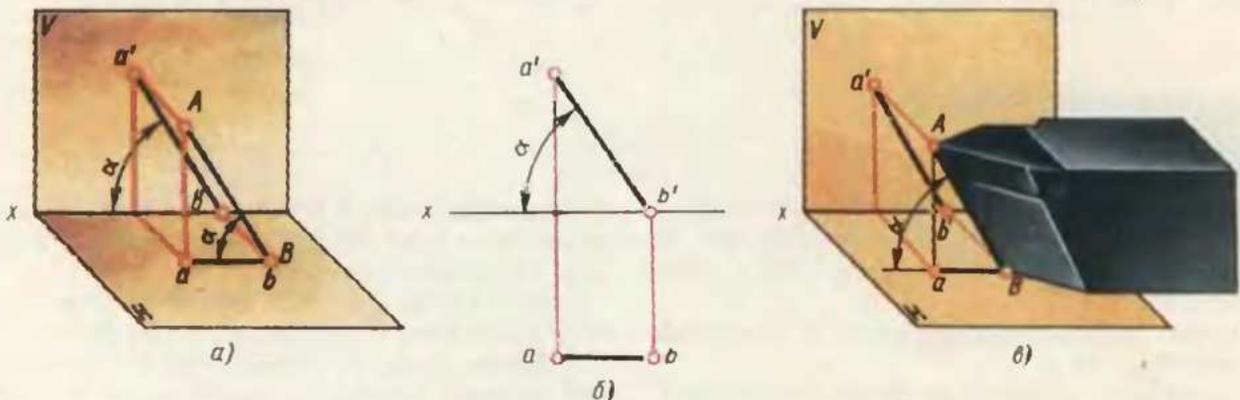


РИС. 96

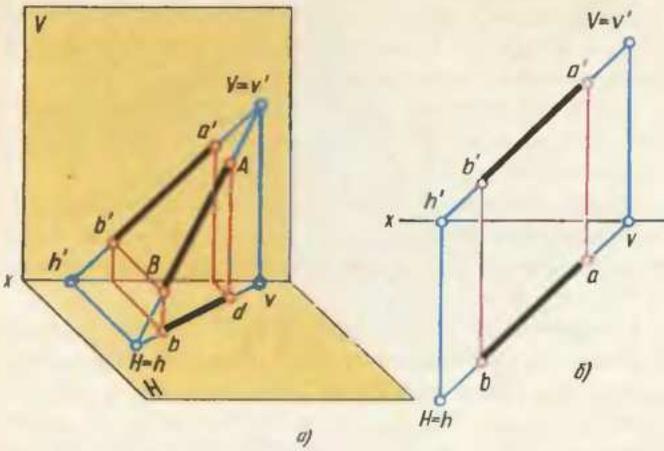


РИС. 97

следа; точка h' — фронтальная проекция горизонтального следа.

На комплексном чертеже отрезка AB эти построения выполняются аналогично (рис. 97, б).

Из чертежа видно, что одна из двух проекций 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 пересечения 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 чертеж 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?

ГЛАВА 14

ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПЛОСКИХ ФИГУР

§ 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).

Проекции 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) проекции плоскости также задаются проекциями этих элементов, на-

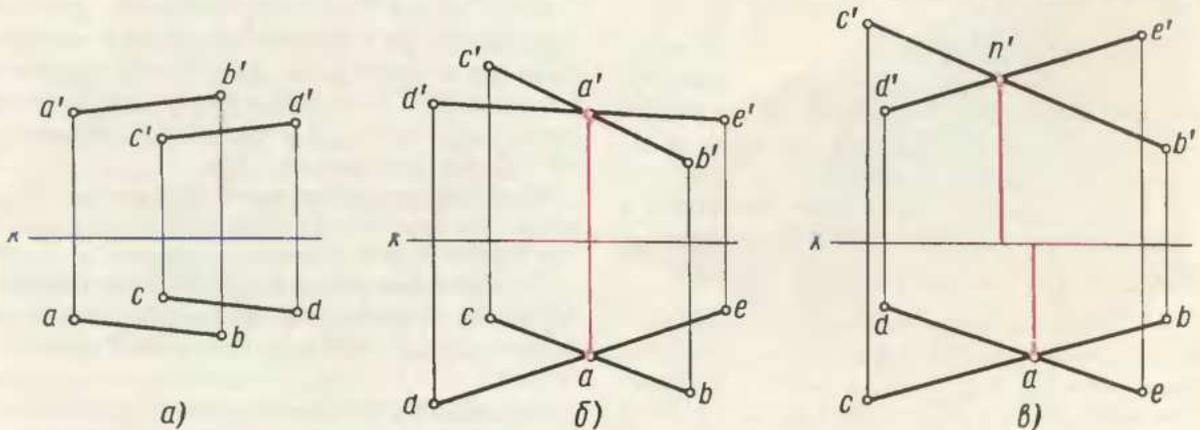


РИС. 98

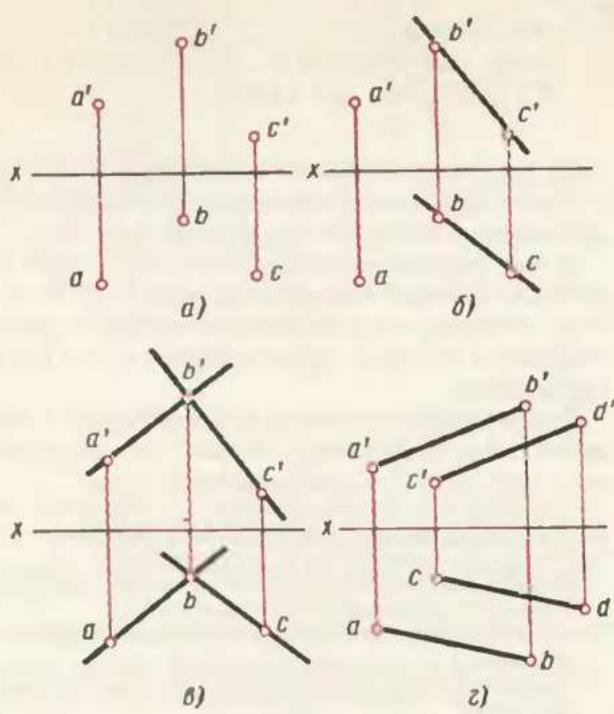


РИС. 99

пример, 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 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 .

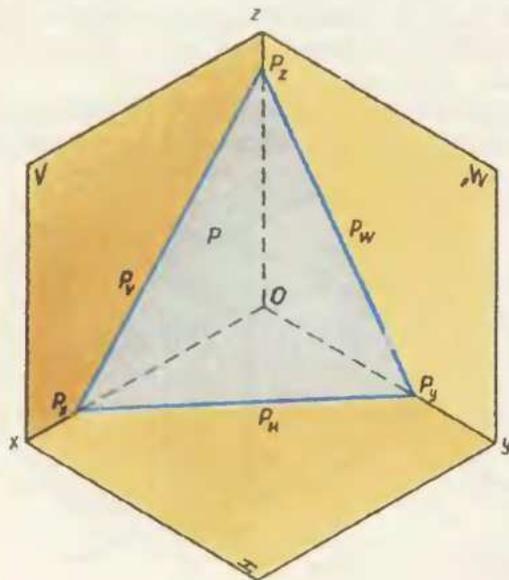


РИС. 100

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 по отношению к осям проекций определяет положение самой плоскости по отношению к плоскостям проекций. Например, если плоскость P имеет фронтальный и профильный следы P_V и P_W , параллельные осям Ox и Oy , то такая плоскость параллельна плоскости H и называется **горизонтальной** (рис. 101, а). Плоскость P со следами P_H и P_W , параллельными осям проекций Ox и Oz (рис. 101, б), называется **фронтальной**, а плоскость P со следами P_V и P_H , параллельными осям проекций Oy и Oz , — **профильной** (рис. 101, в).

Горизонтальная, фронтальная и профильная плоскости, перпендикулярные к двум плоскостям проекций, называются **плоскостями уровня**. Если на комплексном чертеже плоскость уровня задана не следами, а какой-нибудь плоской фигурой, например, треугольником или параллелограммом (рис. 101, г, д, е), то на одну из плоскостей проекций эта фигура проецируется без искажения, а на две другие плоскости проекций — в виде отрезков прямых.

§ 2. ПРОЕЦИРУЮЩИЕ ПЛОСКОСТИ И ПЛОСКОСТЬ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ

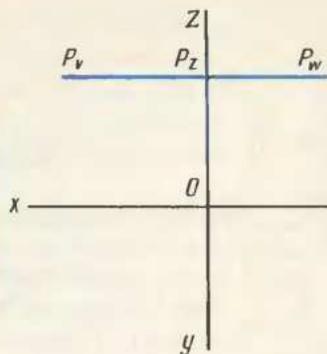
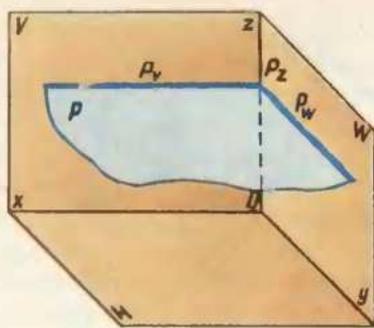
Плоскость, перпендикулярная к плоскости H (рис. 102, а), называется **горизонтально-проецирующей плоскостью**. Фронтальный след P_V этой плоскости перпендикулярен оси Ox , а горизонтальный след P_H расположен под углом к оси Ox (комплексный чертеж на рис. 102, а).

Если горизонтально-проецирующая плоскость задана не следами, а какой-либо фигурой, например треугольником ABC (рис. 102, б), то горизонтальная проекция этой плоскости представляет собой прямую линию, а фронтальная и профильная проекции — искаженный вид треугольника ABC .

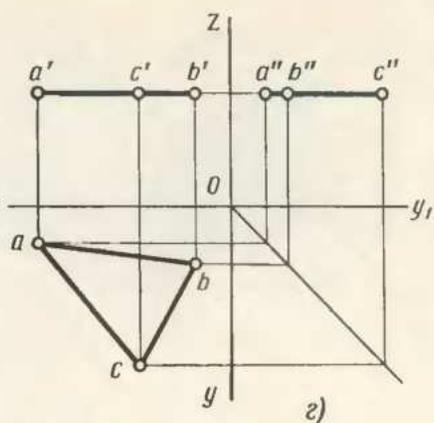
Фронтально-проецирующей плоскостью называется плоскость, перпендикулярная к фронтальной плоскости проекций (рис. 102, в).

Горизонтальный след этой плоскости перпендикулярен оси Ox , а фронтальный след расположен под некоторым углом к оси Ox (комплексный чертеж на рис. 102, в).

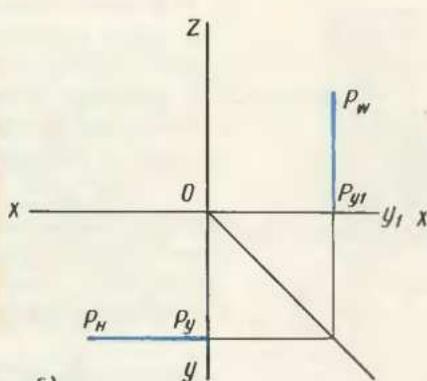
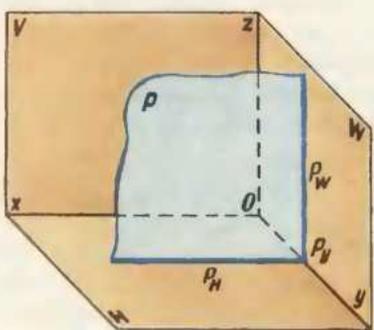
При задании фронтально-проецирующей плоскости не следами, а, например, параллелограммом $ABCD$ фронтальная проекция такой плоскости представляет



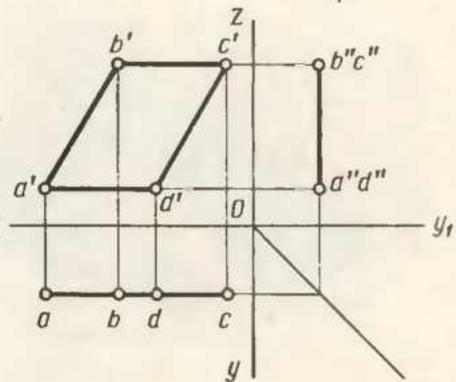
a)



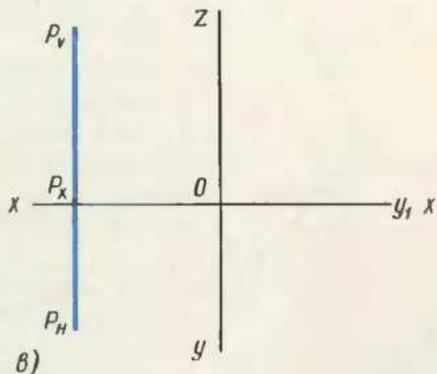
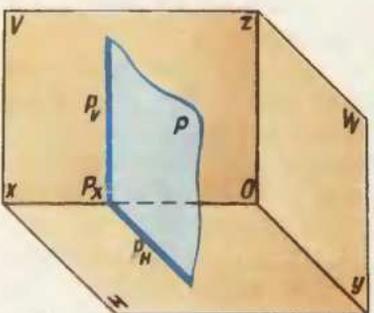
з)



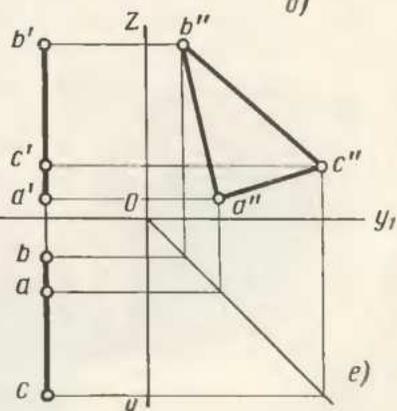
б)



д)



в)



е)

собой прямую линию (рис. 102, з), а на горизонтальную и профильную плоскости проекций параллелограмм проецируется с искажением.

Профильно-проецирующей плоскостью называется плоскость, перпендикулярная к плоскости W (рис. 102, д). Следы P_V и P_H этой плоскости параллельны оси Ox .

При задании профильно-проецирующей плоскости не следами, а, например, треугольником ABC (рис. 102, е) профильная проекция такой плоскости представляет собой прямую линию. Плоскости, перпендикулярные двум плоскостям проекций, как было сказано, называются плоскостями уровня.

Если плоскость P не перпендикулярна ни одной из плоскостей проекций (рис. 102, ж), то такая плоскость называется **плоскостью общего положения**. Все три

следа P_V , P_H и P_W плоскости P наклонены к осям проекций.

Если плоскость общего положения задана не следами, а, например, треугольником ABC (рис. 102, з), то этот треугольник проецируется на плоскости H , V и W в искаженном виде.

§ 3. ПРОЕКЦИИ ТОЧКИ И ПРЯМОЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ПЛОСКОСТИ

Если прямая расположена на плоскости, то она должна проходить через две какие-либо точки, принадлежащие этой плоскости. Такие две точки могут быть взяты на следах плоскости — одна на горизонтальном, а другая на фронтальном. Так как следы прямой и плоскости находятся на плоскостях проекций H и V , то

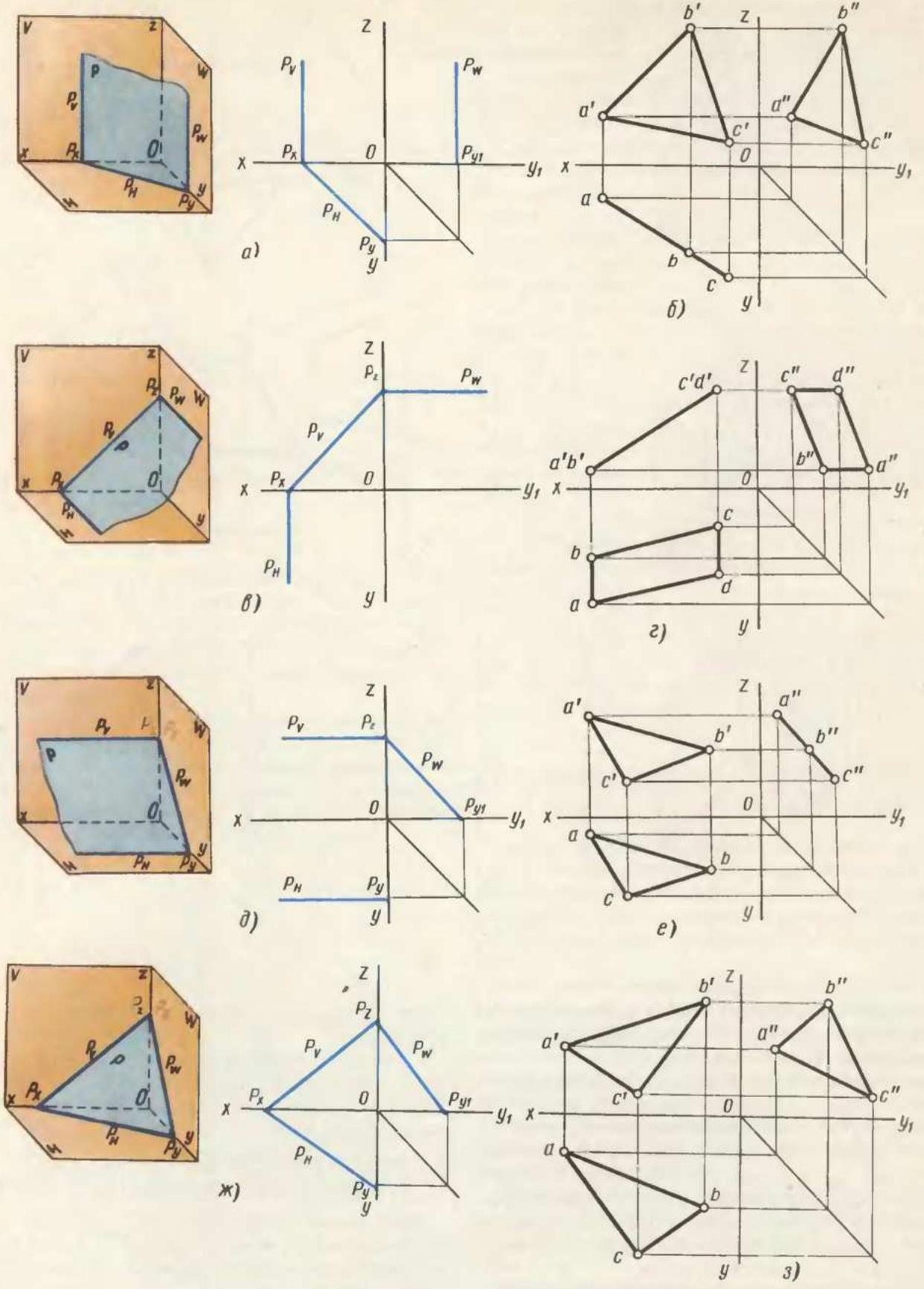


РИС. 102

следы прямой, принадлежащей плоскости, должны быть расположены на одноименных следах этой плоскости (рис. 103, а); например, горизонтальный след H прямой — на горизонтальном следе P_H плоскости, фронтальный след V прямой — на фронтальном следе P_V плоскости (рис. 103, б).

Для того чтобы на комплексном чертеже плоскости P , заданной следами, провести какую-либо прямую общего положения, необходимо на следах плоскости точки v' и h и считать их следами искомой прямой (точнее, v' — фронтальной проекцией горизонтального следа прямой).

Опустив перпендикуляры из v' и h на ось проекций x , находим на ней вторые проекции следов прямой: v — горизонтальную проекцию фронтального следа прямой и h' — фронтальную проекцию горизонтального следа прямой. Соединив одноименные проекции следов, т. е. v' с h' и v с h прямыми, получим две проекции прямой линии, расположенной в плоскости общего положения P .

Очень часто требуется провести на плоскости горизонталь и фронталь, которые называются главными линиями плоскости или линиями уровня. Главные линии помогают решать многие задачи проекционного черчения.

Горизонталь и фронталь имеют в системе двух плоскостей V и H только по одному следу (например, горизонталь имеет только фронтальный след). Поэтому, зная один след главной линии, проекцию главной линии проводят по заранее известному направлению. Это направление для горизонтали видно из рис. 104, а, где показана плоскость общего положения и горизонталь, лежащая на ней. Из рисунка видно, что горизонтальная проекция горизонтали параллельна горизонтальному следу плоскости.

Таким образом, чтобы на комплексном чертеже плоскости P провести в этой плоскости какую-либо горизонталь, нужно наметить на следе P_V плоскости точку v' (рис. 104, б) и считать ее фронтальной проекцией фронтального следа горизонтали. Затем через точку v' параллельно оси x проводят прямую, которая будет фронтальной проекцией горизонтали.

Опустив перпендикуляр из точки v' на ось x , получают точку v , которая будет горизонтальной проекцией

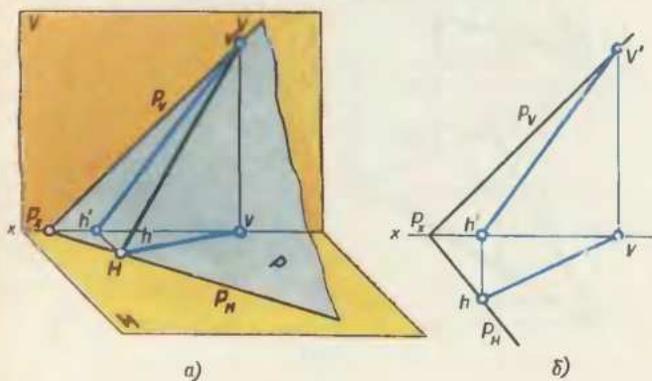


РИС. 103

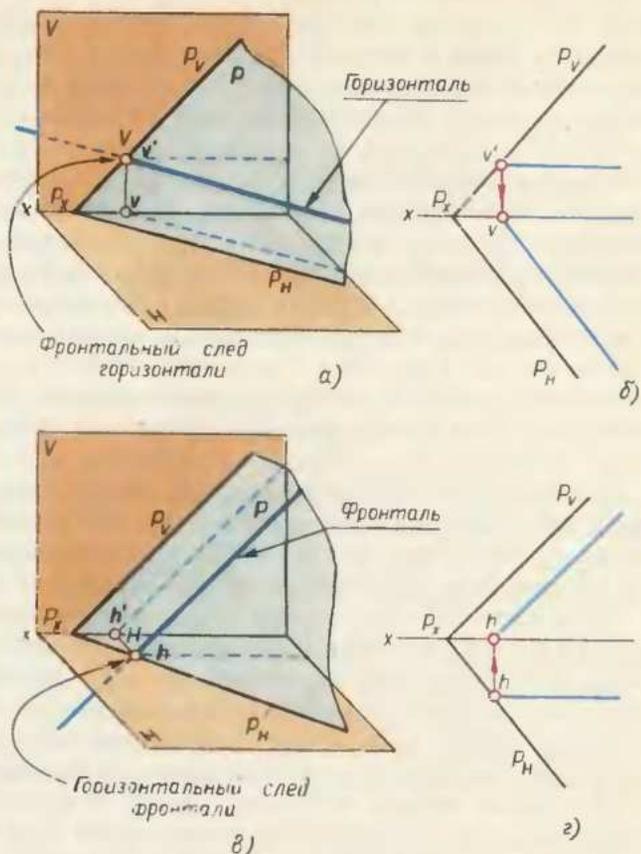


РИС. 104

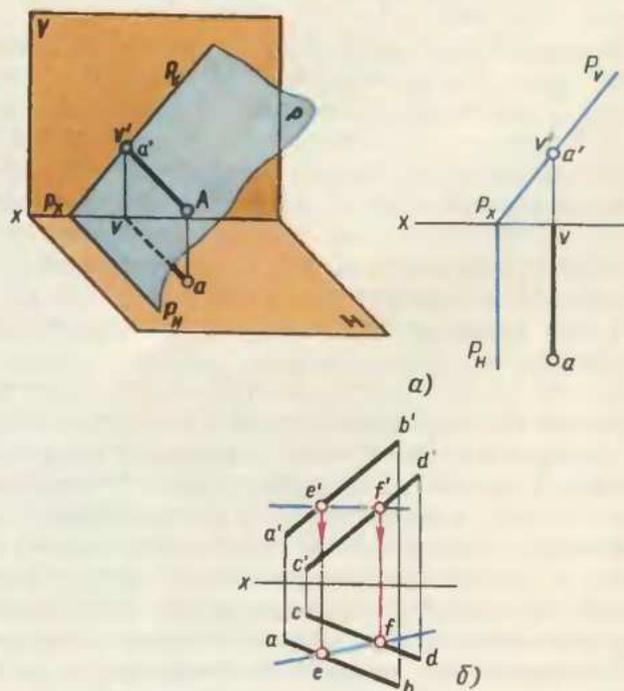


РИС. 105

ноименную проекцию вспомогательной прямой любого направления, например $m'k'$. Строим другую проекцию mk вспомогательной прямой. Для этого проводим вертикальные линии связи через точки m' и k' до пересечения с линиями ac и bc . Из точки n' проводим линию связи до пересечения с проекцией mk в искомой точке n .

Профильную проекцию n'' находим по общим правилам проецирования.

В качестве вспомогательной прямой для упрощения построения чаще используются горизонталь или фронталь.

Горизонталью плоскости называется прямая, принадлежащая этой плоскости и параллельная горизонтальной плоскости проекций H .

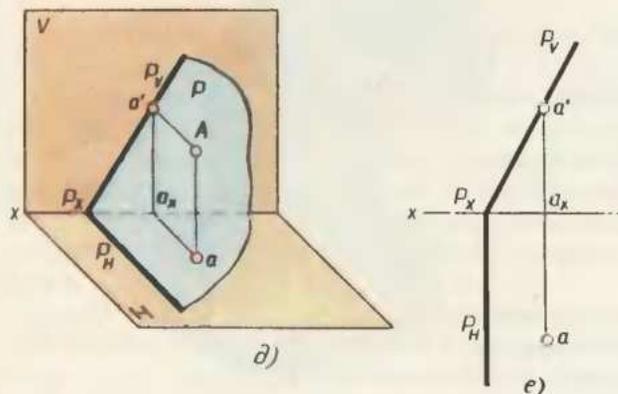
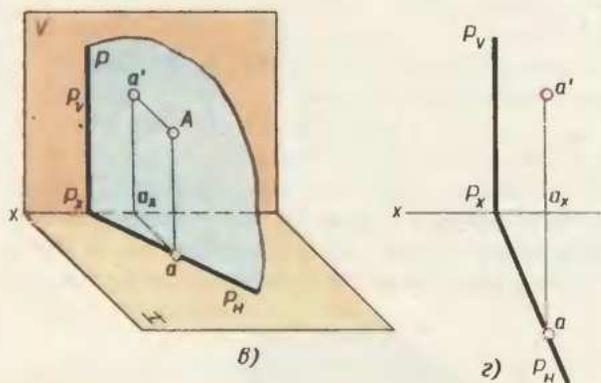
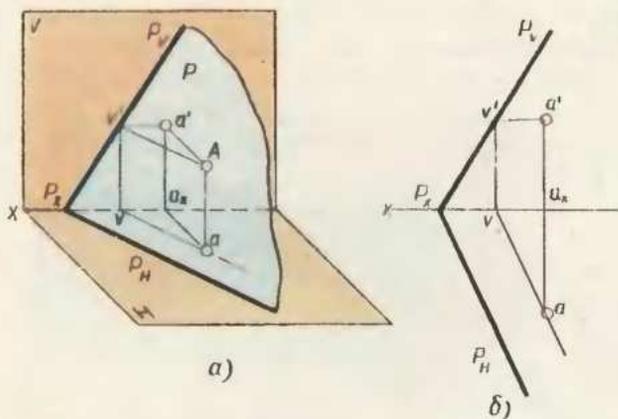


РИС. 108

Чтобы найти какую-либо точку на плоскости P , например точку A (рис. 108, а и б), надо найти ее проекции a' и a , которые располагаются на одноименных проекциях горизонтали, проходящей через эту точку. Через точку A проведена горизонталь Av' .

Проводим проекции горизонтали: фронтальную — через v' параллельно оси x , горизонтальную — через v параллельно следу P_H плоскости P . На фронтальной проекции горизонтали намечаем фронтальную проекцию a' искомой точки и, проводя вертикальную линию связи, определяем горизонтальную проекцию a точки A .

Если точка лежит на проецирующей плоскости, то построение ее проекций упрощается. В этом случае одна из проекций точки всегда расположена на следу плоскости (точнее, на его проекции). Например, горизонтальная проекция a точки A , расположенной на горизонтально-проецирующей плоскости P , находится на горизонтальной проекции горизонтального следа плоскости (рис. 108, в и г).

При заданной фронтальной проекции a' точки A , лежащей на горизонтально-проецирующей плоскости P , найти вторую проекцию этой точки (горизонтальную) можно без вспомогательной прямой, посредством проведения линии связи через a' до пересечения со следом P_H .

Если точка расположена на фронтально-проецирующей плоскости P (рис. 108, д и е), то ее фронтальная проекция a' находится на фронтальном следе X_V плоскости P .

§ 4. ПРОЕКЦИИ ПЛОСКИХ ФИГУР

Зная построение проекций прямых и точек, расположенных на плоскости, можно построить проекции любой плоской фигуры, например, прямоугольника, треугольника, круга.

Как известно, каждая плоская фигура ограничена отрезками прямых или кривых линий, которые могут быть построены по точкам.

Проекция фигуры, ограниченной прямыми линиями (треугольника и многоугольника), строят по точкам (вершинам). Затем одноименные проекции вершин соединяют прямыми линиями и получают проекции фигур.

Проекция круга или другой криволинейной фигуры строят при помощи нескольких точек, которые берут равномерно по контуру фигуры. Одноименные проекции точек соединяют плавной кривой по лекалу.

Проекция плоской фигуры строят различными способами в зависимости от положения фигуры относительно плоскостей проекций H и V . Наиболее просто построить проекции фигуры, расположенной параллельно плоскостям H и V ; сложнее — при расположении фигуры на проецирующей плоскости или на плоскости общего положения.

Рассмотрим несколько примеров.

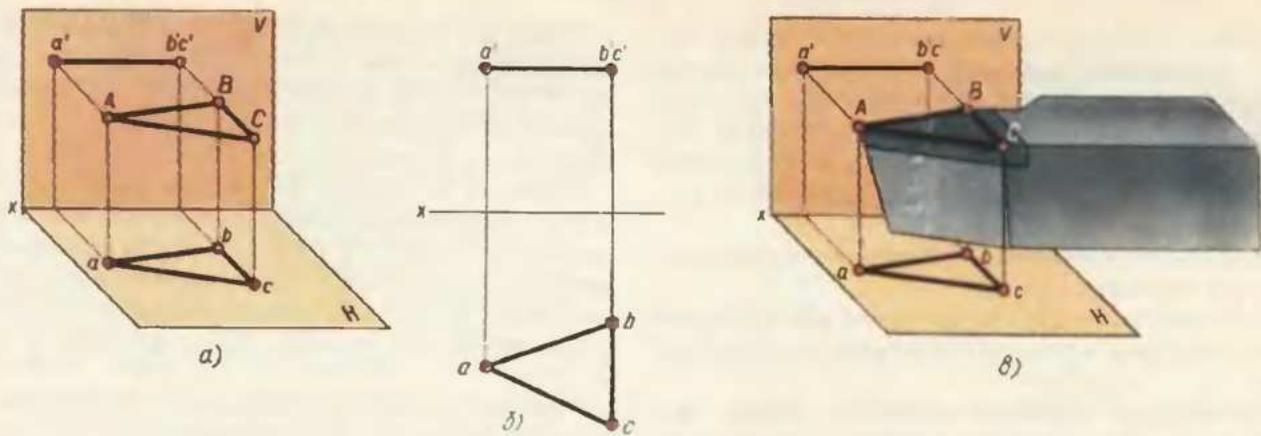


РИС. 109

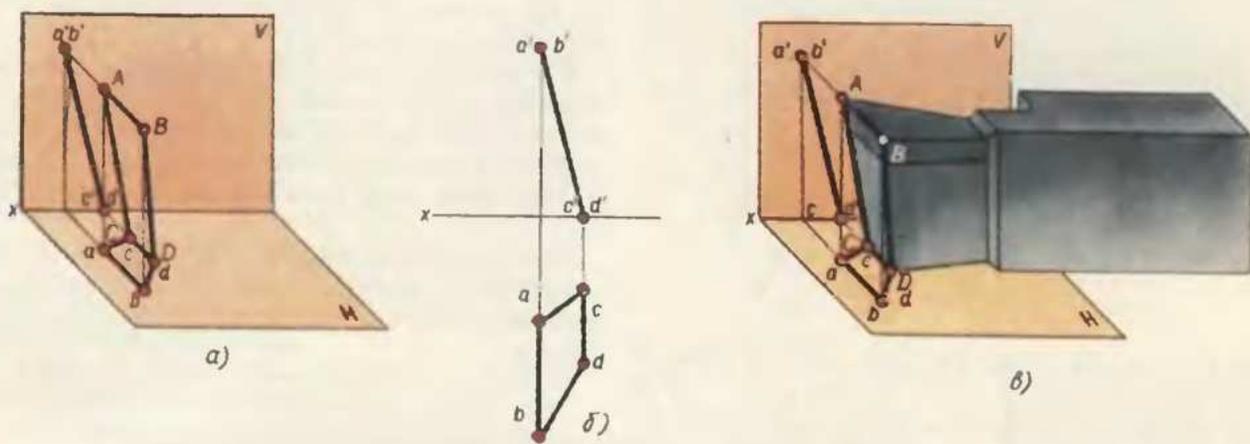


РИС. 110

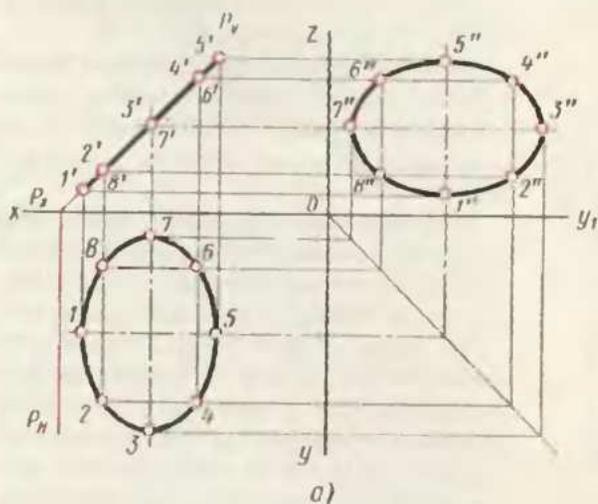
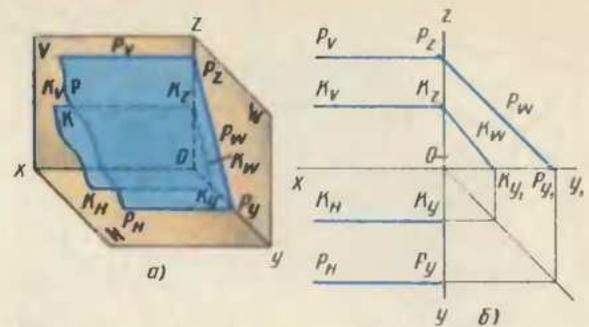


РИС. 111

Если треугольник ABC расположен на плоскости, параллельной плоскости H (рис. 109, а), то горизонтальная проекция этого треугольника будет его действительным видом, а фронтальная проекция — отрезком прямой, параллельным оси x . Комплексный чертеж треугольника ABC показан на рис. 109, б. Такой треугольник можно видеть на изображении резбового резца (рис. 109, в), передняя грань которого треугольная.



Трапеция $ABCD$ расположена на фронтально-проецирующей плоскости (рис. 110, а). Фронтальная проекция трапеции представляет собой отрезок прямой линии, а горизонтальная — трапецию (рис. 110, б).

Задняя грань отрезного резца (рис. 110, в) имеет форму трапеции.

Рассматривая плоскость, параллельную горизонтальной, фронтальной или профильной плоскости проекций (плоскость уровня), можно заметить, что любая фигура, лежащая в этой плоскости, имеет одну из проекций, представляющую собой действительный вид этой фигуры; вторая и третья проекции фигуры совпадают со следами этой плоскости.

Рассматривая проецирующую плоскость, заметим, что любая точка, отрезок прямой или кривой линии, а также фигуры, расположенные на проецирующей плоскости, имеют одну проекцию, расположенную на следе этой плоскости. Например, если круг лежит на фронтально-проецирующей плоскости P (рис. 111), то фронтальная проекция круга совпадает с фронтальным следом P_V плоскости P . Две другие проекции круга искажены и представляют собой эллипсы. Большие оси эллипсов равны проекциям диаметра круга 37 . Малые оси эллипсов равны проекциям диаметра круга 15 , перпендикулярного диаметру 37 .

На рис. 111, б показано колено трубы с двумя фланцами. Горизонтальная проекция контура нижнего фланца, который расположен в горизонтальной плоскости, будет действительным видом окружности. Горизонтальная проекция контура верхнего фланца изобразится в виде эллипса.

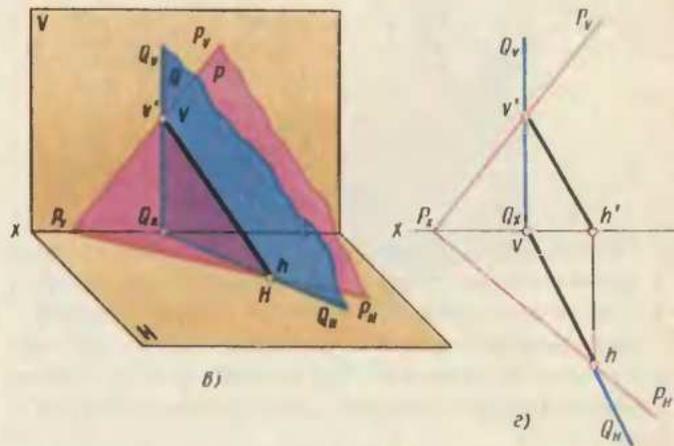


РИС. 112

необходимо построить их профильные следы в системе V, H и W (рис. 112, б). Плоскости P и K будут параллельны только в том случае, если параллельны их профильные следы P_W и K_W .

Одноименные следы пересекающихся плоскостей P и Q (рис. 112, в) пересекаются в точках V 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, з); точка v' — фронтальная проекция фронтального следа искомой линии пересечения плоскостей P и Q , h — горизонтальная проекция горизонтального следа этой же прямой. Опуская 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 .

§ 5. ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ

Две плоскости могут быть взаимно параллельными или пересекающимися.

Из стереометрии известно, что если две параллельные плоскости пересекают какую-либо третью плоскость, то линии пересечения этих плоскостей параллельны между собой. Исходя из этого положения, можно сделать вывод, что одноименные следы двух параллельных плоскостей P и Q также параллельны между собой.

Если даны две профильно-проецирующие плоскости P и K (рис. 112, а), то параллельность их фронтальных и горизонтальных следов на комплексном чертеже в системе V и H недостаточна для того, чтобы определить, параллельны эти плоскости или нет. Для этого

§ 6. ПРЯМАЯ, ПРИНАДЛЕЖАЩАЯ ПЛОСКОСТИ

Дана плоскость, заданная треугольником ABC , и прямая, заданная отрезком MN . На рис. 113, а тре-

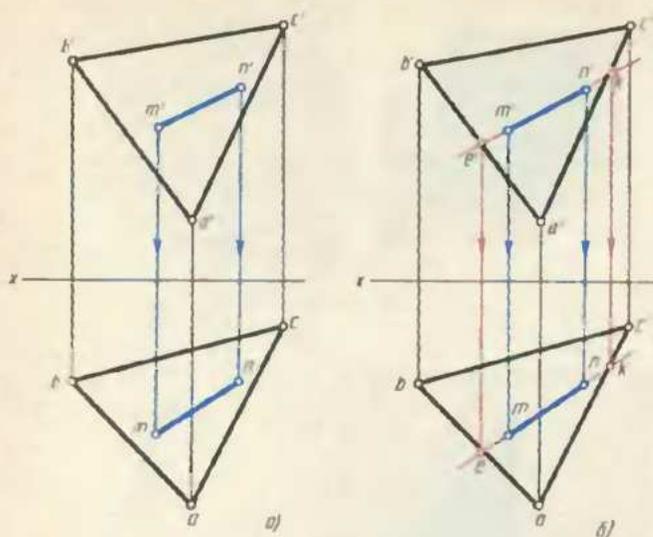


РИС. 113

угольник ABC и отрезок MN заданы горизонтальными и фронтальными проекциями. Требуется определить, лежит ли прямая в плоскости данного треугольника.

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

Из точек $e'k'$ проводим линии связи на горизонтальную проекцию до пересечения с отрезками ab и ca , получаем точки ek . Продолжим горизонтальную проекцию отрезка mn 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 проецирующей (рис. 114, а). В

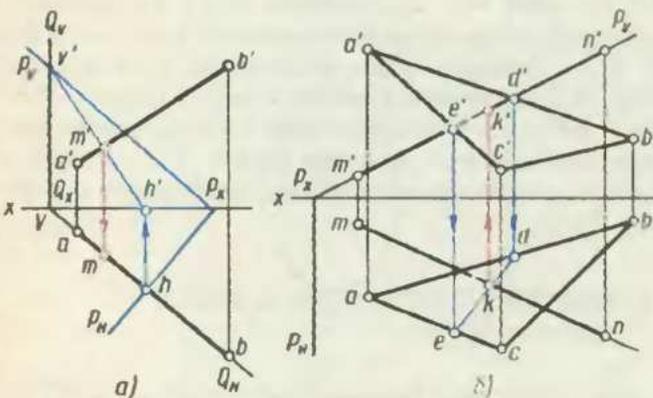


РИС. 114

данном случае проведена вспомогательная горизонтально-проецирующая 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' , 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 вертикальную 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 и 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 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 .

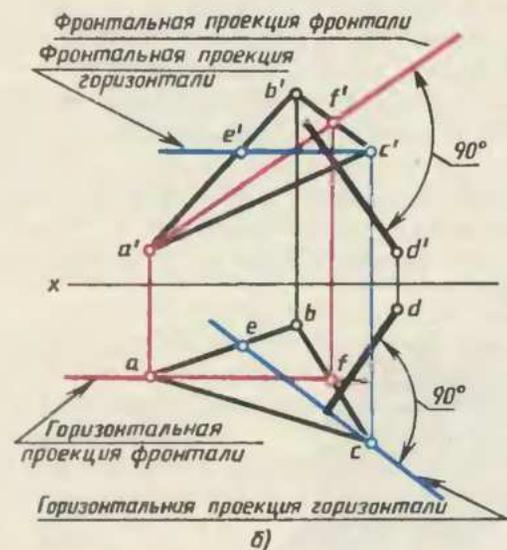
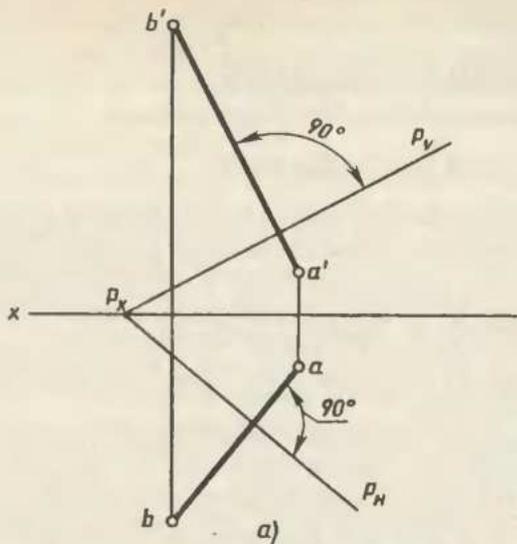


РИС. 115

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 $f'a'$. 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 ли-

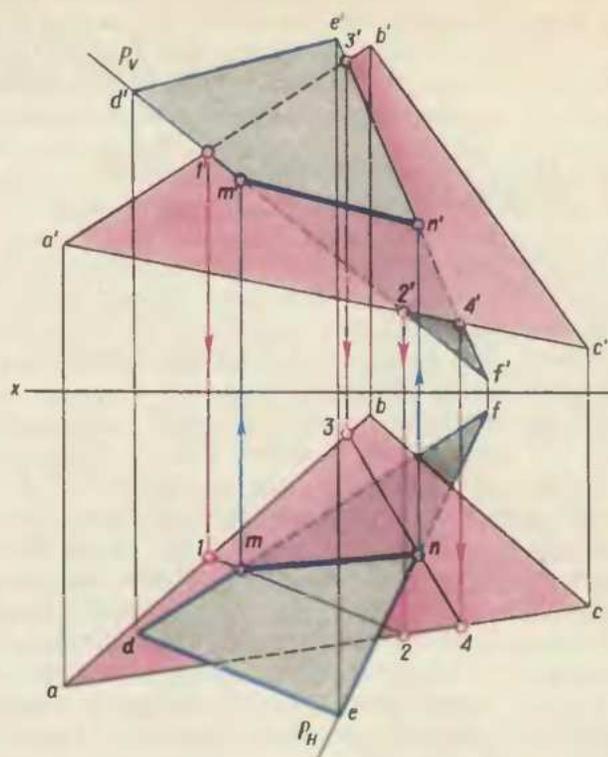


РИС. 116

нии 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 плоскость P , которая пересекается с плоскостью треугольника ABC по прямой $I2$. Через полученные точки I' и $2'$ проводят вертикальные линии связи до пересечения их с горизонтальными проекциями ab и ac сторон треугольника ABC в точках I и 2 . На пересечении горизонтальных проекций df и $I2$ 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 горизонталью и фронталью плоскости?
5. Какими способами может быть задана плоскость на комплексном чертеже?

ГЛАВА 15

СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОЕКЦИЙ

§ 1. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОЕКЦИЙ

На чертежах некоторые элементы изображаются в искаженном виде. В некоторых случаях требуется определить действительную величину этих элементов, например, при выполнении чертежей разверток поверхностей геометрических тел.

Изучая прямоугольное проецирование отрезков прямых или плоских кривых линий, а также фигур (треугольника, круга и др.) на три плоскости V , H и W , можно отметить, что действительные размеры и виды этих линий и фигур получаются на той плоскости проекций, параллельно которой расположены эти линии и фигуры (рис. 117). Например, отрезок прямой AB , параллельный плоскости V (отрезок фронтали), проецируется в действительную длину на плоскость V или, иначе, длина фронтальной проекции $a'b'$ отрезка фронтали равна действительной длине этого отрезка.

Если плоскость фигуры, например треугольника ABC , параллельна фронтальной плоскости проекций, то фронтальная проекция $a'b'c'$ является его действительным видом.

В техническом черчении иногда приходится по данным прямоугольным проекциям (комплексному чертежу) детали определять действительную величину или вид какого-либо элемента этой детали, расположенного в плоскости общего положения. Для этого применяются особые способы построения, цель которых получить новую проекцию элемента детали, представляющую собой его действительную величину или вид.

Таковыми способами являются: способ вращения, способ совмещения (частный случай предыдущего способа) и способ перемены плоскостей проекций.

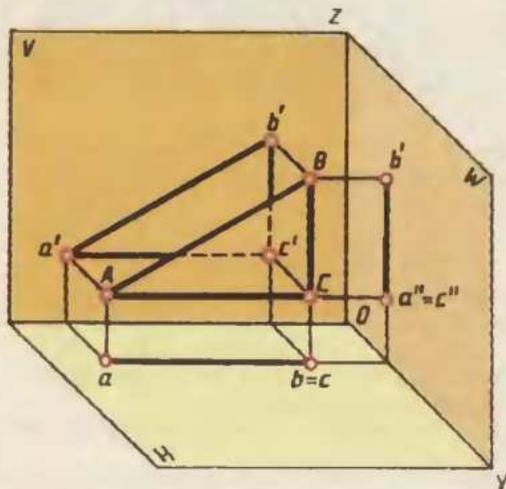


РИС. 117

§ 2. СПОСОБ ВРАЩЕНИЯ

Сущность способа вращения заключается в том, что заданные точка, линия или плоская фигура вращаются вокруг оси, перпендикулярной к одной из плоскостей проекций, до требуемого положения относительно какой-либо плоскости проекций. Если вращается фигура или тело, то каждая их точка будет перемещаться по окружности.

Рассмотрим вращение простейшего геометрического элемента — точки A (рис. 118, а). Пусть ось вращения MN будет перпендикулярна к плоскости H . При вращении вокруг оси MN точка A перемещается по окружности, лежащей в плоскости, перпендикулярной к оси вращения. Точка пересечения этой плоскости с осью называется центром вращения.

Так как окружность, по которой движется точка A , расположена в плоскости, параллельной плоскости H , то горизонтальная проекция этой окружности является ее действительным видом, а фронтальная проекция — отрезком прямой, параллельной оси x . Длина этого отрезка равна диаметру окружности, лежащей в плоскости вращения.

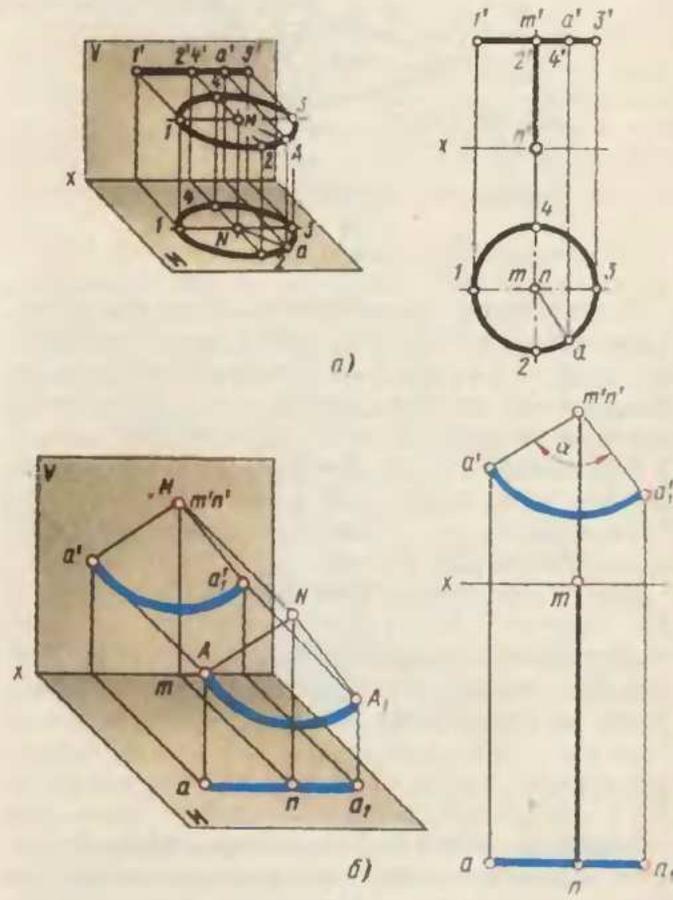


РИС. 118

Таким образом, при вращении точки A вокруг оси, перпендикулярной к какой-либо плоскости проекций, проекция точки на эту плоскость перемещается по окружности, а вторая проекция — по прямой, параллельной оси проекций.

Повернем данную точку A вокруг оси MN , перпендикулярной к плоскости V , на заданный угол α . Для этого на комплексном чертеже необходимо выполнить следующие построения (рис. 118, б).

Фронтальную проекцию оси вращения — точку $m'n'$ — соединяют прямой линией с фронтальной проекцией a' точки A и получают отрезок $m'a'$, равный действительной величине (длине) радиуса окружности вращения. Этим радиусом из центра m' описывают дугу окружности вращения (рис. 118, б). На плоскости V строят угол α , одна сторона которого является радиусом вращения $a'm'$. На пересечении дуги окружности вращения с другой стороной угла α получаем точку a'_1 — новую фронтальную проекцию точки A . Новую горизонтальную проекцию точки A находят, проводя вертикальную линию связи из точки a'_1 до пересечения с прямой, проведенной из точки a параллельно оси x .

Вращение отрезка прямой вокруг оси, перпендикулярной к плоскости проекций, можно рассматривать как вращение двух точек этого отрезка.

Построения на комплексном чертеже упрощаются, если ось вращения провести через какую-либо конечную точку вращаемого отрезка прямой. В этом случае достаточно повернуть только одну точку отрезка, так как другая точка, расположенная на оси вращения, остается неподвижной.

Пусть требуется определить способом вращения действительную длину отрезка AB прямой общего положения (рис. 119, а).

Через конец отрезка A (рис. 119, б) проводят ось вращения MN перпендикулярно плоскости H . Относительно этой оси вращается второй конец отрезка — точка B . Чтобы получить на комплексном чертеже

действительную длину отрезка, надо повернуть его так, чтобы он был параллелен плоскости V .

После вращения горизонтальная проекция отрезка должна быть параллельна оси x , поэтому на этой плоскости проекций и начинается построение. Из точки a радиусом ab описывают дугу окружности до пересечения с прямой, проведенной из точки a параллельно оси x (рис. 119, б). Точка пересечения b_1 — новая горизонтальная проекция точки B . Фронтальную проекцию b'_1 точки B находят, проводя вертикальную линию связи из точки b_1 до пересечения с прямой, проведенной из точки b' параллельно оси x (в данном случае эта прямая совпадает с осью x). Соединив точки b'_1 и a' , на плоскости V получают действительную длину $a'b'_1$ отрезка AB .

Эту задачу можно решить вращением отрезка AB относительно оси, перпендикулярной к плоскости V . Через конец отрезка A проводят ось вращения MN (рис. 119, в). Из точки a' радиусом, равным $a'b'$, проводят дугу окружности до пересечения с прямой, проведенной из точки a' параллельно оси x , и получают новую фронтальную проекцию b'_1 точки B . Проведя из точки b' прямую, параллельную оси x , а через точку b'_1 вертикальную линию связи, на их пересечении получают новую горизонтальную проекцию b_1 точки B (после поворота отрезка AB). Соединив точки b_1 и a , находят действительную длину ab_1 отрезка AB .

Способом вращения можно определить действительный вид фигуры. На рис. 120, а изображена стойка поддерживающего ролика ленточного конвейера. Пусть требуется определить действительный вид ребра стойки ролика — прямоугольного треугольника ABC .

Как видно из рис. 120, плоскость треугольника горизонтально-проецирующая, поэтому действительный вид треугольника можно получить на плоскости V вращением этого треугольника около вертикальной оси до тех пор, пока плоскость треугольника не станет параллельной плоскости V .

На комплексном чертеже (рис. 120, б) ось вращения,

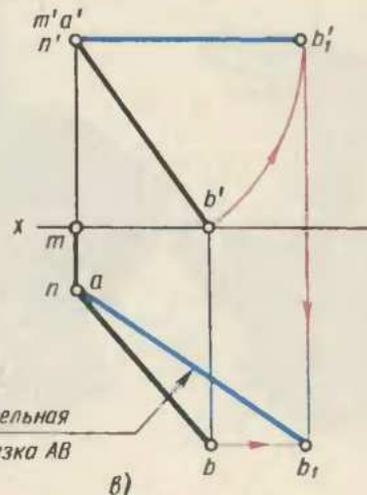
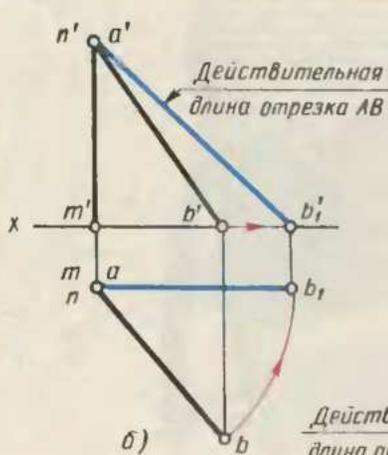
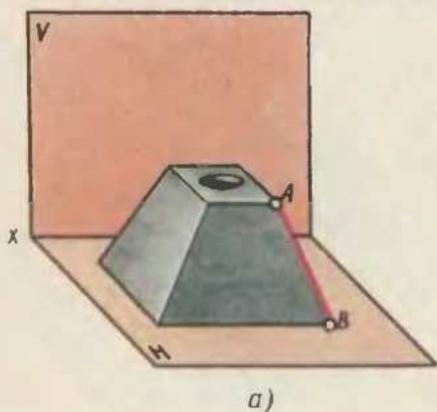


РИС. 119

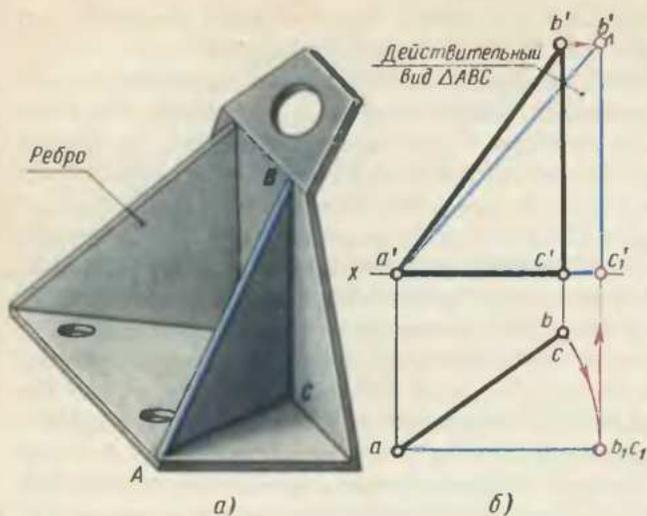


РИС. 120

перпендикулярная к плоскости H , проведена через вершину треугольника A . Вращаются одновременно две вершины треугольника — B и C . После поворота новая горизонтальная проекция треугольника $a_1b_1c_1$ должна быть параллельна оси x . Фронтальные проекции — точки b'_1 и c'_1 — вершин B и C после поворота находят, проводя вертикальные линии связи из точек c_1 и b_1 . Соединив точки a' , b'_1 и c'_1 , получим на плоскости V действительный вид треугольника ABC .

Способом вращения на комплексном чертеже можно найти действительный вид фигуры криволинейного контура, например, лопасти мешалки (рис. 121, б). На рис. 121, а дано наглядное изображение одной лопасти этой мешалки и части вала. Так как лопасть расположена под углом к оси вала, на котором она установлена, а ось вала на комплексном чертеже должна быть параллельна оси x , то на фронтальной и профильной проекциях лопасть будет изображена в искаженном виде.

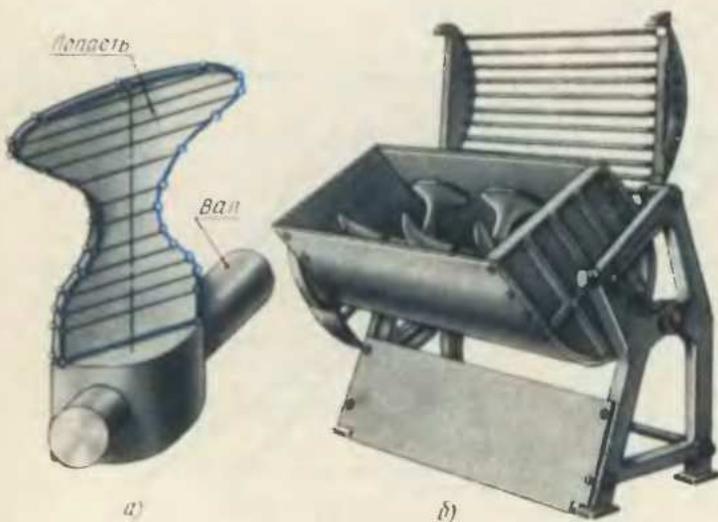


РИС. 121

Действительный вид контура лопасти находят вращением лопасти вокруг оси, перпендикулярной к плоскости H . Для этого на фронтальной проекции контура берут несколько произвольных точек — $a'e', m', d', c', k', n'$ (рис. 122). Проводя из этих точек вертикальные линии связи, находят их горизонтальные проекции — a, e, m, d, c, k, b, n , которые будут располагаться на горизонтальной проекции контура лопасти, т. е. на прямой ab , наклоненной под углом α к оси x . Вертикальная ось вращения проведена через точку A . Горизонтальную проекцию ab контура лопасти поворачивают вокруг центра вращения (точки a) на угол α и получают новую горизонтальную проекцию ab_1 лопасти.

Для определения новой фронтальной проекции какой-либо точки контура, например точки b'_1 , через точку b_1 проводят вертикальную линию связи до пересечения с прямой, проведенной из b' параллельно оси

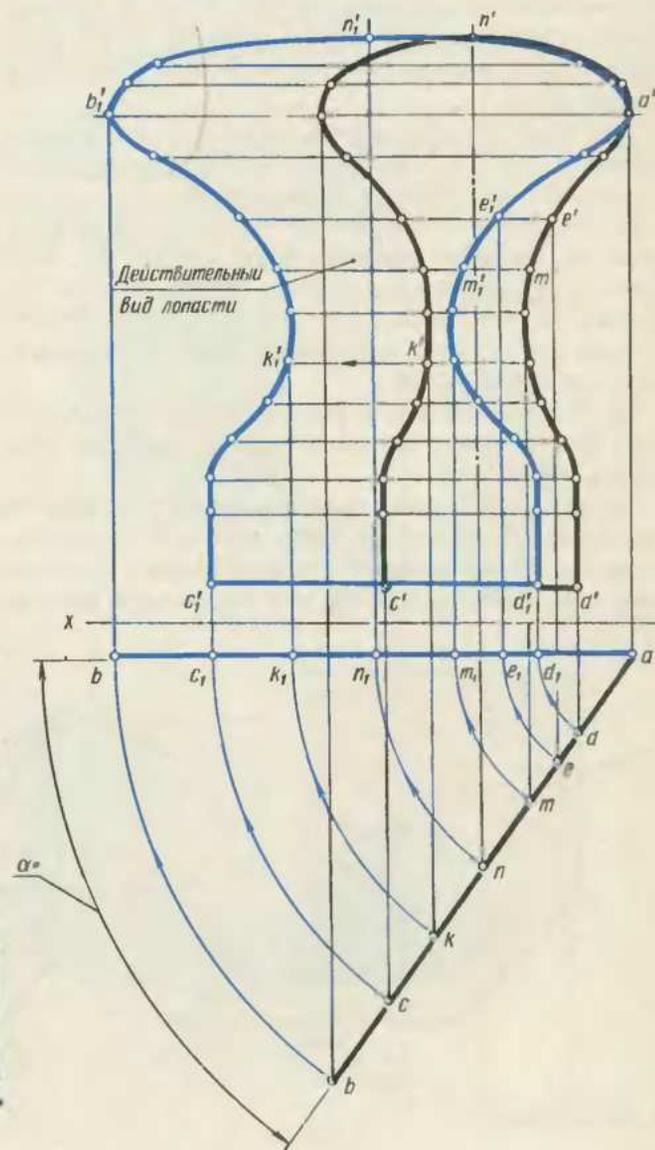


РИС. 122

х. Также находят и остальные новые фронтальные проекции точек контура — $e'_1, m'_1, d'_1, c'_1, k'_1, n'_1$. Соединяя их плавной кривой по лекалу, получим действительный вид контура лопасти.

§ 3. СПОСОБ СОВМЕЩЕНИЯ

Сущность способа совмещения заключается в том, что плоскость, заданную следами, вращают вокруг одного из следов этой плоскости до совмещения с соответствующей плоскостью проекций, например, вокруг следа P_H до совмещения с горизонтальной плоскостью проекций (рис. 123, а). Изображения отрезка прямой или плоской фигуры, лежащей в заданной плоскости P , получаются без искажения.

Построения на комплексном чертеже упрощаются, если через совмещаемые геометрические элементы можно провести какую-либо проецирующую плоскость, например горизонтально-проецирующую. При любом расположении горизонтально-проецирующей плоскости P относительно V и H ее следы после совмещения будут располагаться под прямым углом (рис. 123, а и б). Совмещая горизонтально-проецирующую плоскость с плоскостью H вращением около горизонтального следа P_H , видим, что совмещенный фронтальный след P_{V1} находится под прямым углом к неподвижному горизонтальному следу P_H (рис. 123, б).

Если на горизонтальном следе P_H , который является осью вращения горизонтально-проецирующей плоскости P и, следовательно, неподвижен, взять какую-либо точку, то после совмещения плоскости P с плоскостью H положение точки не изменится.

Если же взять точку B на фронтальном следе P_V плоскости P (рис. 123, в), то совмещенная точка B будет лежать на совмещенном следе P_{V1} , при этом расстояние $P_x b'$ будет равно расстоянию $P_x b'_1$.

Отрезок прямой определяется двумя точками. Поэтому, если через отрезок AB провести, например, фронтально-проецирующую плоскость P (рис. 124, а)

и совместить ее с H , то при этом с плоскостью H совместятся и концы этого отрезка — точки A и B , т. е. весь отрезок прямой. Тогда на плоскости H отрезок спроецируется без искажения.

Таким образом, задача определения действительной длины отрезка прямой AB способом совмещения решается следующим путем.

Через точку a (рис. 124, а), расположенную на плоскости H , проводят перпендикулярно оси x горизонтальный след P_H фронтально-проецирующей плоскости P . Через точки a' и b' проводят след P_V . Плоскость P совмещают с плоскостью H , совмещенное положение следа P_V совпадает с осью x . Из точки P_x радиусом $P_x b'$ делают засечку дугой окружности на совмещенном следе P_{V1} и из точки пересечения восстанавливают перпендикуляр к оси x . Из точки b опускают перпендикуляр на след R_H и, продолжая его до пересечения с прямой, перпендикулярной к оси x , получают совмещенное положение точки B — точку b'_1 . Соединив точки a'_1 и b'_1 , находят совмещенное положение отрезка AB , которое и будет его действительной длиной.

Определение действительного вида треугольника ABC показано на рис. 124, б. Как и при решении задачи способом вращения, здесь рассматривается случай, когда плоскость треугольника является горизонтально-проецирующей.

Решая эту задачу способом совмещения, вначале проводят следы P_V и P_H плоскости треугольника ABC . Так как сторона AC треугольника расположена в плоскости, параллельной H , то проекция ac совпадает со следом P_H . Затем совмещают с плоскостью H фронтальный след плоскости P_V , который после совмещения будет располагаться под углом 90° к горизонтальному следу P_H .

Для построения совмещенного положения точки B из точки b' проводят прямую, параллельную оси x , до пересечения со следом P_V в точке v' ; на совмещенном следе P_{V1} делают засечку дугой окружности радиусом, равным $P_x v'$, и получают точку v_1 — совмещенное положение точки V . Через точку v_1 проводят прямую, па-

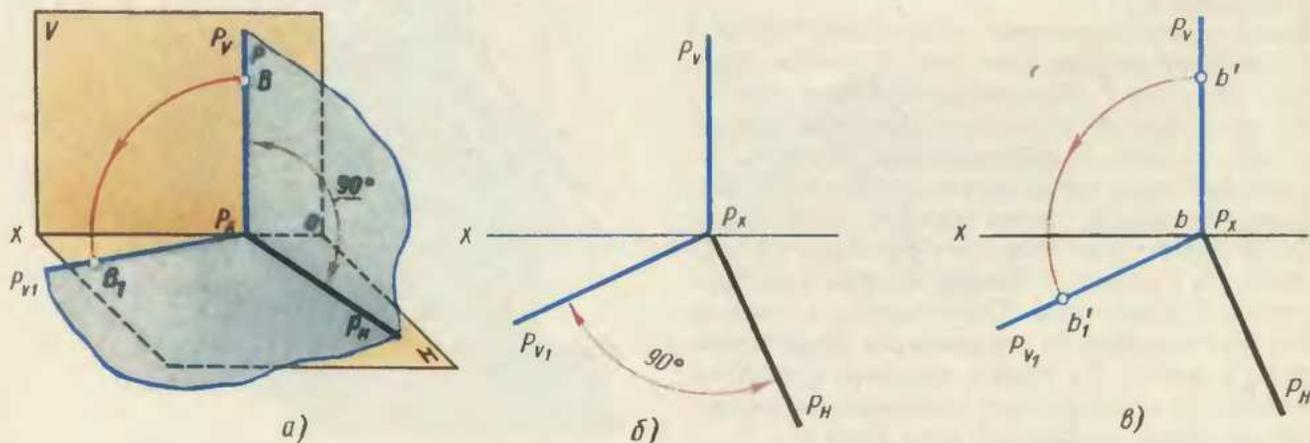


РИС. 123

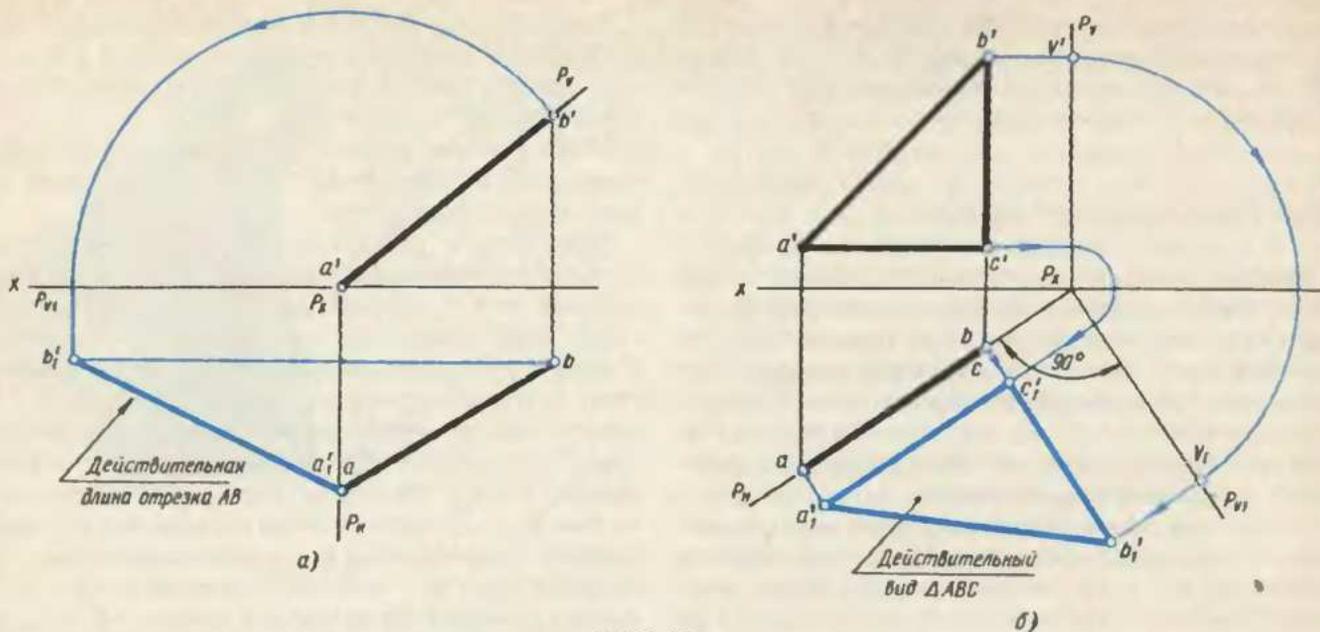


РИС. 124

параллельную следу P_H . Совмещенное положение точки B находится в точке b'_1 пересечения перпендикуляра, восстановленного из точки b к следу P_H с прямой, проведенной из точки v_1 параллельно следу P_H .

Определение действительного вида фигуры криволинейного контура, например лопасти мешалки, способом совмещения показано на рис. 125. Построение аналогично описанному выше. Различие состоит в том, что в данном случае совмещают несколько произвольно взятых точек криволинейного контура.

Через фигуру (контур) лопасти проводят вспомогательную горизонтально-проецирующую плоскость, заданную следами P_V и P_H . Затем на криволинейном контуре берут несколько произвольно расположенных точек A, B, C, \dots , через которые проводят горизонтали этой плоскости. Плоскость P совмещают с плоскостью H вместе с горизонталями. На совмещенных горизонталях находят точки a'_1, b'_1, c'_1 , которые соединяют плавной кривой, и получают действительный вид контура лопасти.

Например, для совмещения с плоскостью H точки B криволинейного контура через точку B проводят горизонталь плоскости P . Фронтальная проекция горизонтали параллельна оси x ; горизонтальная проекция горизонтали совпадает с горизонтальным следом P_H . Затем эту горизонталь совмещают с плоскостью H . Совмещение произведено таким образом. Фронтальная проекция горизонтали пересекает фронтальный след P_V плоскости P в точке v' , которая является фронтальным следом горизонтали. Совмещенное положение этого следа находится на совмещенном фронтальном следе P_{V1} в точке v_1 . Из точки v_1 проведена прямая, параллельная P_V , которая и будет совмещенным положением горизонтали, проходящей через точку B .

Из горизонтальной проекции b'_1 точки восстановлен перпендикуляр к P_H и продолжен далее до пересечения

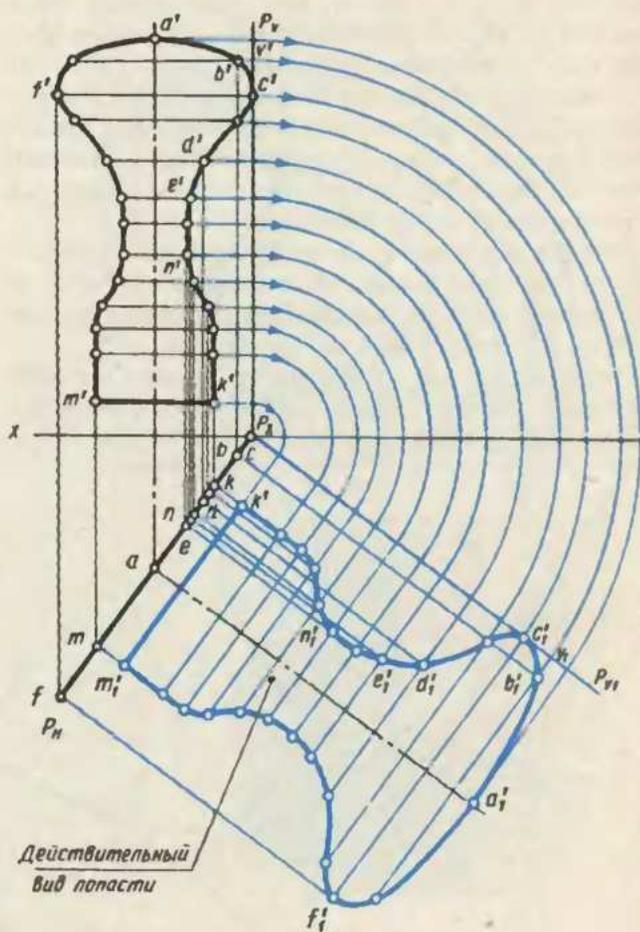


РИС. 125

с совмещенной горизонталью в точке b'_1 . Эта точка и будет являться искомым совмещенным положением точки B с плоскостью H .

§ 4. СПОСОБ ПЕРЕМНЫ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ

Сущность способа перемены плоскостей проекций заключается в том, что одна из плоскостей проекций заменяется новой, на которую проецируются данная точка, отрезок прямой линии или фигура. При этом в отличие от двух предыдущих способов эти геометрические элементы не меняют своего положения в пространстве. Например, фронтальная плоскость проекций V может быть заменена новой, обозначаемой V_1 (рис. 126, а), причем плоскость V_1 должна быть так же, как и плоскость V , перпендикулярна к плоскости H .

На комплексном чертеже (рис. 126, б) новая ось проекций, которая образуется при пересечении новой плоскости V_1 с плоскостью H , обозначается x_1 . Новая система плоскостей проекций обозначается $\frac{V_1}{H}$. Иногда заменяется и горизонтальная плоскость проекций H на новую плоскость, обозначаемую H_1 .

Если новая фронтальная плоскость проекций V_1 по своему положению являлась, как и замененная V , вертикальной плоскостью, то новая горизонтальная плоскость проекций H_1 по своему положению не будет горизонтальной, а называется так только условно.

В некоторых случаях для решения задач на комплексном чертеже приходится последовательно заменять две плоскости проекций, например, фронтальную V на V_1 и горизонтальную H на H_1 .

На наглядном изображении проекций точки A (рис. 126, а) видно, что при перемене фронтальной плоскости проекций V на новую V_1 расстояние от новой фронтальной проекции a'_1 точки A до новой оси проекций x_1 равно расстоянию от фронтальной проекции a' точки A до оси проекции x , т. е. координате z_A . Это правило надо запомнить. В дальнейшем оно применяется при

решении разных задач способом перемены плоскостей проекций.

Таким образом, при замене плоскости V на плоскость V_1 на комплексном чертеже прежде всего должна быть проведена новая ось проекций x_1 (рис. 126, а), а затем построена новая фронтальная проекция точки. Для этого из горизонтальной проекции a точки A опускают перпендикуляр на новую ось проекций x_1 и на продолжении этого перпендикуляра откладывают от новой оси координату z_A . В результате получают новую фронтальную проекцию a'_1 точки A .

Если на комплексном чертеже точки A нужно заменить горизонтальную плоскость проекций, то для нахождения новой горизонтальной проекции a_1 точки A надо (рис. 127, а и б) из фронтальной проекции a' опустить на новую ось x_1 перпендикуляр и на его продолжении отложить координату u_A точки A .

Определим способом перемены плоскостей проекций действительную длину отрезка AB (рис. 128). В этом случае новая плоскость проекций V_1 или H_1 должна быть выбрана так, чтобы она была параллельна отрезку AB . Иначе отрезок AB по отношению к новой плоскости проекций должен быть или фронталью (при замене плоскости V на плоскость V_1), или горизонталью (при замене плоскости H на плоскость H_1).

Решим эту задачу двумя вариантами.

Первый вариант. Заменяем плоскость V новой фронтальной плоскостью проекций V_1 (рис. 128, а).

Для упрощения построений новая ось проекций x_1 может совпадать с горизонтальной проекцией ab отрезка прямой. Координата z_B точки B равна нулю (так как точка B расположена на плоскости H), поэтому новая фронтальная проекция b'_1 совпадает с прежней горизонтальной проекцией b .

Новая фронтальная проекция a'_1 точки A находится на перпендикуляре, восстановленном к новой оси проекций x_1 . Отрезок a'_1a , отложенный на этом перпендикуляре, равен расстоянию от прежней фронтальной

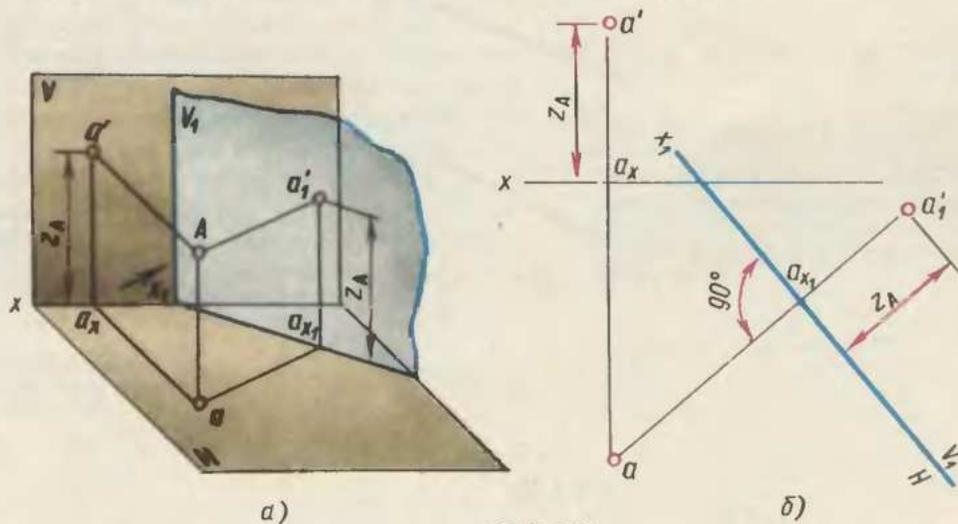


РИС. 126

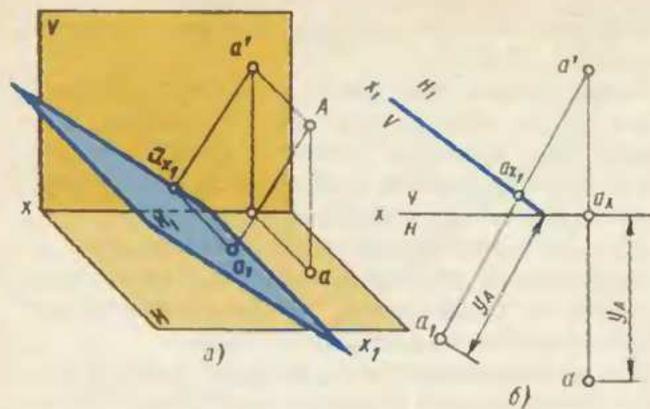


РИС. 127

проекции a' точки A до прежней оси x или координате z_A точки A . Соединив точки a'_1 и b'_1 , получим действительную длину отрезка AB .

Второй вариант. Заменяем плоскость H новой горизонтальной плоскостью проекций H_1 (рис. 128, б).

Новую ось проекций x_1 проведем (для упрощения построений) через фронтальную проекцию отрезка $a'_1b'_1$. Координату y_A откладываем на перпендикуляре к новой оси x_1 от точки a' , а координату y_B — от точки b' . Отложив эти координаты, получаем новые горизонтальные проекции a_1 и b_1 точек A и B . Соединив точки a_1 и b_1 на новой горизонтальной плоскости проекций H_1 , получим действительную длину отрезка AB .

Действительный вид плоской фигуры также можно определить способом перемены плоскостей проекций.

Для примера возьмем прямоугольный треугольник ABC (см. рис. 128, в), который расположен в горизонтально-проецирующей плоскости.

В данном примере заменяется плоскость проекций V новой плоскостью V_1 так, чтобы новая фронтальная проекция треугольника ABC была его искомым действительным видом. Новая ось проекций x_1 должна быть проведена на комплексном чертеже параллельно горизонтальной проекции треугольника или (для упрощения построений) так, как показано на рис. 128, в, где новая ось x_1 совпадает с горизонтальной проекцией abc треугольника. В этом случае новые фронтальные проекции a'_1 и c'_1 совпадут с горизонтальными проекциями a и c вершин треугольника.

Для определения действительного вида треугольника остается найти только одну новую фронтальную проекцию третьей точки — вершины B . Для этого нужно из прежней горизонтальной проекции b точки B восстановить перпендикуляр к новой оси проекций x_1 и от нее отложить на перпендикуляре расстояние от фронтальной проекции b' до оси x или координату z_B . Соединив точку b'_1 с точками a'_1 и c'_1 прямыми линиями, получим действительный вид треугольника ABC .

Подобными приемами построений можно определить действительный вид многоугольника 12345 , плоскость которого является фронтально-проецирующей (см. рис. 129).

В этом случае требуется заменить H на H_1 , ось проекций которой проводится параллельно фронтальной проекции многоугольника на произвольном расстоянии.

Для нахождения, например, новой горизонтальной проекции точки 3 из точки $3'$ восстанавливают перпендикуляр и от оси x_1 откладываем на этом перпендикуляре

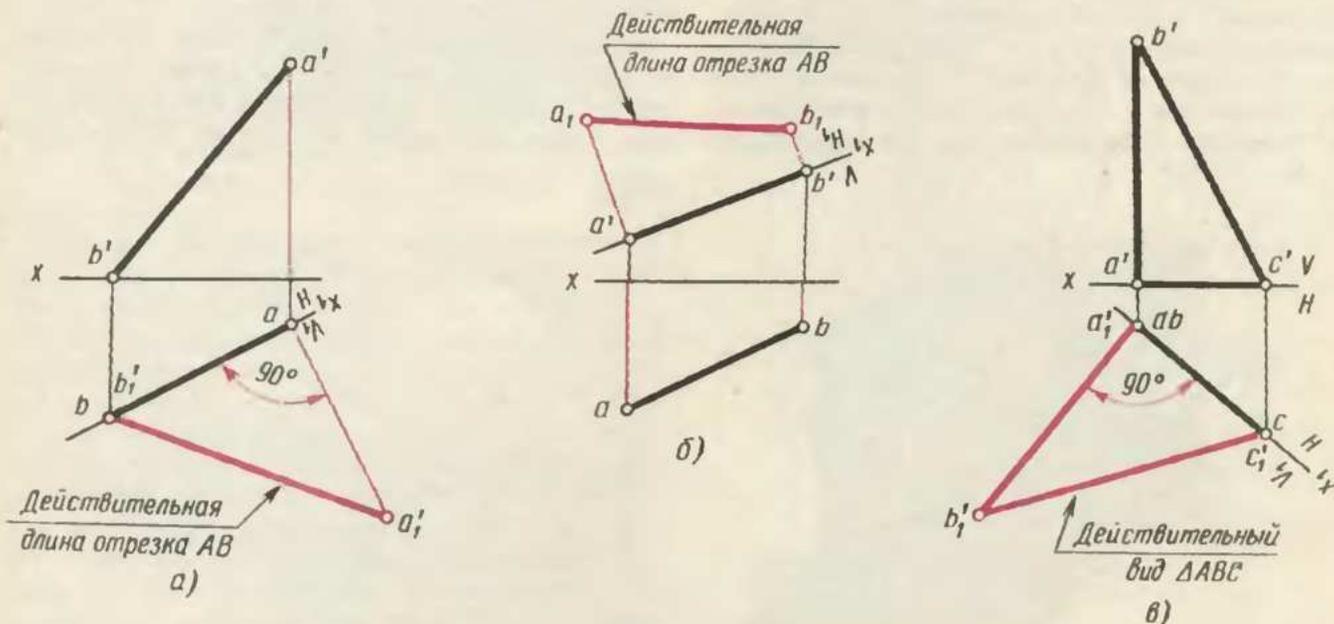


РИС. 128

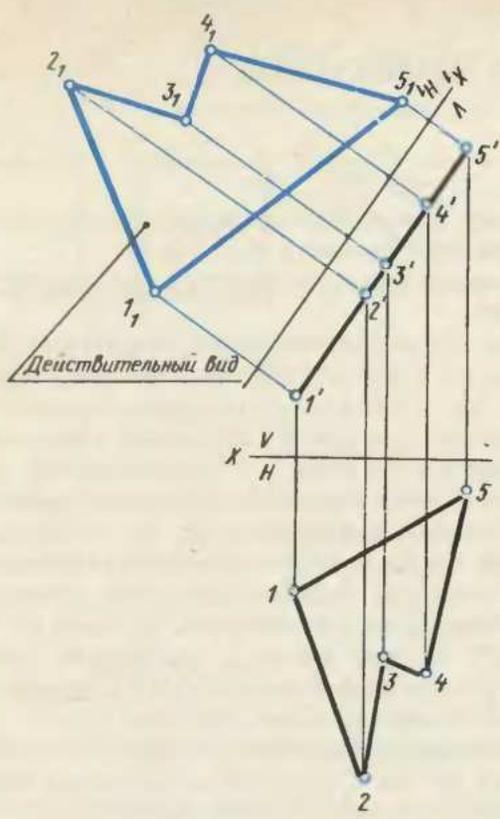


РИС. 129

расстояние, равное расстоянию от точки 3 до оси x . Точка 3_1 будет новой горизонтальной проекцией точки 3. Так же находят точки $1_1, 2_1, 4_1$ и 5_1 . Затем, соединив их прямыми линиями, получают действительный вид многоугольника.

Построение действительного вида контура лопасти, расположенной в горизонтально-проецирующей плоскости, показано на рис. 130. В этом случае плоскость проекции V заменена новой плоскостью V_1 . Для упрощения построений новая ось проекций x_1 проведена через горизонтальную проекцию фигуры, а лопасть опущена вниз до соприкосновения с плоскостью H .

Для определения действительного вида контура фигуры строят новые фронтальные проекции нескольких ее точек способом, описанным выше. Например, для построения новой фронтальной проекции какой-либо точки E криволинейного контура лопасти из горизонтальной проекции e к новой оси проекций x_1 восстанавливают перпендикуляр, на котором от точки e откладывают отрезок, равный расстоянию фронтальной

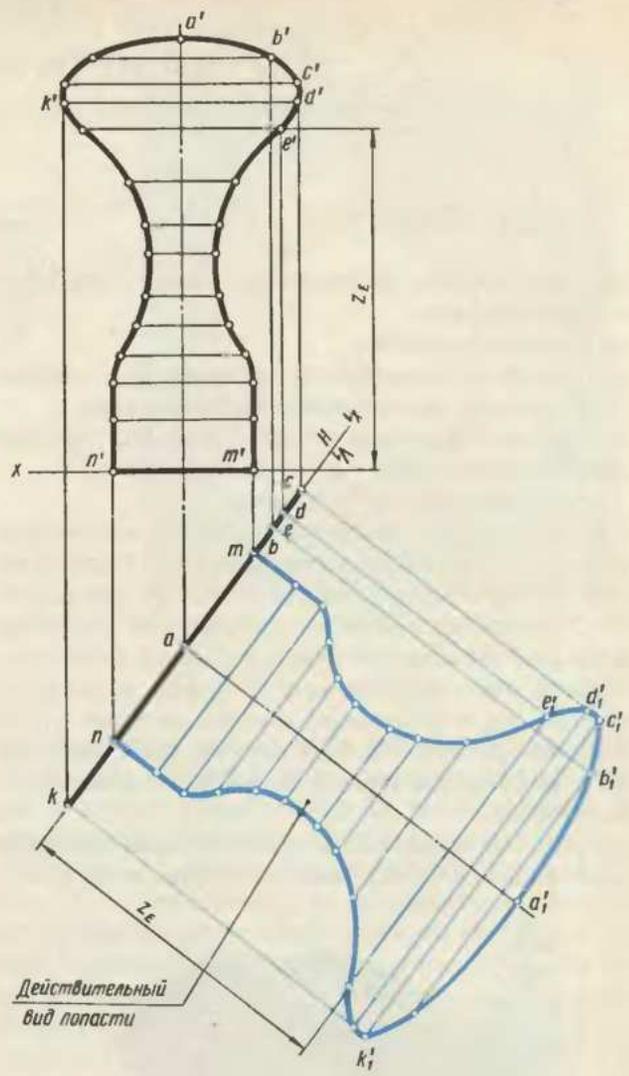


РИС. 130

проекции e' до оси x , т. е. координату z точки E . Точка e'_1 — новая фронтальная проекция точки E .

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В чем сущность способа вращения?
2. В чем сущность способа перемены плоскостей проекций?
3. Какие способы преобразования чертежа применяют для определения действительных форм плоских фигур?
4. Укажите номер рисунка, на котором действительная форма плоской фигуры определена способом перемены плоскостей проекций.

§ 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). Рисунок используют при создании архитектурных проектов (рис. 132). Применение рисунка в производстве неудобно, так как рисунок искажает форму и размеры предмета.

Чертеж дает представление о форме и размерах предмета, но в некоторых случаях страдает отсутствием наглядности. В этих случаях дают дополнительно изображение этого предмета в аксонометрической проекции.

На рис. 133, а приведены ортогональные проекции предмета, по которым довольно трудно представить



РИС. 131

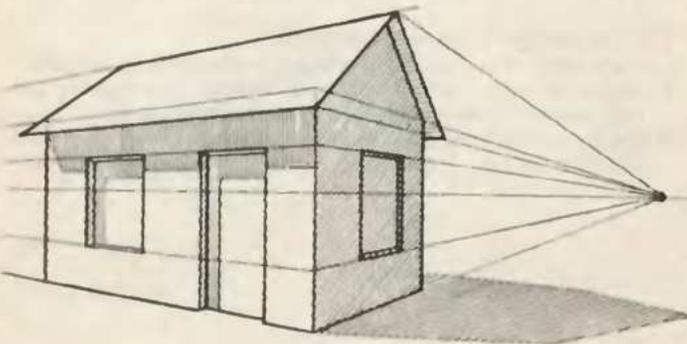


РИС. 132

его форму. Значительно нагляднее аксонометрическая проекция этого предмета (рис. 133, б).

Рассмотрим сущность получения аксонометрических проекций.

На рис. 134 изображен в трех проекциях куб. Все три видимые его грани 123 проецируются без искажения. На рис. 135, а тот же куб поставлен по отношению к наблюдателю под углом и изображен в перспективе. Мы видим все три грани $1, 2, 3$ одновременно, но размеры всех граней и ребер изображены с искажением. Однако можно спроецировать куб так, чтобы видеть в проекции три грани куба с меньшим искажением.

Для этого куб располагаем внутри трехгранного угла, образованного плоскостями проекций H, V и W (рис. 135, б). Куб вместе с плоскостями проекций спроецируем на фронтальную плоскость проекций (аксонометрическую плоскость проекции P).

Поэтому оси обозначаются со штрихами, т. е. x', y', z' . Далее по ГОСТ 2.317—69 в обозначении штрихи убираем.

Таким образом, мы подошли к способу построения аксонометрических проекций. Остается узнать, на какой угол целесообразнее всего повернуть предмет.

ГОСТ. 2.317—69 (СТ СЭВ 1979—79) устанавливает аксонометрические проекции, применяемые в чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

В зависимости от направления проецирующих лучей аксонометрические проекции делятся на прямоугольные и косоугольные.

Если проецирующие прямые перпендикулярны аксонометрической плоскости проекции, то такая проекция называется прямоугольной аксонометрической проекцией. К прямоугольным аксонометрическим

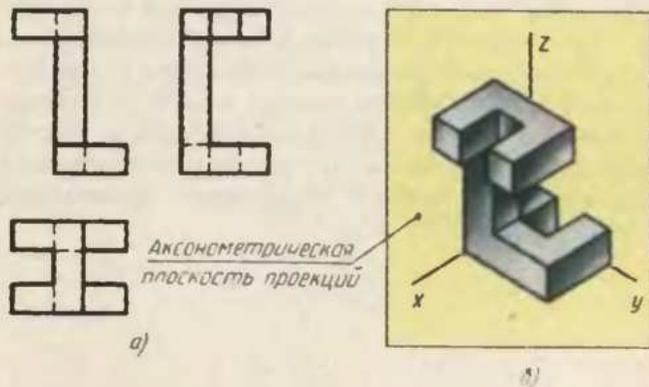


РИС. 133

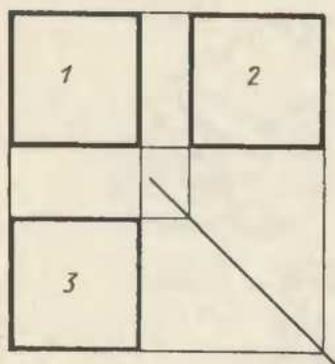
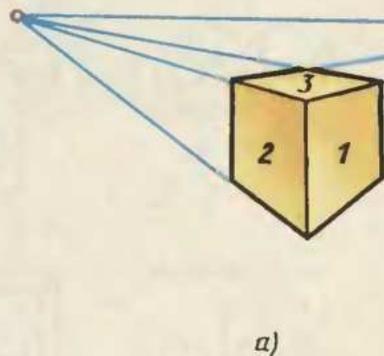


РИС. 134



а)

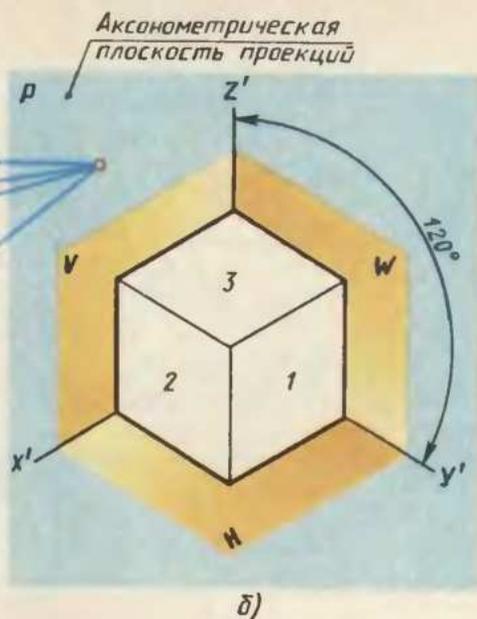


РИС. 135

проекциям относятся изометрическая и диметрическая проекции.

Если проецирующие прямые направлены под углом к аксонометрической плоскости проекций, то получается косоугольная аксонометрическая проекция. К косоугольным аксонометрическим проекциям относятся фронтальная изометрическая, горизонтальная изометрическая и фронтальная диметрическая 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.

Как и при ортогональном (прямоугольном) проецировании, куб расположен внутри трехгранного угла, образованного плоскостями проекций H , V и W . В прямоугольной изометрической проекции оси расположатся под углом 120° друг к другу. Все три коэффициента искажения по аксонометрическим осям одинаковы и равны $0,82$, поэтому длина ребер куба на изображении одинаковая и равна $0,82$ действительной длины. Обычно для упрощения построений такого сокращения не делают; отрезки, параллельные аксонометрическим осям, откладывают действительной длины.

Известно, что проекции предмета ограничены линиями, а каждая линия состоит из точек, поэтому построение изометрических проекций начнем с точки.

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

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

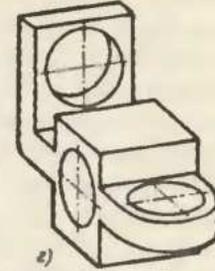
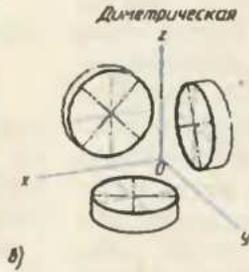
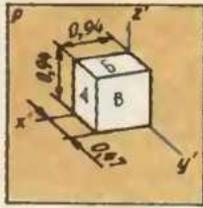
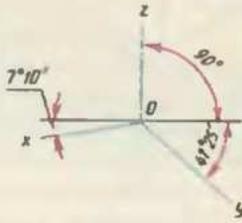
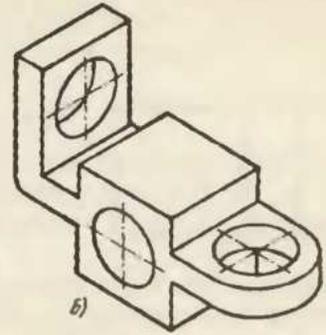
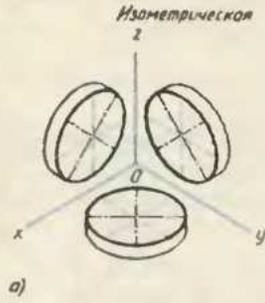
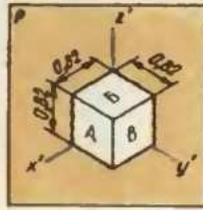
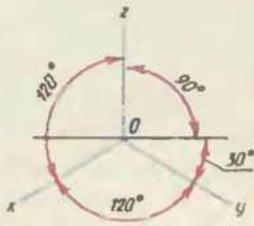
Аналогично строят изометрическую проекцию точки A . Так как координата z точки A равна нулю, то достаточно отложить координаты x и y (по соответствующим осям) точки A .

АксонOMETрические оси изометрической проекции, а также отрезки прямых, параллельные этим 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 по отношению к осям x , y и z может быть различным.

Рассмотрим, например, построение изометрической проекции правильных пятиугольников (рис. 138). В

Прямоугольные проекции



Косугольные проекции

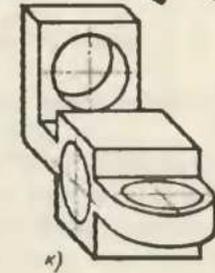
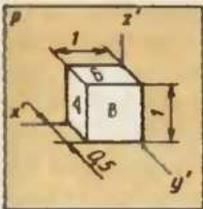
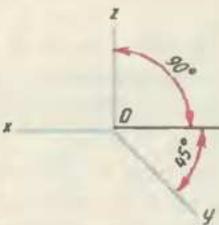
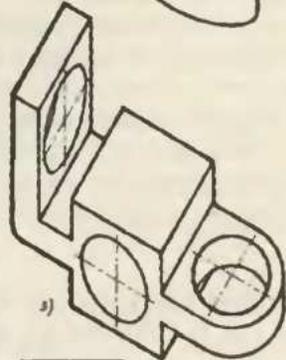
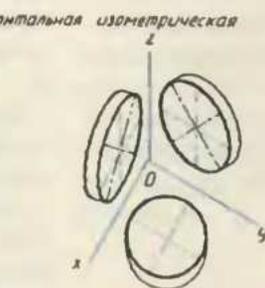
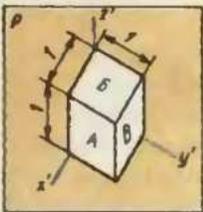
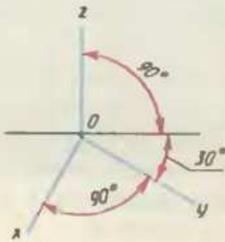
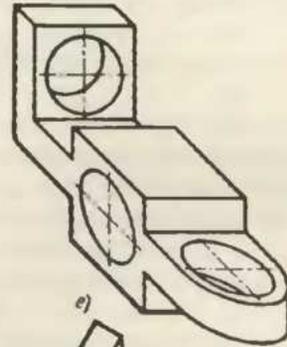
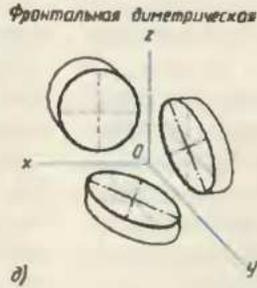
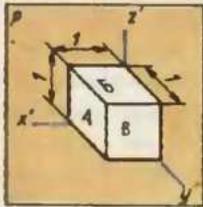
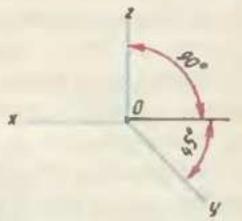


РИС. 136

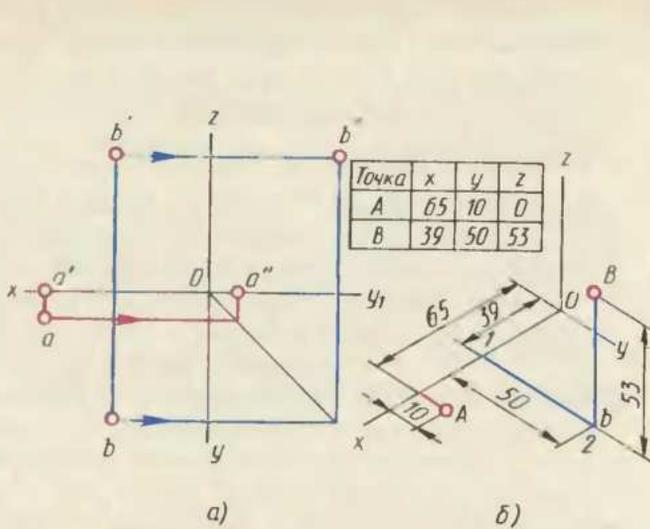
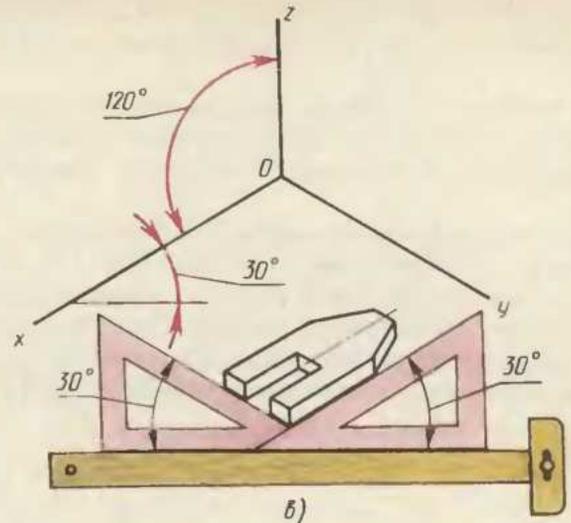


РИС. 137



этом случае для упрощения построений рассматриваются пятиугольники, расположенные на плоскостях проекций H, V, W . Тогда одна из координат вершин пятиугольника будет равна нулю и изометрическую проекцию каждой вершины можно строить по двум координатам, подобно построению точки A (на рис. 137, б).

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

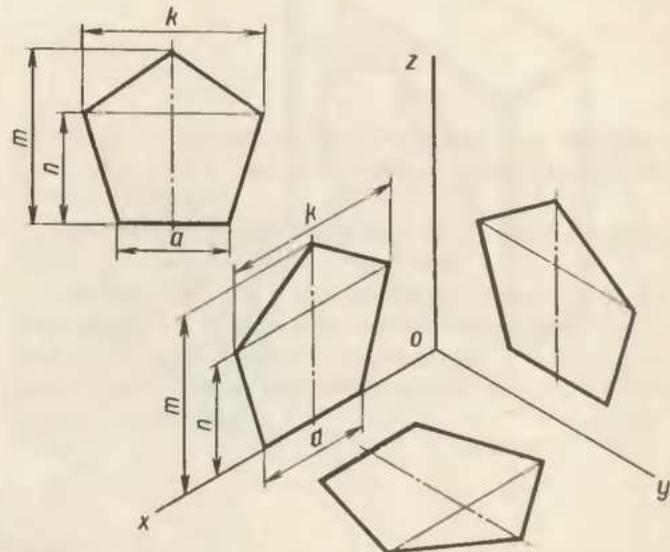


РИС. 138

§ 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 горизонтальной, а малая ось CD — вертикальной (рис. 139).

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

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

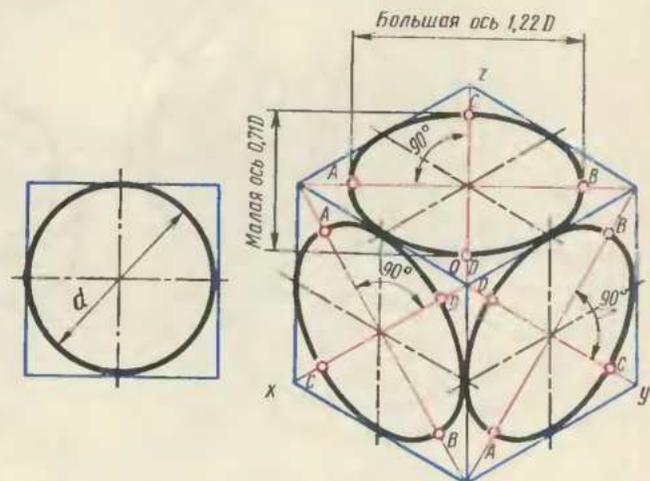


РИС. 139

эллипса 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 в 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 ак-

сонометрическими осями x и y . Из точек m_1 и m_2 пересечения вспомогательной окружности с осью z , как из центров радиусом $R=m_1n_4$, 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 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).

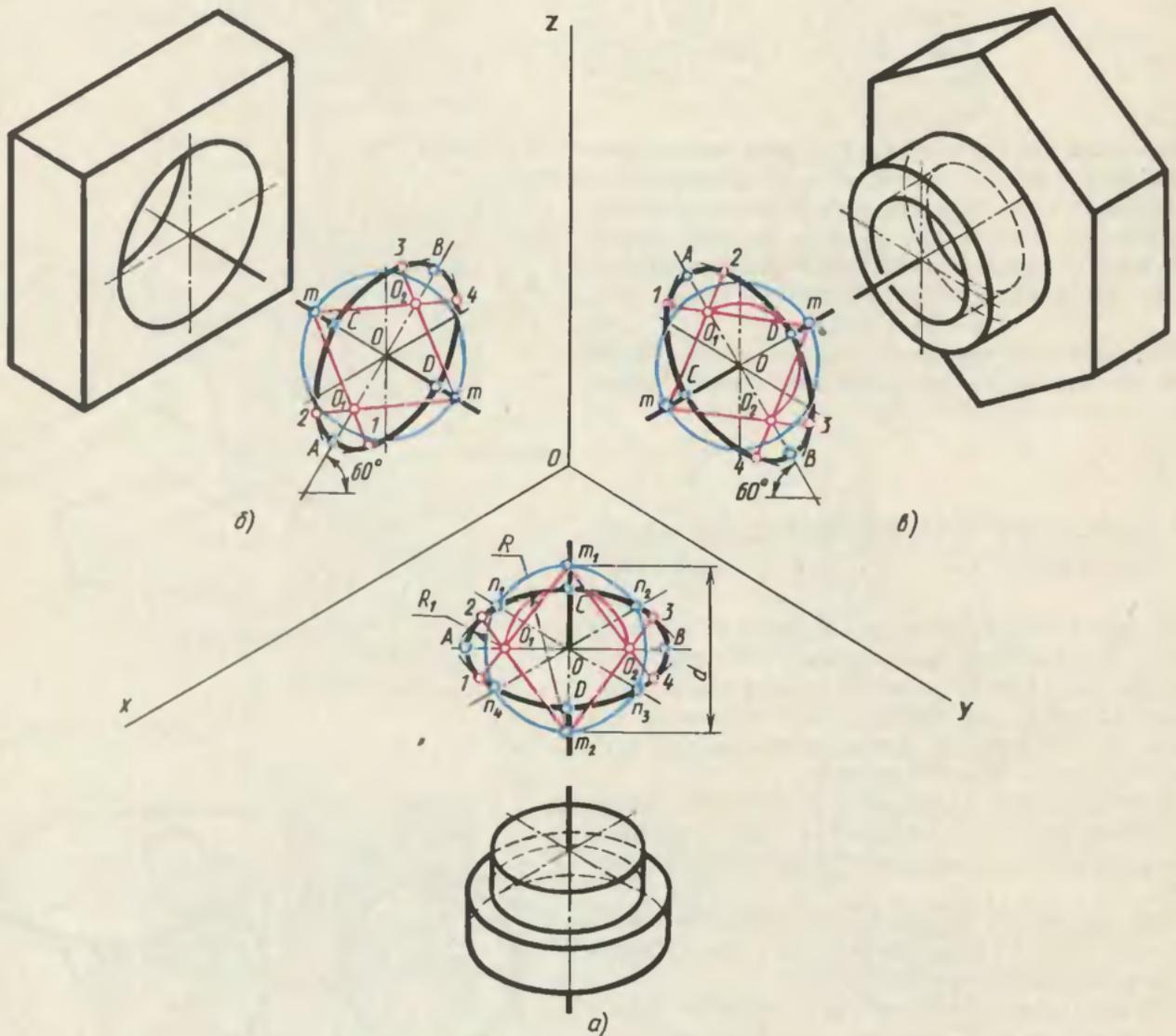


РИС. 140

§ 4. ИЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

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

Если основание 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 проводят 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.

Построение изометрической проекции правильной пирамиды выполняют в той же последовательности, т. е. строят основание и высоту, а затем проводят ребра. Если пирамида усеченная, строят ее второе основание.

На рис. 142 показано построение изометрической проекции плоской детали криволинейного очертания по комплексному чертежу. Деталь расположена параллельно фронтальной плоскости проекций. На фронтальной проекции комплексного чертежа намечают

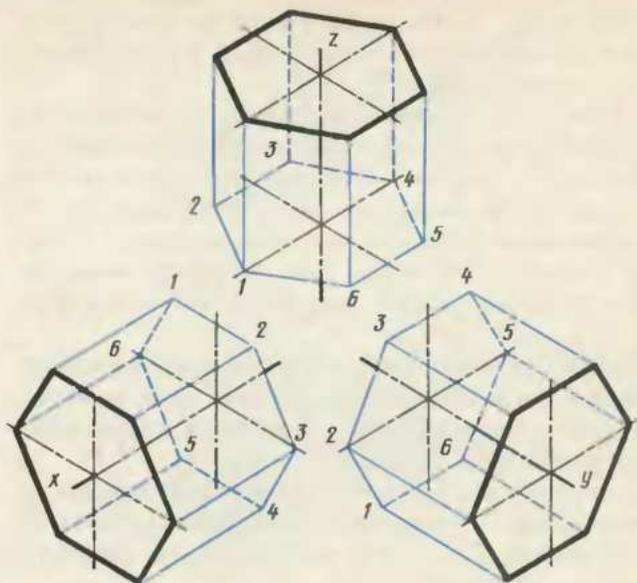
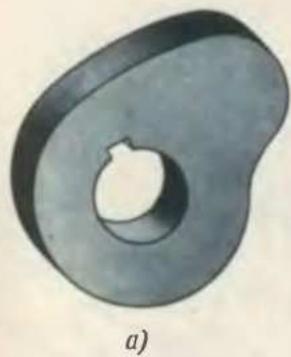


РИС. 141

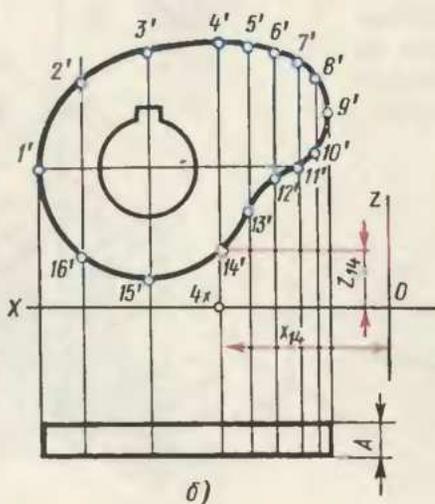
ряд точек и строят их на изометрической проекции (рис. 142, в). На рис. 142, б и в показано построение точки 14.

Через построенные точки контура кулачка проводят по лекалу кривую линию.

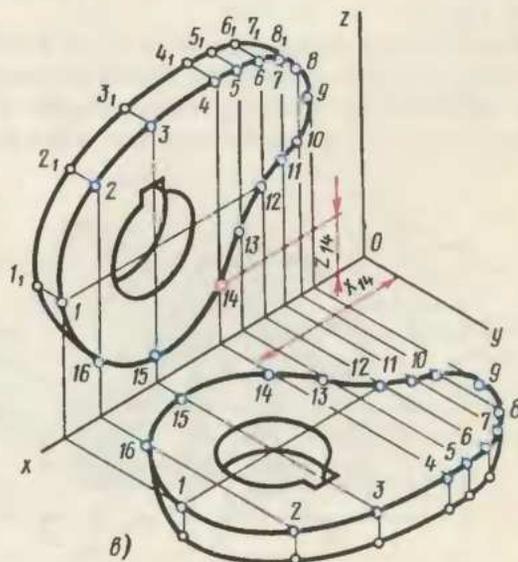
Параллельно оси y от найденных точек проводят прямые линии, на которых откладывают отрезки, равные A (толщине детали). Соединяя новые точки, получают контур другой плоскости детали, который также обводят по лекалу.



а)



б)



в)

РИС. 142

Аналогично строят изометрическую проекцию кулачка, расположенного параллельно горизонтальной плоскости проекций.

На рис. 143 показано построение изометрической проекции неправильной пятиугольной пирамиды по ее комплексному чертежу. Определяем координаты всех точек основания пирамиды, затем по координатам x и y строим изометрическую проекцию пяти точек — вершин основания пирамиды. Так, например, изометрическая проекция точки A получается следующим образом.

По оси x от намеченной точки O откладываем координату $X_A = a'd$. Из конца ее проводим прямую, параллельную оси y , на которой откладываем вторую координату этой точки $y_A = a'a$.

Далее строят по координатам высоту пирамиды и получают точку S — вершину пирамиды. Соединяя точку S с точками A, B, C, D и E , получают изометрическую проекцию пирамиды.

Последовательность построения изометрической проекции детали по данному комплексному чертежу показана на рис. 144. Деталь мысленно разделяют на отдельные простейшие геометрические элементы, в данном случае на призматические элементы (рис. 144, б). Находят центры окружностей (рис. 144, в). Затем удаляют лишние построения, контур изображения обводят сплошной основной линией (рис. 144, г).

Для выявления внутренней формы предмета применяют вырез одной четверти детали. Разрезы в аксонометрических проекциях можно строить двумя способами.

Первый способ. Вначале строят в тонких линиях аксонометрическую проекцию (рис. 145, а). Затем выполняют вырез, направляя две секущие плоскости по осям x и y (рис. 145, б). Удаляют часть изображаемого предмета (рис. 145, в), после чего штрихуют сечения и обводят изображение сплошными толстыми линиями (рис. 145, г).

Второй способ построения разреза при изображении деталей в аксонометрической проекции показан на рис. 146. Сначала строят аксонометрические проекции фигур сечения, а затем дочерчивают части, изобража-

ния предмета, расположенные за секущими плоскостями (рис. 146, б).

Второй способ упрощает построение, освобождает чертеж от лишних линий.

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят, как показано на рис. 147, параллельно диагоналям проекций квадратов, которые лежат в плоскостях проекций и стороны которых параллельны аксонометрическим осям. Штриховку сечений в изометрической проекции удобно выполнять треугольником с углами 30° и 60° (рис. 147, б).

Изометрическая проекция шара (рис. 148) выполняется следующим образом. Из намеченного центра O проводят окружность диаметра, равного $1,22d$ (d — диаметр шара); это и будет изображение шара в изометрической проекции.

Если требуется построить половину, четверть или три четверти шара, то необходимо сначала вычертить овалы (см. рис. 148), большие оси которых AB и CD перпендикулярны осям y и z . Тогда овалы и точки m и n пересечения этих овалов определяют границы трех четвертей шара.

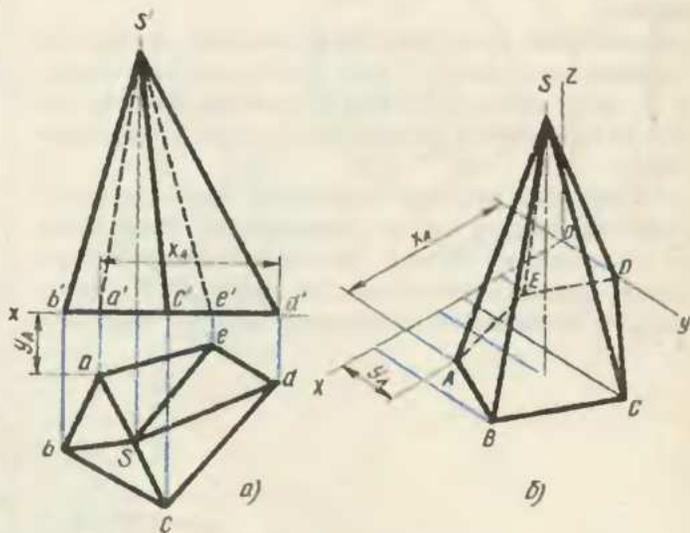


РИС. 143

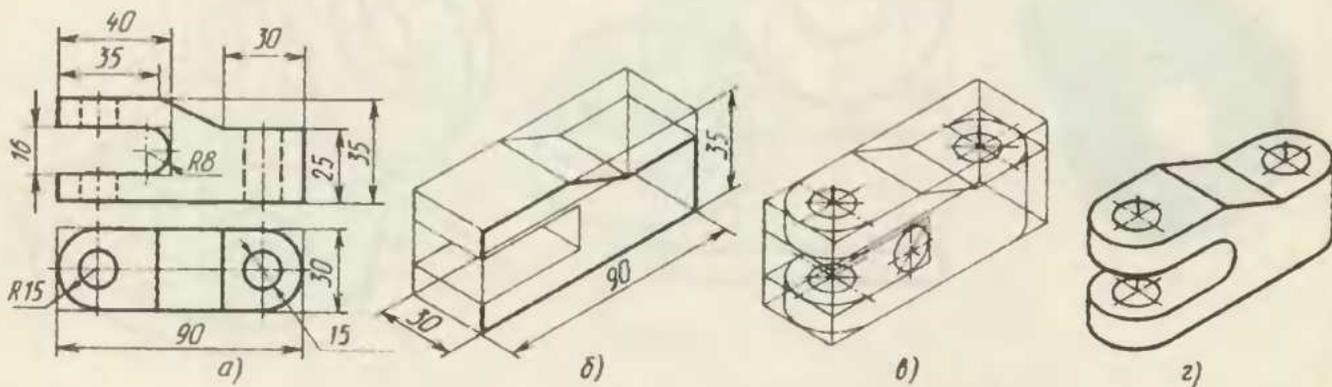
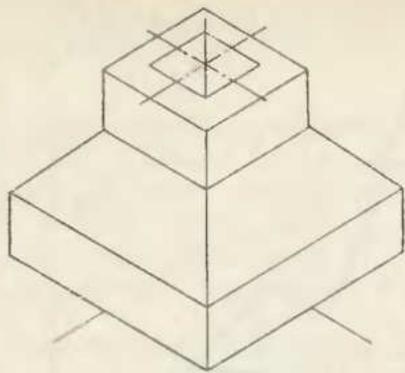
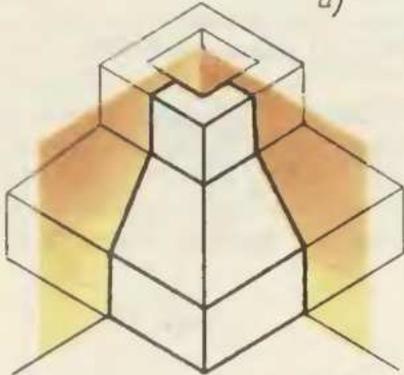


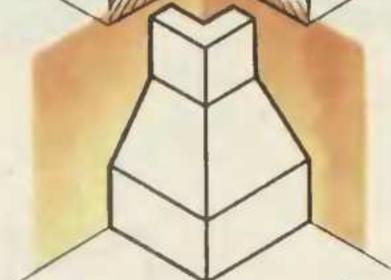
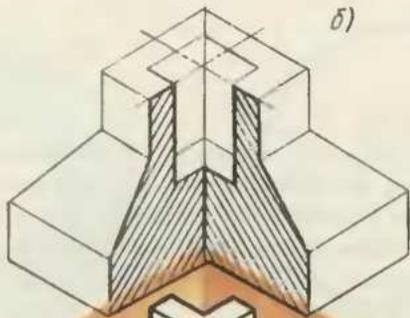
РИС. 144



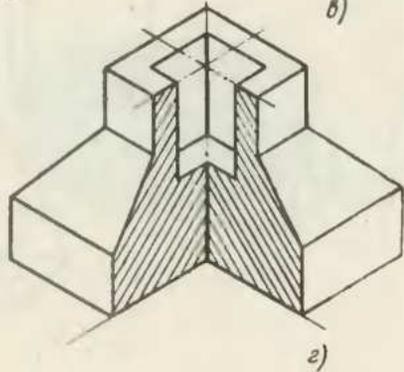
a)



б)

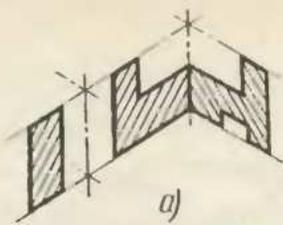


в)

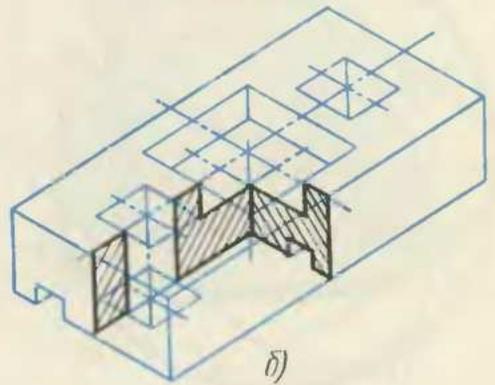


г)

РИС. 145

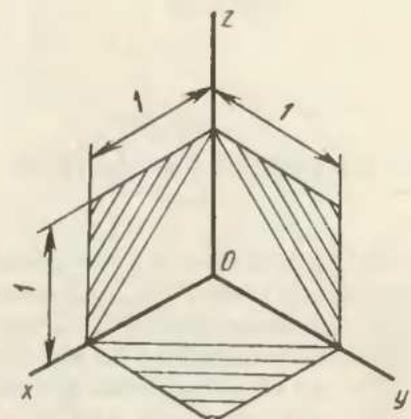


a)

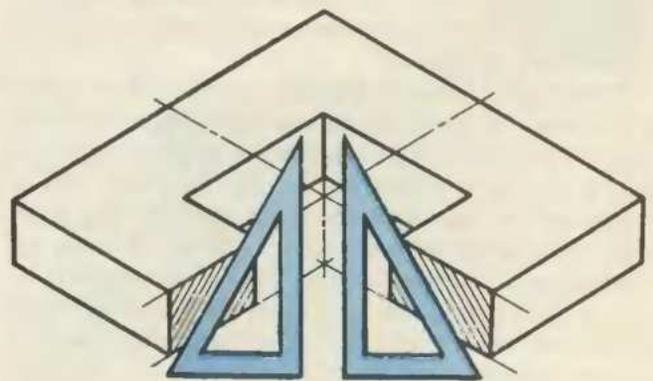


б)

РИС. 146



a)



б)

РИС. 147

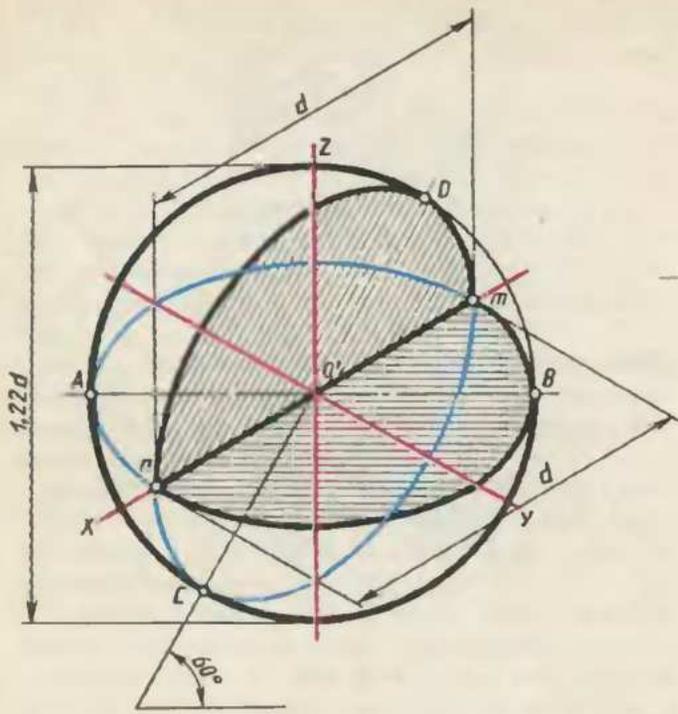


РИС. 148

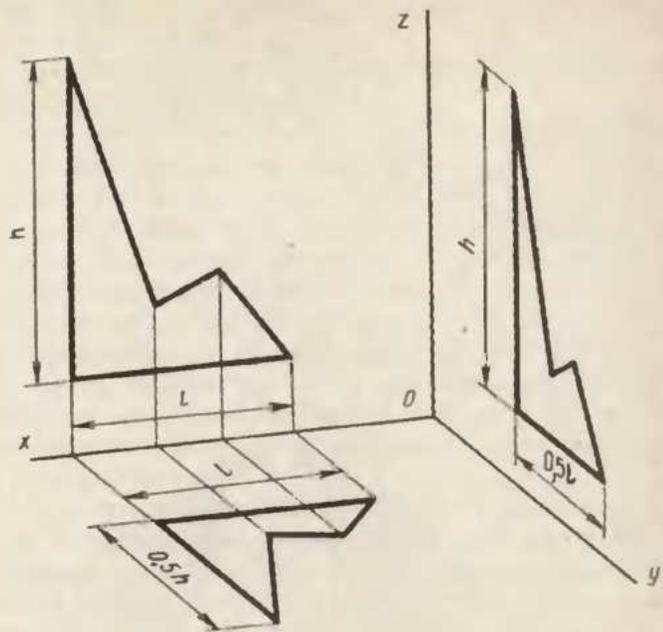


РИС. 149

§ 5. ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

В диметрической проекции ось z — вертикальная; ось x расположена под углом $7^{\circ}10'$, а ось y — под углом $41^{\circ}25'$ к горизонтальной прямой (см. рис. 136, в и г).

Коэффициенты искажения по осям x и z равны 0,94, а по оси y — 0,47, но обычно отрезки прямых по осям x и y откладываются без искажения, а по оси z коэффициент искажения берут 0,5.

Все отрезки прямых линий предмета, которые были параллельны осям x , y и z на комплексном чертеже, останутся параллельными соответствующим осям в диметрической проекции.

Положение плоскости фигуры по отношению к осям диметрической проекции может быть различным. На рис. 149 показано, как изменяется изображение фигуры в диметрии в зависимости от того, на какой из плоскостей проекций расположена фигура. Это изменение вызывается тем обстоятельством, что при построении вершин многоугольника их координаты по оси y в диметрической проекции сокращаются вдвое против действительной величины. Например, высота h фигуры, расположенной в плоскости H , и длина l фигуры, расположенной в плоскости W , уменьшаются в 2 раза.

В диметрической проекции изображения геометрических тел строят так же, как в изометрической, с учетом коэффициента искажения по оси y .

На рис. 150 показано изображение треугольной призмы в диметрической проекции. Если ребра призмы параллельны оси x или z , то размер их высоты не меняется, но искажается форма основания. При расположении ребер параллельно оси y сокращается вдвое их высота.

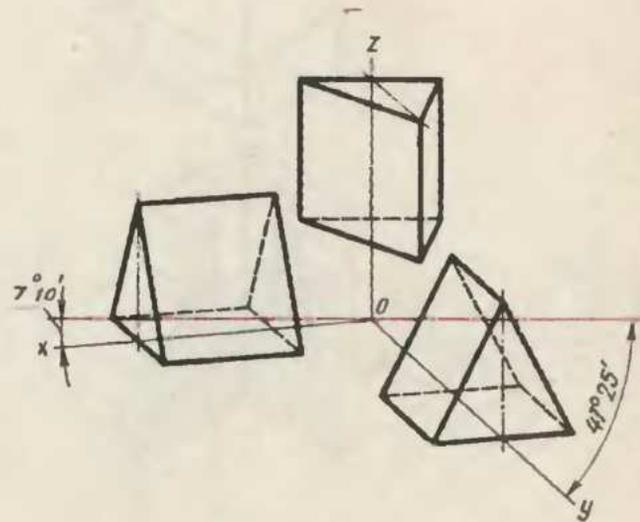


РИС. 150

§ 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 плоскостям 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.

Разберем упрощенное построение диметрической проекции окружности, расположенной параллельно фронтальной плоскости проекций (рис. 152, а).

Через точку O проводим оси, параллельные осям x и z . Из центра O радиусом, равным радиусу данной

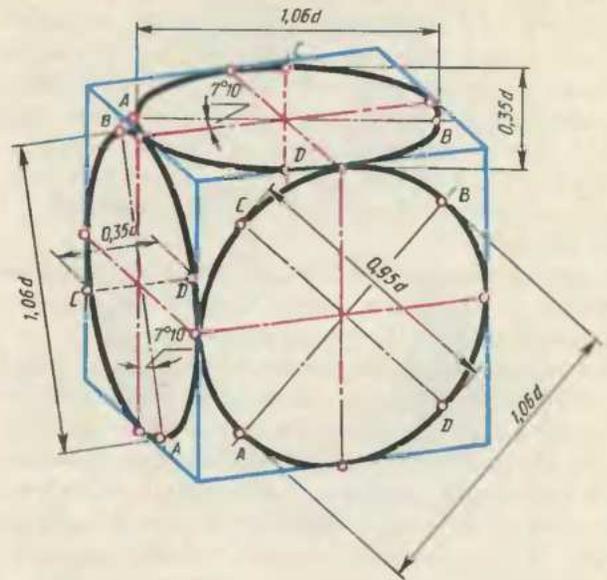


РИС. 151

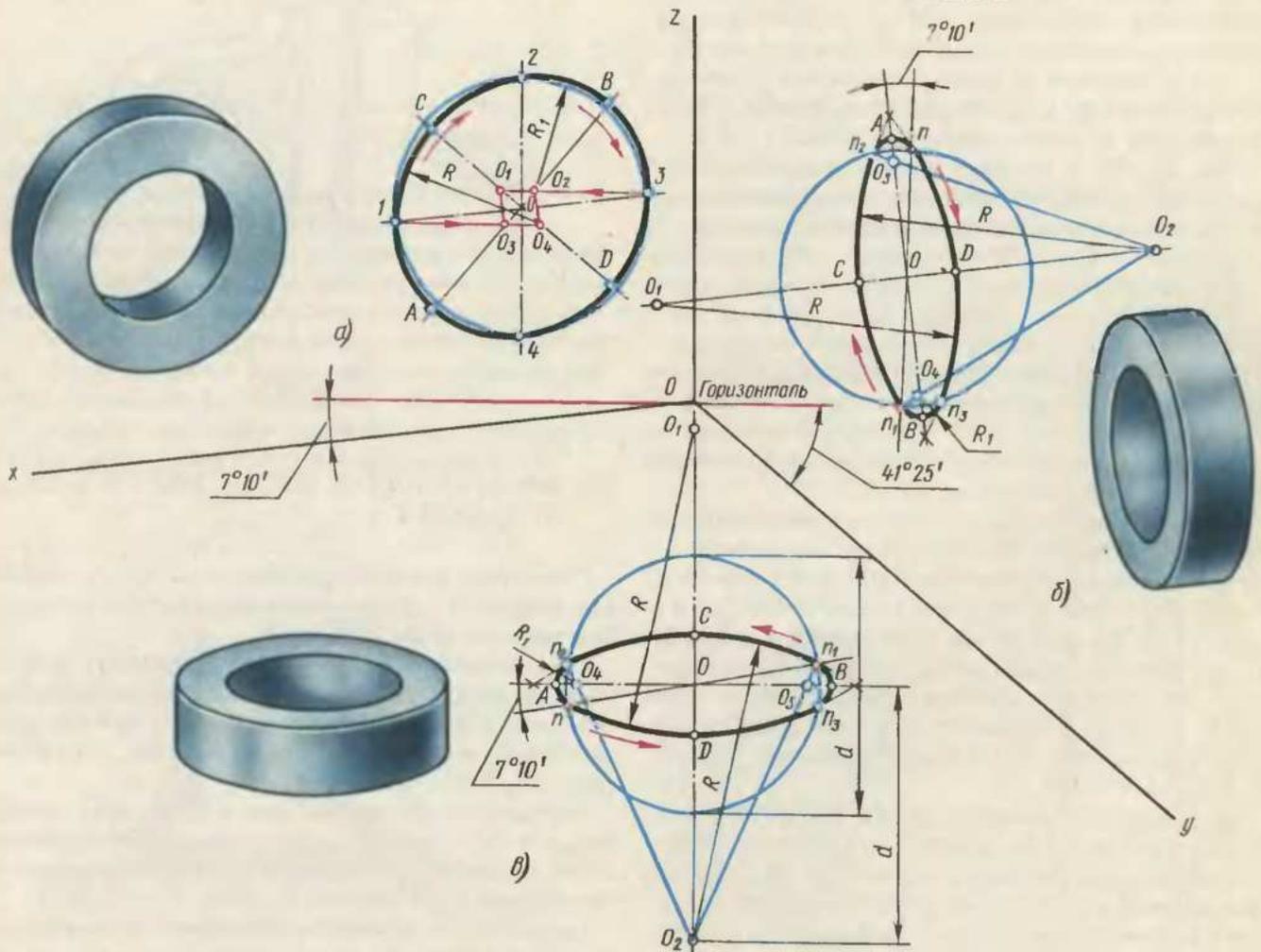


РИС. 152

окружности, проводим вспомогательную окружность, которая пересекается с осями в точках 1, 2, 3, 4.

Из точек 1 и 3 (по направлению стрелок) проводим горизонтальные линии до пересечения с осями AB и CD овала и получаем точки O_1, O_2, O_3 и O_4 . Приняв за центры точки O_1 и O_4 радиусом $R=O_4I$, проводим дуги 1 2 и 3 4. Приняв за центры точки O_2 и O_3 , проводим радиусом $R_1=O_2I$ замыкающие овал дуги 2 3 и 1 4. 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 точки n_2 и n_3 . Соединяя точки O_2 и n_1, O_2 и n_2 прямыми на линии большой оси AB овала, получим точки O_3 и O_4 . Приняв их за центры, проводим радиусом R_1 замыкающие овал дуги.

На рис. 152, в показано аналогичное упрощенное построение диметрической проекции окружности, расположенной в горизонтальной плоскости проекций.

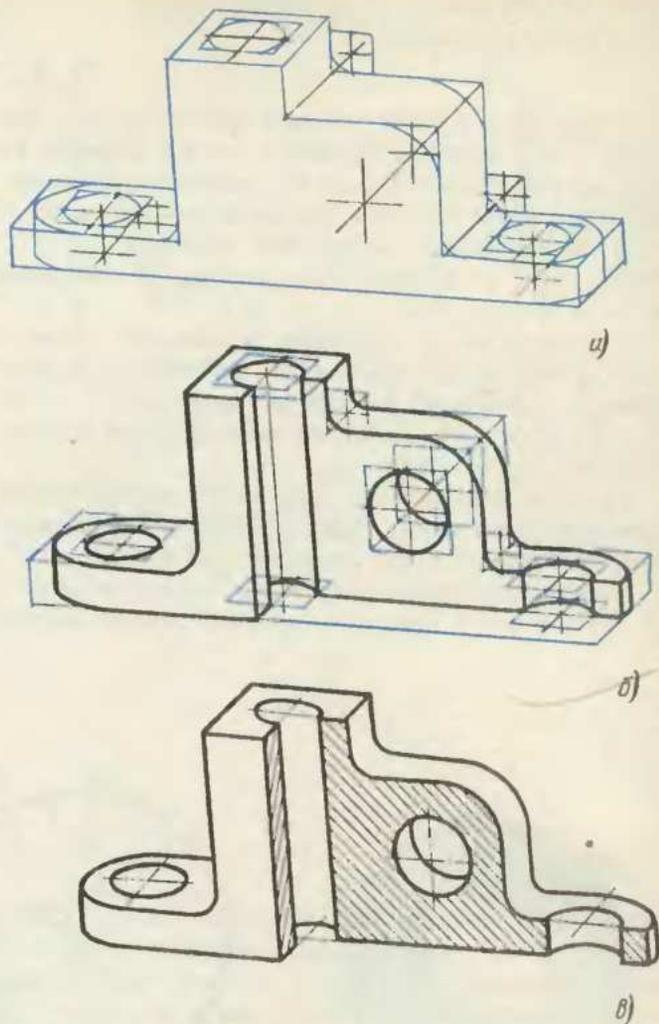


РИС. 153

§ 7. ВЫПОЛНЕНИЕ ДИМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ ДЕТАЛЕЙ

Последовательность выполнения детали в диметрической проекции показана на рис. 153.

Деталь мысленно разделяют на отдельные простейшие геометрические элементы, в данном примере — на прямоугольные параллелепипеды разных размеров, откладывая длины ребер параллельно осям x , y и z (рис. 153, а). Причем по оси y откладывают половину соответствующей длины ребра, так как в данном примере расположение аксонометрических осей отличается от ранее указанного, при этом углы между осями сохраняются. Подобное расположение осей допускается по ГОСТу.

Далее находят положения центров отверстий в детали, используя метод координат, и строят овалы. Разрез детали выполняют по двум плоскостям, параллельным плоскостям V и W . На таком разрезе видно, что отверстия с вертикальными осями — цилиндрические сквозные. Затем удаляют линии построения, контур изображения обводят сплошной основной линией (рис. 153, б) и штрихуют сечения (рис. 153, в).

§ 8. ФРОНТАЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

Положение аксонометрических осей при изображении предметов в фронтальной изометрической проекции показано на рис. 136, д и е.

Фронтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям x , y и z . Все изображения, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, изображаются без искажения (рис. 136, д, е и рис. 154, б).

Окружности, расположенные в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекции в окружности без искажения по осям.

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций H и W , проецируются в эллипсы.

Для построения эллипсов через центры проводят прямые под углом $22^\circ 30'$ к аксонометрическим осям x и

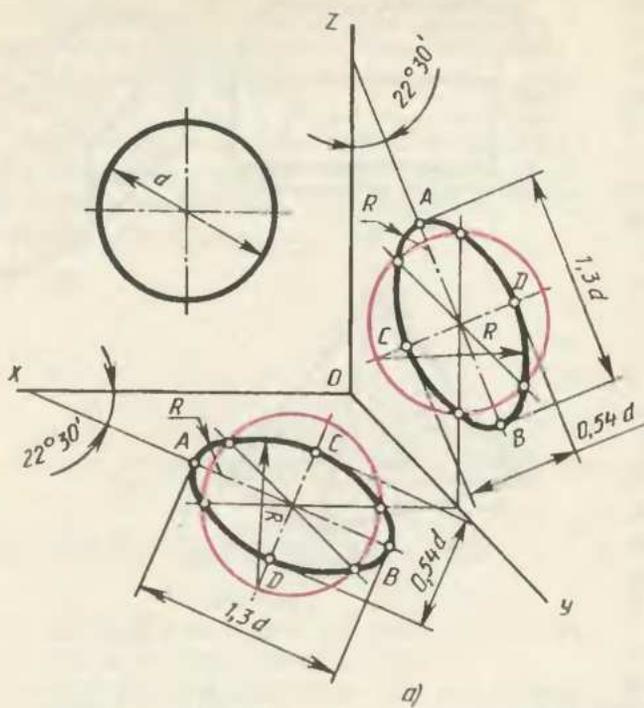
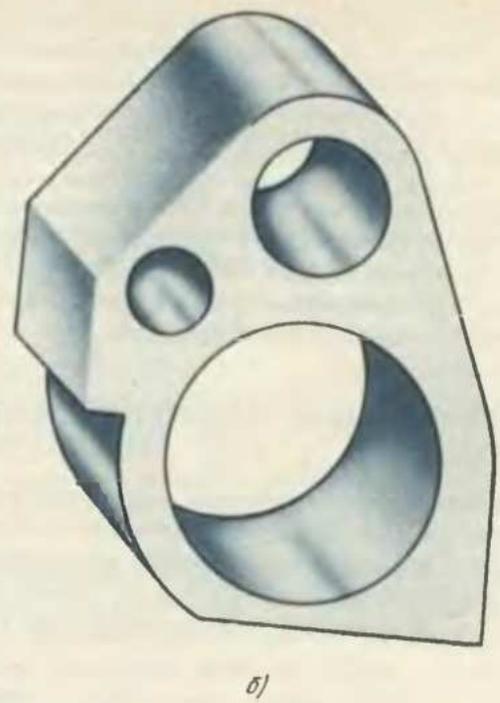


РИС. 154



z и от центра откладывают большие оси эллипсов. Малые оси эллипсов должны быть перпендикулярны большим.

Длина большой оси эллипса равна $1,3d$, а малой — $0,54d$, где d — диаметр окружности.

Предмет во фронтальной изометрической проекции следует располагать по отношению к осям так, чтобы окружности дуги плоских кривых находились в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций (рис. 154, б). Тогда построение их упрощается, так как они изображаются без искажений.

Допускается применять фронтальные изометрические проекции с углом наклона оси y к оси x 30° и 60° .

§ 9. ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

Положение аксонометрических осей горизонтальной изометрической проекции приведено на рис. 136, ж и з. Допускается применять горизонтальные изометрические проекции с углом наклона оси y 45° и 60° , сохраняя угол между осями x и y 90° .

В горизонтальной изометрической проекции линейные размеры предметов изображаются без искажения по всем трем осям. При построении осей пользуются угольниками с углами 30° и 60° , как показано на рис. 155, а.

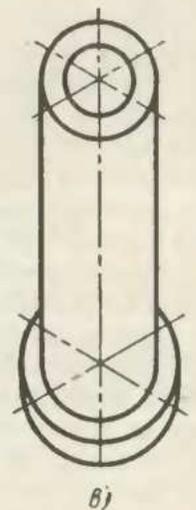
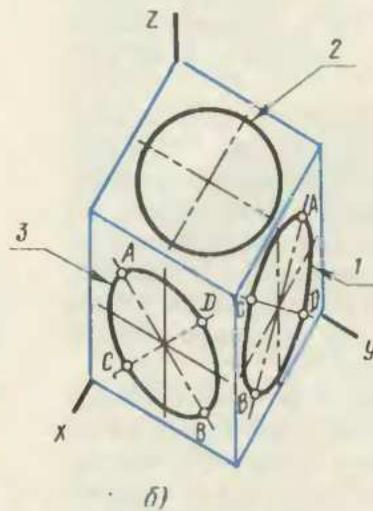
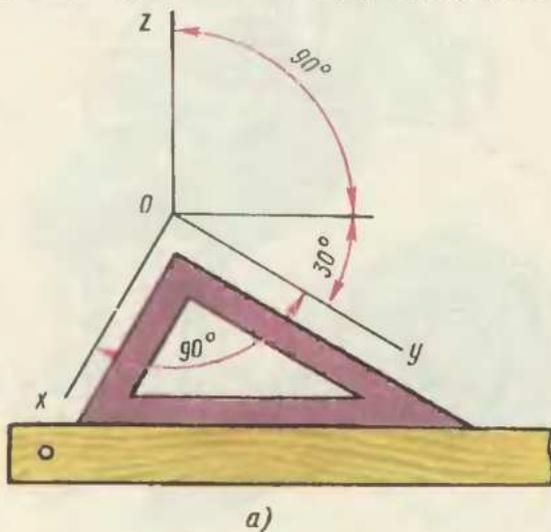


РИС. 155

Окружность, расположенная в плоскости, параллельной плоскости H , проецируется в окружность того же диаметра (рис. 155, б, окружность 2). Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций V и W , — в эллипсы (рис. 155, б, эллипсы 1 и 3).

Большая ось эллипса 1 равна $1,37d$, а малая — $0,37d$ (d — диаметр изображаемой окружности). Большая ось эллипса 3 равна $1,22d$, а малая — $0,71d$.

На рис. 155, в изображена деталь в косоугольной горизонтальной изометрической проекции.

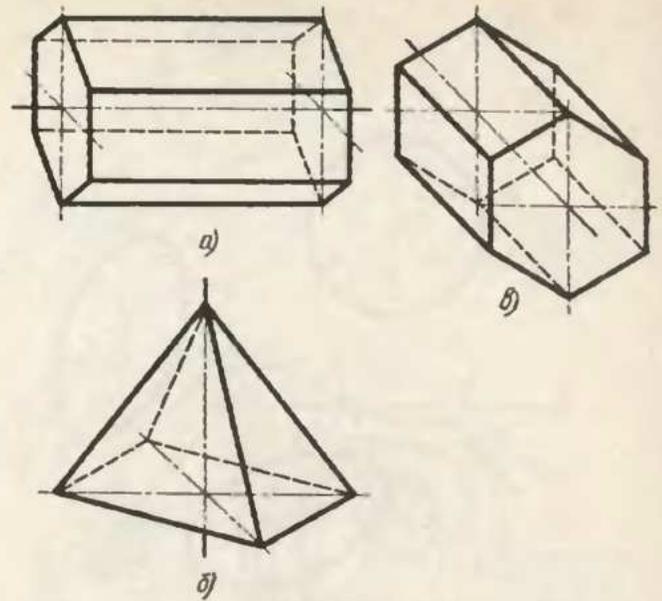


РИС. 156

§ 10. ФРОНТАЛЬНАЯ ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

Положение аксонометрических осей фронтальной диметрической проекции приведено на рис. 136, и и к. Допускается применять фронтальные диметрические проекции с углом наклона оси y 30 и 60° . Длина отрезков прямых, отложенных в направлении осей x и z ,

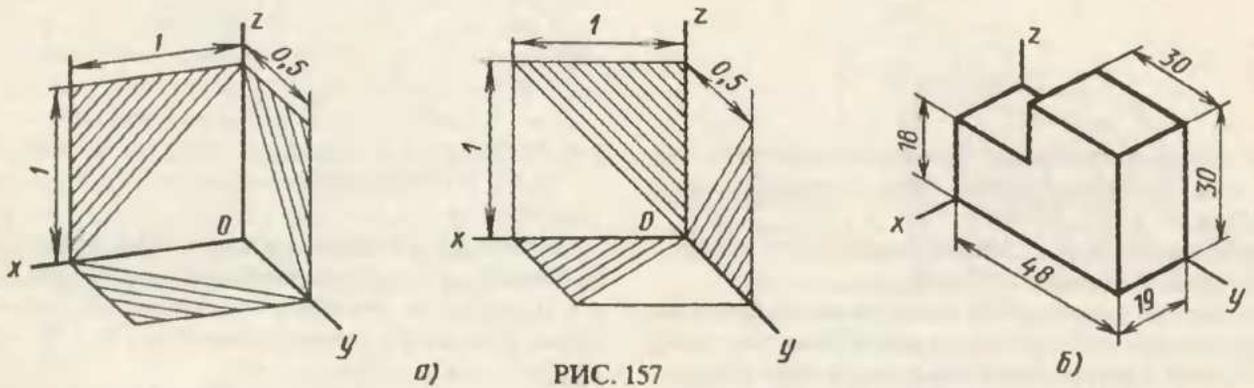


РИС. 157

выполняется без искажения, а в направлении оси y линейные размеры сокращают вдвое (см. рис. 136, и и к). Это можно видеть и на рис. 156, где даны фронтальные проекции призмы. На рис. 156, а основание призмы (правильный шестиугольник) искажено, а на рис. 156, в — без искажения.

Окружность, лежащая в плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций (см. рис. 136, и и к), проецируется на аксонометрическую плоскость проекций в окружность того же диаметра, а окружности, лежащие в плоскостях, параллельных профильной и горизонтальной плоскостям проекций, — в эллипсы. Большая ось эллипсов равна $1,07d$, а малая ось — $0,33d$ (d — диаметр окружности). Для упрощения построений эллипсы заменяют овалами.

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 157, а). При нанесении размеров выносные линии проводят парал-

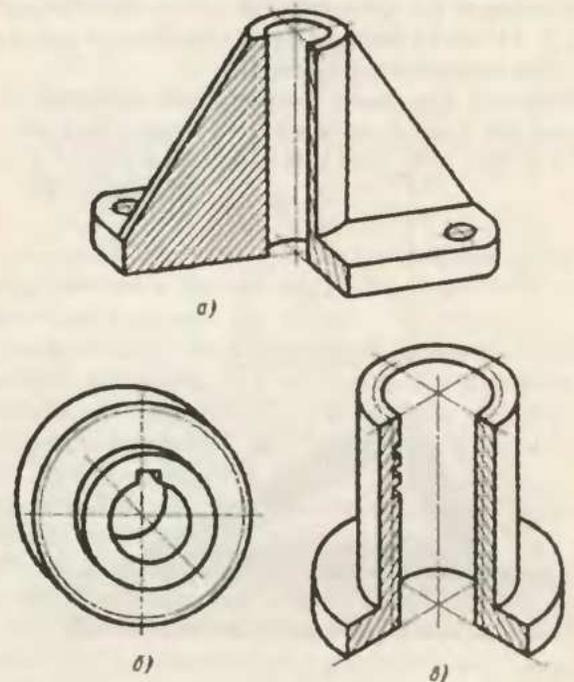


РИС. 158

лельно аксонометрическим осям, размерные линии — параллельно измеряемому отрезку (рис. 157, б).

В аксонометрических проекциях спицы маховиков и шкивов, ребра жесткости и подобные элементы штрихуют (рис. 158, а).

При выполнении в аксонометрических проекциях зубчатых колес, реек, червяков, резьб и подобных элементов допускается применять условности по ГОСТ 2.402—68 (рис. 158, б и в).

1. Какая плоскость называется аксонометрической плоскостью проекций и как она обозначается?
2. Назовите виды аксонометрических проекций.
3. Как располагаются координатные оси в изометрии?
4. Каковы коэффициенты искажения для диметрии?
5. Каков коэффициент искажения в фронтальной диметрии?
6. В какой последовательности строят проекции прямого кругового цилиндра в изометрии?

ГЛАВА 17

ПРОЕКЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

§ 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 конус с отверстием, 2 — прямой круговой цилиндр, 3 — прямоугольный параллелепипед, 4 — два прямоугольных параллелепипеда с 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.

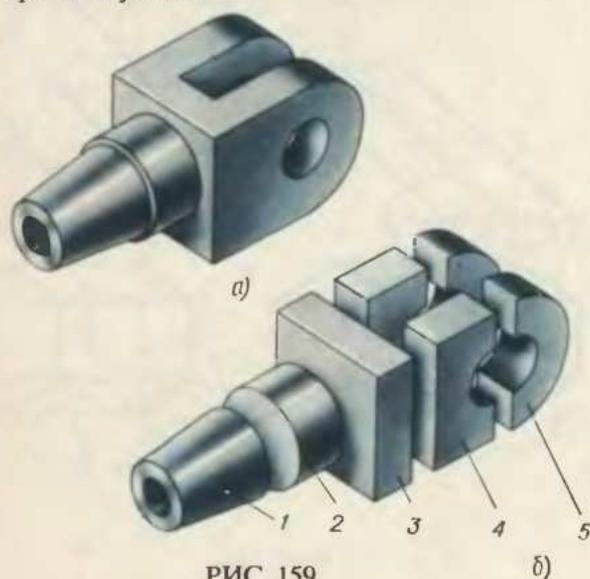


РИС. 159

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.

§ 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 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 в двух различных положениях ее по отношению к плоскости H .

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.

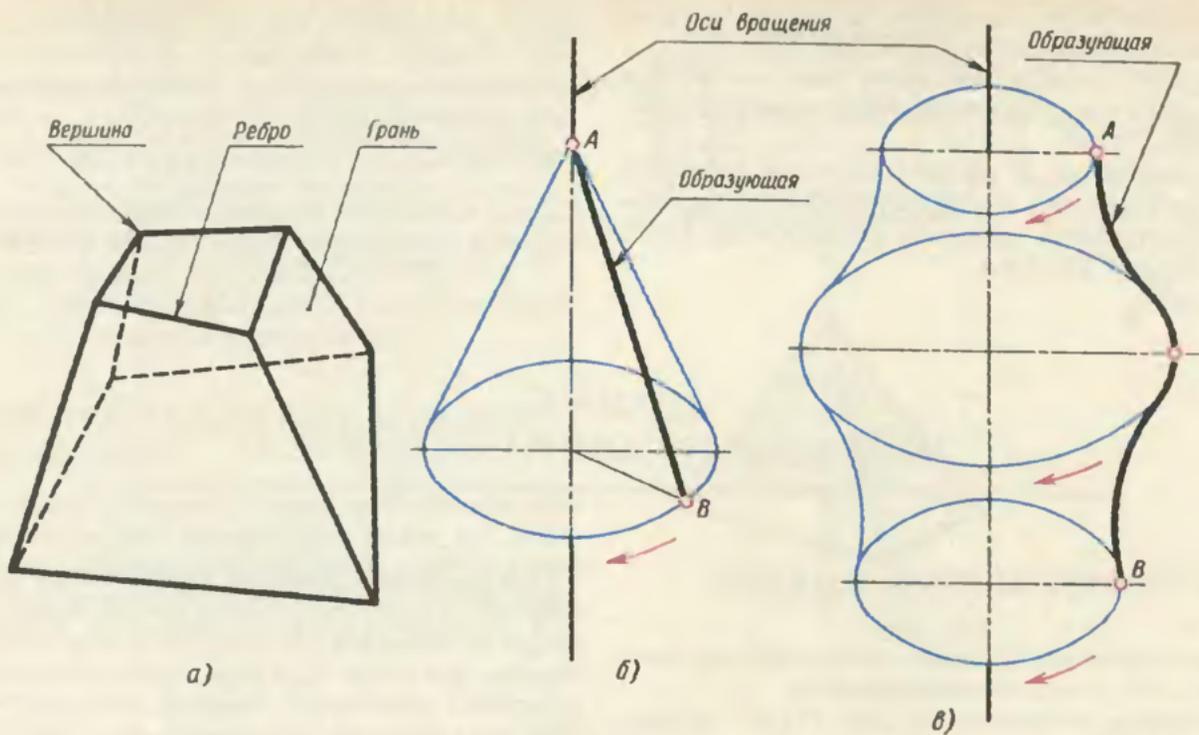


РИС. 160

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 при помощи вертикальных линий связи находят шесть точек — горизонтальные проекции вершин верхнего основания призмы.

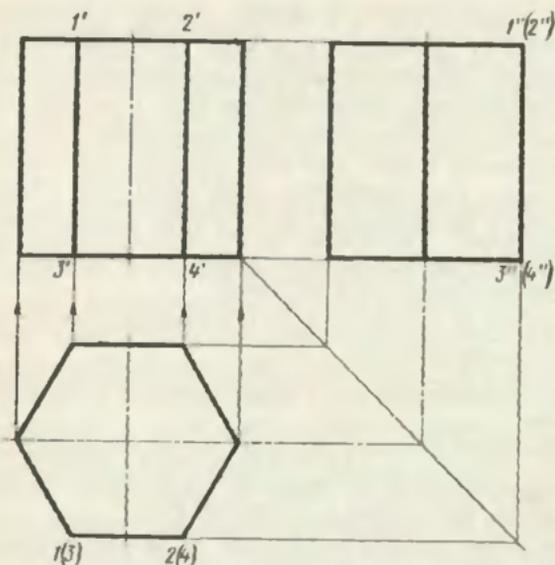


РИС. 161

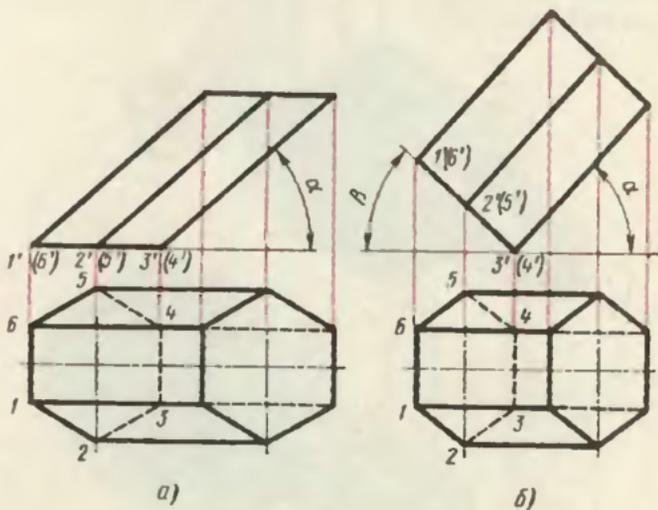


РИС. 162

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.

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 5б. 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 проекции 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' вспомогательную прямую любого направления 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 находят 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, применяя линию 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 пирамиды выполняется следующим образом (рис. 164, в).

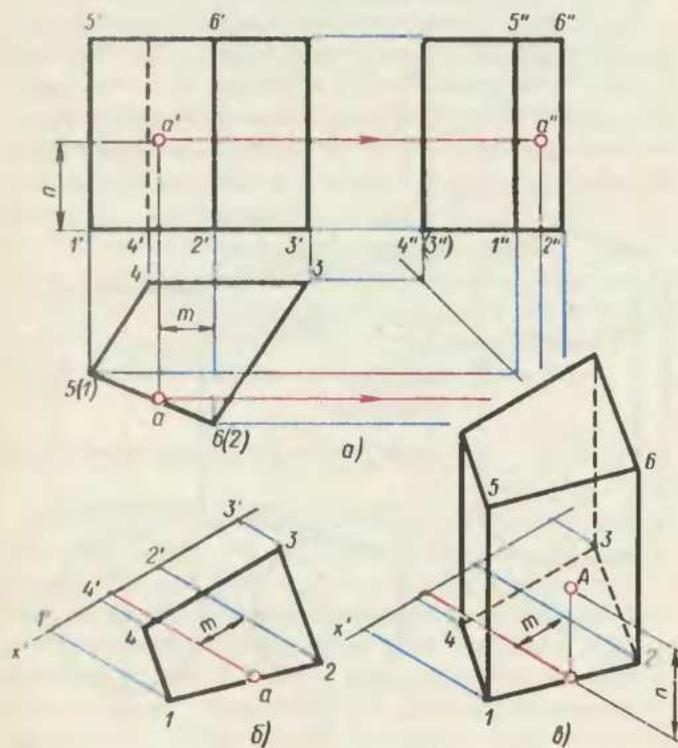


РИС. 163

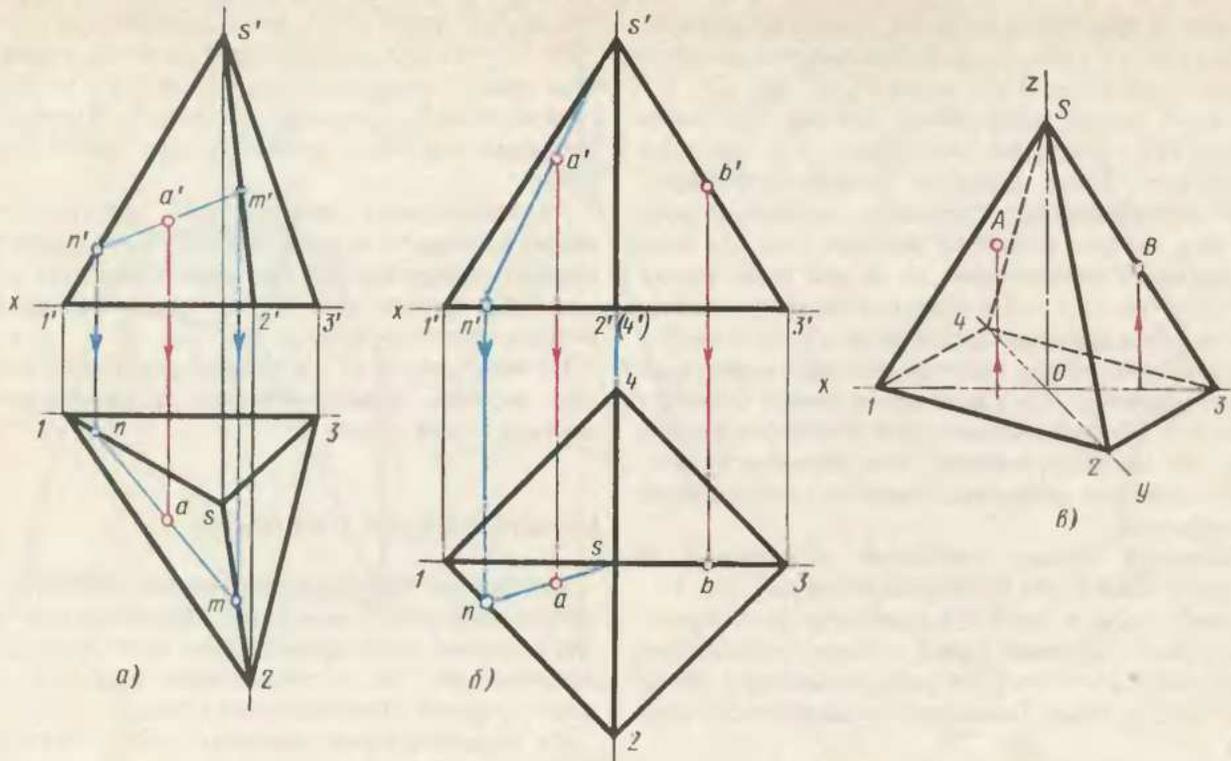


РИС. 164

Вначале строят основание, для чего по оси x откладывают длину диагонали $I3$, 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.

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 .

она проецируется на эту плоскость без искажения. Фронтальная проекция окружности представляет собой отрезок горизонтальной 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).

§ 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

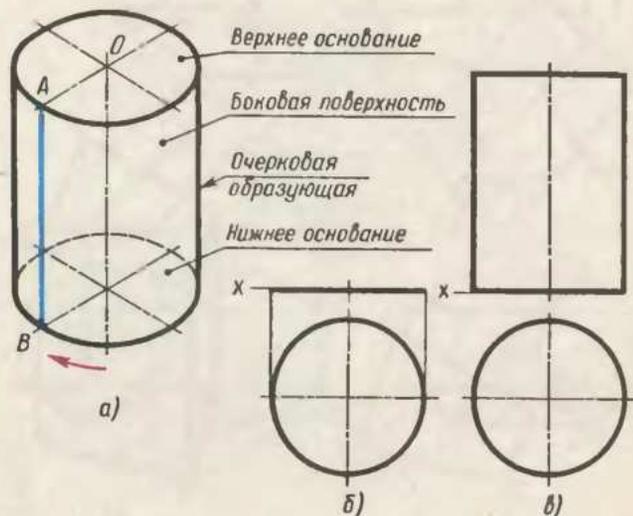


РИС. 165

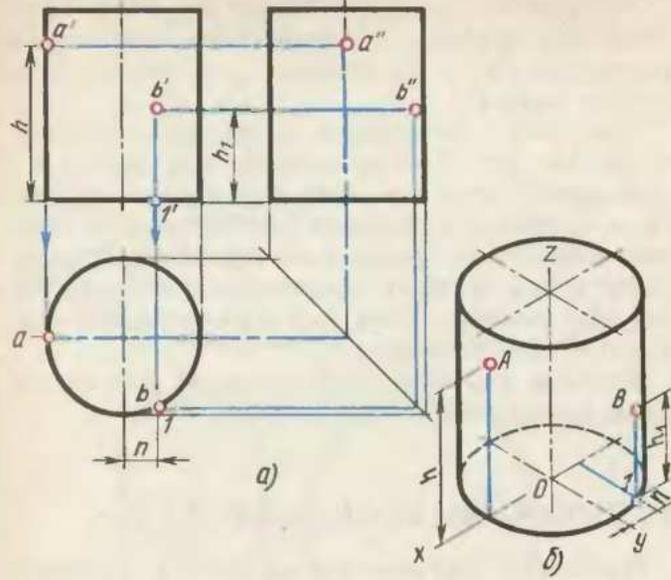


РИС. 166

Определение недостающих проекций точек A и 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 при помощи вертикальных и горизонтальных линий связи.

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

В изометрии точки A и B строят по их 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 получится при вращении отрезка BS вокруг оси конуса по направляющей — окружности основания. Последовательность построения двух проекций конуса показана на рис. 167, б и в. Сначала строят две проекции основания. Горизонтальная проекция основания — окружность. Фронтальной проекцией будет отрезок горизонтальной прямой, равный диаметру этой окружности (рис. 167, б). На фронтальной проекции из сере-

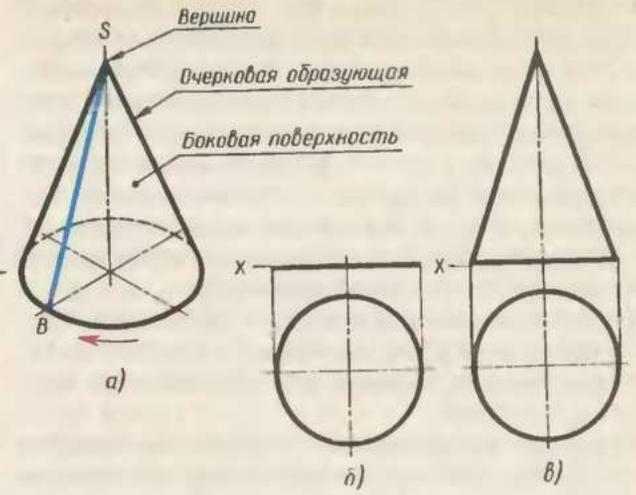


РИС. 167

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

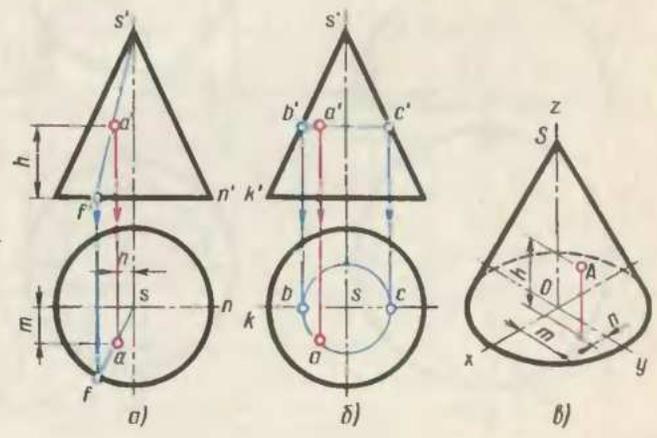


РИС. 168

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.

В изометрической проекции точку A , находящуюся на поверхности конуса, строят по трем координатам (рис. 168, в): $x_A = N$, $y_A = M$ и $z_A = H$. 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 изображен полушар, сферическая поверхность которого образована вращением четверти окружности AB вокруг радиуса AO .

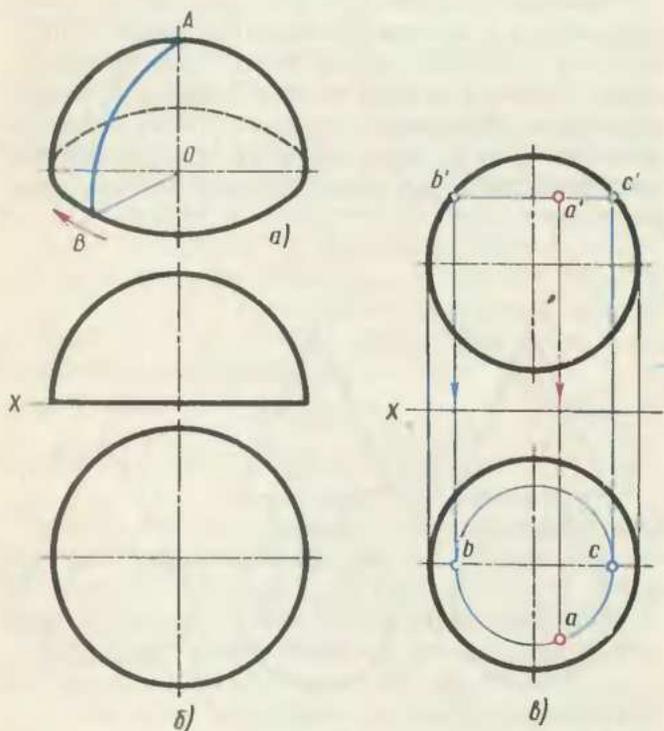


РИС. 169

Проекции полушара 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, проецируется 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 $b'c'$.

§ 7. ПРОЕКЦИИ КОЛЬЦА И ТОРА

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

Круговое кольцо (или открытый тор) имеет горизонтальную проекцию в виде двух concentric circles, разность радиусов которых равна толщине кольца или диаметру образующей окружности (рис. 170, б). Фронтальная проекция ограничивается справа и слева дугами полуокружностей диаметра образующей окружности.

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. В обоих случаях фронтальные проекции тора представляют собой действительный вид двух образующих дуг окружности радиуса R , расположенных симметрично по отношению к фронтальной проекции оси вращения. Профильными проекциями тора будут окружности.

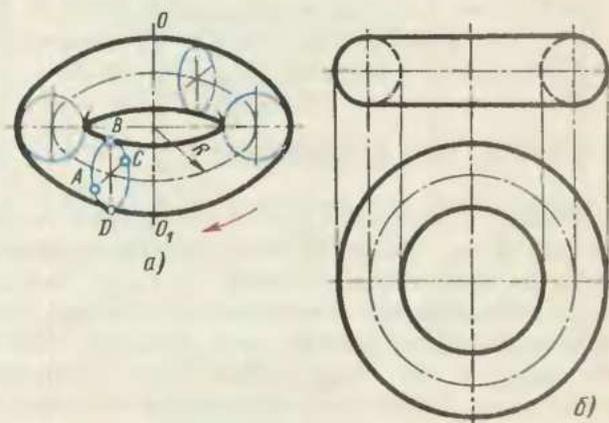


РИС. 170

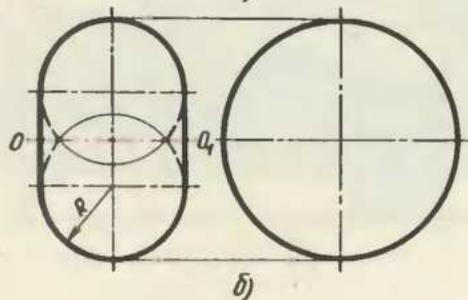
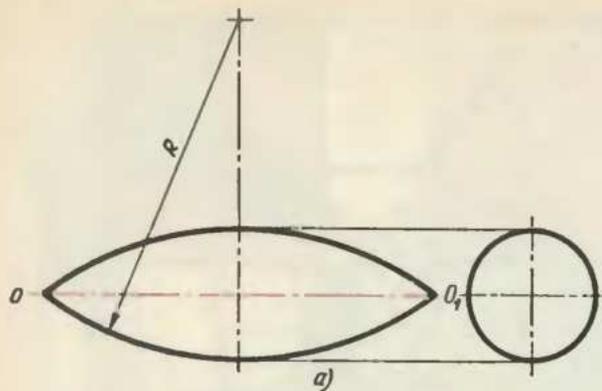


РИС. 171

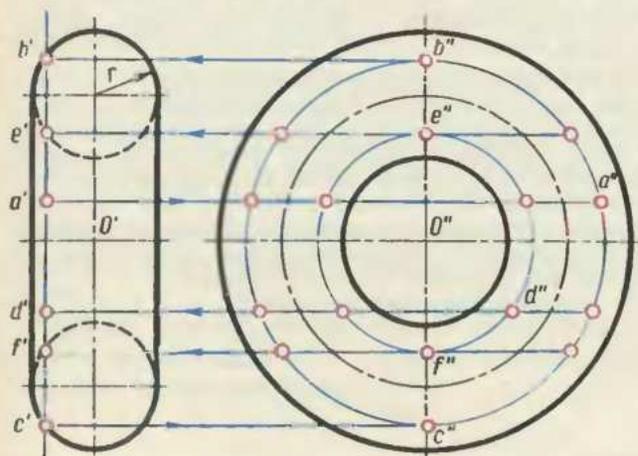
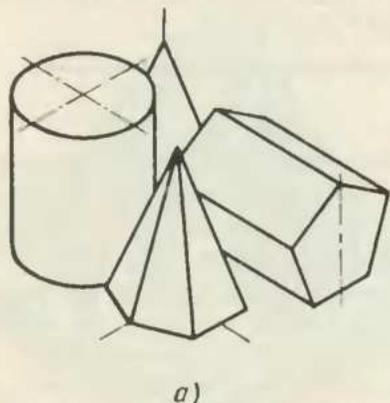


РИС. 172



а)

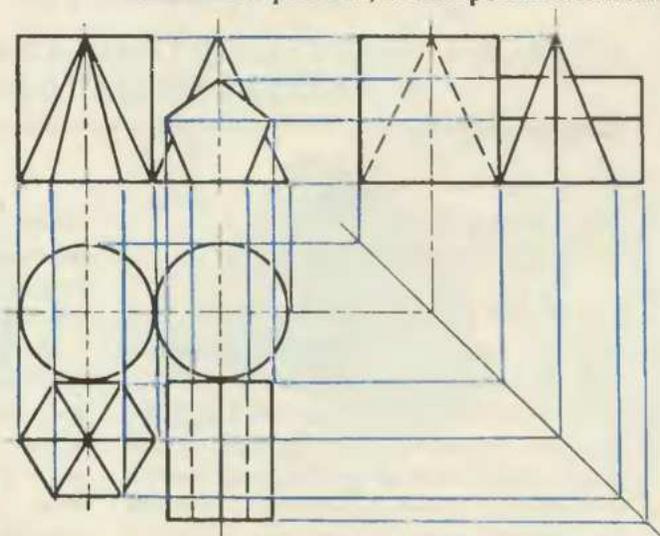


РИС. 173

б)

В случае, когда точка A лежит на поверхности кругового кольца и дана одна ее проекция, для нахождения второй проекции этой точки применяется вспомогательная окружность, проходящая через данную точку A и расположенная на поверхности кольца в плоскости, перпендикулярной оси кольца (рис. 172).

Если задана фронтальная проекция a' точки A , лежащей на поверхности кольца, то для нахождения ее второй проекции (в данном случае — профильной) через a' проводят фронтальную проекцию вспомогательной окружности — отрезок вертикальной прямой линии $b'c'$. Затем строят профильную проекцию $b''c''$ этой окружности и на ней, применяя линию связи, находят точку a'' .

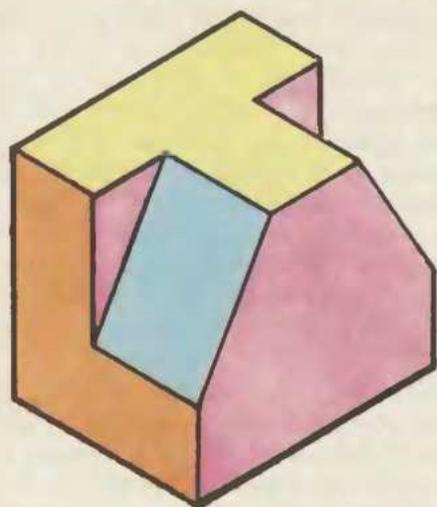
Если задана профильная проекция d'' точки D , расположенной на поверхности этого кольца, то для нахождения фронтальной проекции точки D через d'' проводят профильную проекцию вспомогательной окружности радиуса $O''d''$. Затем через верхнюю и нижнюю точки $e''f''$ этой окружности проводят горизонтальные линии связи до пересечения с фронтальными проекциями образующей окружности радиуса r и получают точки e' и f' . Эти точки соединяют вертикальной прямой, которая представляет собой фронтальную проекцию вспомогательной окружности (она будет невидима). Проводя горизонтальную линию связи из точки d'' до пересечения с прямой $e'f'$, получаем искомую точку d' .

Такие же приемы построения применимы и для точек, находящихся на поверхности тора.

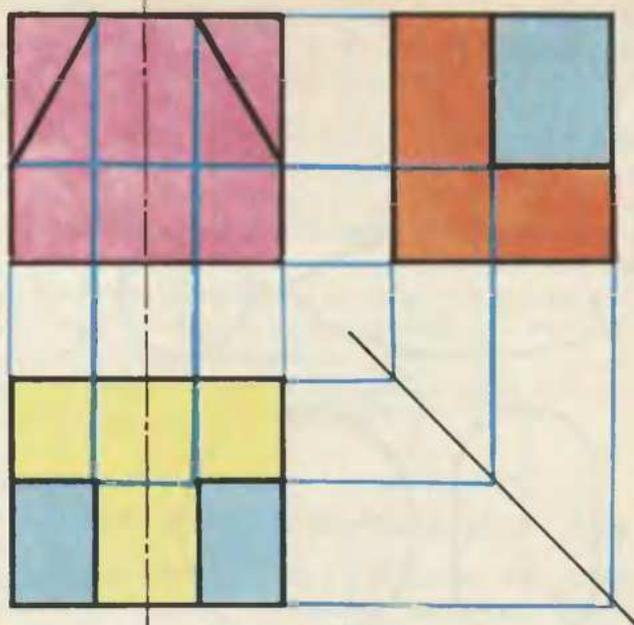
§ 8. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧЕРТЕЖИ ГРУППЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ И МОДЕЛЕЙ

Для развития пространственного воображения полезно выполнять комплексные чертежи группы геометрических тел и несложных моделей с натуры.

Наглядное изображение группы геометрических тел показано на рис. 173, а. Построение комплексного чер-



а)



б)

РИС. 174

тежа этой группы геометрических тел следует начинать с горизонтальной проекции, так как основания цилиндра, конуса и шестигранной пирамиды проецируются на горизонтальную плоскость проекции без искажений. С помощью вертикальных линий связи строят фронтальную проекцию. Профильную проекцию строят при помощи вертикальных и горизонтальных линий связи (рис. 173, б).

Чтобы перейти к более сложным моделям, необходимо усвоить построение простых комплексных чертежей. Проекция моделей следует располагать таким об-

разом, чтобы фронтальная проекция давала наиболее полное представление о форме и размерах модели (рис. 174).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В какой последовательности строят проекции прямого кругового цилиндра и правильной шестигранной призмы, основания которых расположены на фронтальной плоскости проекций?
2. Какими приемами определяют недостающие проекции точек, лежащих на поверхностях конуса, шара и тора?
3. Какие тела называются телами вращения?
4. Чем отличается пирамида от призмы?

ГЛАВА 18

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ 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).

Задачи построения проекций таких сечений нередко встречаются при выполнении чертежей деталей машин и приборов. 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. 175 и 176).

Построения прямоугольных и аксонометрических проекций усеченных тел, а также определение истинного вида сечений и разверток поверхностей геометрических тел способствуют усвоению основ проекционного черчения. Рассекая геометрическое тело плоскостью, получают сечение — плоскую фигуру, ограниченную линией, все точки которой принадлежат как секущей плоскости, так и поверхности тела.

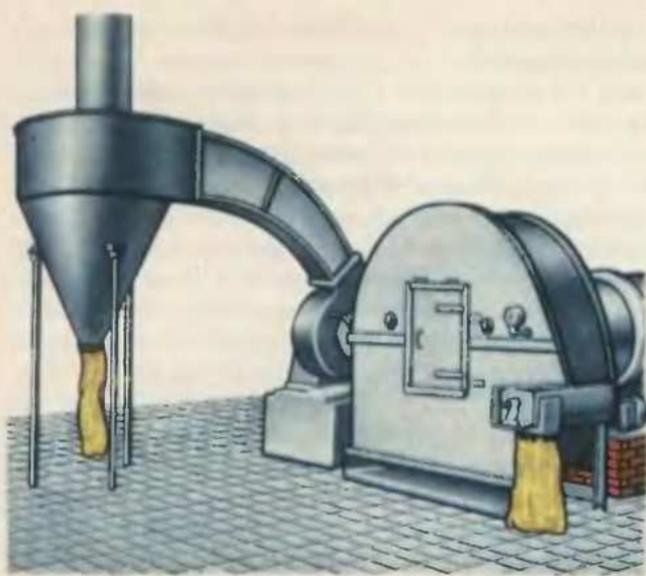


РИС. 175

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 при помощи 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.

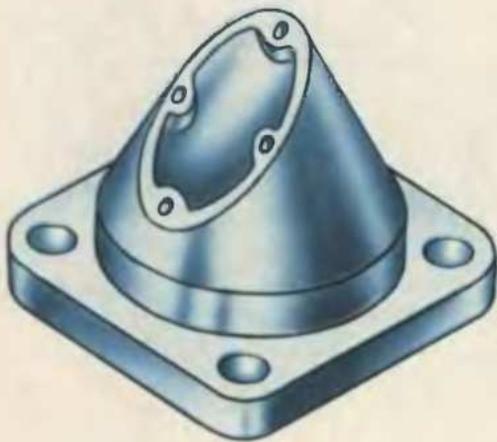


РИС. 176

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.

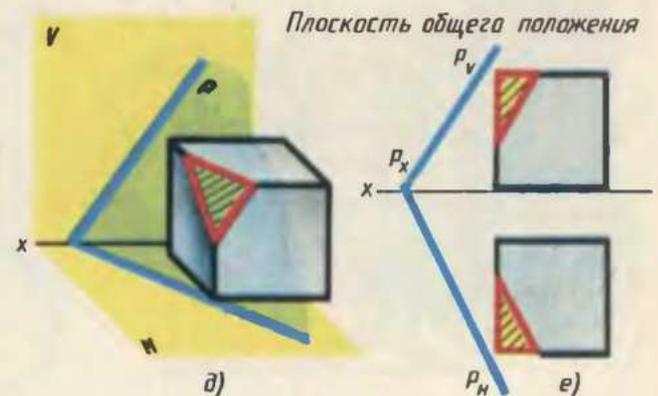
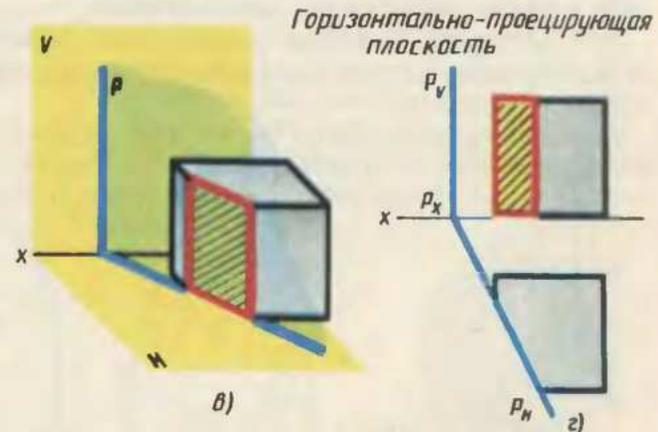
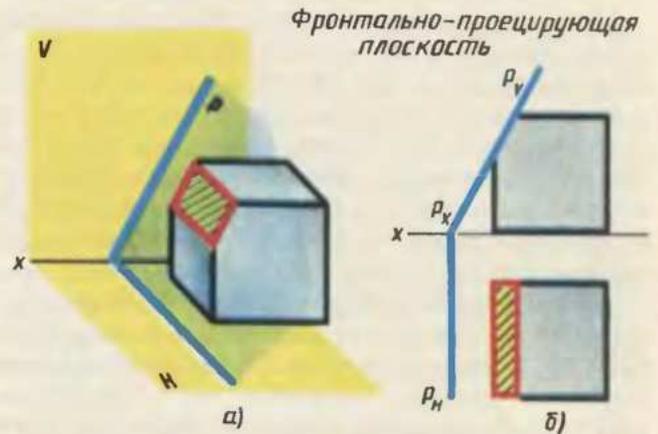


РИС. 177

На рис. 177, з 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), то полученная фигура сечения в данном случае (треугольник) проецируется на плоскости проекций V и H с искажением.

§ 2. СЕЧЕНИЕ ПРИЗМЫ ПЛОСКОСТЬЮ

Фигура сечения прямой пятиугольной призмы фронтально-проецирующей плоскостью P (рис. 178, а) представляет собой плоский пятиугольник 12345 .

Для построения проекций фигуры сечения находят проекции точек пересечения плоскости P с ребрами призмы и соединяют их прямыми линиями. Фронтальные проекции этих точек получаются при пересечении фронтальных проекций ребер призмы с фронтальным следом P_V секущей плоскости P (точки $1' - 5'$).

Горизонтальные проекции точек пересечения $1-5$ совпадают с горизонтальными проекциями ребер. Имея две проекции этих точек, с помощью линий связи находят профильные проекции $1''-5''$. Полученные точки $1''-5''$ 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, а) 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 p . В результате получают точку 1_0 . Так же находят и новые горизонтальные проекции точек $2-5$. Соединив прямыми линиями новые горизонтальные проекции 1_0-5_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, б) 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, а), 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, б) или метод координат, известный из геометрического черчения. На рис. 178, а показано построение вершины 5 методом триангуляции. Линии сгиба по ГОСТ 2.303—68 показывают на развертке штрихпунктирной линией с двумя точками.

Для наглядности выполним построение усеченного

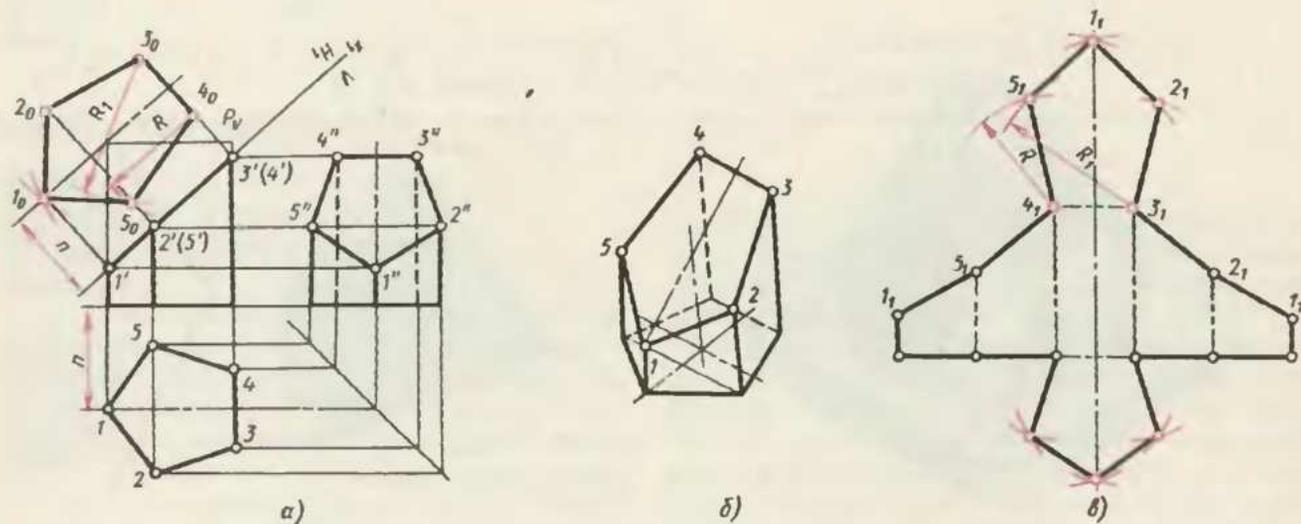


РИС. 178

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 $1'—5'$ 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 количеством ребер — образующих цилиндра.

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 . Горизонтальная 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 $5'5_0=55_{x_1}$, $4'4_0=44_{x_1}$, 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 на горизонтальной прямой откладывают длину окружности основания, равную $лd$, и делят ее на 12 равных частей. Из точек деления восстанавливают перпендикуляры к отрезку $лd$, на них

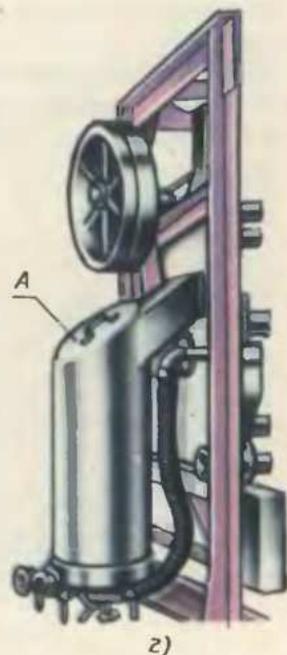
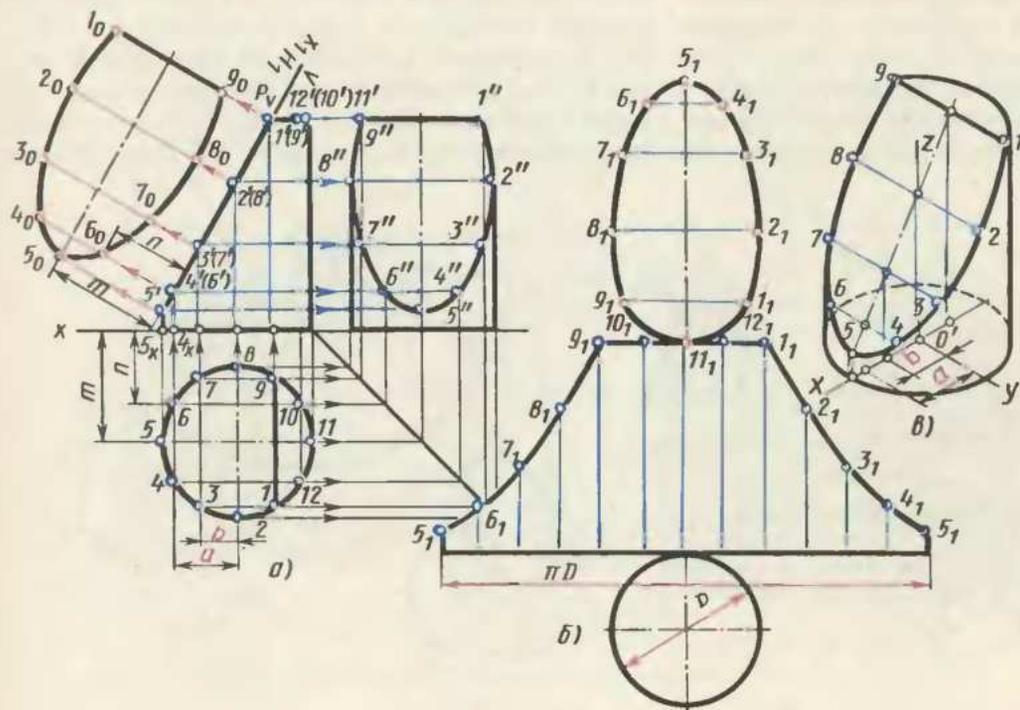


РИС. 179

откладывают действительные длины образующих цилиндра от основания до секущей плоскости P , которые взяты с фронтальной или профильной проекции цилиндра. Полученные точки $1, \dots, 9$ соединяют по лекалу плавной кривой. Затем фигуру сечения соединяют с частью верхнего основания цилиндра, ограниченного хордой $1, 9$, (сегмент), а фигуру нижнего основания цилиндра (окружность) соединяют с нижней частью развертки.

Изометрическую проекцию усеченного цилиндра строят следующим образом (рис. 179, в). 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) 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 следом P_V плоскости (рис. 180, а). 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 найдем способом совмещения (плоскость P вместе с фигурой сечения совмещена с горизонтальной плоскостью проекций).

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 $s''b'' \neq$ 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-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 отрезков — $s''5''$ 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 $s''b''$ около оси до положения, параллельного плоскости W , получим на этой плоскости его действительную длину. Для этого достаточно через точку b'' провести горизонтальную прямую до пересечения с действительной дли-

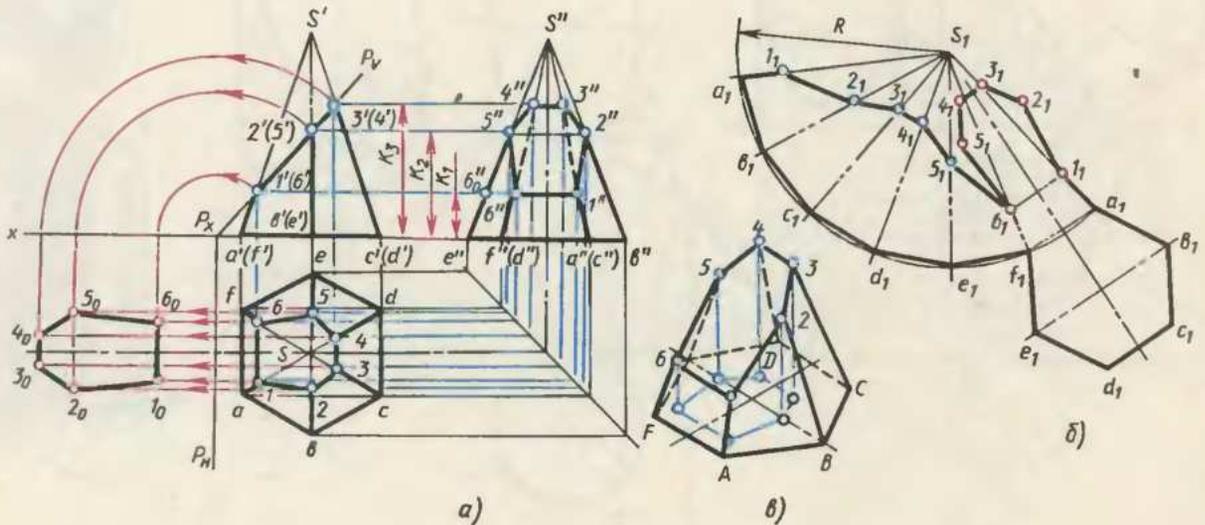


РИС. 180

ной ребра SE (или SB). Отрезок $s''b_0''$ представляет собой действительную длину отрезка Sb (см. рис. 180).

Полученные точки $1_p, 2_p, 3_1$ 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, в). Из вершины 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 $C3$ равны соответственно длине фронтальной проекции $s'c'_1$ ребра и отрезка $c'_1 3'_1$ 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 $s_1 b_1 a_1$. Затем из точек s и b_1 , как из центров, делают засечки радиусами, равными действительной длине ребра SC и стороне BC , и получают грань $s_1 b_1 c_1$ пирамиды. Также строится грань $s_1 c_1 a_1$.

От точек a_1, b_1 и c_1 откладывают действительные длины отрезков ребер, которые берут на фронтальной проекции (отрезки $a'_1 1'_1, b'_1 2'_1, c'_1 3'_1$). Используя метод триангуляции, пристраивают основание и фигуру сечения.

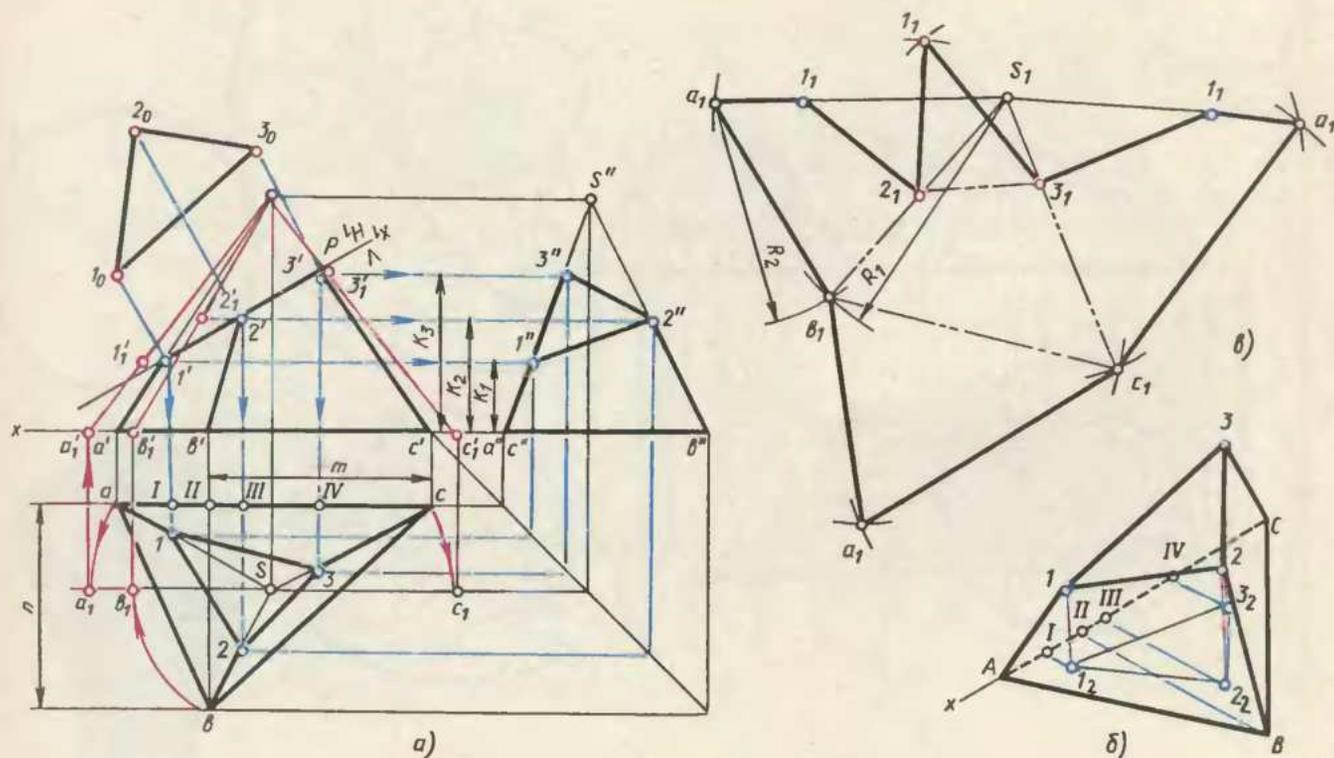


РИС. 181

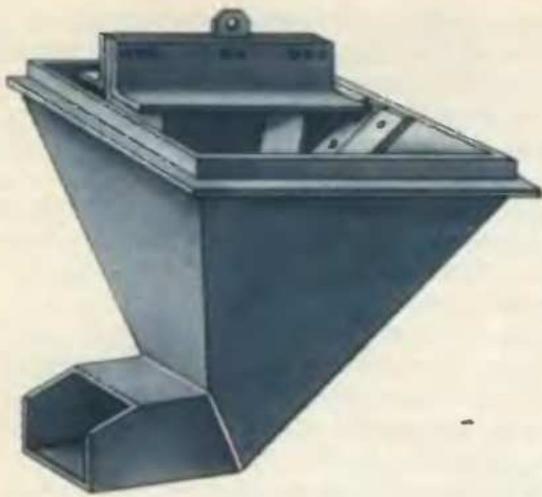


РИС. 182

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 $1_22_32_2$ (используя точки I, III и IV). Из этих точек проводят вертикальные прямые, на которых откладывают отрезки, взятые с фронтальной или профильной проекции призмы K_1, K_2 и K_3 . Полученные точки $1, 2, 3$ соединяют прямыми между собой и с вершинами основания.

На рис. 182 показан корпус бункера, который имеет форму четырехугольной усеченной пирамиды. При изготовлении корпуса выполняют построение развертки.

§ 5. СЕЧЕНИЕ ПРЯМОГО КРУГОВОГО КОНУСА ПЛОСКОСТЬЮ

В зависимости от расположения секущей плоскости P по отношению к оси прямого кругового конуса получаются различные фигуры сечения, ограниченные кривыми линиями.

Сечение прямого кругового конуса фронтально-проецирующей плоскостью P рассматривается на рис. 183. 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. 183, а).

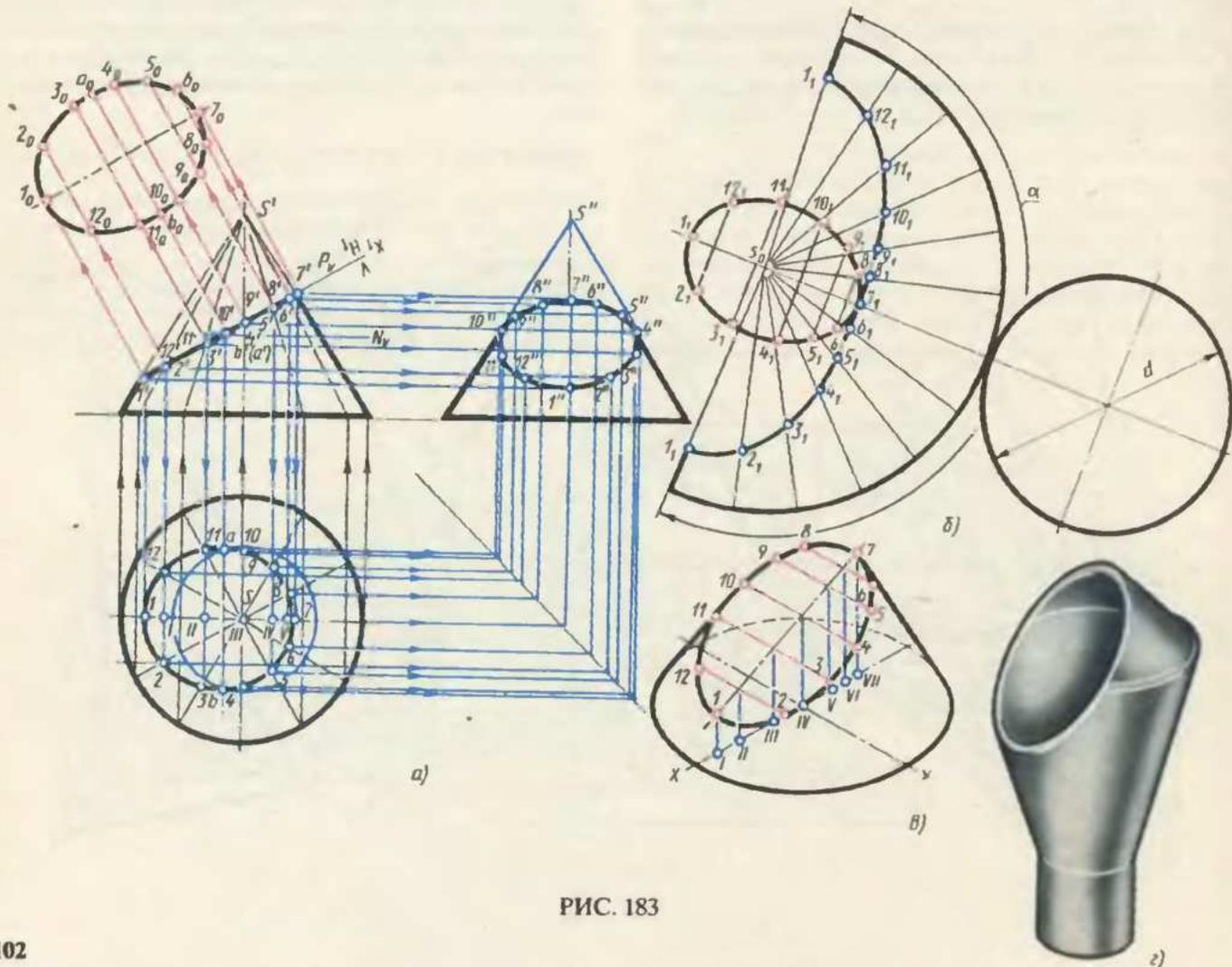


РИС. 183

Для построения горизонтальной проекции контура фигуры сечения горизонтальную проекцию основания конуса (окружность) делят, например, на 12 равных частей. Через точки деления на горизонтальной и фронтальной проекциях проводят вспомогательные образующие. Сначала находят фронтальные проекции точек сечения $I'—12'$, лежащих на плоскости P_1 . Затем с помощью линий 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 лекалу. 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 $I'7'$, совпадающей с фронтальной проекцией секущей плоскости P . Эта прямая $I'7'$ является большой осью эллипса. Малая ось эллипса $a'b'$ перпендикулярна к большой оси $I'7'$ и проходит через ее середину. Чтобы найти малую ось сечения, через середину большой оси $I'7'$ эллипса проводят горизонтальную плоскость N , которая рассечет конус по окружности, диаметр которой будет равняться малой оси эллипса (a_0b_0).

Чтобы получить новую горизонтальную проекцию какой-либо точки эллипса, например точки 2_0 , из

точки $2'$ восстанавливают перпендикуляр и откладывают на нем отрезок, равный расстоянию от горизонтальной проекции точки 2 до оси x .

Построение развертки поверхности конуса (рис. 183, 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 в мм; l — длина образующей конуса в мм.

Дугу делят на 12 частей и полученные точки соединяют с вершиной s_0 . От вершины s_0 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, проходящей 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 фигуру сечения и основания конуса.

Построение изометрической проекции усеченного конуса (рис. 183, в) начинают с построения основания — эллипса. Изометрическую проекцию любой точки кривой сечения находят при помощи трех координат, как показано на рис. 183, в.

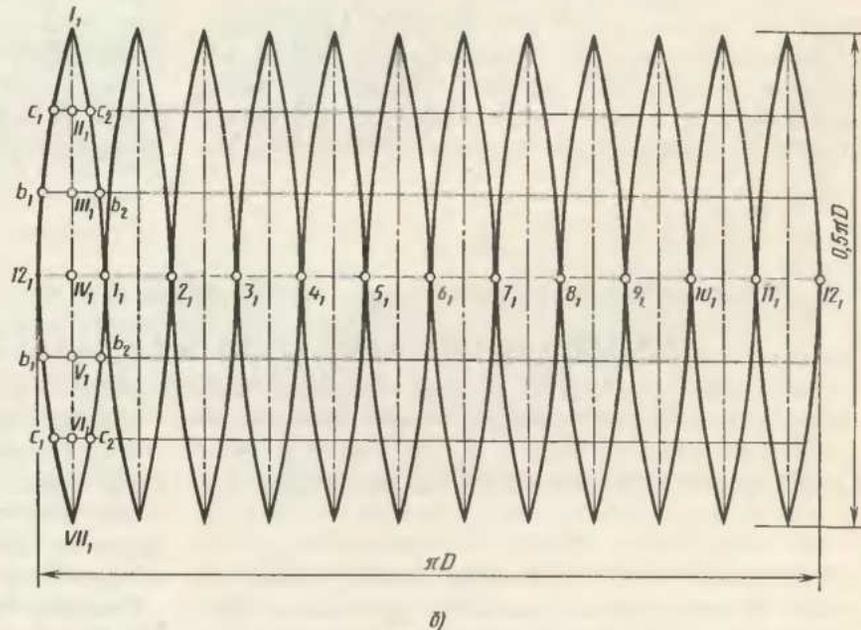
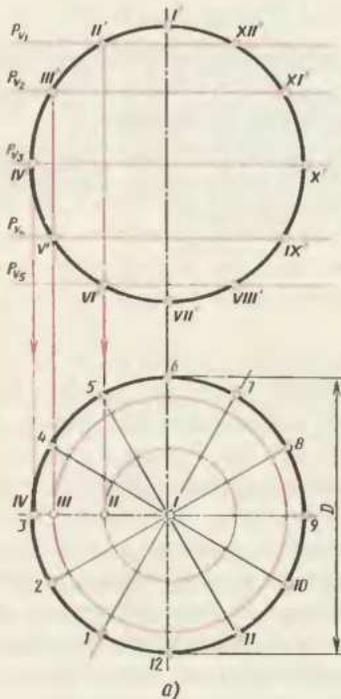


РИС. 184

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 эллипса точки проводят прямые, параллельные оси u , и на них откладывают отрезки $b_0\delta_0, 4_010_0$ и т. д., взятые на действительном виде сечения.

Найденные точки соединяют по лекалу. Крайние очерковые образующие проводят по касательной к контуру основания конуса и эллипса.

Пример сечения прямого кругового конуса приведен на рис. 183, з. Колпак сепаратора представляет собой сварную конструкцию из тонкой листовой стали и состоит из двух конусов.

§ 6. РАЗВЕРТКА СФЕРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Горизонтальную проекцию сферической поверхности делим горизонтально-проецирующими плоскостями на несколько равных частей (клиньев), например на 12 (рис. 184, а). Фронтальную проекцию сферы поверхности тоже делят на несколько равных частей (желательно на 12).

Через полученные точки деления $II—VI$ проводят фронтально-проецирующие плоскости $P_{VI}—P_{V5}$ (рис. 184, а).

Для построения развертки сферической поверхности на горизонтальной прямой откладывают длину окружности диаметра D , равную πD (рис. 184, б). Полученный отрезок делят на 12 равных частей.

Через середину каждого деления проводят перпендикуляр и откладывают на нем отрезок $I—VII$, равный $0,5$ длине окружности диаметра D . Отрезок $I—VII$ делят на 6 равных частей ($I—VII$), через полученные точки деления проводят горизонтальные прямые, на которых откладывают отрезки, равные $1/12$ части окружности соответствующего радиуса, например, отрезок c_1c_2 соответствует $1/12$ длине окружности ради-

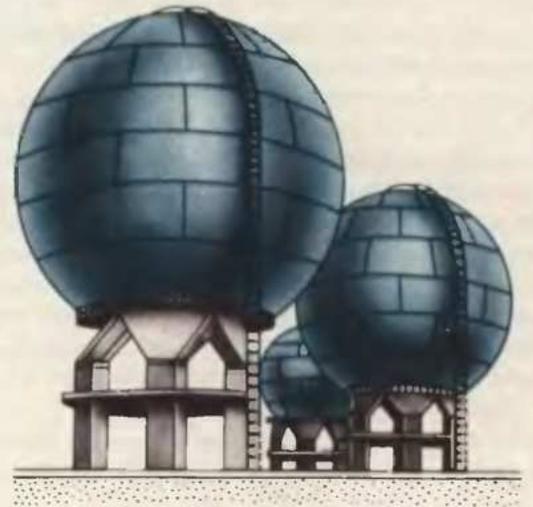
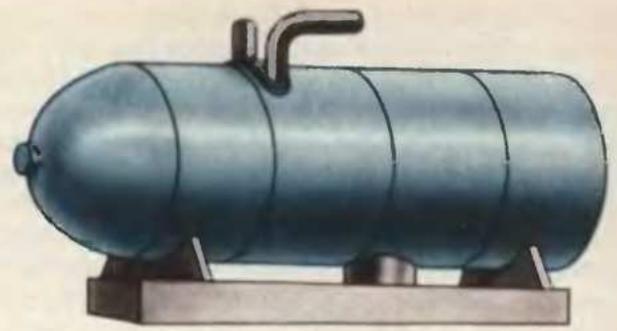


РИС. 185

уса I, II , взятого с горизонтальной проекции. Полученные точки соединяют по лекалу. Развертки остальных одиннадцати клиньев строят аналогично.

На рис. 185 показан цилиндрический резервуар, имеющий на левом торце сферическую поверхность, и полные сферические резервуары.

ГЛАВА 19

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА КАК ЭЛЕМЕНТЫ МОДЕЛЕЙ И ДЕТАЛЕЙ МАШИН

§ 1. КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ МОДЕЛИ

В практике часто встречаются детали машин со сложными отверстиями и вырезами, при выполнении чертежей которых требуются особые приемы и построения. Примеры таких деталей представлены на рис. 186. Все они состоят из сочетания элементов гео-

метрических тел и поверхностей. В этих деталях имеются отверстия различной формы, ограниченные различными поверхностями. Проекции контуров этих отверстий строят при помощи вспомогательных линий.

Рассмотренные выше примеры построения проекций точек, расположенных на разных геометрических телах и поверхностях, достаточно полно поясняют методы и приемы этих построений.

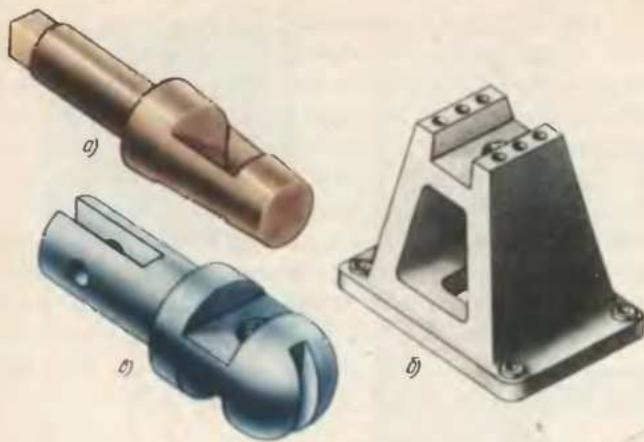


РИС. 186

Геометрические тела или модели могут быть сплошными и полыми, с отверстиями, выемками и т. д. Пример наглядного изображения модели с отверстиями цилиндрической формы показан на рис. 187, а. Комплексный чертёж этой модели выполнен на рис. 187, б.

Построение начинают с фронтальной проекции. Цилиндрические отверстия изображаются в виде окружностей. Далее строят горизонтальную и профильную проекции. На этих двух проекциях цилиндрические отверстия показаны линиями невидимого контура, т. е. штриховыми.

В рассмотренном примере геометрическое тело имело отверстие несложной формы, и построение проекций этой модели особых затруднений не вызывало. На рис. 188, б изображен комплексный чертёж более сложной модели. Фронтальная проекция выполнена по стрелке А (рис. 188, а).

На рис. 189 даны комплексные чертежи моделей, имеющие отверстия и вырезы.

Надо заметить, что если плоские поверхности отверстий располагаются параллельно основанию геометрического тела, то для определения проекции характерных точек контуров отверстий очень удобно применять вспомогательные секущие плоскости, параллельные основанию.

Примеры таких построений показаны на рис. 189.

На рис. 186, а дано наглядное изображение детали пробки крана. Для выполнения чертежа этой детали нужно сделать построение отверстия в форме трапеции, для чего необходимо уметь строить проекции линий, расположенных на конической поверхности (рис. 189, а). В данном примере линии *AB* и *CD* представляют собой дуги окружностей. Горизонтальные проекции этих дуг строят следующим образом.

Фронтальные проекции дуг продолжают до пересечения с контурными (очерковыми) образующими. Радиусами, равными расстояниям от полученных точек пересечения до оси на горизонтальной проекции, проводят окружности, на которых, пользуясь линиями свя-

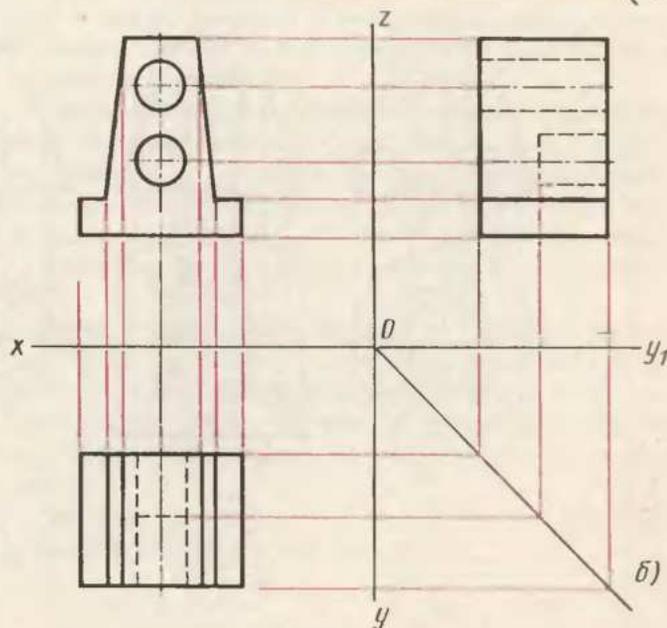
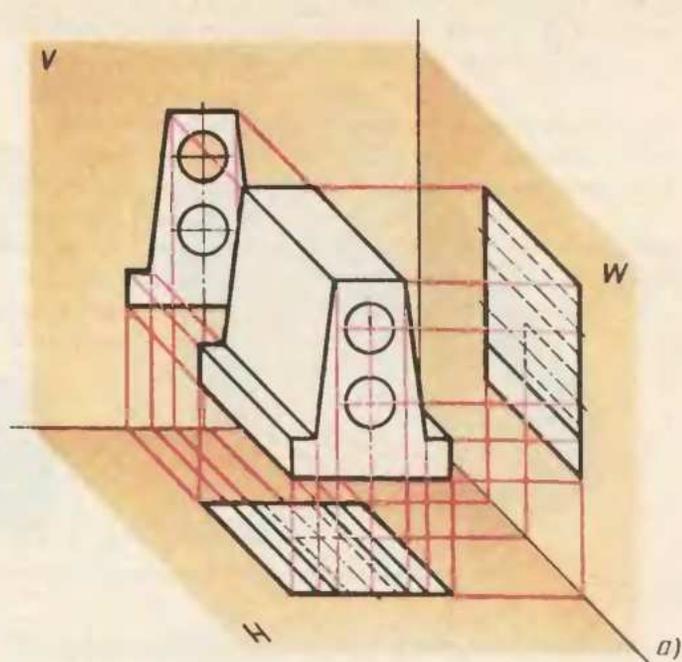


РИС. 187

зи, находят искомые горизонтальные проекции точек *A*, *B*, *C* и *D*.

Вторая деталь — тяга (рис. 186, в) — имеет вырез в сферической поверхности. В этом случае проекции дуг окружностей строят подобно построению проекций дуги *AB* на рис. 189, д. Так как эта дуга окружности расположена в горизонтальной плоскости, то фронтальная проекция дуги будет отрезком прямой линии *a'b'*, а горизонтальная проекция представляет собой дугу окружности радиуса, равного половине отрезка *c'd'*.

Третья деталь — станина (рис. 186, б) — ограничена поверхностью усеченной четырехугольной пирамиды. Сбоку станины имеется сквозной вырез трапецидаль-

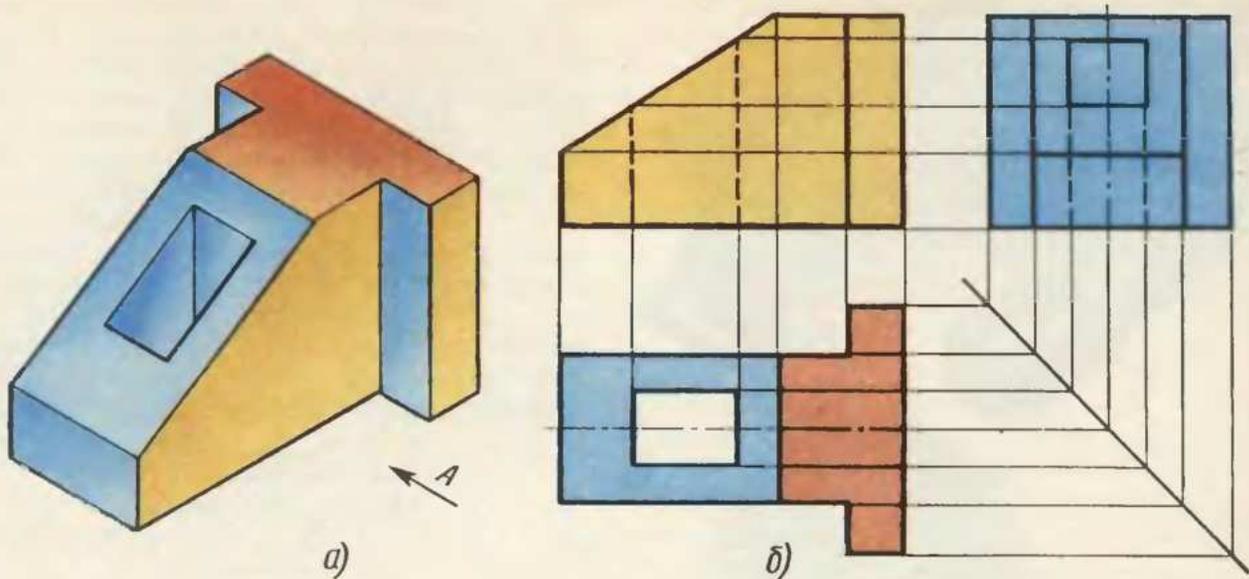


РИС. 188

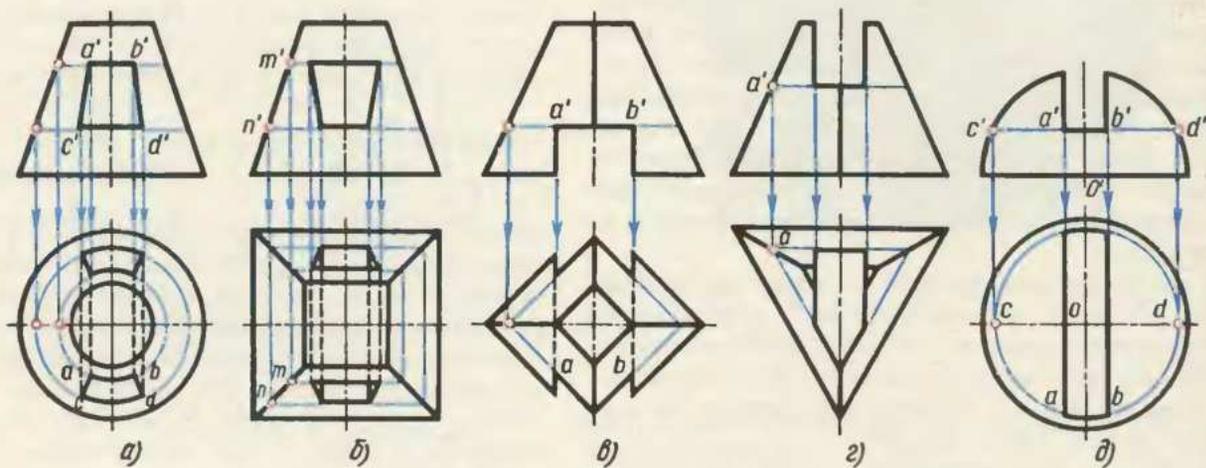


РИС. 189

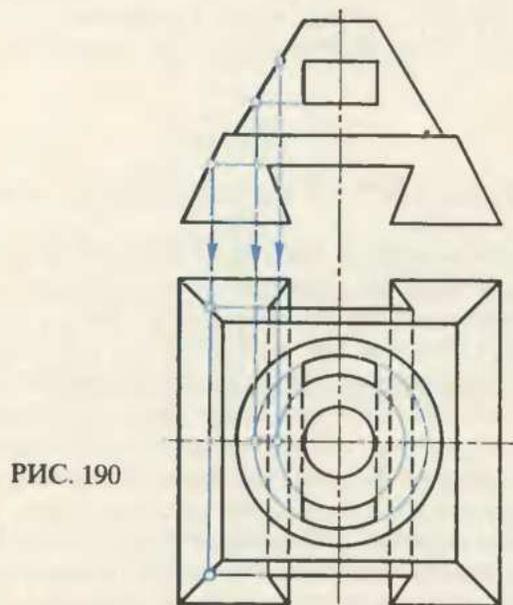


РИС. 190



РИС. 191

ной формы, который можно построить на чертеже, используя приемы построения, показанные на рис. 189, б. В этом случае применяют вспомогательные секущие плоскости, которые параллельны основанию пирамиды. Находят точки пересечения n' и m' фронтальных проекций горизонтальных плоскостей и ребер пирамиды. Горизонтальные проекции m и n этих точек находят, применяя линии связи. Затем из точек m и n проводят прямые, параллельные линиям проекции основания до пересечения с проекциями ребер, получают точки, определяющие горизонтальную проекцию выреза (рис. 189, б).

Этот способ построения используется и для нахождения проекций вырезов у пирамид, изображенных на рис. 189, в и г.

Рассмотренные выше примеры построения контуров отверстий, расположенных на разных геометрических телах и моделях, облегчат выполнение комплексного чертежа, показанного на рис. 190.

После упражнений по выполнению комплексных чертежей подобных моделей легко будет выполнять чертежи учебных моделей или деталей машин более сложной формы, например, детали на рис. 191.

ГЛАВА 20 ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ МОДЕЛЕЙ

Под чтением чертежа понимают процесс, при котором происходит формирование пространственного (объемного) образа предмета на основе плоских изображений (проекций). При чтении заводского чертежа пространственного представления для изготовления детали недостаточно. В этом случае необходимы и другие сведения, касающиеся технологического процесса изготовления детали. Чтение производственного чертежа значительно сложнее и требует знаний не только из области проекционного черчения.

Начинать надо с чертежей деталей, состоящих из простых геометрических форм. Выполнение комплексных чертежей моделей также способствует развитию навыков в чтении чертежей.

Если, например, требуется прочитать чертеж модели (рис. 192, а), то вначале мысленно разбиваем изображенную модель на элементарные геометрические формы и представляем себе, как эти геометрические формы изображаются на всех трех проекциях, вы-

ясняем общую форму модели. Представляя форму модели в целом, выполняют аксонометрическую проекцию (рис. 192, б), которая определяет правильность прочитанного чертежа.

В данном случае при чтении чертежа необходимо использовать все проекции чертежа. Так, если при чтении чертежа не учитывать профильную проекцию, то на аксонометрическом изображении ребро может оказаться без закруглений, а если не учитывать горизонтальную проекцию, то трудно определить форму основания.

Особенно важно уметь строить третью проекцию по двум заданным. Для этого необходимо построить самостоятельно две проекции модели с натуры, а третью проекцию построить не глядя на модель, применяя линии связи. Это развивает пространственное воображение.

Аналогичные упражнения полезно выполнять и по наглядному изображению (рис. 193, а).

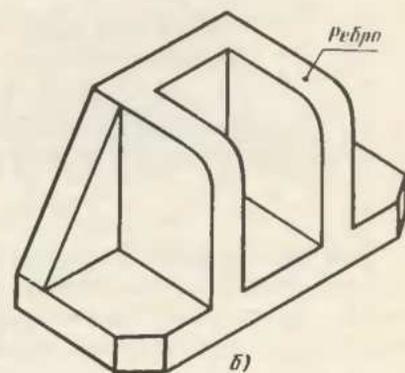
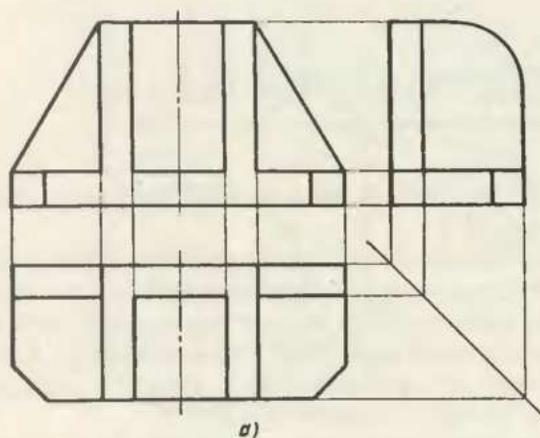


РИС. 192

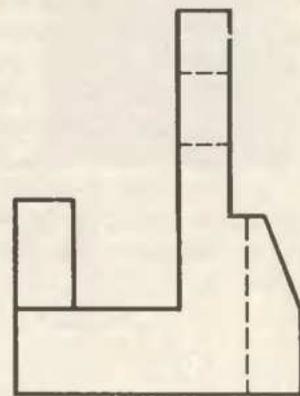
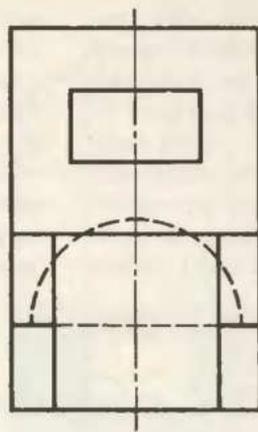
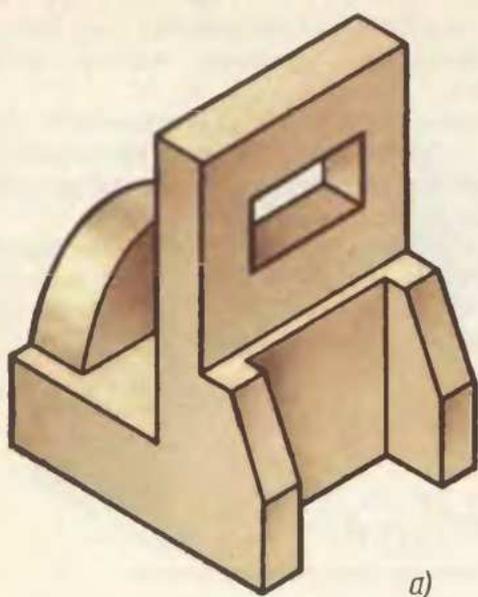


РИС. 193

Построение недостающих видов учит понимать чертежи при минимальном количестве видов.

Такое упражнение, как выбор третьей проекции модели из числа изображенных, также способствует развитию навыков по чтению чертежей. Например, по двум проекциям модели (рис. 194, а) выбрать ее третью проекцию из числа изображенных (рис. 194, б).

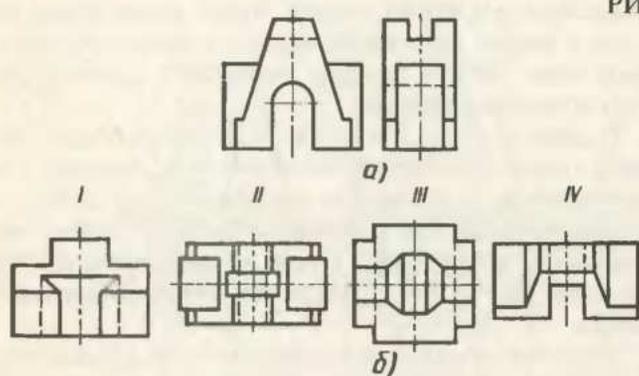


РИС. 194

Выполнив самостоятельно по наглядному изображению модели две ее проекции, закройте изображение и постройте ее третью проекцию.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как определяется на комплексном чертеже действительный вид сечения?
2. Какими линиями на чертеже изображаются линии сгиба разверток?
3. В каком случае фигура сечения конуса ограничена параболой?
4. Что показывают в сечении?

ГЛАВА 21

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 А, пересека-

ющей с конической поверхностью В и поверхностью пирамиды В.

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

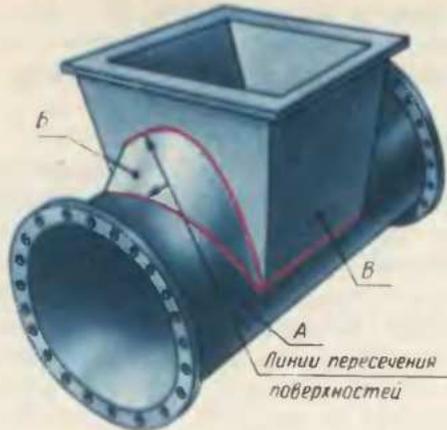


РИС. 195

как поверхности тела, так и прямой линии. Такие точки называются точками входа и выхода (рис. 196, а; 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, а, 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).

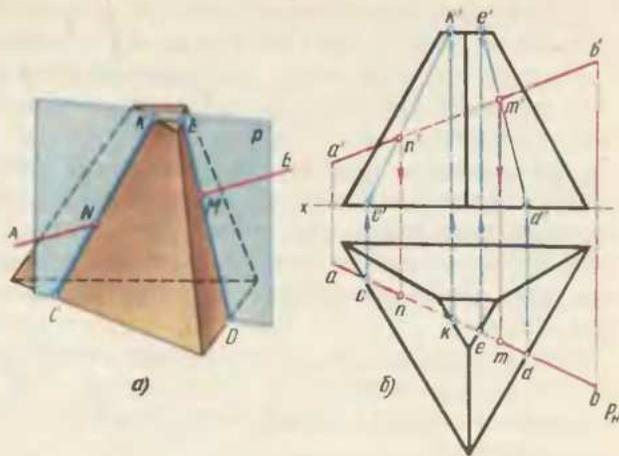


РИС. 196

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 связи, проведенными из точек k , c , e и d до пересечения с фронтальными проекциями оснований пирамиды. Соединяют точку 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.

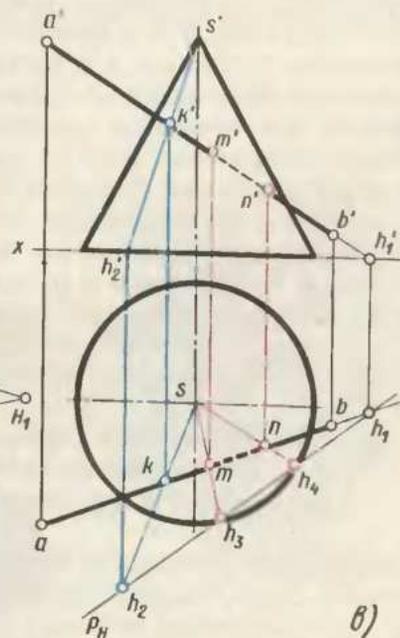
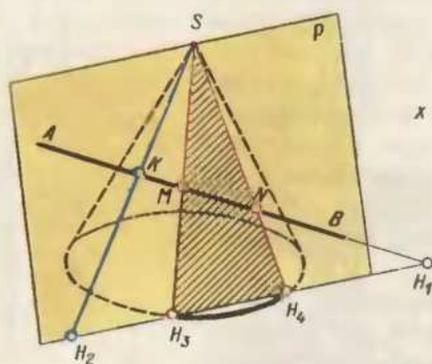
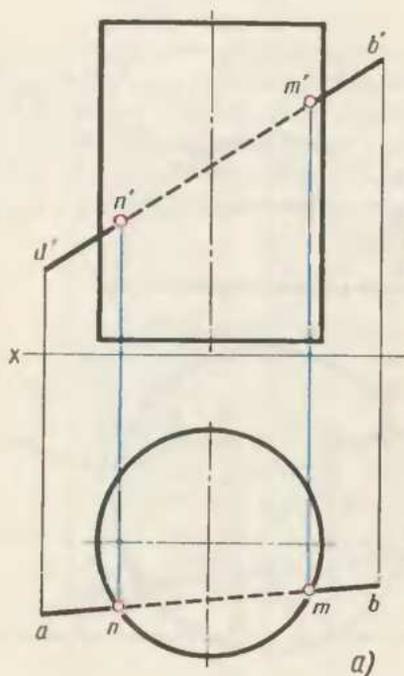


РИС. 197

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

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, *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 и SH_4 .

На комплексном чертеже изображение плоскости P строят следующим образом (рис. 187, *в*). 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 соединяют прямой и получают 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 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.

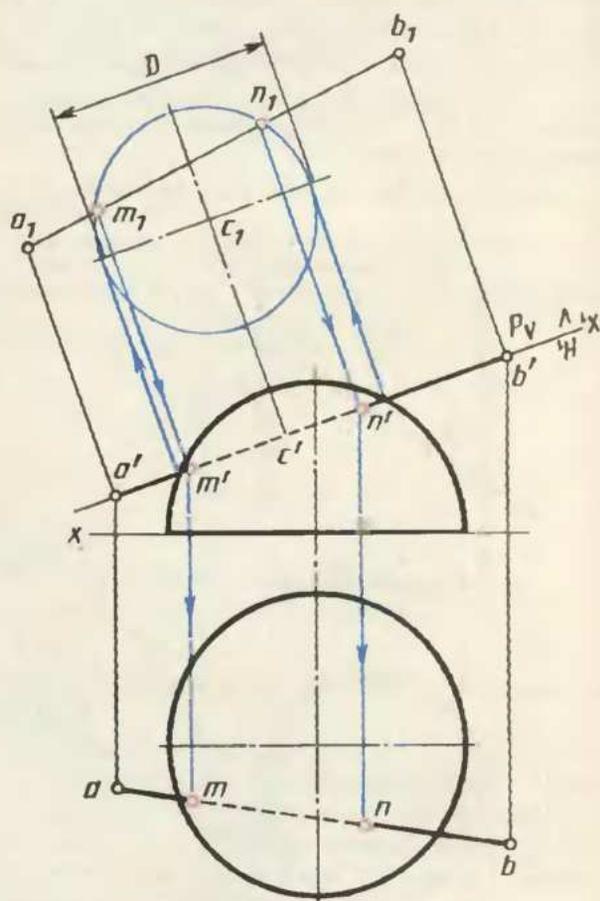


РИС. 198

§ 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 сопряжения 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 (см. рис. 199, б).

В машиностроении 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.

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

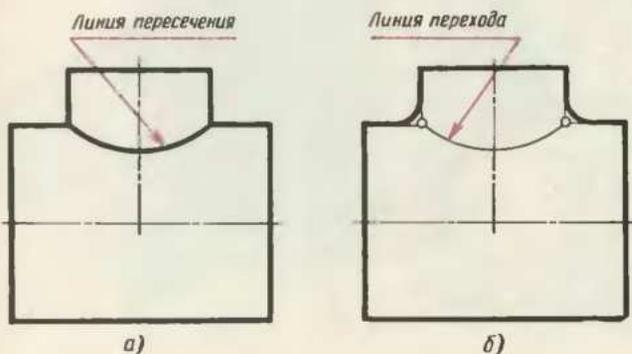


РИС. 199

рис. 201, б, 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 (цилиндрической, конической и др.) или крайних ребрах, отделяющих видимую часть 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, а).

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 проекций.

В данном примере плоскость *P* рассекает конус по окружности (рис. 201, в), 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.

§ 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, а), поэтому фронтальная проекция линий пересечения поверхностей этих тел совпадает с фронтальной проекцией

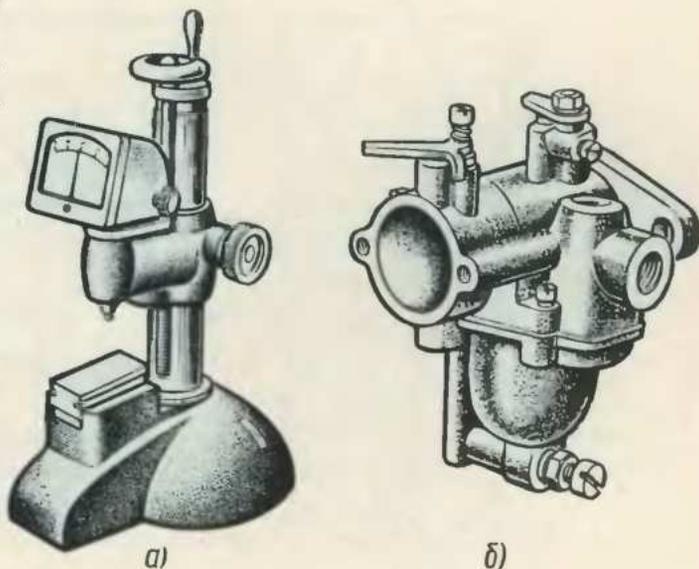


РИС. 200

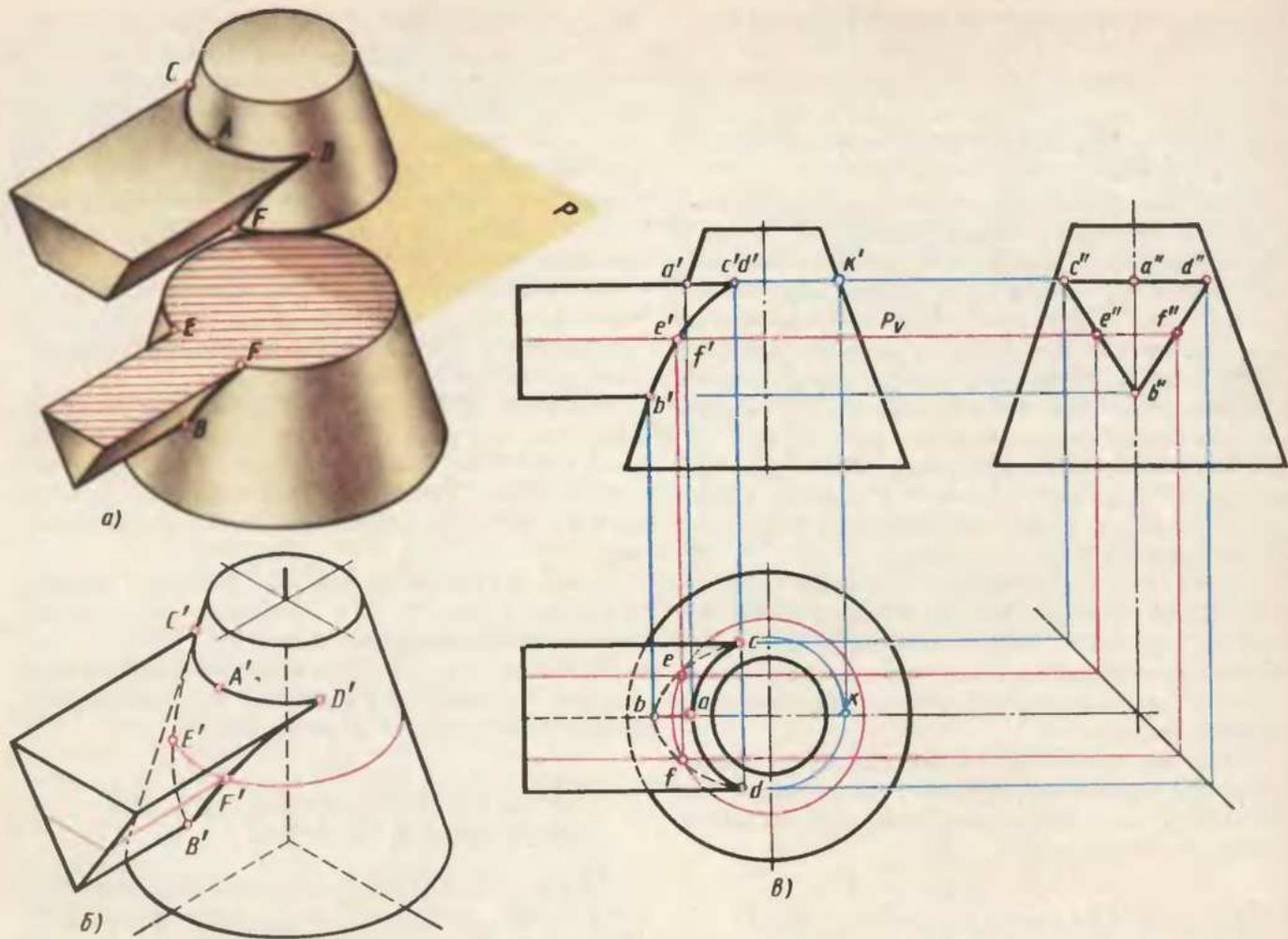


РИС. 201

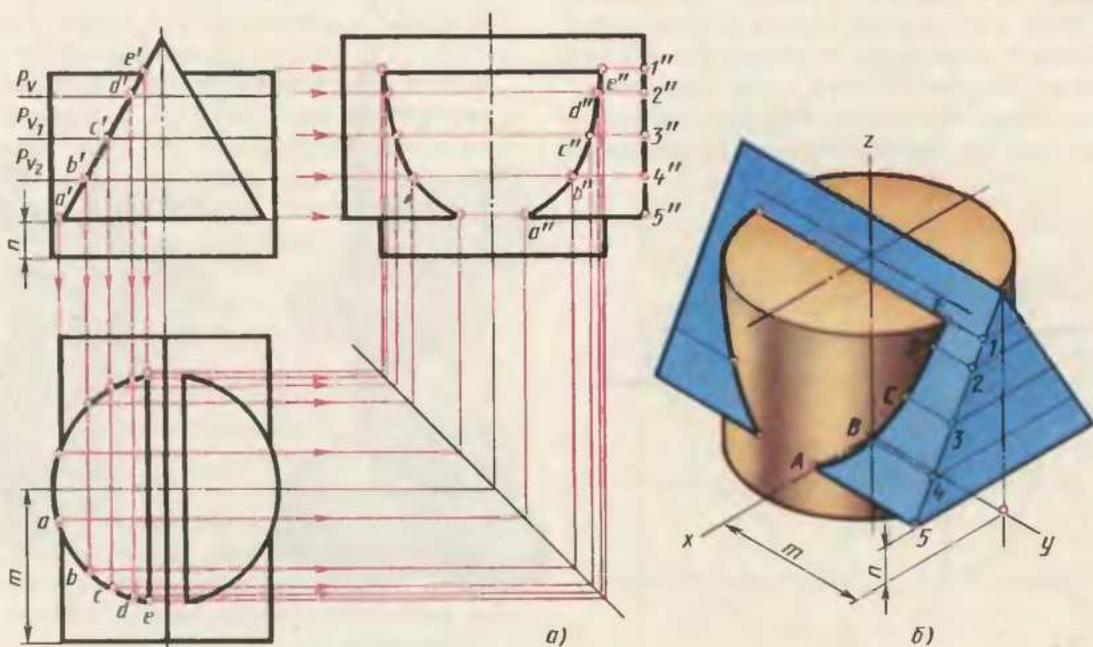


РИС. 202

ций 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 при помощи линий связи. Для построения проекций промежуточных точек B, C, D используем вспомогательные секущие плоскости P_V, 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, б показано построение изометрической проекции. После построения изометрической проекции цилиндра, используя размеры m и n (рис. 202, а), 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, находят 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 , откладывают от точки O вверх по оси z (рис. 203, в). Откладывая от точки O_1 по оси

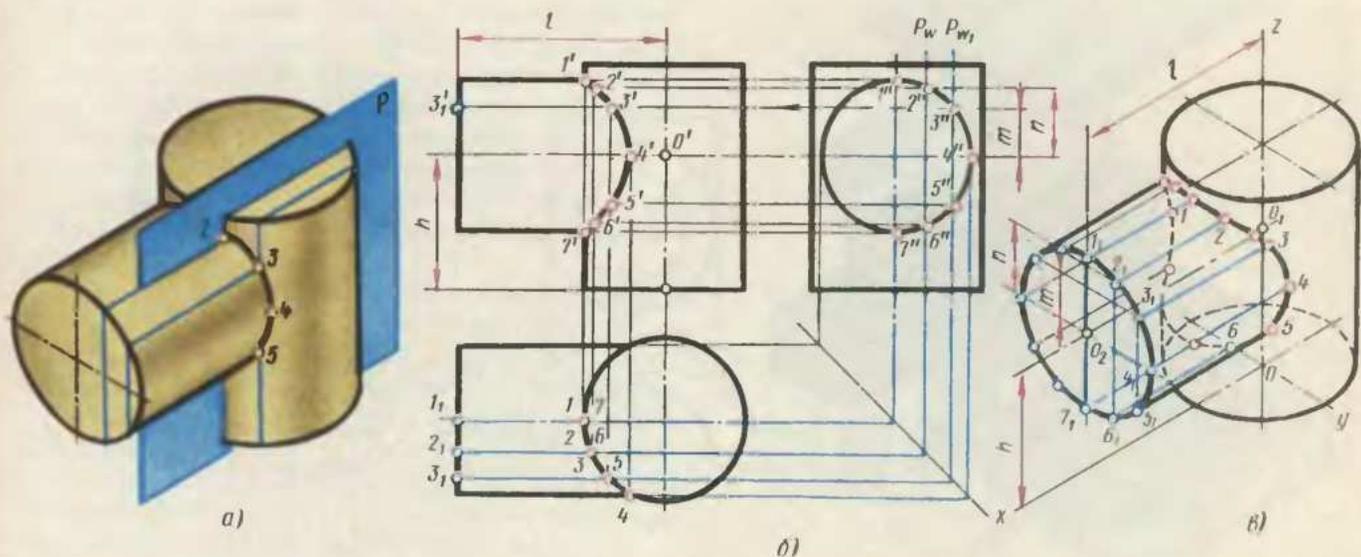


РИС. 203

горизонтального цилиндра отрезок l , получим точку O_2 — центр основания горизонтального цилиндра.

Изометрическая проекция линии пересечения поверхностей строится по точкам при помощи трех координат. Однако в данном примере искомые точки можно построить несколько 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 проводят 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.

Если диаметры пересекающихся цилиндрических поверхностей одинаковы, то фронтальная проекция линии пересечения представляет собой две пересекающиеся прямые (рис. 204, б).

Пример взаимного пересечения цилиндрических поверхностей с осями, перпендикулярными друг к другу, приведен на рис. 204. Одна цилиндрическая поверхность корпуса имеет вертикальную ось, а другая (половина цилиндра) — горизонтальную.

Если пересекающиеся цилиндрические поверхности имеют оси, расположенные под углом, отличным от прямого угла, то линию их пересечения строят при помощи вспомогательных секущих плоскостей или другими способами (например, способом сфер).

§ 6. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИЗМ И ПИРАМИД

При пересечении двух многогранников линия пересечения поверхностей представляет собой ломаную линию.

Если ребра двух призм взаимно перпендикулярны (рис. 205, а), то линия пересечения призм строится следующим образом.

Горизонтальная и профильная проекции линии пересечения совпадают соответственно с горизонтальной проекцией пятиугольника (основания одной призмы) и с профильной проекцией части четырехугольника (основания другой призмы). Фронтальную проекцию ломаной линии пересечения строят по точкам пересечения ребер одной призмы с гранями другой.

Например, взяв горизонтальную l и профильную l'' проекции точки l пересечения ребра пятиугольной призмы с гранью четырехугольной (рис. 205, а) и пользуясь известным приемом построения, с помощью линии связи можно легко найти фронтальную проекцию l' точки l , принадлежащей линии пересечения призм.

Изометрическая проекция двух пересекающихся призм (рис. 205, б) может быть построена по координатам соответствующих точек.

Например, изометрическую проекцию двух точек 5 и 5_1 , симметрично расположенных на левой грани пятиугольной призмы, строят так. Принимая для удобства построений за начало координат точку O , лежащую на верхнем основании пятиугольной призмы, откладываем влево от O по направлению, параллельному изометрической оси x , отрезок OE , равный координате x_5 , взятой с комплексного чертежа на фронтальной или горизонтальной проекции. Далее из точки E вниз параллельно оси z откладываем отрезок EF , равный второй координате $z_5=a$, и, наконец, от точки F

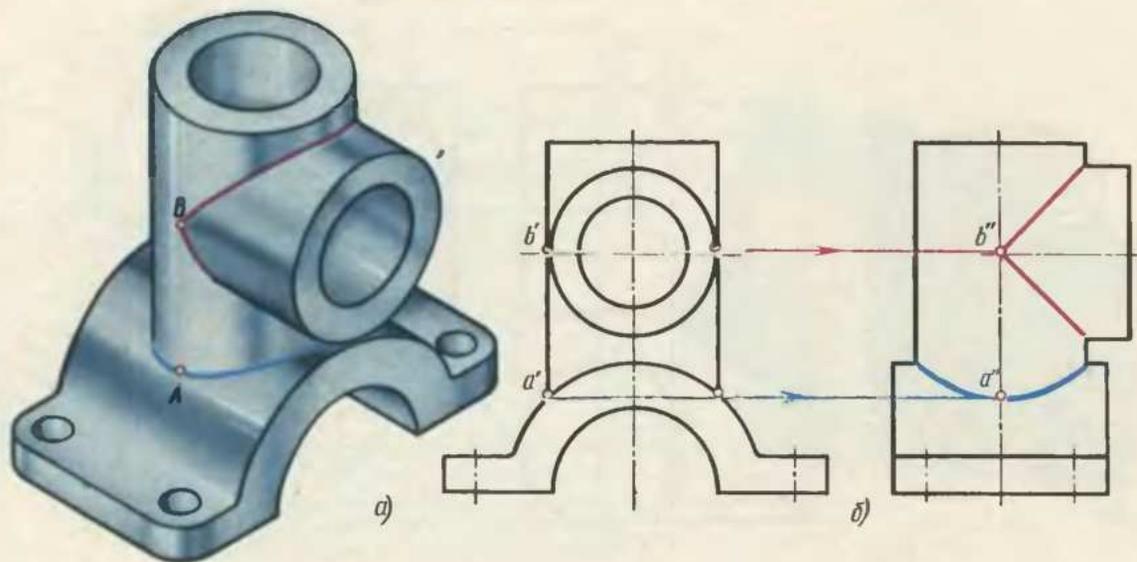


РИС. 204

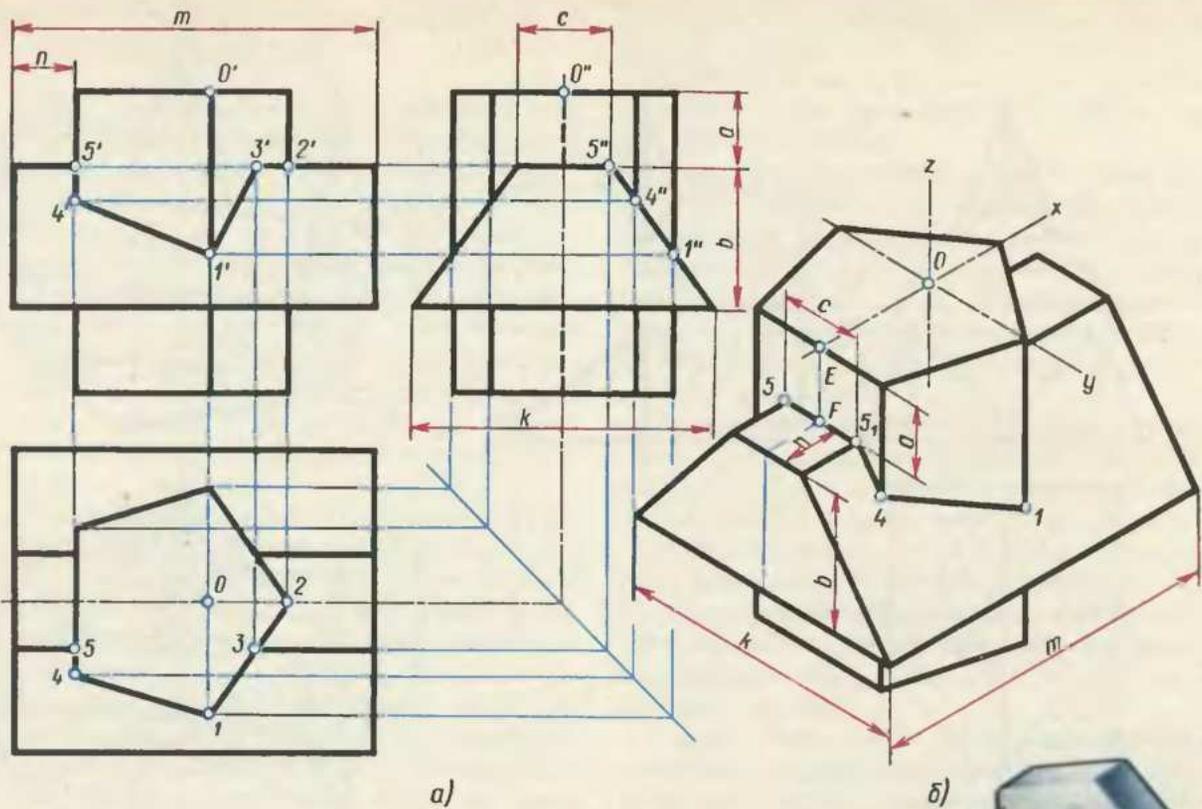


РИС. 205

влево и вправо параллельно оси y откладываем отрезки $F5$ и $F5_p$, равные третьей координате:

$$y_5 = \frac{c}{2}.$$

Далее от точки F параллельно оси x откладываем отрезок n , взятый с комплексного чертежа. Через его конец проводим прямую, параллельную оси y , и откладываем на ней отрезок, равный c . Вниз параллельно оси z откладываем отрезок, равный b , и параллельно y — отрезок, равный k . В результате получаем изометрию основания четырехугольной призмы.

Точки 1 и 4 на ребрах пятиугольной призмы можно построить, используя только одну координату z .

Примеры, где требуются подобные построения, показаны на рис. 206, на которых видны линии пересечения поверхностей призм.

Линию пересечения поверхностей четырехугольной призмы с четырехугольной пирамидой (рис. 207, *a*) строят по точкам пересечения ребер одного многогранника с ребрами и гранями другого многогранника.

Например, проекции точек 1 и 3 искомой линии пересечения находят следующим образом. Фронтальные проекции $1'$ и $3'$ очевидны. Профильные проекции $1''$ и $3''$ и горизонтальные 1 и 3 находят при помощи линий связи. Аналогично находят точки 2 и 4 .

На рис. 207, *б* и *в* показана последовательность построения диметрической проекции. Сначала строят пи-

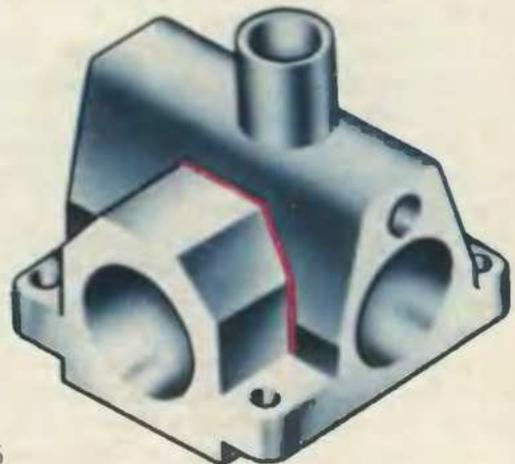
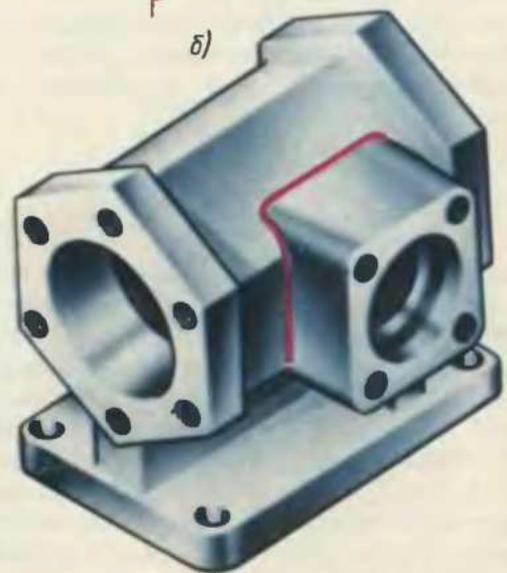


РИС. 206

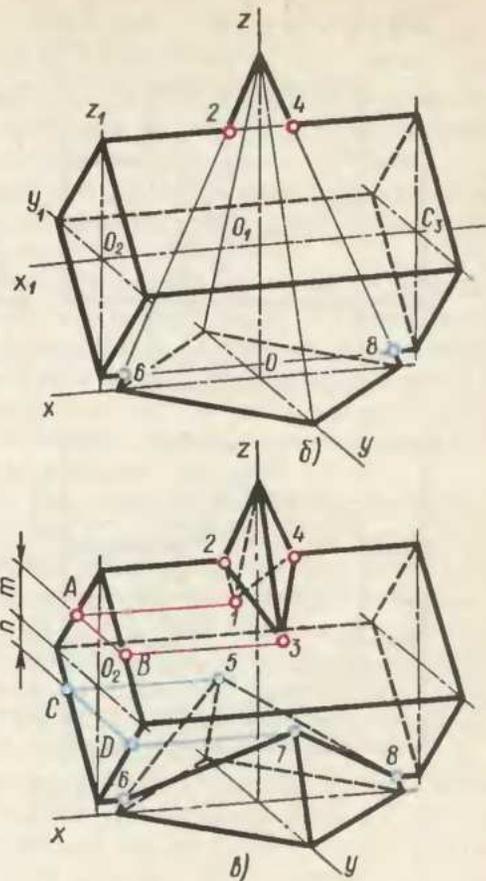
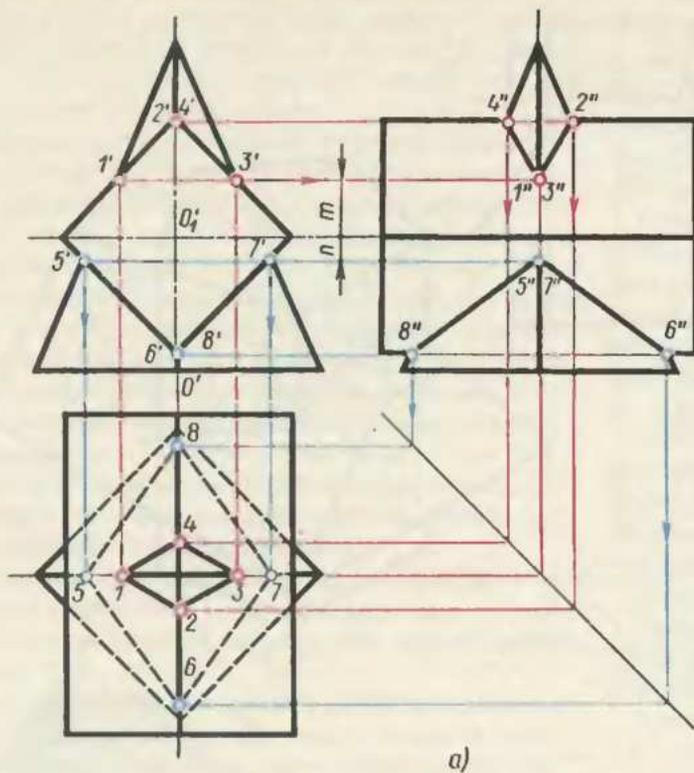


РИС. 207

раиду. 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 четырехгранной 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 получаются без дополнительных построений (рис. 207, в).

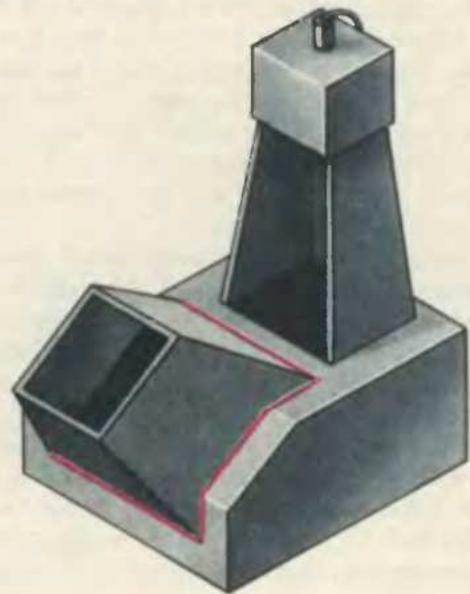
Диметрические проекции точек пересечения 1, 3, 5, 7 ребер пирамиды с гранями призмы находят по координатам известным способом.

В этом примере диметрические проекции точек 1, 3, 5 и 7 можно построить иначе. От середины левого основания призмы — точки O_2 — откладывают вверх и вниз по оси Z соответственно отрезки m и n , взятые с комплексного чертежа. Через 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 форму неправильной пятиугольной призмы. Патрубок экрана выполнен в виде четырехугольной пирамиды. На рисунке видна линия пересечения поверхностей этих тел.

РИС. 208



§ 7. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРА И КОНУСА

Построение линии пересечения поверхностей прямого кругового усеченного конуса, имеющего вертикальную ось, с цилиндром, расположенным горизонтально, показано на рис. 209. 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 рассекать конус по образующим, а цилиндр по образующим (рис. 209, б). Искомые точки 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 $1-12$. Применяя 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 определяют при помощи вспомогательной секущей плоскости P_3 , проведенной через ось цилиндра. Точки, расположенные над плоскостью P_3 (см. профильную проекцию), будут на плоскости H видимы, а точки, расположенные под плоскостью P_3 , — невидимы.

Изометрическую проекцию пересекающихся поверхностей цилиндра и конуса вычерчивают в такой последовательности. Вначале выполняют изометрическую проекцию конуса (рис. 209, в). Затем от центра O нижнего основания конуса по его оси вверх откладывают координату $OO_1=h$ и получают точку O_1 , через которую проводят ось цилиндра параллельно изометрической оси x . От точки O_1 по этой оси откладывают координату $x=O_1O_2$ точки O_2 — центра окружности основания цилиндра.

Для построения линии пересечения находят изометрические проекции точек этой линии при помощи их координат, взятых с комплексного чертежа. За начало координат принимается точка O_2 (центр основания

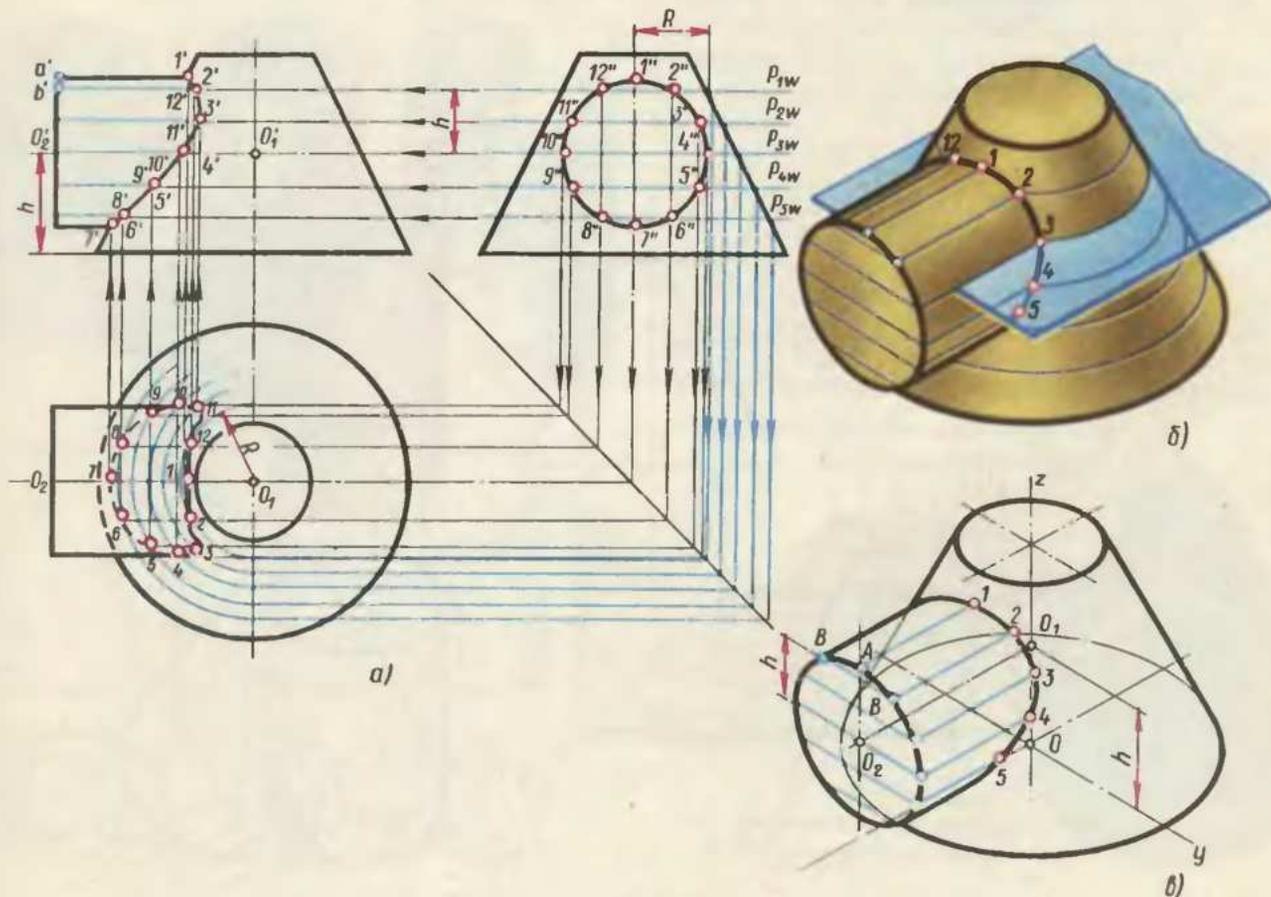


РИС. 209

цилиндра). Параллельно оси u проводят до пересечения с овалом следы плоскостей сечения с координатами по оси z , взятых с профильной проекции. Из полученных точек $A, B, C...$ параллельно оси x проводят прямые — образующие цилиндра, на них откладывают координаты $A1, B2, ...$, взятые с фронтальной проекции комплексного чертежа, и получают точки $2-12$, принадлежащие искомой линии пересечения тел.

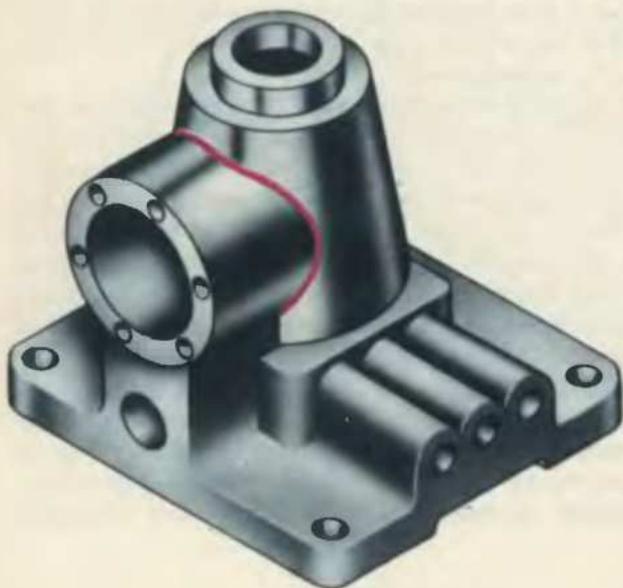


РИС. 210

Через найденные точки проводят кривую линию по лекалу.

На рис. 210 показана деталь. Линию пересечения конической поверхности с цилиндрической строят описанным выше способом.

Построение линии пересечения поверхностей цилиндра и конуса, оси которых параллельны (рис. 211), аналогично построению, рассмотренному на рис. 209.

Выбирают вспомогательные горизонтальные плоскости, например, P_1, P_2 и P_3 , которые пересекают конус и цилиндр по окружностям (рис. 211, б). Диаметр окружностей, образованных в результате пересечения этих плоскостей с цилиндром, одинаков и равен D ; диаметры окружностей, полученных в результате пересечения плоскостей с конусом, — различные. Взаимное пересечение горизонтальных проекций этих окружностей дают искомые горизонтальные проекции точек $1-9$ линии пересечения (рис. 211, а). Фронтальные проекции $1'-9'$ этих точек находят при помощи линий связи на фронтальных следах P_{V1}, P_{V2}, P_{V3} вспомогательных плоскостей. Профильные проекции точек строят по двум их известным проекциям.

Характерными точками в данном примере являются: высшая точка линии пересечения — точка 5, нахождение проекций которой начинают с имеющейся горизонтальной проекции, и точки 1, 9.

Точки 1 и 9 получились от пересечения оснований цилиндра и конуса.

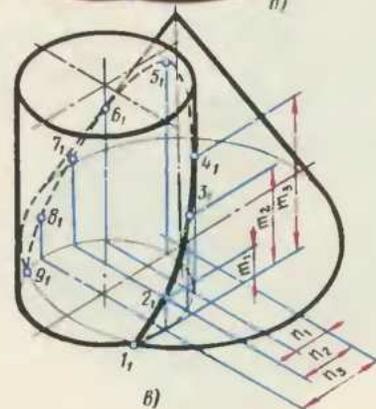
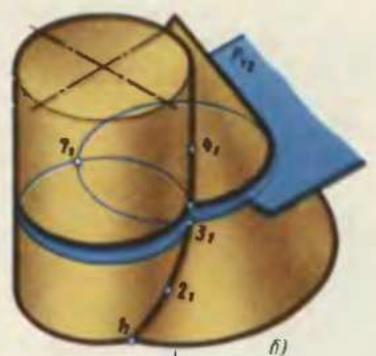
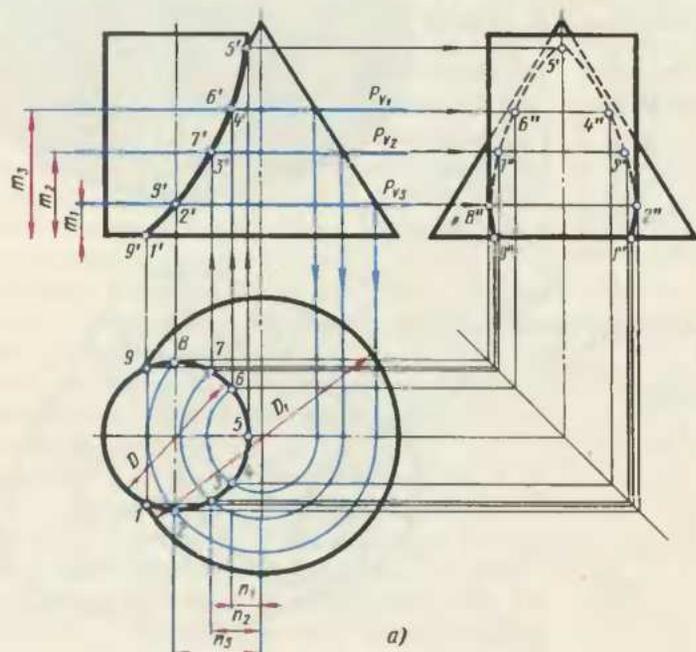


РИС. 211

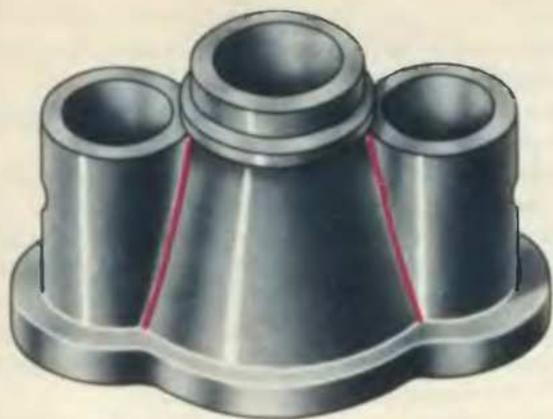


РИС. 212

Построение изометрической проекции пересекающихся конуса и цилиндра (рис. 211, в) выполняется по этапам, подробно описанным в предыдущем примере (см. рис. 209, в). Построение начинается проведением изометрических осей конуса и цилиндра, затем их оснований (эллипсов) с центрами на расстоянии друг от друга, определяемом координатой n_3 .

Если на комплексном чертеже построена линия пересечения, то целесообразно строить ее аксонометрическую проекцию по точкам при помощи их координат (рис. 211, а и в).

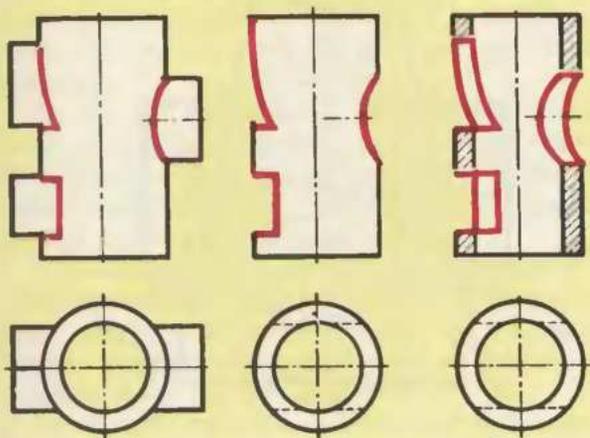
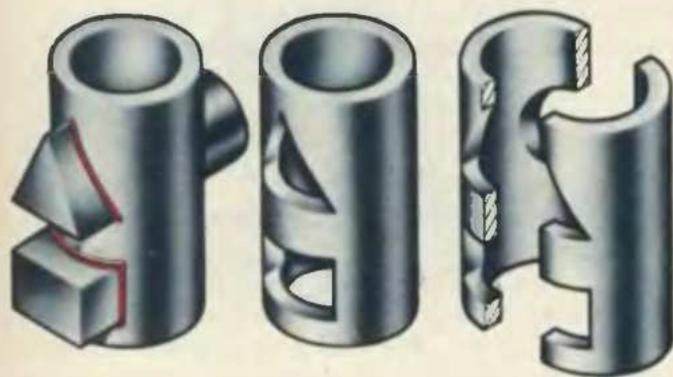


РИС. 213

На рис. 212 показана деталь, имеющая форму двух цилиндров, пересекающихся с конусом. Оси цилиндров и конуса параллельны.

Примеры пересечения поверхностей даны на рис. 213. Линии пересечения показаны красным цветом.

§ 8. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ СФЕРЫ И ЦИЛИНДРА

Прямой круговой цилиндр, расположенный перпендикулярно плоскости H , пересекается с шаром, центр которого расположен на оси цилиндра, по окружности, которая изображается на фронтальной проекции в виде отрезка прямой (рис. 214). Действительно, проводя через точки A и B пересечения контурных образующих цилиндра и очерка шара вспомогательную горизонтальную плоскость P , заметим следующее. Плоскость P пересечет как цилиндр, так и шар по окружности одинакового диаметра, которая расположена в проецирующей плоскости. Следовательно, ее фронтальная проекция будет изображаться в виде прямой $a'b'$.

При пересечении конуса или шара с шаром, центр которого расположен на оси этих поверхностей (рис. 214), фронтальные проекции линии пересечения в данном случае также будут изображаться в виде прямых.

Если центр шара расположен вне оси цилиндра, то проекции линии пересечения на комплексном чертеже — локальные кривые. Для построения линии пересечения применяют вспомогательные горизонтальные плоскости.

§ 9. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТОРА И ЦИЛИНДРА

Патрубок, форма которого образована пересекающимися поверхностями тора и цилиндра, показан на рис. 215, б. Комплексный чертеж патрубка (без фланцев) с построением линии пересечения выполнен на

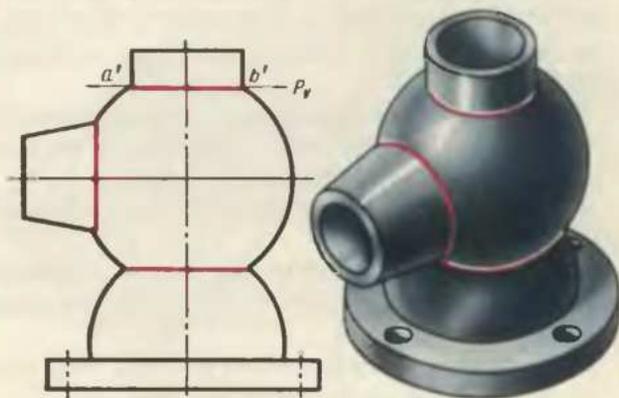


РИС. 214

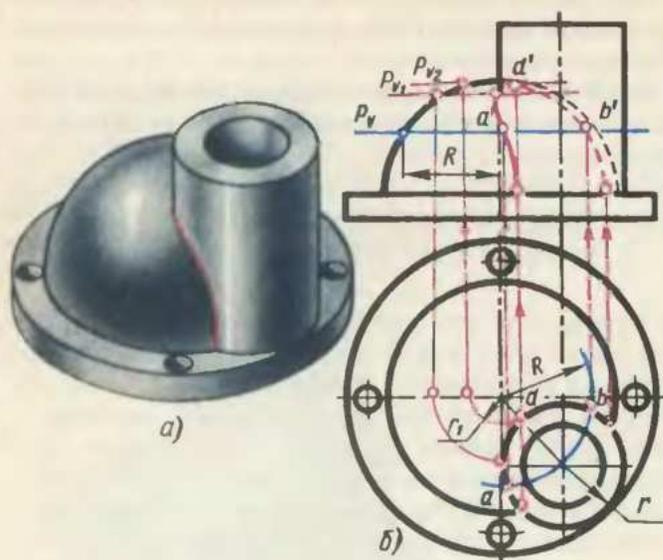


РИС. 215

рис. 215, а. В этом примере очевидные точки — K и S , характерные — L и P . Для определения проекций промежуточных точек используют вспомогательные плоскости P_1-P_n , параллельные фронтальной плоскости проекций. Например, плоскость P пересекает поверхность тора по окружности радиуса R , а поверхность цилиндра — по двум образующим M и N . Взаимное пересечение этих образующих с окружностью радиуса R дает на фронтальной проекции две точки m' и n' , принадлежащие искомой линии пересечения.

§ 10. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СФЕР

Для построения линии пересечения поверхностей вместо вспомогательных секущих плоскостей при определенных условиях удобно применять вспомогательные сферические поверхности.

По сравнению с методом вспомогательных секущих плоскостей метод вспомогательных сфер имеет то преимущество, что, например, фронтальная проекция линии пересечения поверхностей строится без применения двух других проекций пересекающихся поверхностей (рис. 216).

Вспомогательные сферические поверхности для построения линий пересечения поверхностей тел можно применять лишь при следующих условиях:

- пересекающиеся поверхности должны быть поверхностями вращения;
- оси поверхностей вращения должны пересекаться; точка пересечения осей является центром вспомогательных сфер;
- оси поверхностей вращения должны быть параллельны какой-либо плоскости проекций.

Примеры применения вспомогательных сферических поверхностей показаны на рис. 216, а и б.

На рис. 216, а дано построение фронтальных проекций линии пересечения поверхностей двух цилиндров, оси которых пересекаются под острым углом.

Вспомогательные сферические поверхности проводят из точки O' пересечения осей цилиндров.

Построим, например, фронтальную проекцию некоторой промежуточной точки линии пересечения. Для этого из точки O' проводят сферическую поверхность радиуса R , которая на данной проекции изобразится в виде окружности этого же радиуса. Окружность радиуса R пересечет горизонтальный цилиндр по окружностям диаметра CD , а наклонно расположенный цилиндр — по окружностям диаметра AB .

В пересечении полученных проекций окружностей — отрезков $a'b'$ и $c'd'$ — находят проекцию $2'$ промежуточной точки линии пересечения.

Вводя еще целый ряд вспомогательных сферических поверхностей, можно построить необходимое число точек линии пересечения.

Пределы радиусов сферических поверхностей находят следующим образом (рис. 216, а и б): наибольшая окружность сферической поверхности должна пересекаться с контурными образующими $I-I$ и $II-II$ цилиндра и наименьшая должна быть касательной к од-

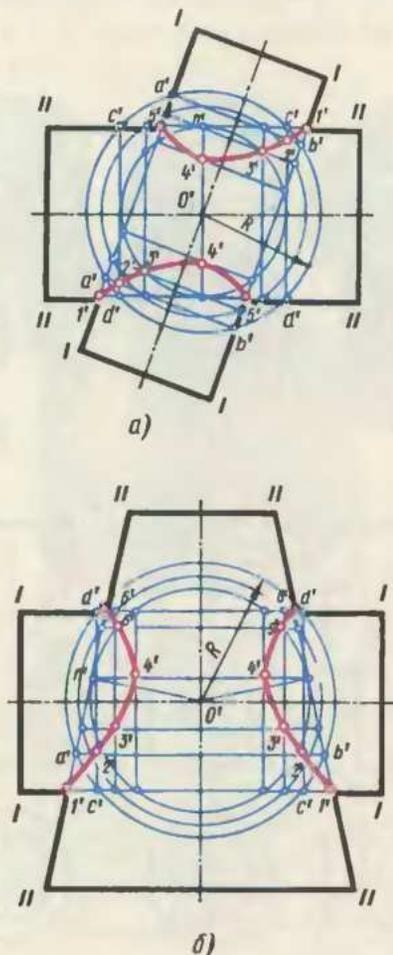


РИС. 216

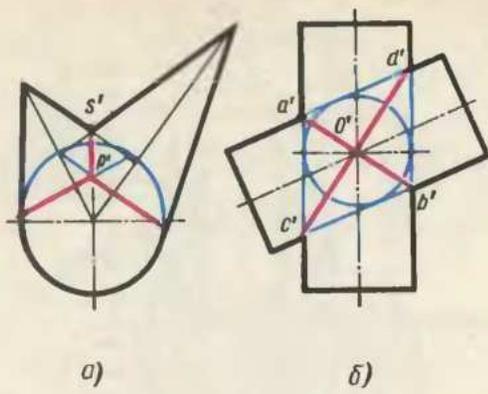


РИС. 217

ной из данных пересекающихся поверхностей и пересекаться с образующими другой поверхности.

Если поверхности двух конусов (рис. 217, а) описаны около шара, то они касаются шара по двум окружностям; эти окружности пересекаются в двух точках, которые проецируются на фронтальную плоскость проекций в точку p' . Плоскости, в которых лежат эти окружности, пересекаются по прямой, соединяющей

точки пересечения линий касания конусов с шаром. Окружности проецируются на фронтальную плоскость проекций в виде прямых линий.

Соединив очевидную точку s' пересечения конусов с точкой p' , получим линию пересечения конусов с шаром, которая представляет собой фронтальную проекцию эллипса.

Разберем второй подобный пример. Если два прямых круговых цилиндра с осями, пересекающимися в точке O' (рис. 217, б), описаны около шара с центром в точке O , то фронтальная проекция шара будет окружностью, касательной к контурным образующим цилиндров. Линии пересечения поверхностей этих цилиндров представляют собой эллипсы, фронтальные проекции которых изображаются в виде прямых линий $a'b'$ и $c'd'$.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что называется линией перехода?
2. Как строится линия пересечения поверхностей?
3. В каких случаях поверхности вращения пересекаются по плоским кривым линиям?
4. В чем заключается общий прием решения задач на взаимное пересечение поверхностей?

ГЛАВА 22

СЕЧЕНИЕ ПОЛЫХ МОДЕЛЕЙ И ЛИНИИ СРЕЗА ДЕТАЛЕЙ

§ 1. СЕЧЕНИЕ ПОЛЫХ МОДЕЛЕЙ

Разберем примеры сечений различных геометрических тел, построения линий пересечения поверхностей и определения действительного вида сечений.

Выполним упражнение, приведенное на рис. 218. Сначала выполняется комплексный чертеж усеченной полый модели, которая имеет отверстие, перпендикулярное оси призмы. Чертеж выполняется без определения действительного вида сечения. Затем для наглядности выполняется фронтальная диметрическая проекция.

На рис. 219 дана модель, конструкция которой состоит из трех геометрических тел с вертикальным цилиндрическим отверстием. Плоскость сечения P пересекает поверхности всех трех геометрических тел: пирамиды, цилиндра и призмы.

При выполнении комплексного чертежа этой полый усеченной модели (рис. 219) предварительно определяют форму отдельных контуров тел, составляющих общую форму сечения. При помощи линий связи выполняются все три проекции этой модели.

Построение фронтальной диметрической проекции (рис. 219) начинают с построения трех геометрических тел: пирамиды, конуса и призмы, по координатам x , z

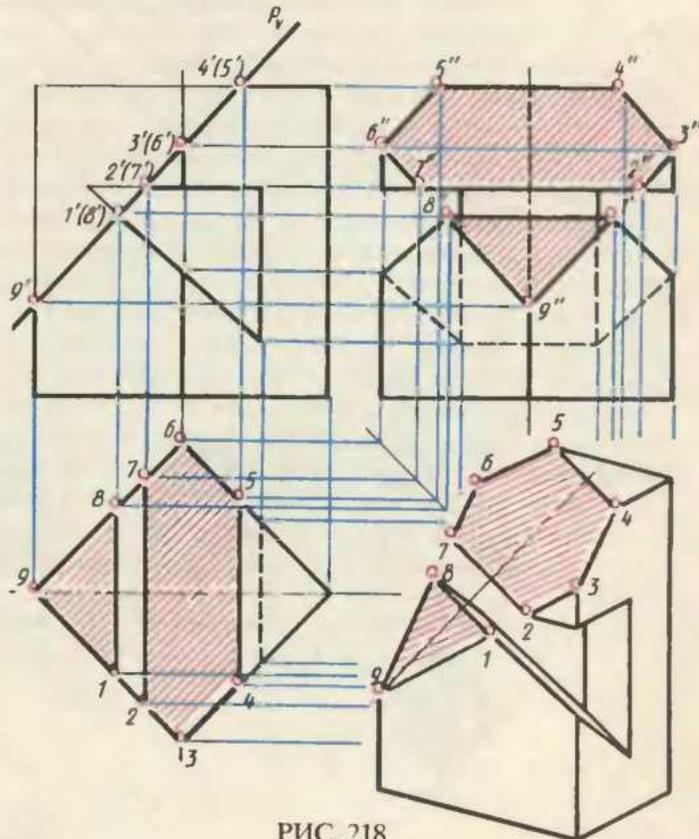


РИС. 218

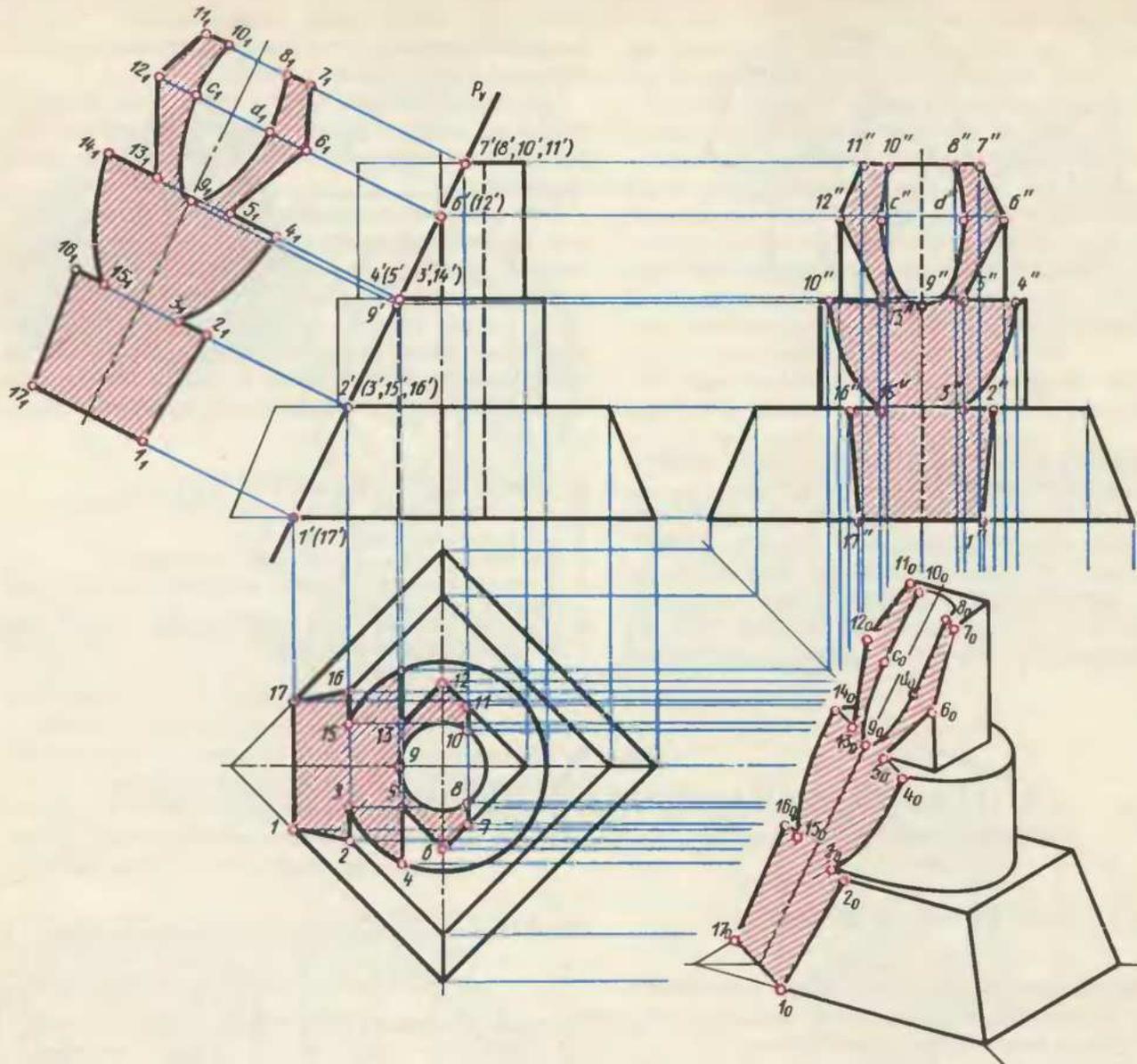


РИС. 219

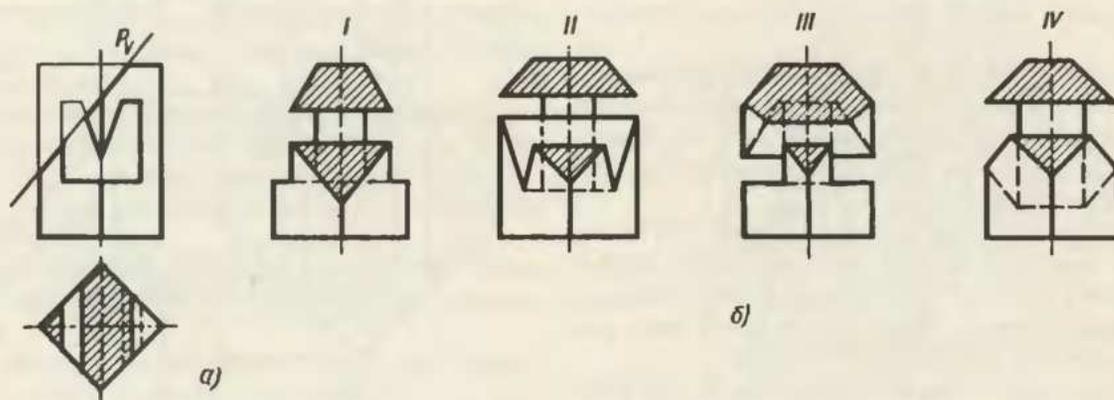


РИС. 220

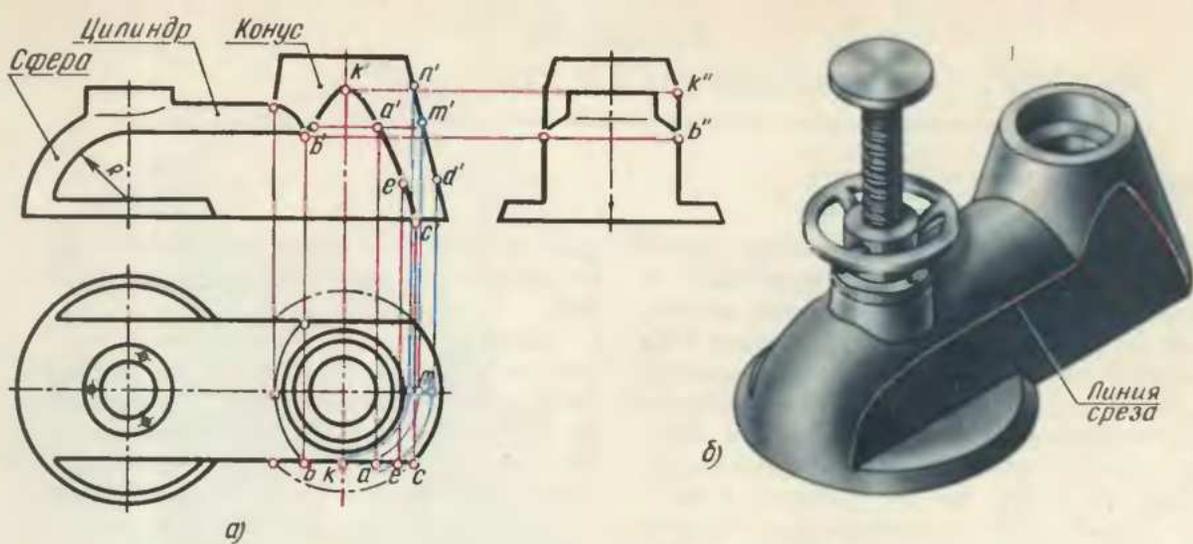


РИС. 221

и у находят точки, принадлежащие контуру фигуры сечения.

Действительный вид сечения строят способом переноса плоскостей проекции.

Освоив построение сечений различных геометрических поверхностей и тел, определение действительного вида сечения и построение разверток поверхностей, необходимо выполнить ряд упражнений для развития пространственного воображения. Например, по двум проекциям усеченной полой модели (рис. 220, а) построить ее третью проекцию или найти ее третью проекцию из приведенных на рис. 220, б изображений.

§ 2. ЛИНИИ СРЕЗА ДЕТАЛИ

Линиями среза называют кривые линии, получаемые от пересечения поверхностей вращения плоскостями. Часто на чертежах деталей требуется построить проекции таких кривых. На рис. 221, б изображен стол прибора для испытания твердости металла. Боковая поверхность этой детали получается при сечении поверхностей сферы, цилиндра и конуса плоскостью.

Секущая плоскость (или плоскость среза) является фронтальной плоскостью, поэтому горизонтальная и профильная проекции линий среза совпадают соответственно с горизонтальным и профильным следами

плоскости среза (рис. 221, а). Фронтальную проекцию линии среза строят следующим образом.

В этом примере, где срезаются сферическая, цилиндрическая и коническая поверхности (рис. 221, б), фронтальная проекция линии состоит из трех участков: первый — окружность радиуса R , по которой плоскость пересекает сферическую поверхность; второй — прямая (образующая), полученная от пересечения плоскостью цилиндрической поверхности, и третий — кривая (часть гиперболы), полученная от пересечения плоскости с конической поверхностью.

Гипербола строится по точкам при помощи вспомогательных секущих плоскостей, которые пересекают конус по окружностям, расположенным на конической поверхности. Например, если провести такую вспомогательную плоскость и соответствующую ей окружность через горизонтальную проекцию a точки гиперболы и найти фронтальную проекцию этой окружности (это будет отрезок горизонтальной прямой, проведенной через точку m' ; точка m' найдена при помощи вертикальной линии связи), то при помощи линии связи, проведенной через точку a , можно определить искомую проекцию a' . Навысшую точку k' фронтальной проекции гиперболы определяют проецированием точки k'' с профильной проекции.

Точка C , лежащая на окружности основания конуса, является крайней правой точкой гиперболы.

ГЛАВА 23

ПОНЯТИЯ О РАЗРЕЗАХ

Линии внутреннего (невидимого) контура полого 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 при помощи 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 про-

стых 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 сплошными тонкими параллельными линиями под углом 45° к рамке чертежа.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы делятся на вертикальные и горизонтальные.

При вертикальном разрезе секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость P параллельна плоскости V (рис. 222, *a* и *б*), и профильным, если секущая плоскость параллельна плоскости W (рис. 223, *a* и *б*).

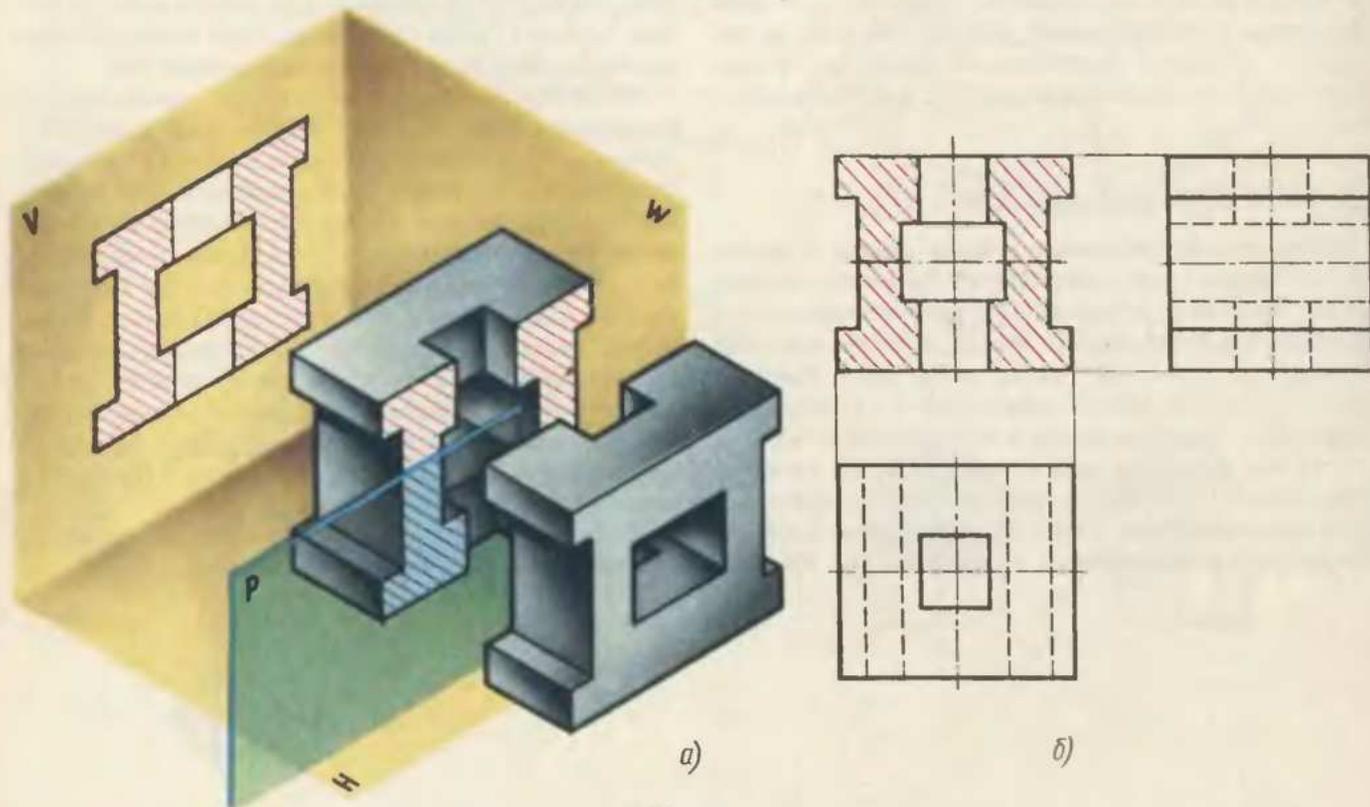
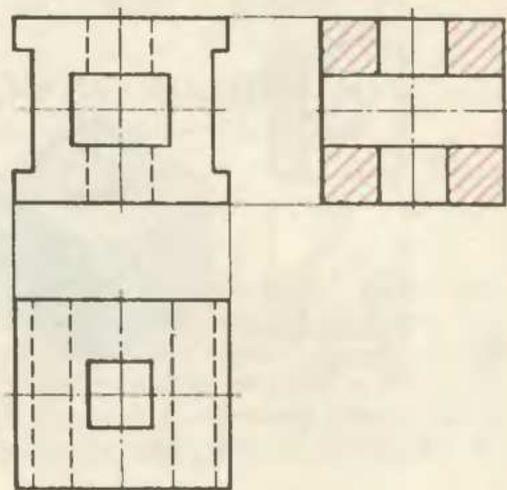
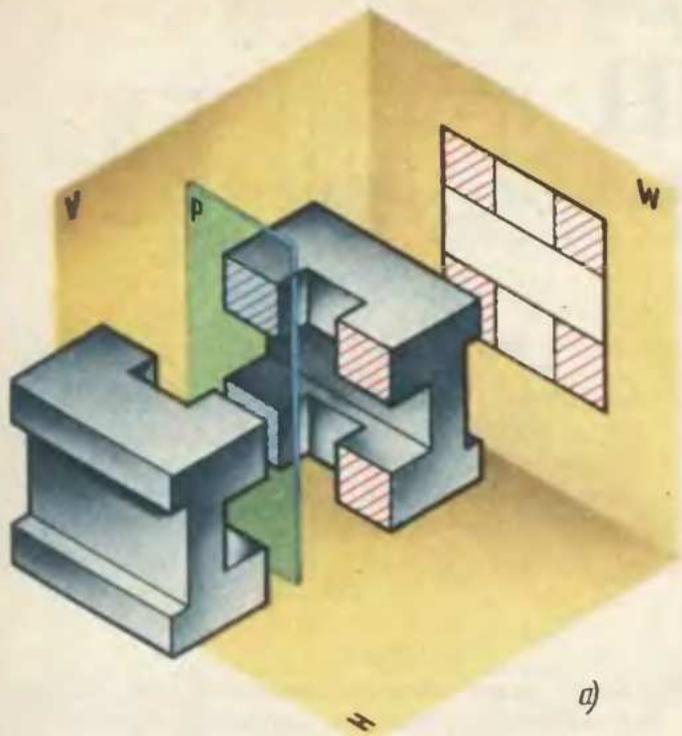


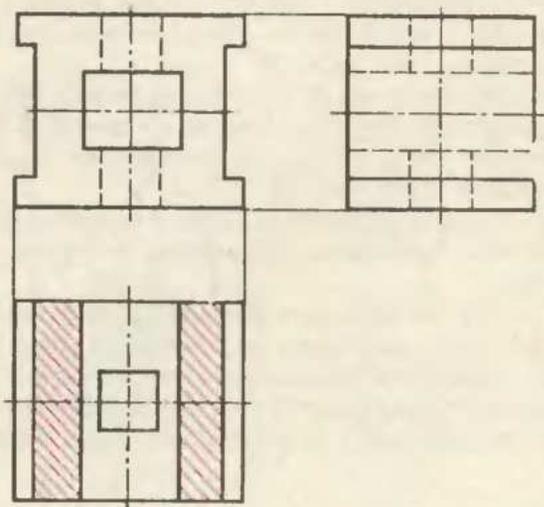
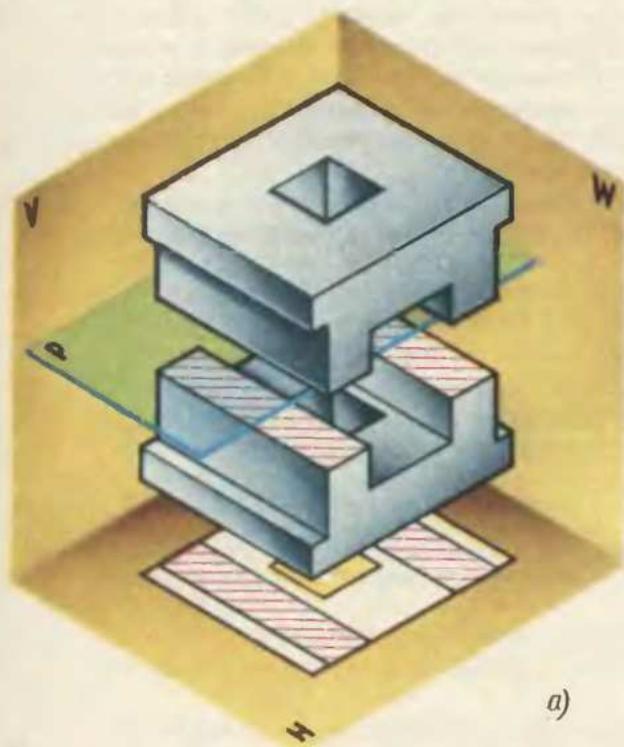
РИС. 222



a)

б)

РИС. 223



a)

б)

РИС. 224

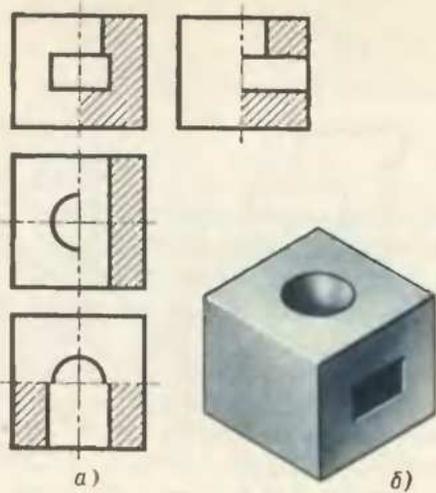


РИС. 225

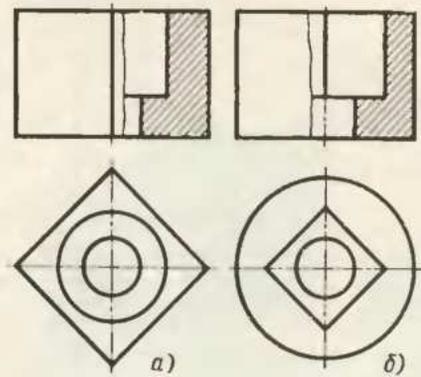


РИС. 226

При горизонтальном разрезе секущая плоскость P параллельна плоскости H (рис. 224, а и б).

Разрезы называются продольными, если секущая плоскость направлена вдоль длины или высоты модели, и поперечными, если секущие плоскости перпендикулярны длине или высоте модели.

При выполнении фронтального разреза (см. рис. 222, а) переднюю часть модели (перед секущей плоскостью) мысленно удаляют, а остальную часть проецируют на плоскость V , при этом вычерчивают все линии, расположенные как в секущей плоскости, так и за ней.

Фигуру сечения заштриховывают сплошными тонкими линиями под углом 45° к рамке чертежа. Таким же образом выполняют разрез модели профильной плоскостью (см. рис. 223).

Горизонтальный разрез показан на рис. 224, б. При изображении такого разреза на плоскости H удаляют верхнюю часть детали, расположенную над секущей плоскостью (см. рис. 224, а).

На различных проекциях данной модели разрезы могут быть выполнены различными секущими плоскостями.

Если какая-либо проекция модели представляет собой фигуру, имеющую ось симметрии (рис. 225), то при выполнении вертикальных разрезов можно соединить часть вида (с левой стороны от оси симметрии) с частью разреза (с правой стороны от оси симметрии).

Когда разрез делается горизонтальной плоскостью, можно также соединять часть вида с частью разреза, располагая при этом разрез справа от вертикальной оси симметрии (рис. 225, а) или снизу от горизонтальной оси симметрии.

Половину вида от половины разреза отделяет штрихпунктирная осевая линия (ось симметрии).

Если на наружной поверхности предмета расположена какая-либо контурная линия, совпадающая с осью симметрии, например ребро призмы (рис. 226, а), то разрез делают несколько меньше половины.

Если подобная проекция контурной линии лежит на оси симметрии внутренней поверхности предмета (рис. 226, б), то разрез делают несколько больше половины изображения.

В этих случаях линию раздела вида и разреза изображают от руки тонкой сплошной волнистой линией.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как называются разрезы рис. 222, 223 и 224?
2. Что такое разрез и с какой целью он выполняется?
3. Какие разрезы являются продольными и поперечными?
4. Как наносят штриховку фигур сечения?

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РИСОВАНИЯ

Технический рисунок — это наглядное изображение, выполненное по правилам аксонометрических проекций от руки, на глаз. Им пользуются на производстве для иллюстрации чертежей. Часто технический рисунок является первичной формой отображения творческих идей.

Такое упражнение, как проведение прямых параллельных линий, выполняют на нелинованной бумаге мягким карандашом. Необходимо научиться быстро и точно проводить прямые под углом 45° и 30° к горизонтали, не применяя чертежных инструментов (рис. 228). Такие линии встречаются в изометрической и фронтальной проекциях.

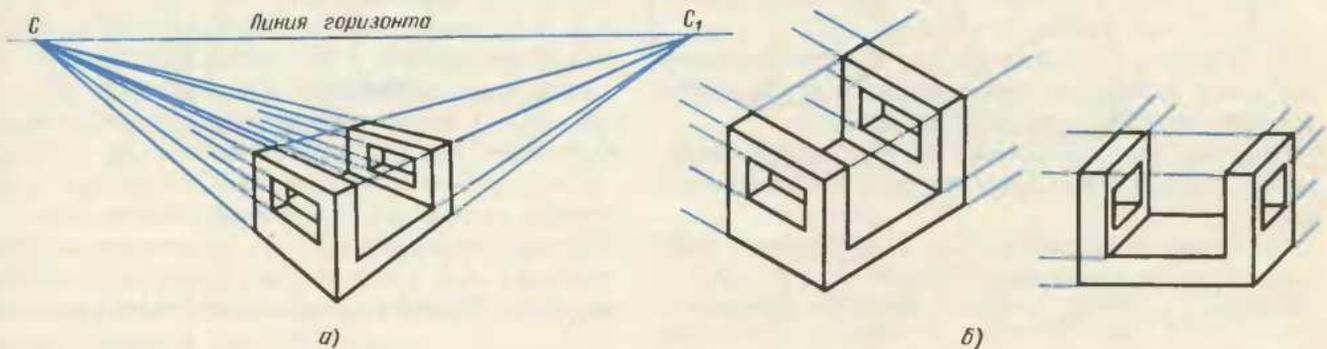


РИС. 227

В тех случаях, когда трудно выразить мысль словами или текстом, хорошо помогает рисунок.

Инженер и техник должны уметь технически грамотно и быстро выполнять эскизы и рисунки деталей.

Рисунок в центральной проекции (в перспективе) ввиду сложности построения и значительных искажений формы и размеров в машиностроении применяется редко (рис. 227, а). Такой вид изображения применяют художники при создании картин и архитекторы при создании архитектурно-строительных проектов.

Так как в аксонометрических проекциях нет перспективных искажений, их используют в техническом рисовании (рис. 227, б).

Обычно технический рисунок детали выполняется в изометрической или во фронтальной изометрической проекциях.

Для приобретения навыков в техническом рисовании необходимо проделать ряд упражнений в проведении линий от руки, делении отрезков и прямых углов на равные части без инструментов.

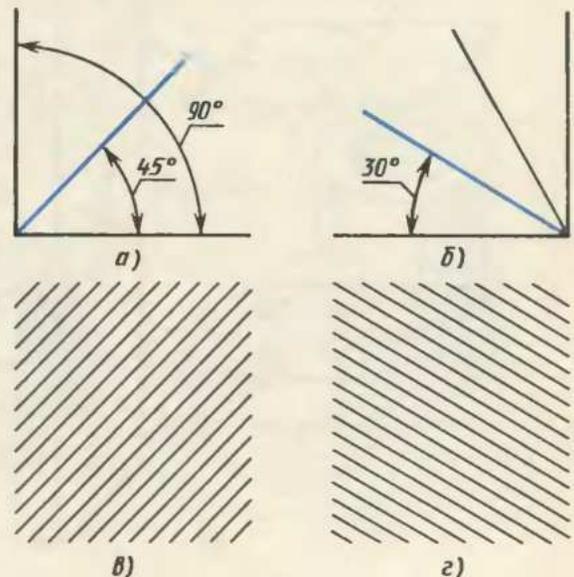


РИС. 228

тальных проекциях. Наклон линий под 45° получается при делении прямого угла на две равные части (рис. 228, а), а при делении на три равные части получают прямую под 30° к горизонтали (рис. 228, б).

При рисовании ряда фигур используют приближенные способы их построения. При изображении квадрата или прямоугольника, лежащего в плоскости H или W , проводят аксонометрические оси y и x или z и y ; на осях откладывают размеры сторон, умноженные на коэффициенты искажения по осям, и через намеченные точки 1, 2, 3, 4 проводят параллельно осям стороны квадрата (рис. 229, а).

Правильный шестиугольник (рис. 229, б) часто встречается при изображении болтов гаек и других подобных деталей. Рисунок надо начинать также с проведения вертикальной и горизонтальной осей симметрии. На горизонтальной оси симметрии откладывают четыре равных отрезка, а на вертикальной линии — приблизительно три-пять таких же отрезков и намечают на рисунке вершины и стороны шестиугольника.

Аналогичное построение применимо и для рисунка шестиугольника в плоскости W (рис. 229, в).

Изображение шестиугольника в горизонтальной плоскости диметрической проекции (с сокращением размеров по оси y) приведено на рис. 229, г.

Проделав ряд упражнений по рисованию фигур, можно перейти к рисованию плоских геометрических тел.

Изображаться геометрические тела должны в аксонометрических проекциях. Начинается рисование с проведения аксонометрических осей и построения ос-

нований (рис. 229, д—з). Из вершин полученных многоугольников параллельно соответствующим аксонометрическим осям проводят параллельные линии — боковые ребра.

Рисование цилиндров в аксонометрических проекциях начинается с проведения аксонометрических осей и построения оснований. Для построения оснований необходимо овладеть навыками проведения окружностей и овалов от руки.

Для изображения окружности (рис. 230) предварительно намечают две взаимно перпендикулярные (вертикальную и горизонтальную) оси, через центр под углом 45° к горизонтали проводят еще две взаимно перпендикулярные линии (рис. 230, а). От центра на осях и линиях откладывают «на глаз» одинаковые отрезки, равные радиусу окружности. Через намеченные точки от руки проводится окружность.

При изображении овалов необходимо учитывать коэффициенты по осям (рис. 230, б, в, г). Если овал изображает окружность в изометрической проекции, расположенную в горизонтальной плоскости (рис. 230, в), то длина большой оси примерно равна пяти отрезкам ($5a$), а длина малой — трем отрезкам ($3a$).

Если овал расположен в профильной плоскости (рис. 230, г), то ось x совпадает с малой осью овала, и их проводят под углом 30° к горизонтали, а большую ось — под углом 90° к малой. Откладывая по осям отрезки, равные $3a$ и $5a$, намечают контур овала.

Рисунок цилиндра начинают с проведения аксонометрических осей и построения обоих оснований в виде эллипсов. Проводят параллельно соответствующей ак-

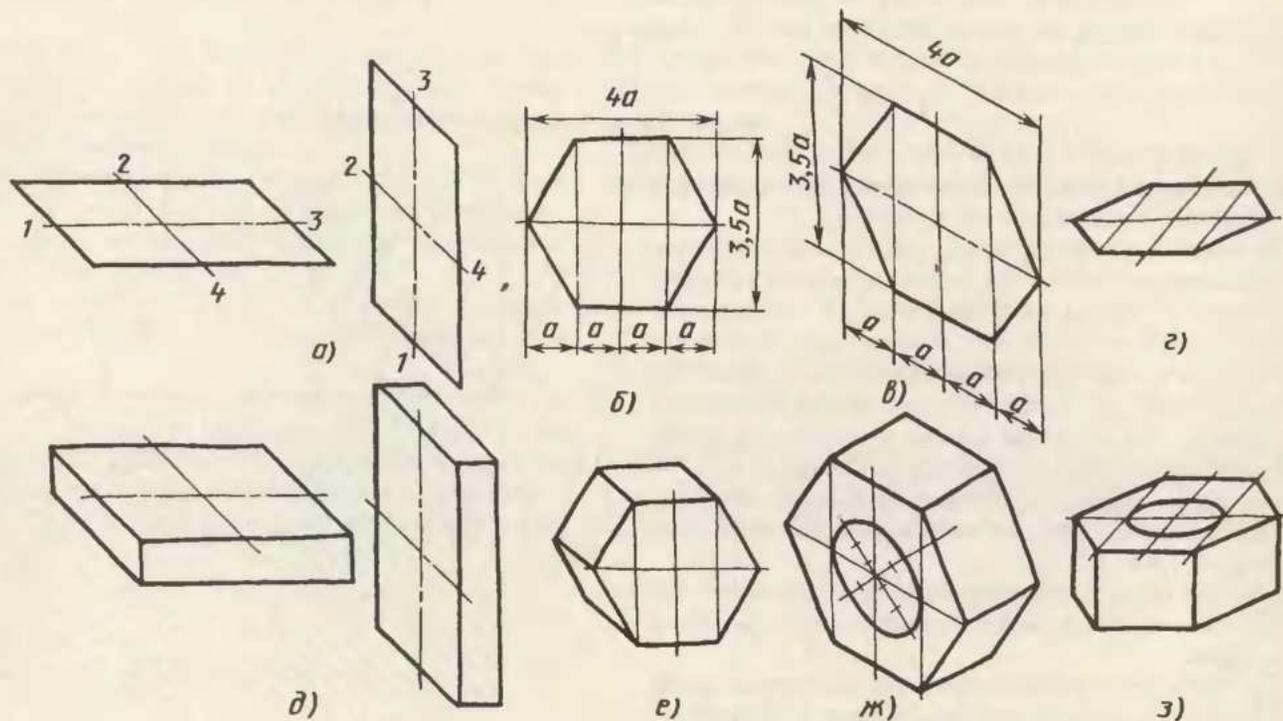


РИС. 229

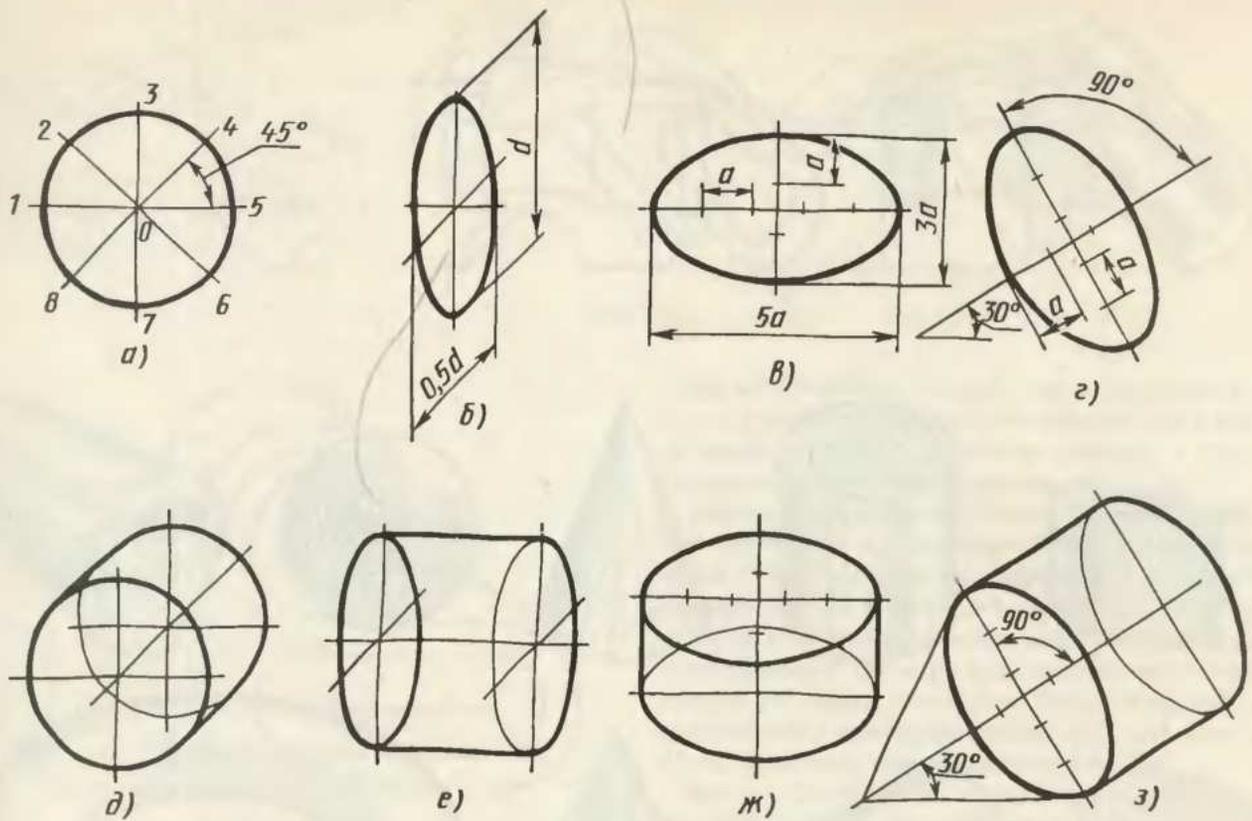


РИС. 230

сонометрической оси очерковые образующие, касательные к эллипсам (рис. 230, д—з).

Рисунок моделей и деталей машин выполняют с натуры, по чертежу или по воображению. При выполнении рисунка в любом случае надо не только внимательно рассмотреть или представить форму модели или детали, но и сравнить соответствие размеров отдельных элементов изображаемого предмета.

Выполняя рисунок детали с натуры (например, кронштейн, рис. 231, а), надо не только внимательно рассмотреть форму, но и установить соотношение размеров отдельных элементов детали. Например, изображенный на рис. 231, б кронштейн выполнен без соблюдения пропорций детали. Расстояние, равное c , не выдержано, на детали $c=2,5a$, а на рис. 231, б $a=c$. Размеры k изображены значительно уменьшенными про-

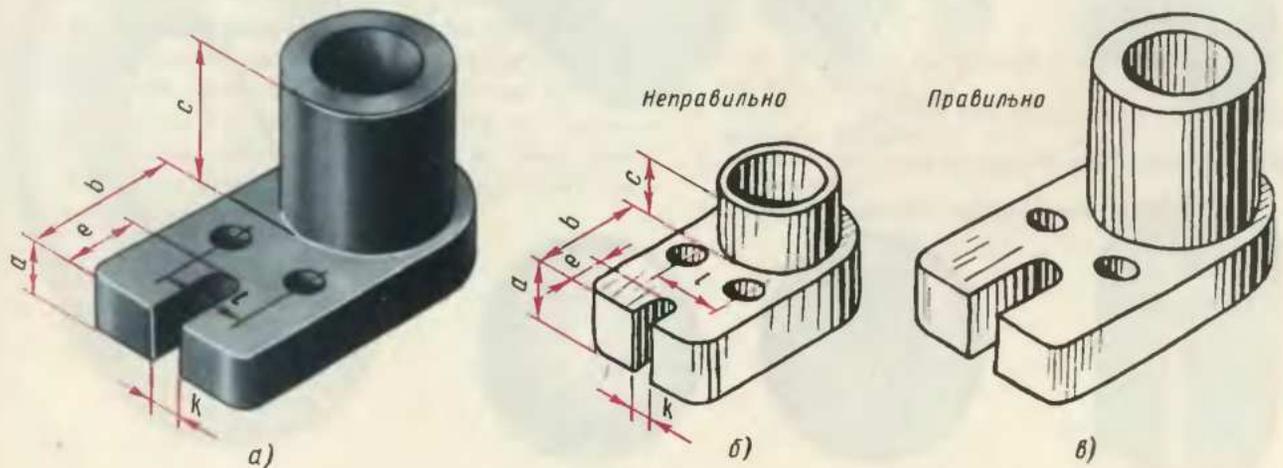


РИС. 231

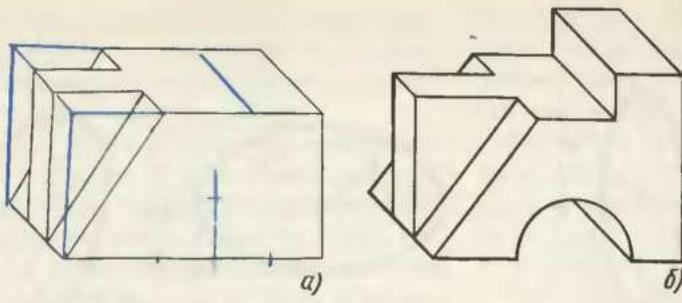


РИС. 232

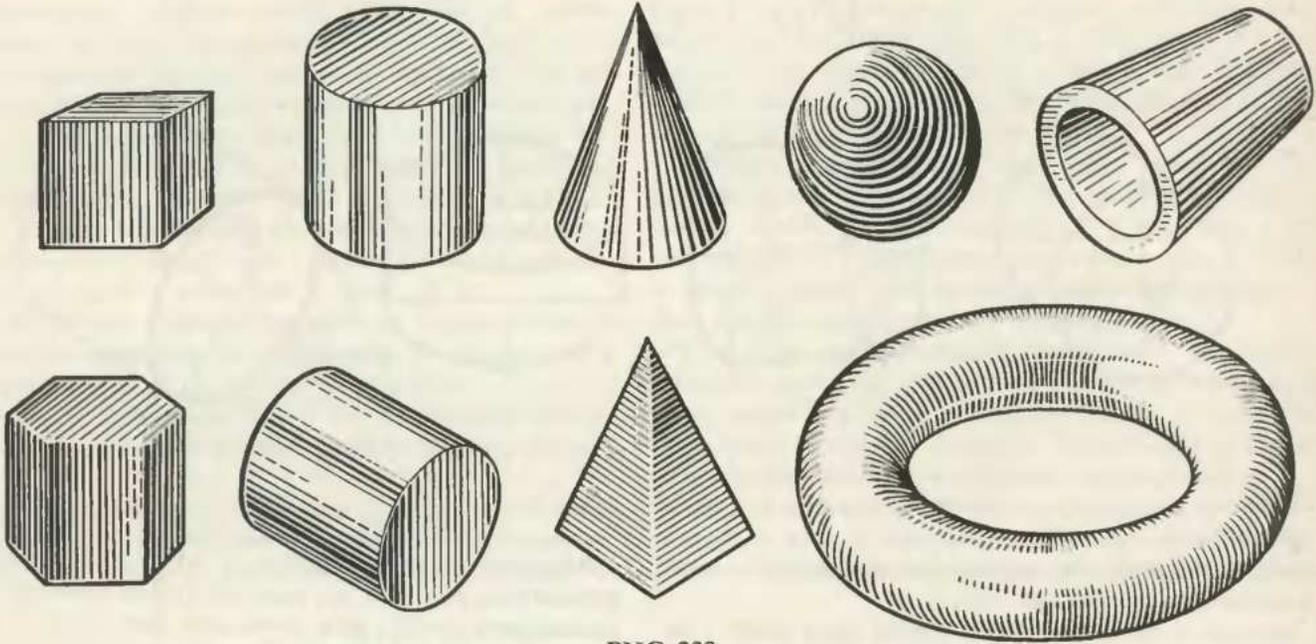


РИС. 233

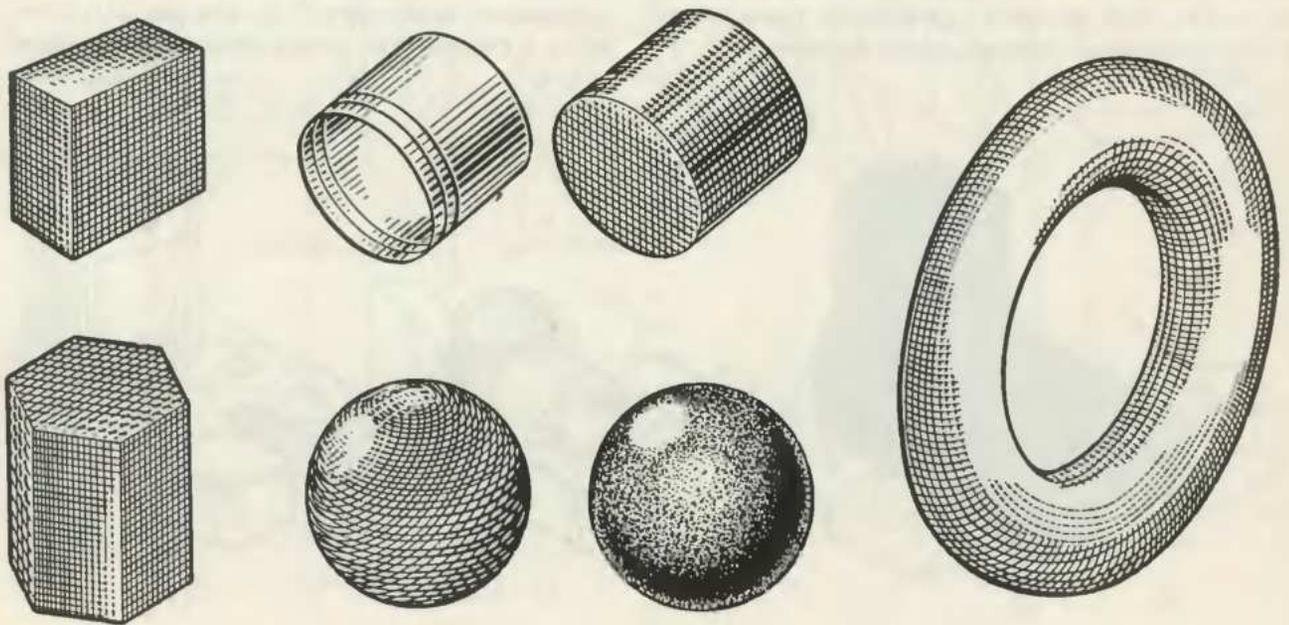


РИС. 234

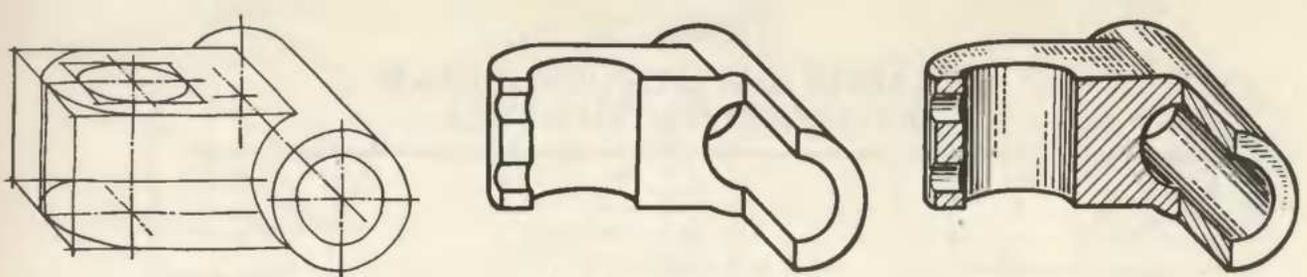


РИС. 235

На изображения сферических поверхностей и поверхностей вращения наносят штрихи (части concentрических окружностей) разной толщины и с разными промежутками между штрихами (рис. 233).

Иногда изображения геометрических тел или деталей покрывают шраффировкой, которая представляет собой сложную штриховку, например в виде сетки, или шриффрировкой в виде точек (рис. 234). Освещенные поверхности предмета покрывают тонкими линиями шраффировки. По мере приближения к затемненным местам эти линии утолщаются. Кроме того, ближние к наблюдателю контурные линии предмета выполняют более толстыми, чем удаленные (рис. 234).

На рис. 235 показана последовательность выполнения технического рисунка детали траверса с применением разреза во фронтальной диметрической проекции.

Выполняя фронтальную диметрическую проекцию, детали следует располагать так, чтобы окружности, ограничивающие контуры детали, находились в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекции. Тогда построение рисунка упрощается, так как окружности изображаются без искажения (рис. 236). На рисунках не обязательно делать штриховку.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Чем отличается технический рисунок от аксонометрических проекций?
2. Какой должна быть последовательность выполнения технического рисунка?
3. Какими правилами пользуются при выполнении технических рисунков?
4. Выполните рисунок шестигранной гайки.

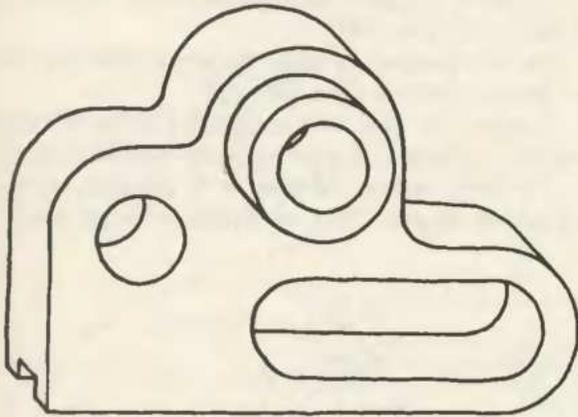


РИС. 236

тив натуры. Расстояние l между отверстиями не соответствует настоящему. На рис. 231, в дан рисунок этой детали с учетом пропорций ее частей.

Выполнение рисунка модели или детали начинается с построения их габаритных очертаний — «клеток», выполняемых от руки тонкими линиями.

Например, выполнение рисунка модели (рис. 232) начинается с построения габаритных очертаний (прямоугольных параллелепипедов). Затем модель и деталь мысленно расчлениют на отдельные геометрические элементы, постепенно вырисовывая все элементы.

Технические рисунки предмета получаются более наглядными, если их покрыть штрихами (рис. 231). При нанесении штрихов считают, что лучи света падают на предмет справа и сверху или слева и сверху.

Освещенные поверхности штрихуют тонкими линиями на большом расстоянии друг от друга, а теневые — более толстыми линиями, располагая их чаще. Боковые поверхности пирамиды и конуса штрихуют линиями, проходящими через их вершины.

ГЛАВА 24

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ПО ОБЩЕЙ ЧАСТИ КУРСА

Для закрепления пройденного материала и проверки знаний выполните следующие задания.

1. На рис. 237 плоскости P , N и Q заданы следами. Дайте названия этим плоскостям.
2. Назовите виды аксонометрических проекций, изображенных на рис. 238, a , b и $в$. Какие коэффициенты искажения они имеют по осям x , y и z ?
3. Назовите способы преобразования проекций, которые применены на рис. 239, a , b и $в$ для определения действительной величины плоской фигуры.

4. Укажите, где фигура сечения проецируется недействительной величины (рис. 240).
5. Укажите, где фигуры сечения имеют действительную величину (рис. 240).
6. Что изображает на чертеже штрихпунктирная линия с двумя точками (рис. 240, $б$)?
7. Укажите на рис. 240 проекцию ребер усеченной пирамиды, которые имеют натуральную величину.
8. Укажите грани усеченной пирамиды, которые изображены на рис. 240 в натуральную величину?

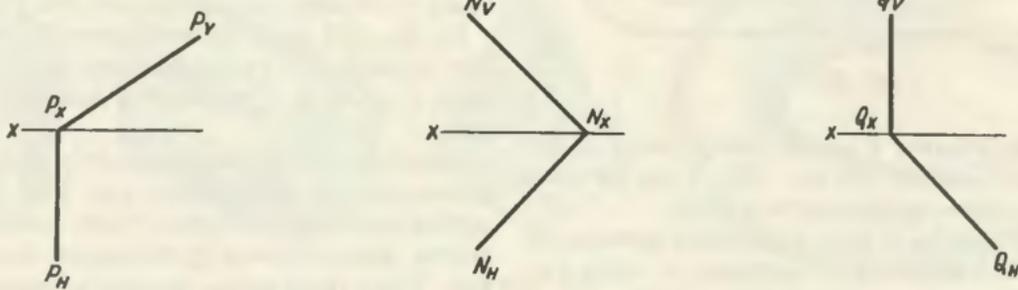


РИС. 237

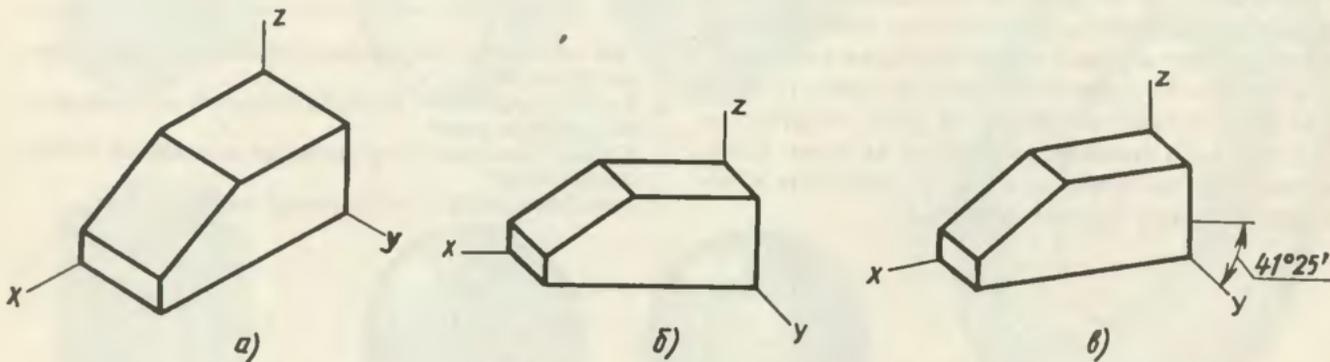


РИС. 238

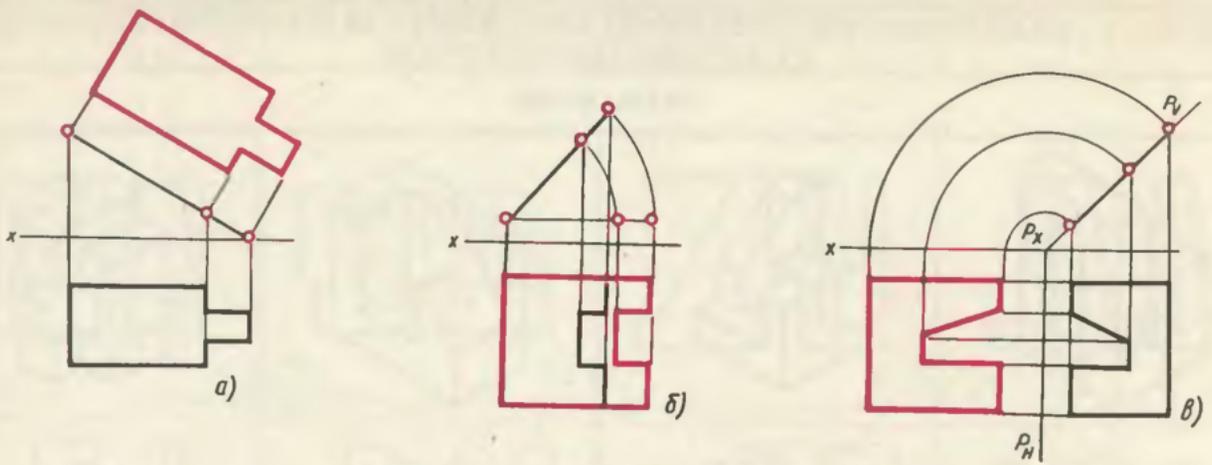


РИС. 239

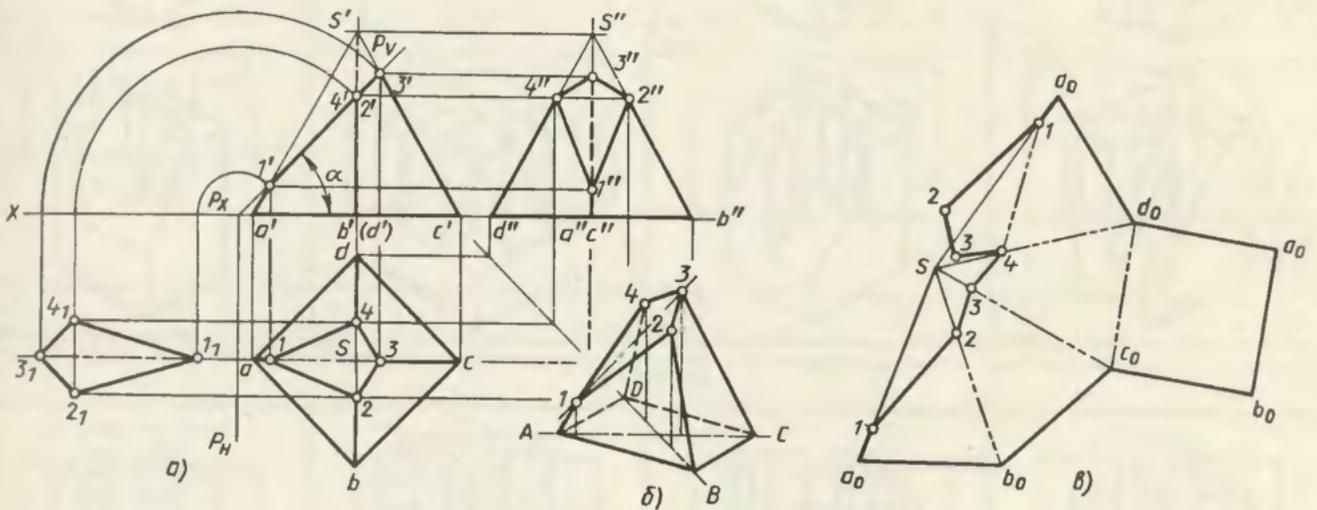


РИС. 240

9. В какой последовательности выполняется построение развертки поверхности усеченной четырехугольной пирамиды (рис. 240, в)?

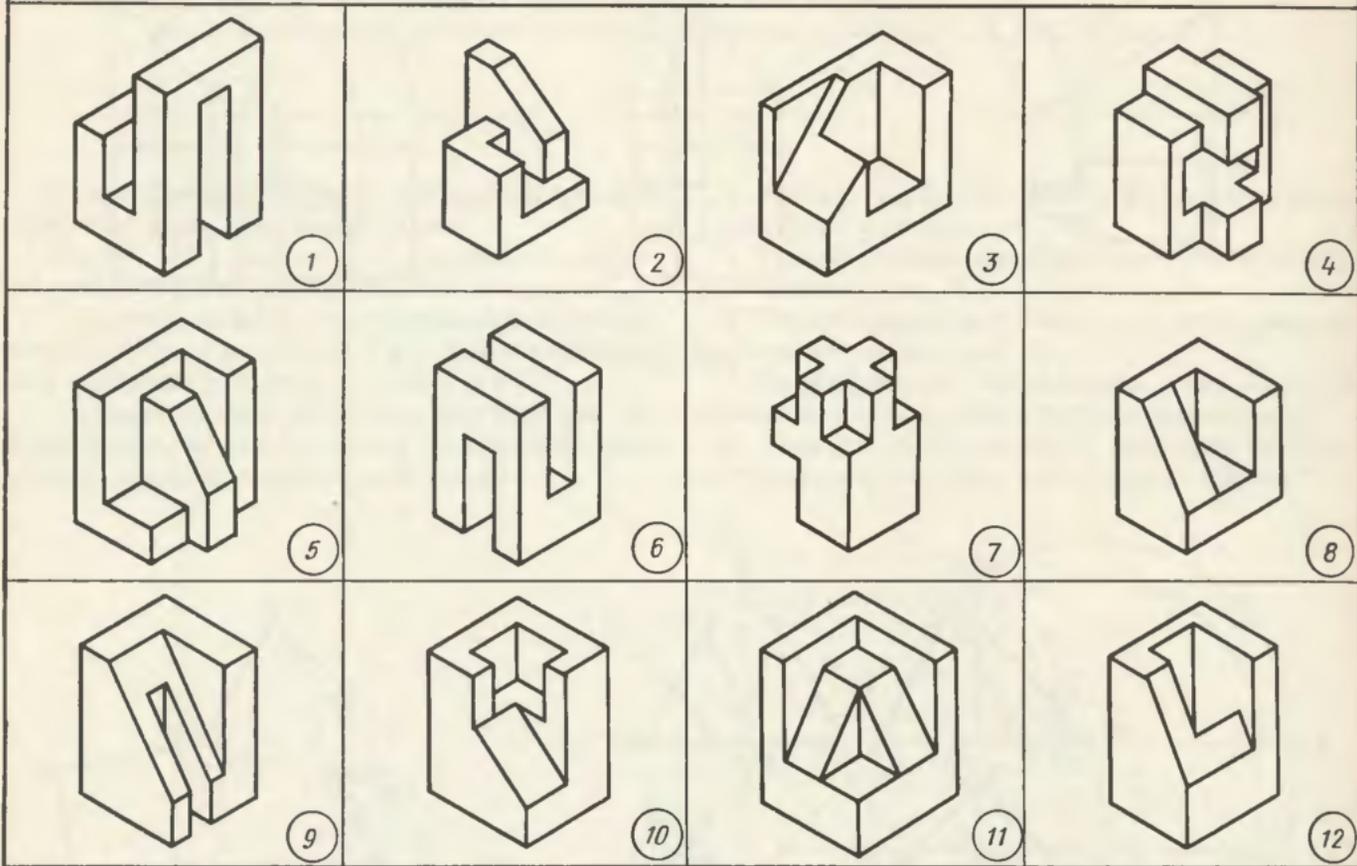
10. В какой последовательности выполняется фронтальная диметрическая проекция усеченной четырехугольной пирамиды (рис. 240, б)?

11. Выполните упражнения трех заданий (задания на с. 134—136). Перечертите таблицу и занесите в нее номера ответов.

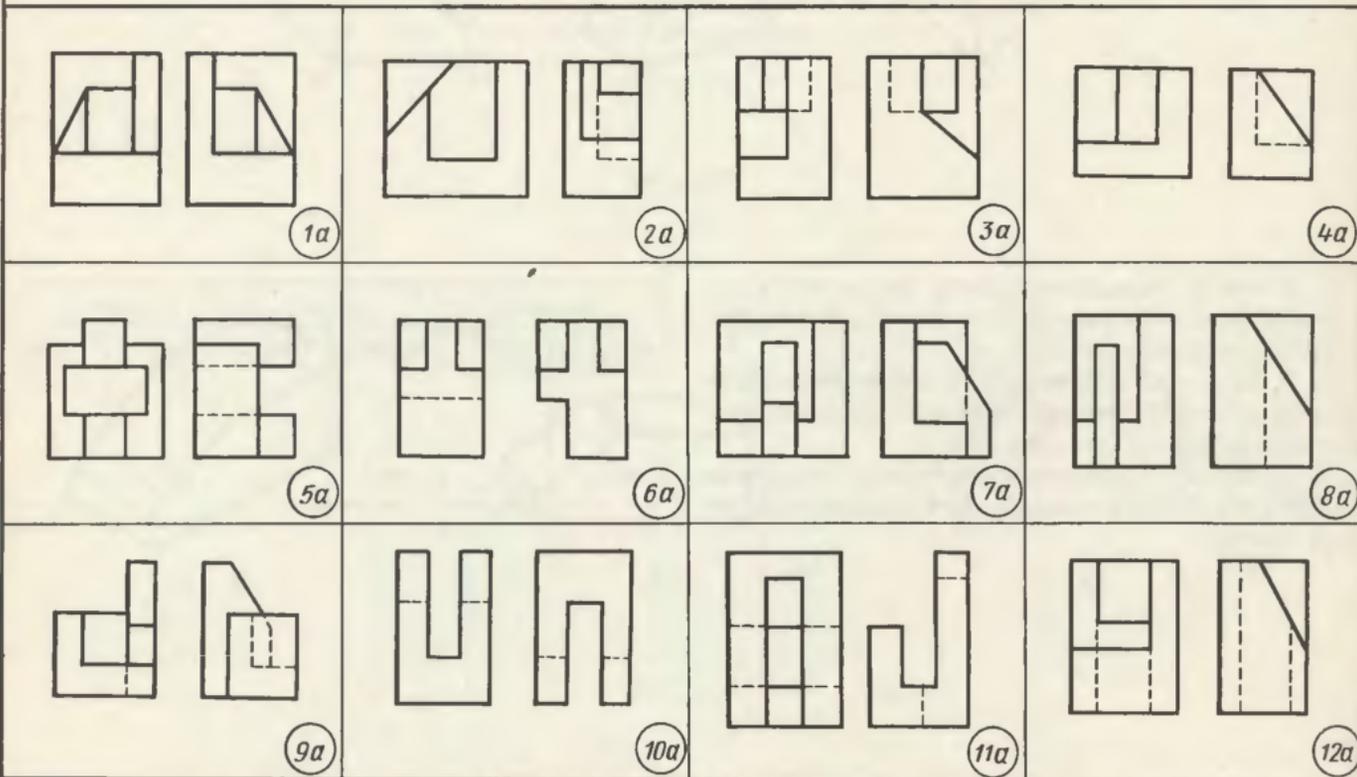
Задание 1		Задание 2		Задание 3	
Варианты	Ответы	Варианты	Ответы	Варианты	Ответы
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
и т. д.		и т. д.		и т. д.	

Задание 1. ПО АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛИТЬ ЕЕ КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ

ВАРИАНТЫ

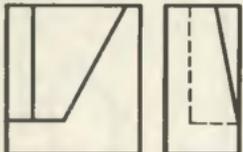
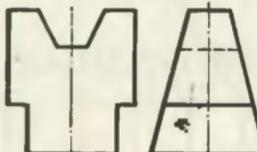
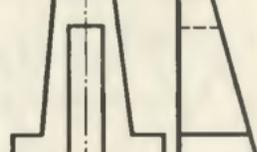
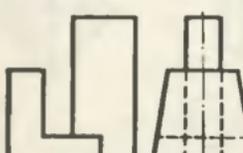
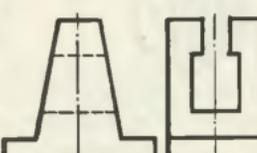
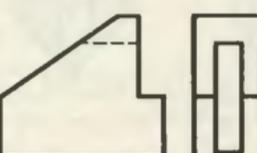
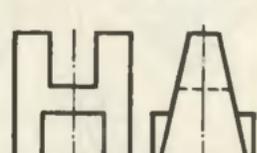
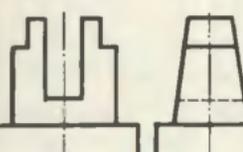
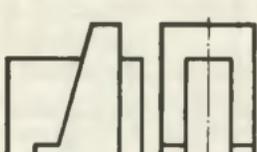


ОТВЕТЫ

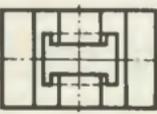
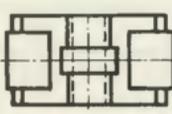
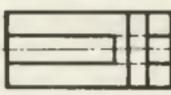
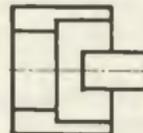
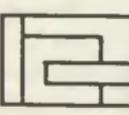
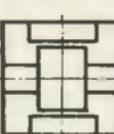
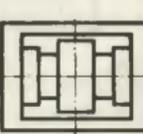
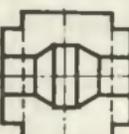
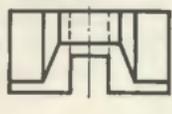
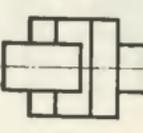
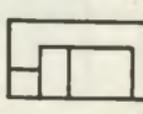
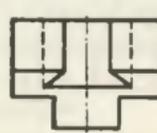


Задание 2. ПО ДВУМ ДАННЫМ ПРОЕКЦИЯМ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛИТЬ ТРЕТЬЮ ПРОЕКЦИЮ

ВАРИАНТЫ

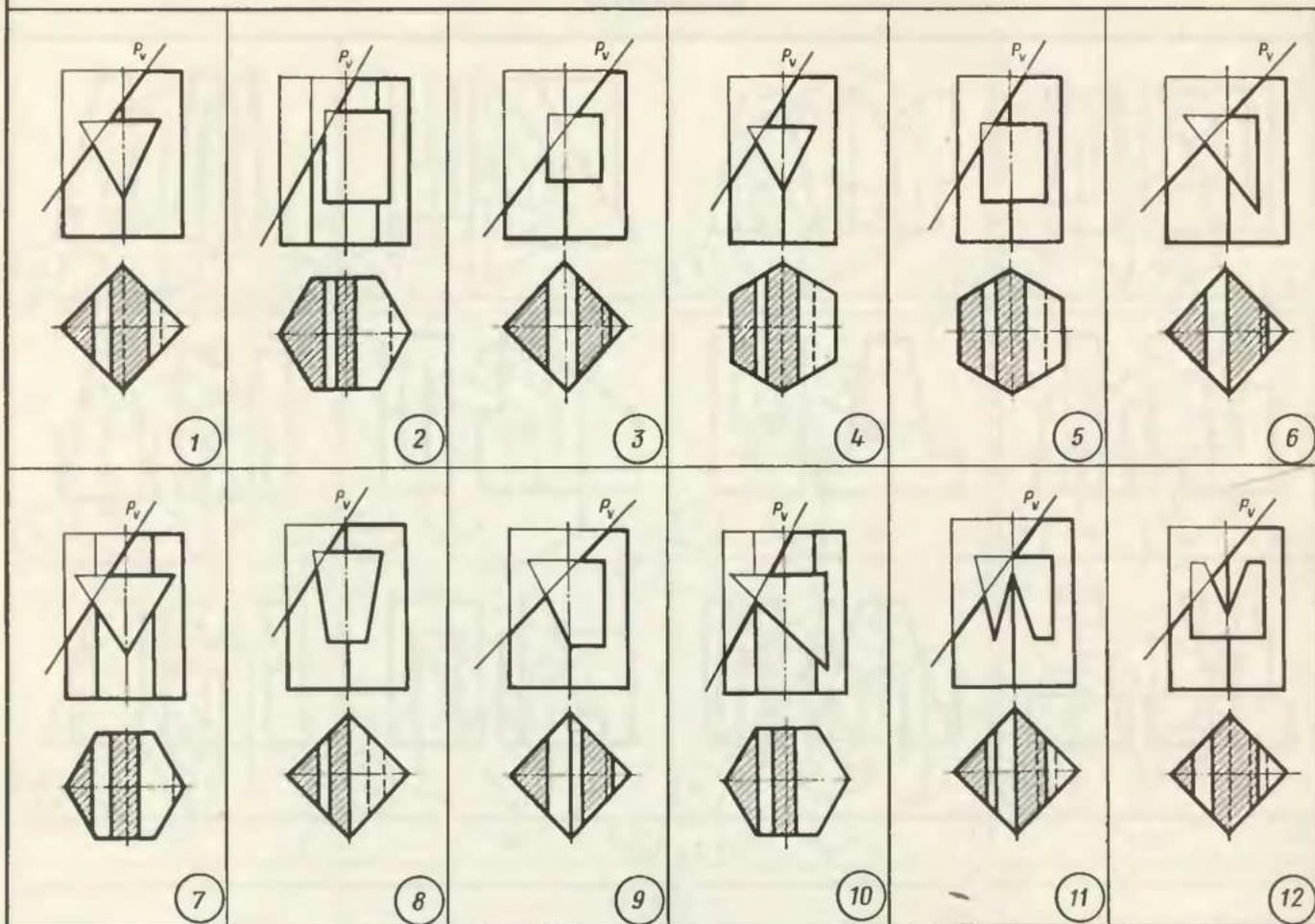
 1	 2	 3	 4
 5	 6	 7	 8
 9	 10	 11	 12

ОТВЕТЫ

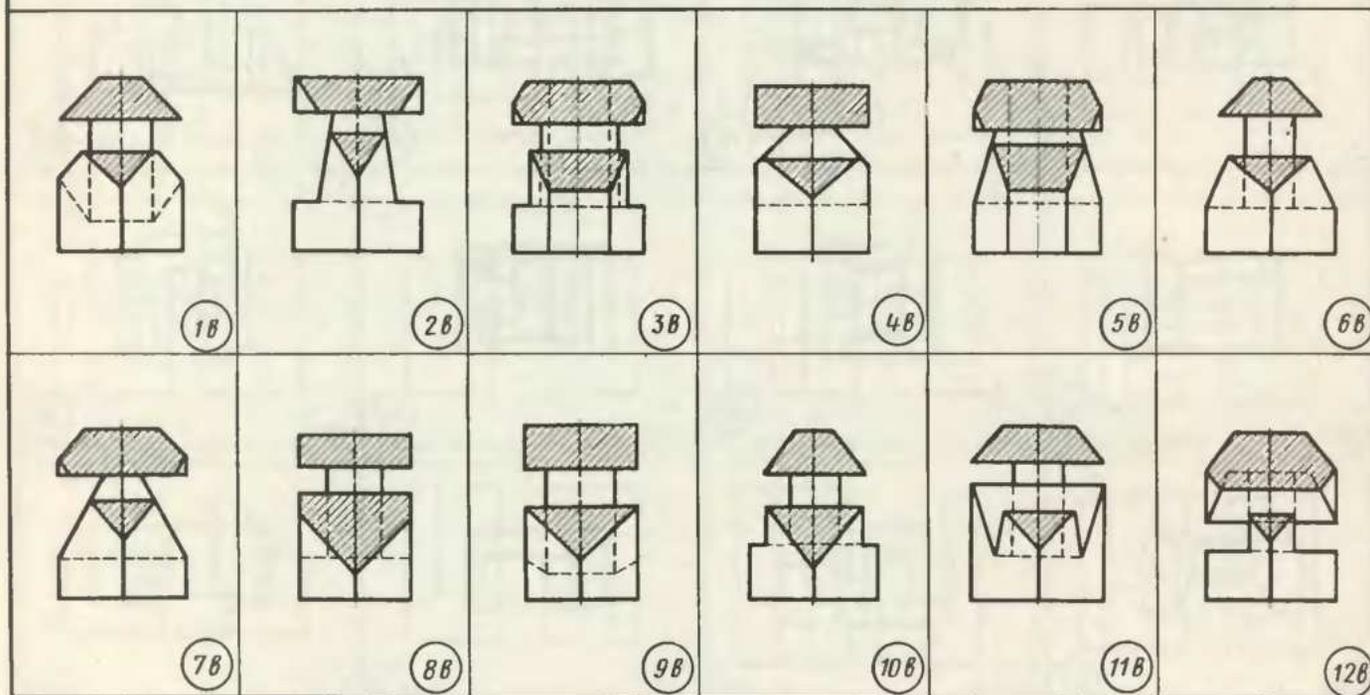
 16	 26	 36	 46
 56	 66	 76	 86
 96	 106	 116	 126

Задание 3. ПО ДВУМ ДАННЫМ ПРОЕКЦИЯМ УСЕЧЕННОЙ ПОЛОЙ МОДЕЛИ
ОПРЕДЕЛИТЬ ТРЕТЬЮ ПРОЕКЦИЮ

ВАРИАНТЫ



ОТВЕТЫ



МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

ГЛАВА 25

ЧЕРТЕЖ КАК ДОКУМЕНТ ЕСКД

§ 1. ОСОБЕННОСТИ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРТЕЖА

Для быстрого внедрения и освоения новой техники важное значение приобретает умение правильно, с меньшей затратой времени создавать конструкторскую документацию, с учетом всех требований ЕСКД, а также правильно и быстро читать машиностроительные чертежи.

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

Машиностроительное черчение является в технических учебных заведениях первым предметом, при изучении которого учащиеся техникума 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.

Например, машиностроительный чертеж не имеет осей проекций, линий связи и содержит минимум линий невидимых контуров. На рис. 241, а представлен чертеж корпуса, выполненный по правилам проекционного черчения, на котором нанесены линии связи и линии невидимого контура. На чертеже предмета более сложной формы количество подобных линий увеличивается, поэтому прочесть такой чертеж трудно, а иногда 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 всевозможной конструкторской документации.

В современном машиностроении чертеж должен быть более четким и ясным для его понимания.

Целью изучения машиностроительного черчения являются:

- 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) приобретение основных сведений о простейших конструкциях основных видов изделий и их элементов;
- 6) изучение правил ЕСКД, правил нанесения предельных отклонений и шероховатости;
- 7) приобретение опыта составления конструкторской документации.

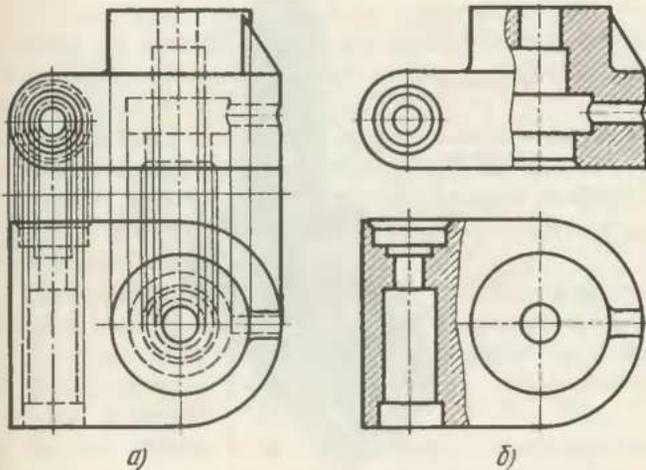


РИС. 241



РИС. 242

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

§ 2. ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ

ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76) устанавливает виды изделий всех отраслей промышленности при выполнении конструкторской документации.

Изделием называют любой предмет или набор предметов, изготовляемых на предприятии, например, маховик (рис. 242), резцедержатель (рис. 243), автомобиль (рис. 244).

Изделия, в зависимости от их назначения, делят на изделия основного производства и на изделия вспомогательного производства. К изделиям основного производства следует относить изделия, предназначенные для поставки (реализации). Примерами изделий основного производства являются: автомобиль, изготавливаемый на автозаводе; сверлильный станок, изготавливаемый на станкостроительном заводе; шарико- и роликоподшипники, выпускаемые заводом подшипников; сверло, изготавливаемое инструментальным заводом.

К изделиям вспомогательного производства относятся изделия, выпускаемые предприятиями для собственных нужд. К таким изделиям относятся: инструменты, штампы, приспособления, шаблоны и прочие устройства, изготавливаемые на данном предприятии и предназначенные для изготовления изделий основного производства.

ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76) установлены следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.



РИС. 243



РИС. 244

Изделия в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей делят на:

а) неспецифицированные — не имеющие составных частей (детали);

б) специфицированные — сборочные единицы, комплексы и комплекты, состоящие из двух и более составных частей, требующие выполнения спецификации, которая определяет состав изделия, а также конструкторских документов, необходимых для изготовления изделия.

Деталь представляет собой изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например маховик (см. рис. 242).

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой и т. д.), например, сварная вилка ролика (рис. 245).

Комплекс — два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных



РИС. 245



РИС. 246

функций. Например, поточная линия станков, вентиляционная установка для транспортирования хлопка на текстильной фабрике, автоматическая телефонная станция.

Комплект — два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но представляющих набор изделий, имеющих общее назначение вспомогательного характера. Например, комплект инструмента и принадлежностей для автомобиля, комплект запасных частей шлифовального станка.

Схема видов изделий и их структура приведены на рис. 246.

§ 3. ВИДЫ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ 2.102—68 (СТ СЭВ 4768—84) устанавливает виды и комплектность конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности. К конструкторским документам относят графические (чертежи, схемы и т. п.) и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

В зависимости от содержания документам присвоены следующие наименования:

Чертеж детали — документ, содержащий изображения детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Сборочный чертеж — документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. К сборочным чертежам также относят гидро- и пневмомонтажные чертежи.

Чертеж общего вида — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Габаритный чертеж — документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

Монтажный чертеж — документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения. К монтажным чертежам также относят чертежи фундаментов, специально разработываемых для установки изделия.

Схема — документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Спецификация — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Ремонтные документы — документы, содержащие данные для выполнения ремонтных работ на специализированных предприятиях.

Кроме перечисленных ГОСТ 2.102—68 предусматривает и другие документы.

По ГОСТ 2.103—68 (СТ СЭВ 208—75) конструкторские документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на **проектные** и **рабочие**.

К проектной конструкторской документации относятся:

- 1) техническое задание на проектирование;
- 2) техническое предложение;
- 3) эскизный проект;
- 4) технический проект.

К рабочей конструкторской документации относятся:

- 1) чертежи деталей сборочной единицы изделия;
- 2) сборочные чертежи изделий;
- 3) спецификации;
- 4) габаритные чертежи;
- 5) монтажные чертежи;
- 6) схемы и другие документы, необходимые для сборки (изготовления) и контроля.

Проектная конструкторская документация является основой для разработки рабочей конструкторской документации. В зависимости от способа выполнения и характера использования конструкторские документы имеют следующие наименования, установленные ГОСТ 2.102—68.

1. Оригиналы — документы, выполненные на любом материале (бумаге, ткани) и предназначенные для изготовления по ним подлинников.

2. Подлинники — документы, оформленные подлинными подписями лиц, участвующих в разработке документа, и выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий.

3. Дубликаты — копии подлинников, обеспечивающие идентичное (одинаковое) воспроизведение подлинника, выполненные на любом материале, позволяющем снятие с них копий.

4. Копии — документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником или дубликатом, и предназначенные для непосредствен-

ного использования при разработке конструкторской документации, в производстве, при эксплуатации и ремонте изделий.

Документы, предназначенные для разового использования в производстве, допускается выполнять в виде эскизных конструкторских документов, наименования которых в зависимости от способа выполнения и характера использования аналогичны перечисленным выше.

За основные конструкторские документы принимают: чертеж детали — для деталей; спецификацию — для сборочных единиц, комплексов и комплектов.

Все конструкторские документы, кроме основных, имеют установленный шифр, например, сборочный чертеж — СБ, габаритный чертеж — ГЧ, технические условия — ТУ и т. п.

Конструкторским документам в зависимости от стадии разработки присваивается литера. При выполнении технического проекта — литера Т. При разработке рабочей документации: опытной партии — литера О; установочной серии — литера А; установившегося производства — литера Б.

Учебным чертежам может условно присваиваться литера У.

Чертежи изделий основного и вспомогательного производства должны выполняться с учетом способа их хранения, внесения в них изменений и других требований стандартов ЕСКД. В чертежах изделий вспомогательного производства при необходимости допускается применять некоторые упрощения.

§ 4. ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Форма основной надписи чертежа была показана на рис. 21, а, где приведены примеры заполнения отдель-

ных граф применительно к учебным чертежам с учетом их специфики. При выполнении машиностроительных чертежей заполнение основных надписей производится более подробно, см. ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 140—74, СТ СЭВ 365—76).

На рис. 247 дан пример заполнения граф применительно к учебным чертежам деталей машиностроительного черчения.

В графе 1 записывается наименование изделия, изображенного на чертеже (в именительном падеже, единственного числа, без переноса части слова на другую строку). Точка на конце наименования не ставится. В наименованиях, состоящих из нескольких слов, должен быть прямой порядок слов, например, «Колесо зубчатое» (вначале — имя существительное, затем — прилагательное).

В графе 2 проставляется обозначение документа (чертежа, схемы) по ГОСТ 2.201—80. Учитывая, что применение этого обозначения на учебных чертежах может вызвать значительные трудности, можно рекомендовать для учебных чертежей упрощенное, буквенно-цифровое обозначение, показанное на рис. 247, где буквы МЧ означают «машиностроительное черчение», цифры 08 — номер варианта задания, цифры 14 — порядковый номер чертежа. Обозначение учебных сборочных чертежей может иметь несколько иную структуру (см. ниже).

В графе 3 указывается обозначение материала, из которого изготовлена деталь, изображенная на чертеже (графа заполняется только на чертежах деталей).

В графе 4 проставляется литера чертежа, которая на учебных чертежах условно может обозначаться буквой У.

В производственных чертежах по ГОСТ 2.103—68 (СТ СЭВ 208—75) указываются литеры в зависимости

14	15	16	17	18	1	2	4	5	6
					МЧ. 08. 14				
					Кронштейн	Лит	Масса	Масштаб	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		У	1,280	1:1	
Проект.						Лист		Листов	
Консульт.						КМТ 115-ЛП-2			
Чертил	Карпов		22/6.88		Ст 5 ГОСТ 380-71				
Принял	Горин								
10	11	12	13		3	7	9	8	

РИС. 247

от стадии разработки конструкторской документации. Например, в рабочей документации опытного образца (опытной партии) — литера О, установочной серии — литера А, серийного и массового производства — литера Б и т. д.

В графе 5 указывают массу изделия по ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—78, СТ СЭВ 1182—78, СТ СЭВ 4769—84, СТ СЭВ 5045—85).

Графа 6 — масштаб изображения на чертеже.

Графа 7 — порядковый номер листа документа, если чертеж выполнен на нескольких листах. На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют.

Графа 8 — общее количество листов документа. Графу заполняют только на первом листе.

Графа 9 — наименование предприятия. В техникумах — название учебного заведения и шифр группы учащихся.

Графа 10 — характер работы, выполненной лицом, подписавшим чертеж, например: разработал, проверил, т. контроль, н. контроль, утвердил и т. п. На учебных чертежах в этой графе пишут: консультировал, чертил, принял.

Графа 11 — фамилии лиц, подписавших чертеж.

Графа 12 — подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.

Графа 13 — дата подписания чертежа.

Остальные графы на учебных чертежах обычно не заполняются.

ГОСТ 2.104—68 на каждом чертеже предусматривает дополнительную графу, предназначенную для записи обозначения чертежа, повернутую по сравнению с тем, как она записана в графе 2. Размеры и расположение дополнительной графы приведены на рис. 21, а.

ГЛАВА 26

ИЗОБРАЖЕНИЯ — ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

§ 1. СИСТЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

При выполнении машиностроительных чертежей пользуются правилами прямоугольного проецирования. 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 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

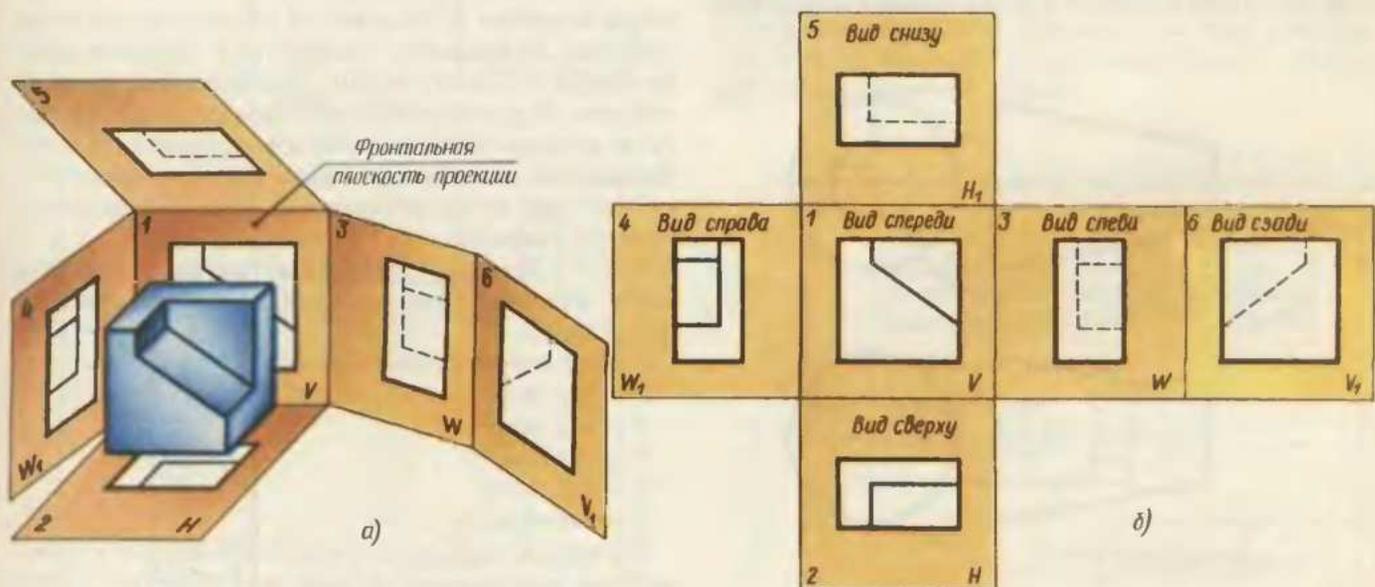


РИС. 248

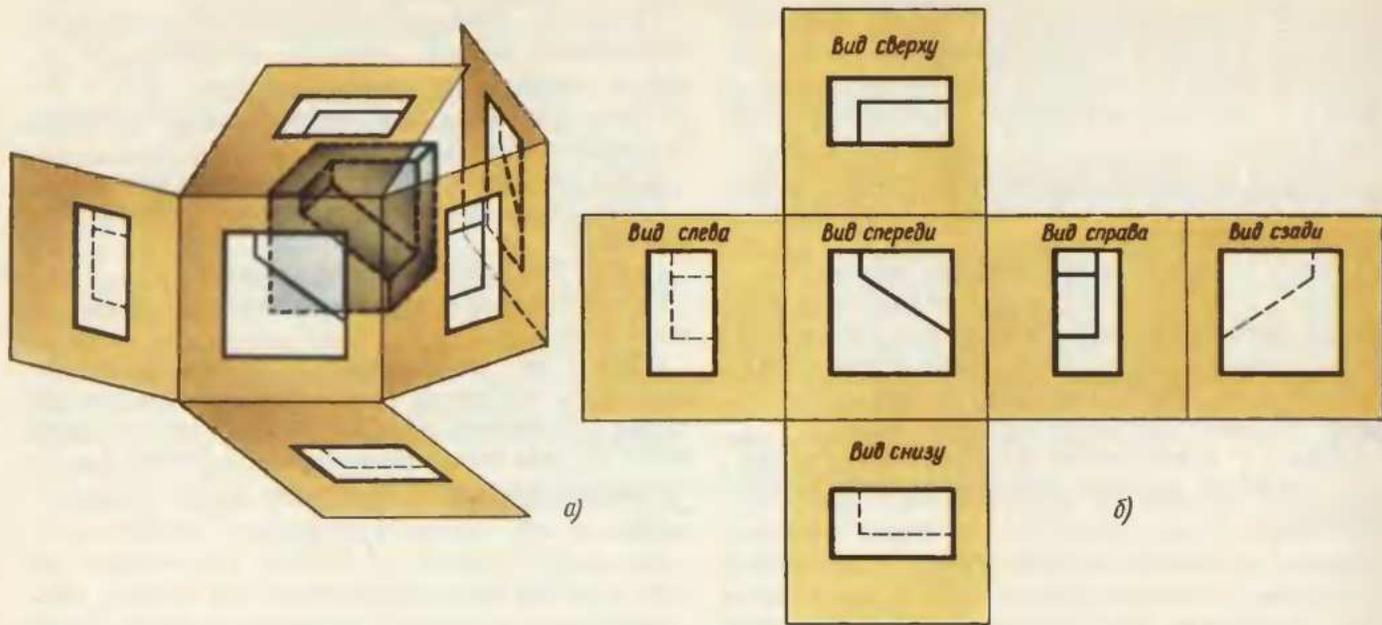


РИС. 249

обозначается буквой Е. Она принята в СССР и большинстве европейских стран.

В США, Англии, 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). После совмещения граней куба в одну плоскость чертежа расположение изображений на чертеже будет иное (рис. 249, б). Такая система называется американской и обозначается буквой А.

В этой системе вид сверху расположен не под главным видом, как в системе Е, а над главным видом. Вид

слева размещен слева от главного вида. Таким образом, изображения предмета на чертеже будут зеркальными.

Иногда на чертежах указывается различительный символический знак (рис. 250) системы Е или А. Это позволяет избежать ошибок при чтении чертежа. В СССР система А не применяется, за исключением чертежей машин, экспортируемых в страны, где применяется система А.

§ 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 количества изображений допускается показывать на видах штриховыми линиями невидимые контуры предмета.

ГОСТ 2.305—68 устанавливает названия основных видов, получаемых на основных плоскостях проекций (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 располагаться в проекционной связи, что облегчает чтение чертежа. В этом случае на чертеже не наносятся какие-либо надписи, разъясняющие наименование видов.

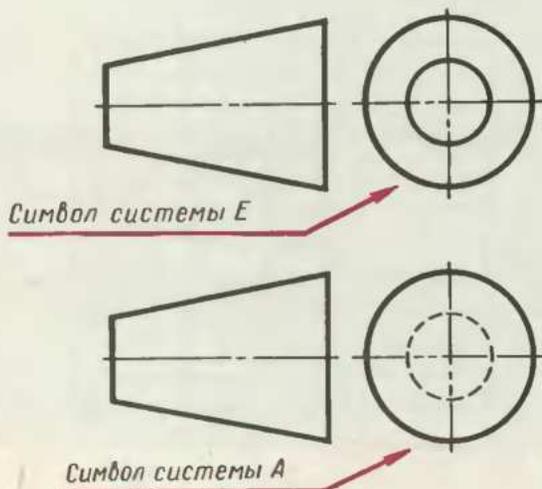


РИС. 250

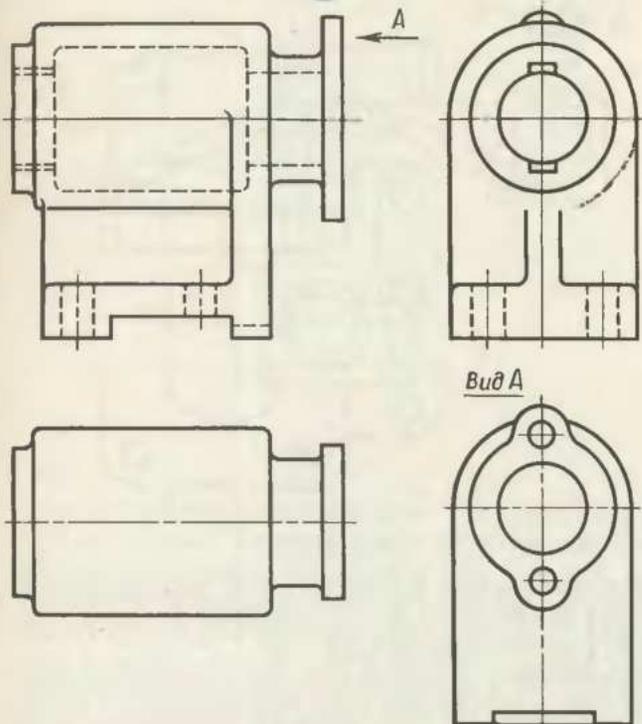
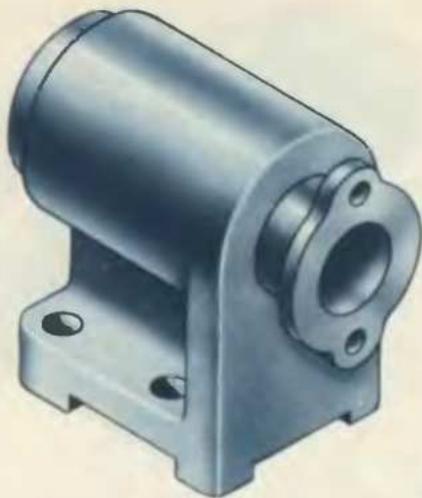


РИС. 251

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 количестве видов в совокупности с другими изображениями чертеж полностью отражал конструкцию изделия.

В целях более рационального использования поля чертежа ГОСТ 2.305—68 допускает располагать виды вне проекционной связи, 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 таких случаях у связанного с подобным видом изображения предмета наносится стрелка, указывающая направление взгляда на предмет. Размеры и форма этой стрелки по ГОСТ 2.305—68 должны выполняться в соответствии с рис. 262. Стрелка обозначается прописной буквой русского алфавита, а вид, который получен при взгляде на предмет, должен быть отмечен на чертеже надписью «Вид А», подчеркнутой тонкой сплошной линией (см. рис. 251). Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза [ГОСТ 2.316—68 (СТ СЭВ 856—78)]. Главный вид и другие основные виды должны быть рационально расположены на поле чертежа с учетом нанесения размеров и размещения текстового материала (в случае необходимости).

На рис. 252 представлено расположение видов детали с неудачным использованием поля чертежа и неполным представлением ее формы на главном виде. Более рациональное расположение видов той же детали показано на рис. 253.

Если длинные предметы (рис. 254, а) имеют участки с постоянным или закономерно изменяющимся поперечным сечением, допускается предметы изображать с разрывами, выполненными на этих участках (рис. 254, б). Контуры разрыва выполняются сплошной тонкой волнистой линией.

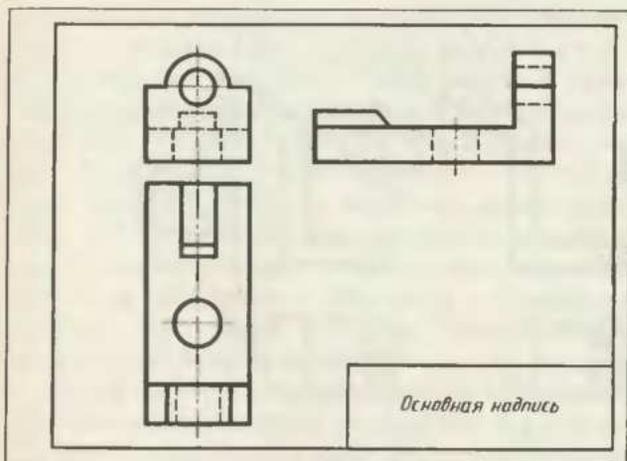


РИС. 252

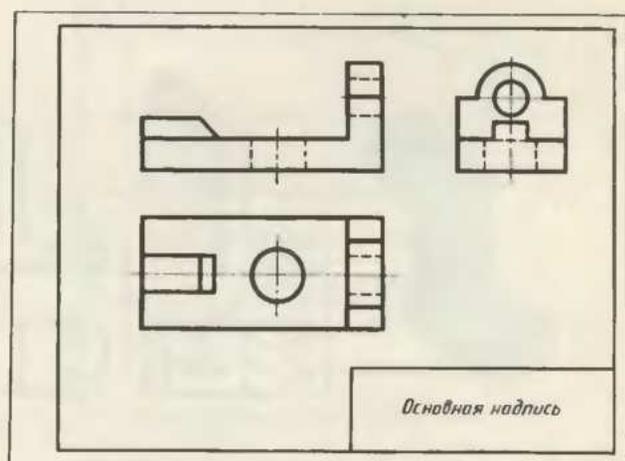


РИС. 253

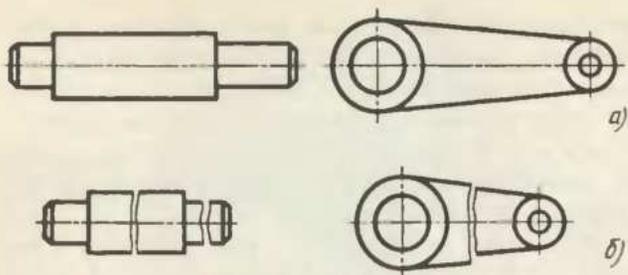


РИС. 254

§ 3. МЕСТНЫЕ ВИДЫ

Если при выполнении чертежа требуется выяснить форму или устройство поверхности предмета в отдельном, ограниченном месте, тогда выполняется изображение только этого ограниченного места, и это изображение называется местным видом.

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, осью симметрии или не ограничен. На рис. 255 приведены варианты выполнения местных видов.

Если местный вид выполняется в проекционной связи с другим изображением, то стрелку и надпись над местным видом не наносят (см. левую часть изображения детали на рис. 255). Местный вид может быть и не ограничен линией обрыва (например, Вид Б на рис. 255).

Если изображение имеет ось симметрии, то допускается показывать его половину (Вид А на рис. 255).

Применение местных видов позволяет уменьшить объем графической работы и экономить место на поле чертежа, обеспечивая полное представление о форме предмета.

§ 4. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВИДЫ

Если при выполнении чертежей невозможно какую-либо часть изделия показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды.

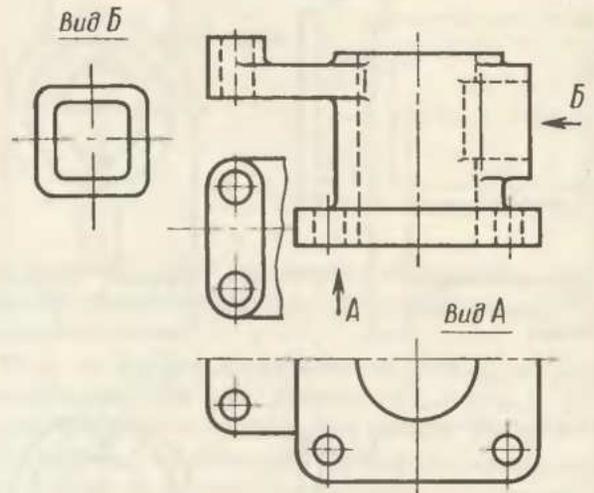


РИС. 255

Дополнительный вид получается проецированием изделия на плоскость, не параллельную ни одной из основных плоскостей проекций.

На рис. 256, а изображена деталь с наклонной боковой площадкой. На виде сверху эта площадка с отверстием изображается в искаженном виде (рис. 256, б). В

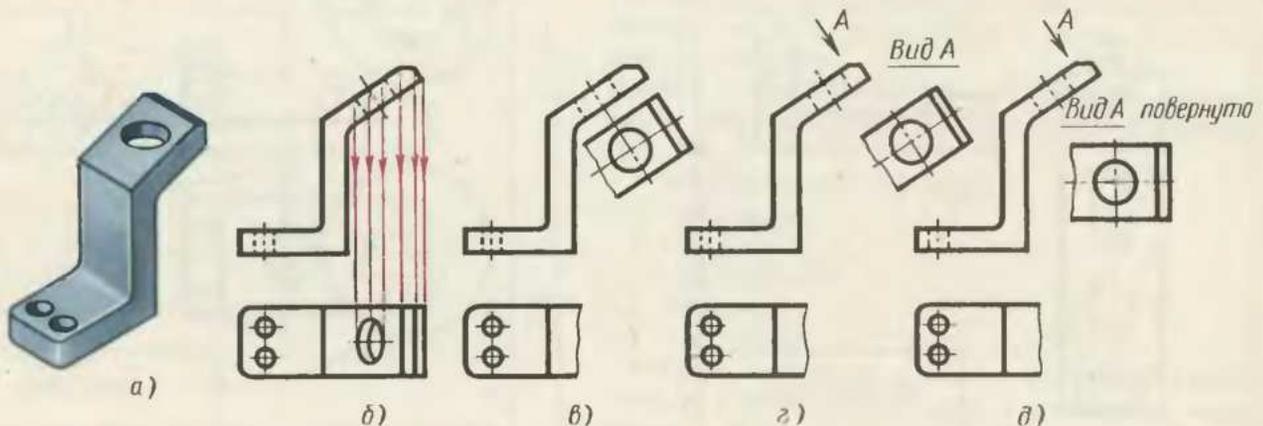


РИС. 256

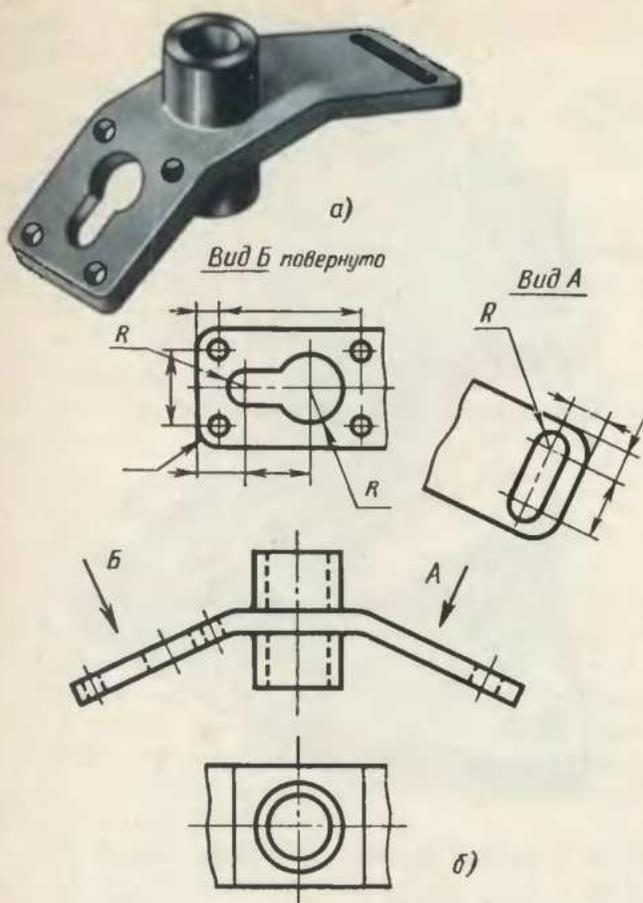


РИС. 257

этих случаях наклонные элементы детали проецируют на параллельные им плоскости. Например, если спроецировать наклонную площадку детали (рис. 256, в) на плоскость, ей параллельную, то получим действительное изображение и размеры этой площадки. Полученный дополнительный вид, когда на нем изображена только часть предмета, является местным, поэтому он ограничен тонкой сплошной линией.

Если дополнительный вид располагается не в проекционной связи (смещен), то направление взгляда должно быть указано стрелкой с буквой, а над изображением делается надпись «Вид А» (рис. 256, з). Дополнительный вид допускается поворачивать. В этом случае к надписи с правой стороны добавляется слово «повернуто». Надпись «Вид А» подчеркивают тонкой сплошной линией, слово «повернуто» не подчеркивают (рис. 256, д). Если, например, деталь-державку (рис. 257, 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 по стрелкам А и Б (рис. 257, б). На дополнительных видах могут наноситься размеры.

Если деталь полая или имеет внутреннее устройство в виде отверстий, углублений и т. п., на видах невидимые контуры изображают штриховыми линиями. При сложной внутренней конструкции детали большое количество штриховых линий затрудняет чтение чертежа и нередко ведет к неточному представлению о форме детали. Этого можно избежать, применяя условные изображения — разрезы.

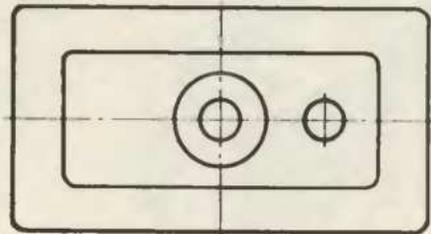
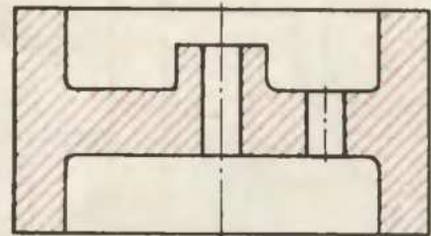
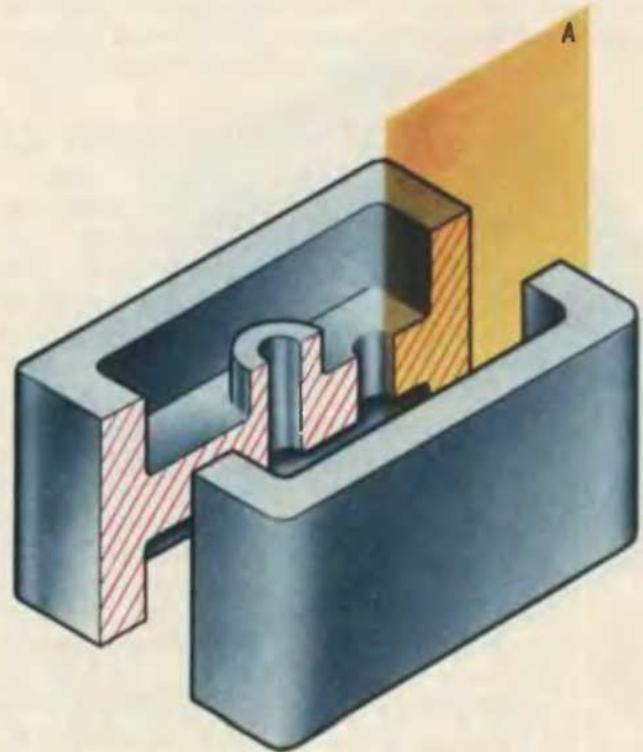


РИС. 258

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 удаляется, а на плоскости проекций изображается то, что получается в секущей плоскости (фигура сечения предмета секущей плоскостью) и что расположено за ней.

При разрезе внутренние линии контура, изображавшиеся на чертеже штриховыми линиями, становятся

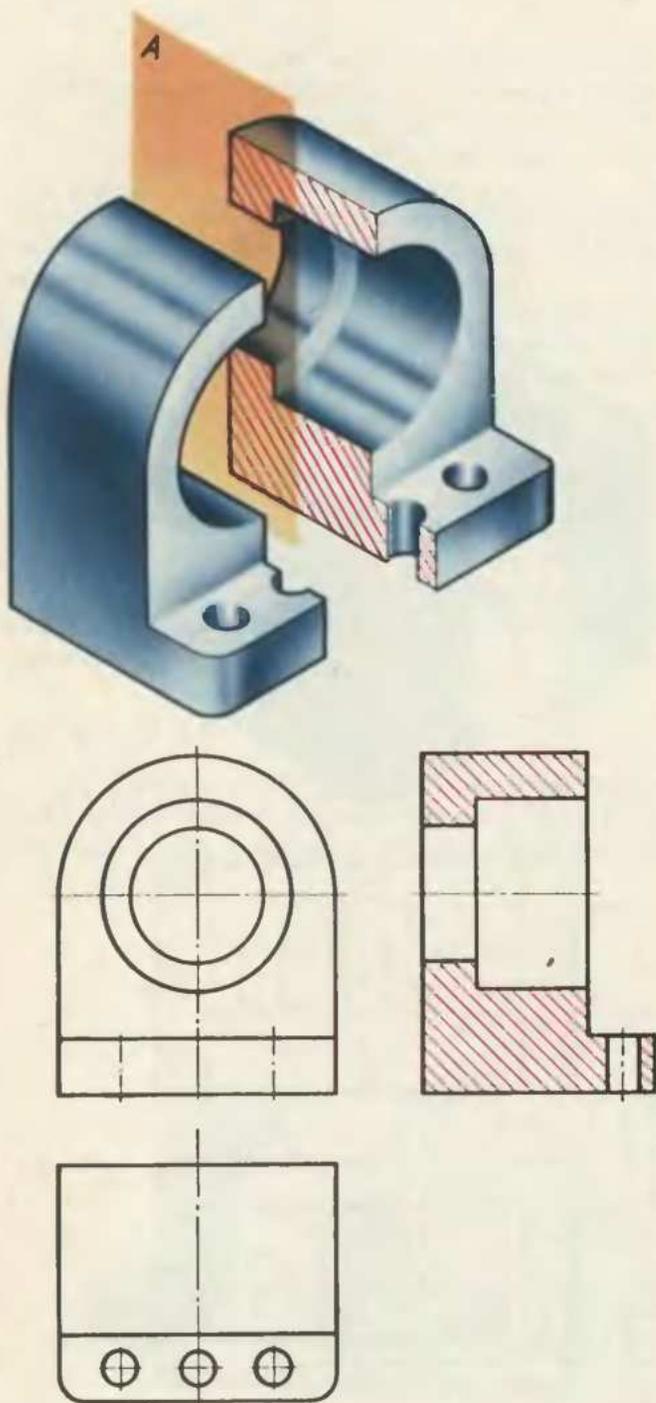


РИС. 259

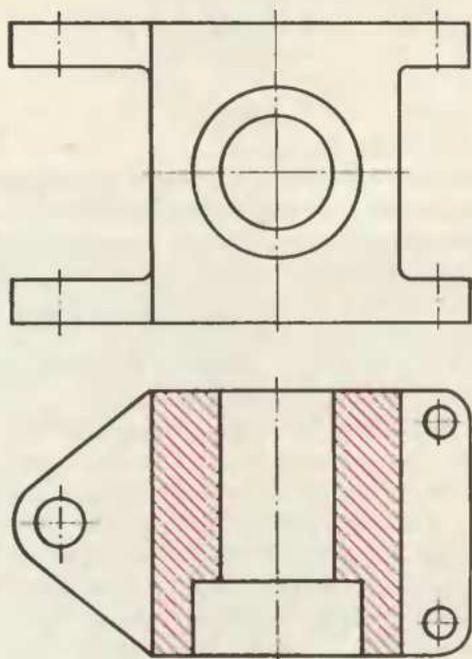
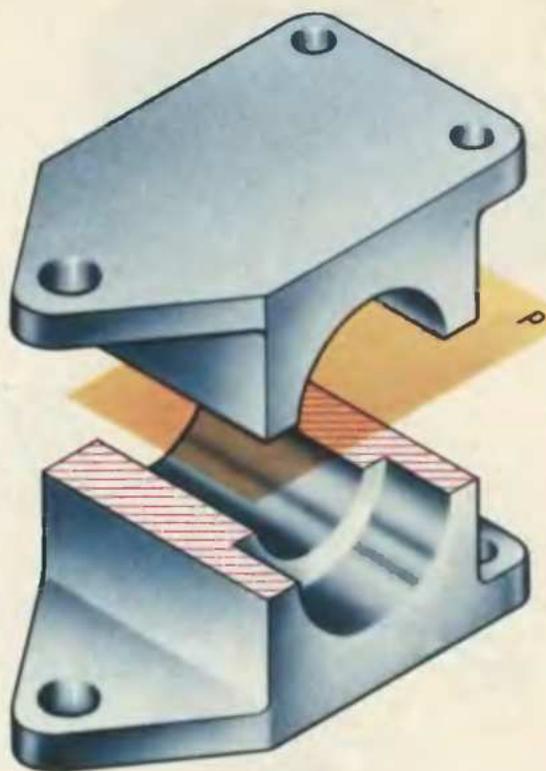


РИС. 260

видимыми и изображаются сплошными основными линиями.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на простые (при одной секущей плоскости) и сложные (при нескольких секущих плоскостях).

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций раз-

резы разделяются на горизонтальные, вертикальные и наклонные.

Разрезы называются продольными, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета, и поперечными, если секущие плоскости перпендикулярны длине или высоте предмета.

На всех примерах, приведенных ниже, условно принято, что предметы — металлические, и для графического обозначения материала в сечениях детали делается штриховка тонкими линиями с наклоном под углом 45° к линиям рамки чертежа.

Штриховка на всех изображениях одной детали выполняется в одном направлении (с правым или левым наклоном).

§ 6. ПРОСТЫЕ РАЗРЕЗЫ — ВЕРТИКАЛЬНЫЕ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ

Вертикальным разрезом называется разрез, образованный секущей плоскостью, перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций.

Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 258), и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 259).

Пример образования фронтального разреза детали дан на рис. 258. Деталь рассечена плоскостью *A*, параллельной фронтальной плоскости проекций. Часть детали, расположенная перед секущей плоскостью, мысленно удалена, а оставшаяся часть, полностью изображенная на месте главного вида, представляет собой фронтальный разрез детали. Все контурные линии, расположенные в секущей плоскости и за ней, показаны на разрезе как видимые.

Пример образования профильного разреза дан на рис. 259. Деталь рассекается секущей плоскостью *A*, параллельной профильной плоскости проекций. Получающийся в этом случае профильный разрез расположен на месте вида слева.

Горизонтальными разрезами называются разрезы, образованные секущими плоскостями, параллельными горизонтальной проекции.

На рис. 260 деталь рассечена горизонтальной плоскостью *P*, параллельной горизонтальной плоскости проекции. Верхняя часть детали мысленно удалена, а оставшаяся нижняя часть спроецирована на горизонтальную плоскость проекции. Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут размещаться на месте соответствующих основных видов.

§ 7. ОБОЗНАЧЕНИЕ РАЗРЕЗОВ

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом и разрез расположен в проекционной связи с видом и не разделен какими-либо другими изображениями, то при выполнении горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов положение секущей плоскости на чертеже не отмечается и разрез надписью не сопровождается (см. рис. 258, 259 и 260).

В остальных случаях положение секущей плоскости указывают на чертеже разомкнутой линией и стрелками, указывающими направление взгляда, а над разрезом выполняется соответствующая надпись, указывающая секущую плоскость, примененную для получения этого разреза.

На рис. 261 выполнены два вертикальных разреза: фронтальный (*A—A*) (рис. 261, *a*) и профильный (*B—B*) (рис. 261, *в*), секущие плоскости которых не совпадают с плоскостями симметрии детали в целом. Поэтому на чертеже указано положение секущих плоско-

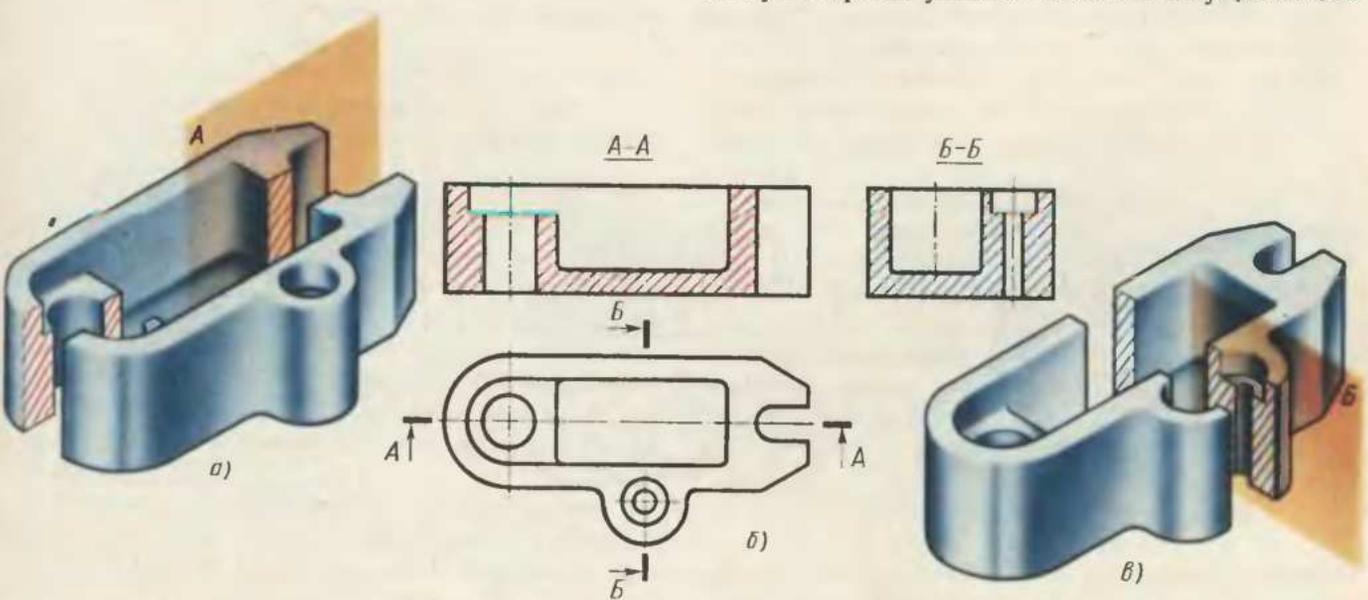


РИС. 261

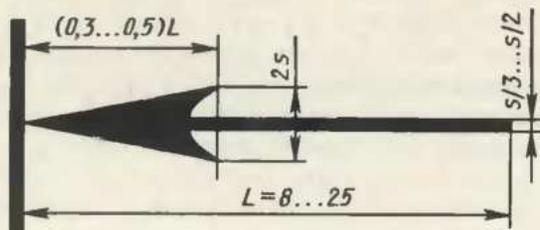
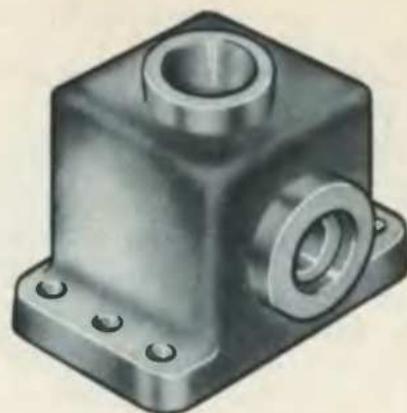


РИС. 262



стей и соответствующие им разрезы сопровождаются надписями.

Штрихи разомкнутой линии не должны пересекать контур изображения. На штрихах линии сечения перпендикулярно к ним ставят стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки наносят на расстоянии 2—3 мм от внешнего конца штриха линии сечения. Размеры стрелки показаны на рис. 262.

Около каждой стрелки наносится одна и та же прописная буква русского алфавита.

Надпись над разрезом подчеркивается сплошной тонкой линией и содержит две буквы, которыми обозначена секущая плоскость, написанные через тире (рис. 261, б).

На одном изображении допускается соединять часть вида и часть разреза. Линии невидимого контура на соединяемых частях вида и разреза обычно не показываются.

Если вид и разрез представляют собой симметричные фигуры (рис. 263), то можно соединить половину вида и половину разреза, разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии.

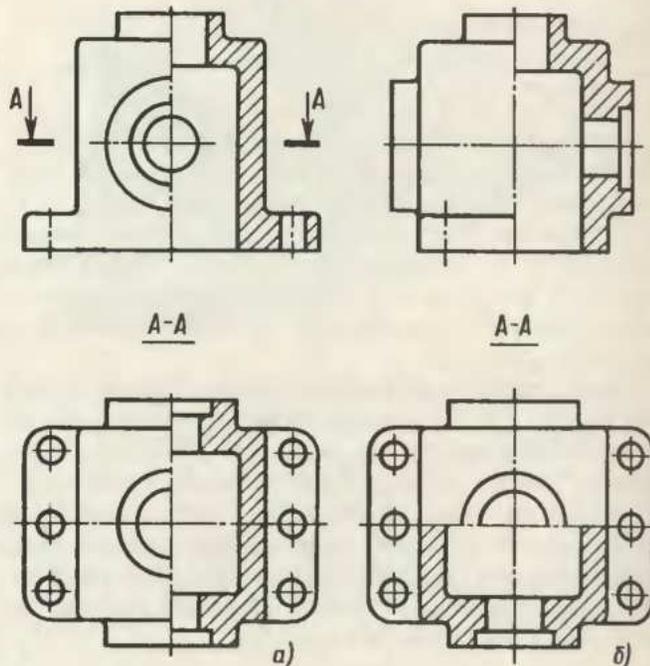


РИС. 263

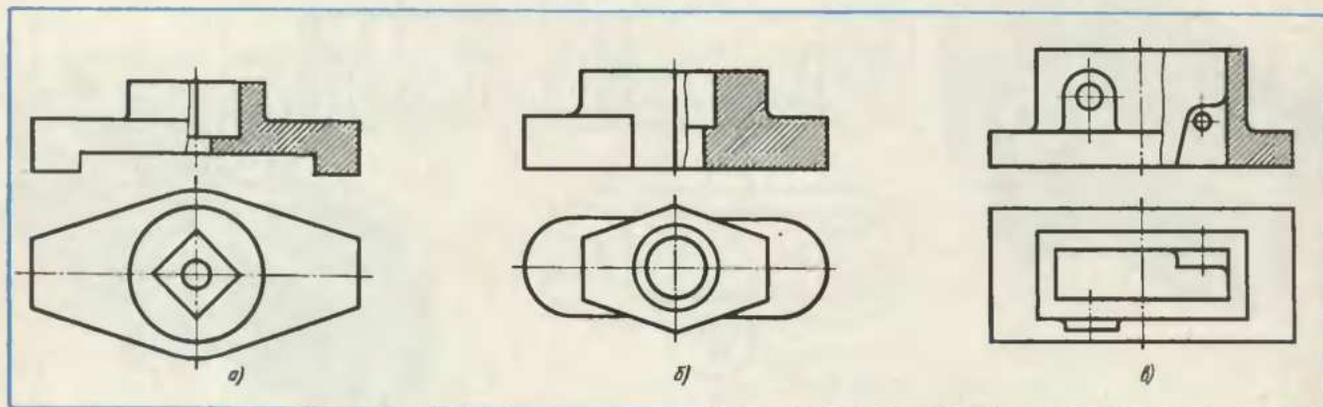


РИС. 264

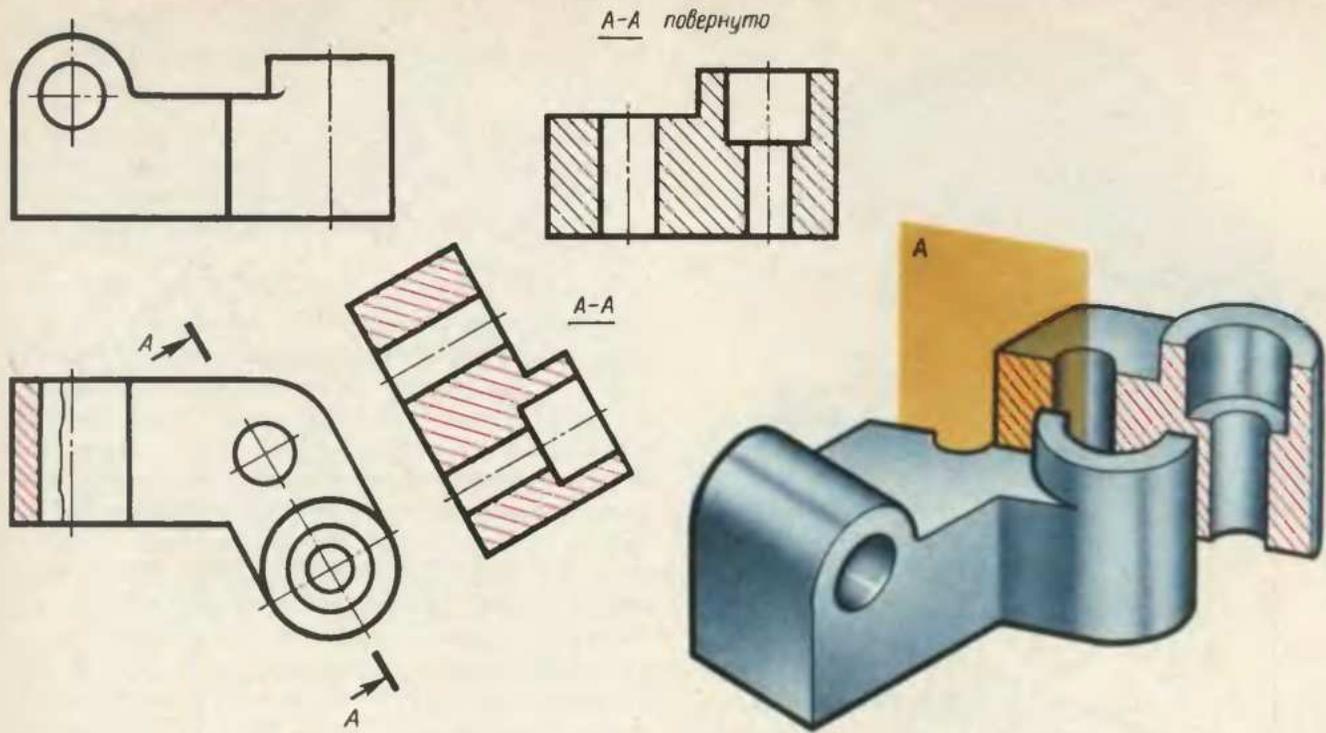


РИС. 265

Часть разреза располагают справа (рис. 263, а) или снизу от оси симметрии (рис. 263, б), разделяющей часть вида с частью разреза.

При соединении симметричных частей вида и разреза, если с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии, например ребра (рис. 264), то вид от разреза отделяется сплошной волнистой линией, проводимой левее (рис. 264, а) или правее (рис. 264, б) оси симметрии.

При соединении на одном изображении вида и разреза, представляющих несимметричные фигуры, часть вида от части разреза отделяется сплошной волнистой линией (рис. 264, в).

Вертикальные разрезы, приведенные на рис. 258 и 259, получены в результате применения секущих плоскостей, параллельных либо фронтальной, либо профильной плоскостям проекций. На практике встречаются случаи, когда вертикальный разрез выполняется секущей плоскостью, не параллельной ни фронтальной, ни профильной плоскостям проекций (рис. 265), в этом случае разрез строится и располагается в соответствии с направлением взгляда, указанным стрелками на линии сечения.

Допускается поворот разреза до положения, соответствующего положению, принятому для предмета на главном изображении (рис. 265). В этом случае к надписи над разрезом должно быть добавлено слово «повернуто».

§ 8. НАКЛОННЫЙ РАЗРЕЗ

Если деталь имеет наклонно расположенные полые элементы, применяют наклонный разрез.

Наклонным разрезом называют разрез плоскостью, которая составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого. Наклонный разрез проецируют на дополнительную плоскость, параллельную секущей, совмещая ее с плоскостью чертежа.

Пример наклонного разреза приведен на рис. 266. Положение секущей плоскости отмечается линией сечения со стрелками, указывающими направление взгляда.

Наклонные разрезы должны располагаться в соответствии с направлением взгляда, указанного стрелками на линии сечения (рис. 266, б). Допускается располагать наклонные разрезы на любом месте поля чертежа (рис. 267) вне проекционной связи с видом, но с учетом направления взгляда. При необходимости наклонные разрезы могут располагаться с поворотом (разрез А—А на рис. 267).

§ 9. МЕСТНЫЕ РАЗРЕЗЫ

Если требуется выяснить конструкцию изделия лишь в отдельном ограниченном месте, можно применить разрез, называемый местным. Линия, ограничи-

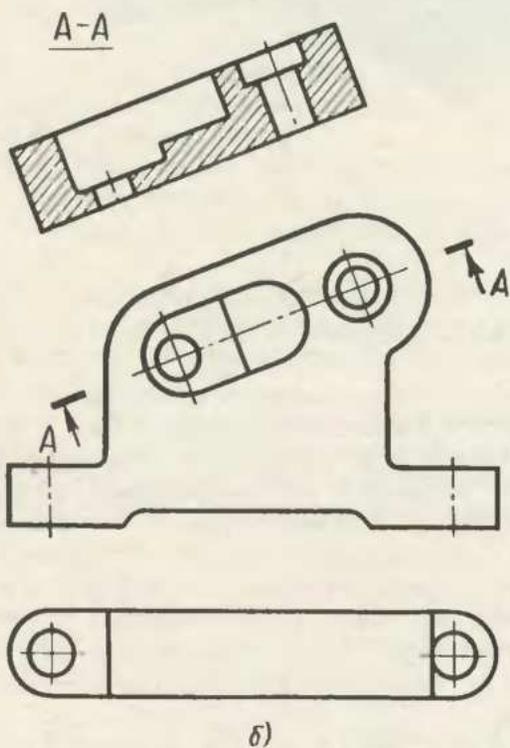
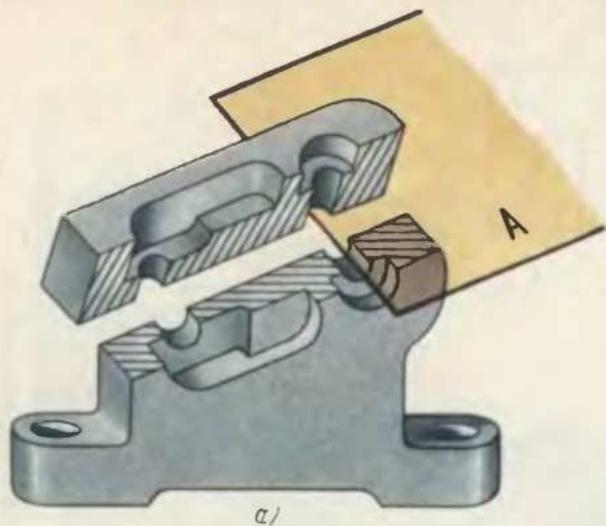


РИС. 266

вающая местный разрез, выполняется сплошной волнистой линией.

На рис. 268, а выполнены примеры местных разрезов, благодаря которым выявляется форма некоторых элементов детали.

Если местный разрез выполняется на части предмета, представляющей собой тело вращения (рис. 268, б) и, следовательно, изображенной с осевой линией, то местный разрез с видом могут разделяться этой осевой линией.

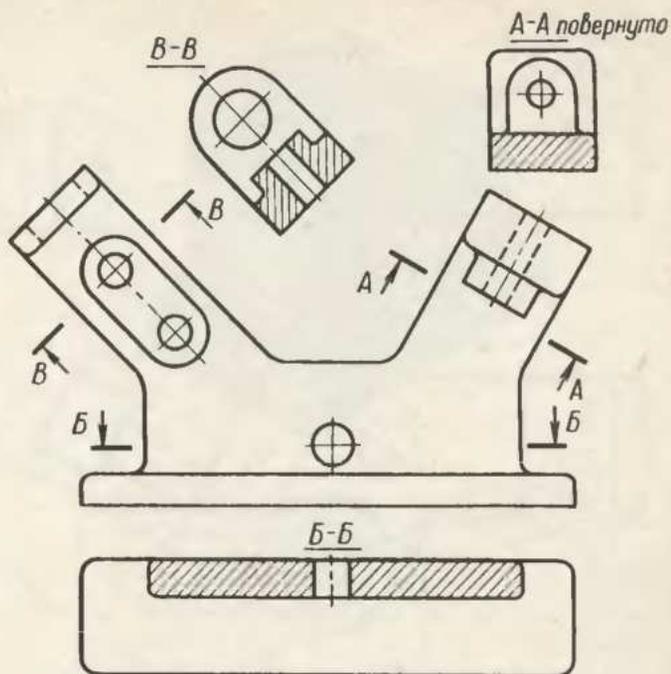


РИС. 267

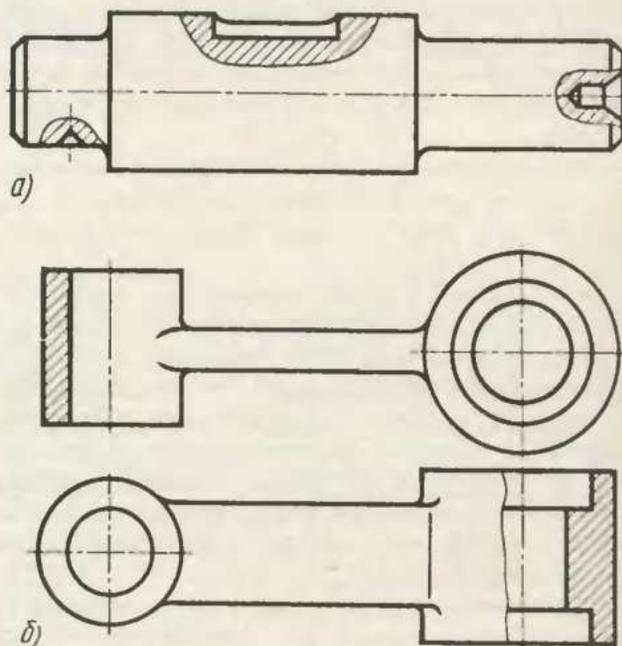


РИС. 268

§ 10. СЛОЖНЫЕ РАЗРЕЗЫ — СТУПЕНЧАТЫЕ И ЛОМАННЫЕ

Кроме простых разрезов, когда применяется одна плоскость, употребляются разрезы сложные при двух и более секущих плоскостях.

Сложные разрезы разделяются на ступенчатые и ломанные.

Сложный разрез, образованный двумя и более секущими параллельными плоскостями, называется **ступенчатым**. Ступенчатые разрезы могут быть горизонтальными, фронтальными и профильными.

Пример ступенчатого горизонтального разреза показан на рис. 269, *а*. Две секущие плоскости расположены параллельно горизонтальной плоскости проекции. Чертеж детали с таким разрезом представлен на рис. 269, *б*. Направление секущих плоскостей указано разомкнутыми линиями (линиями сечения). У начального и конечного штрихов линии сечения имеются стрелки с одной и той же буквой. Линия сечения имеет также перегибы, показывающие места перехода от одной 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 плос-

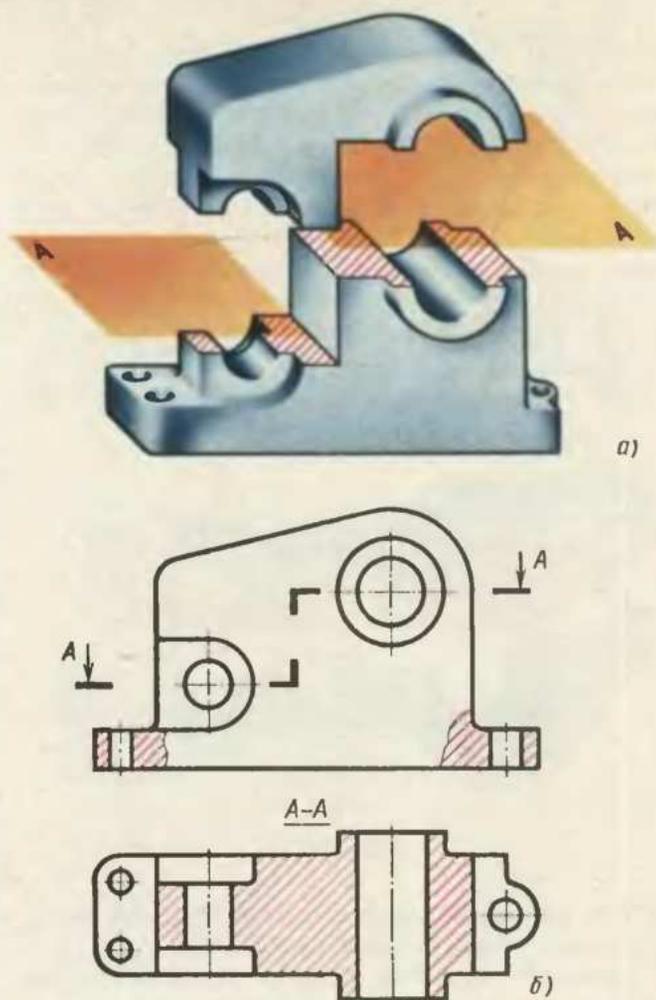


РИС. 269

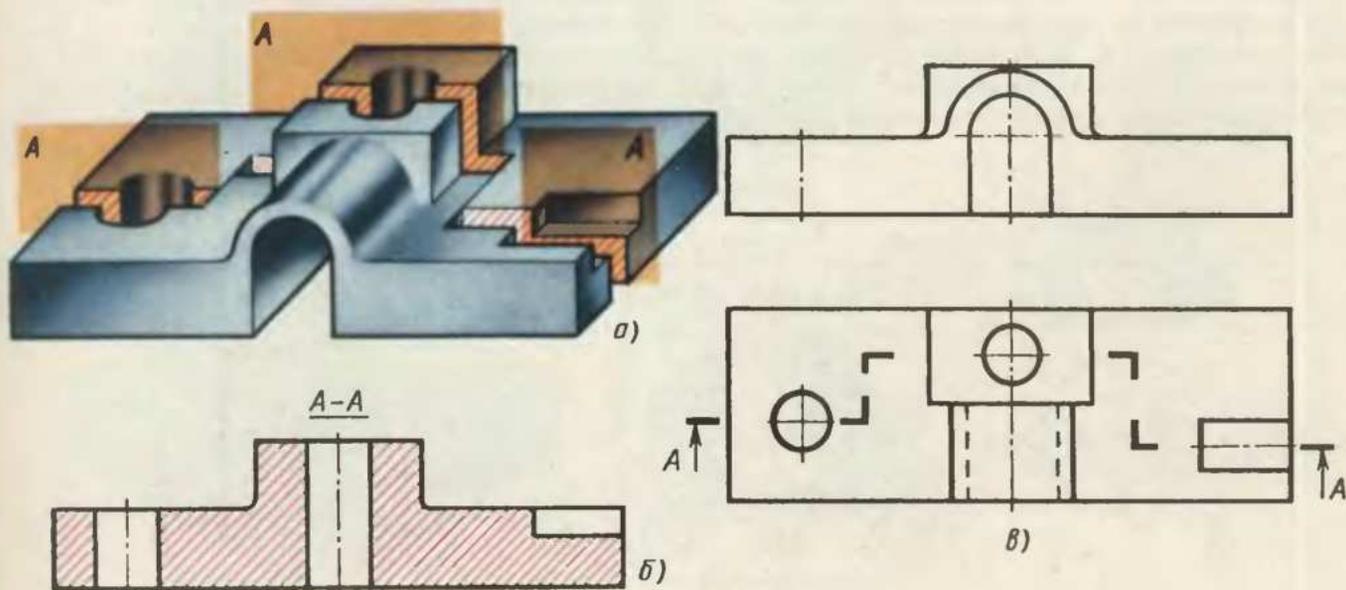


РИС. 270

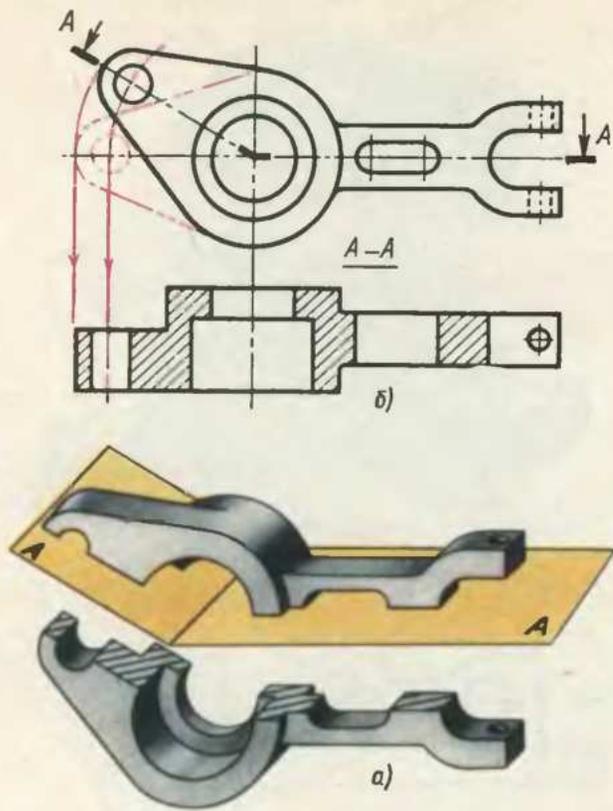


РИС. 271

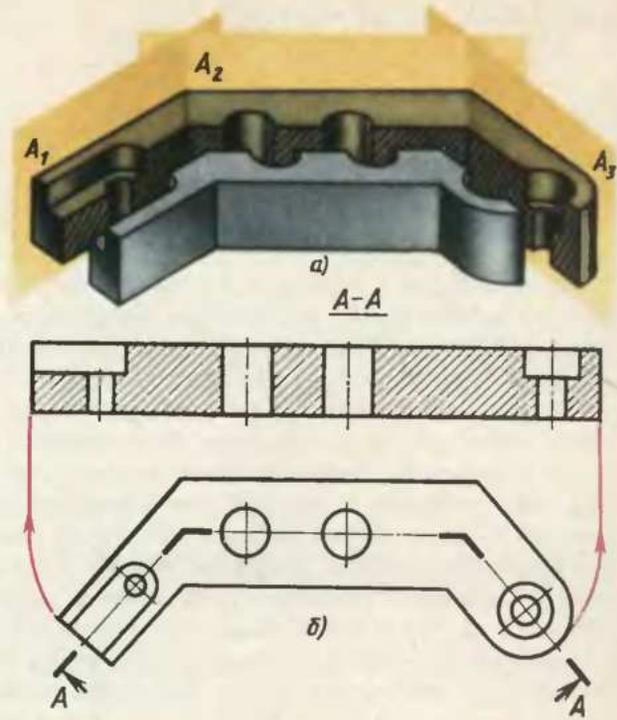


РИС. 272

костями, положение которых отмечено на виде сверху ступенчатой линией сечения (рис. 270, в).

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 не параллельными, а пересекающимися плоскостями (рис. 271). В этом случае одна секущая плоскость условно поворачивается около 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 рычаг рассечен двумя пересекающимися секущими плоскостями, одна из которых является фронтальной плоскостью. Секущая плоскость, расположенная левее, мысленно поворачивается вокруг линии пересечения секущих плоскостей до совмещения с фронтальной секущей плоскостью. Вместе с секущей плоскостью поворачивается расположенная в ней фигура сечения детали. На виде спереди дано изображение рассеченной детали после выполнения указанного

гой секущей плоскостью, параллельной какой-либо из основных плоскостей проекций, т. е. ломаный разрез размещается на месте соответствующего вида.

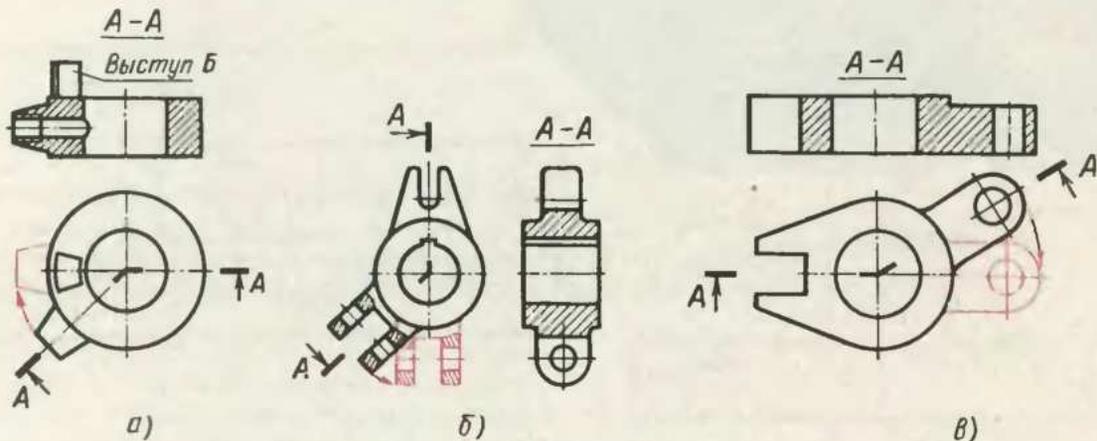


РИС. 273

поворота. На рис. 271 для наглядности нанесены линии связи и положение части детали после поворота. Эти построения на чертеже не показывают.

Ломаный разрез может быть получен при сечении тремя пересекающимися плоскостями (рис. 272).

При выполнении ломаного разреза, когда одна секущая плоскость поворачивается до совмещения с другой, элементы предмета, расположенные за ней, не поворачиваются: они изображаются так, как они проецируются на соответствующую плоскость проекций при условии, что разрез не выполняется. Выступ *Б* (рис. 273, *а*), находящийся за поворачиваемой секущей плоскостью, в повороте не участвует: его изображения выполняются на чертеже в проекционной связи.

Исключением из этого правила могут быть случаи, когда элементы предмета расположены симметрично относительно поворачиваемой секущей плоскости. В этих случаях выполняется поворот таких элементов предмета вместе с секущей плоскостью. Рычаг (рис. 273, *б*) имеет два ушка, расположенные симметрично относительно секущей плоскости. Ушко поворачивается вместе с секущей плоскостью при ее совмещении с профильной плоскостью.

Направление поворота секущей плоскости может не совпадать с направлением взгляда (рис. 273, *в*).

§ 11. СЕЧЕНИЯ

На рис. 274, *а* показан чертеж рычага. Главный вид и вид сверху с двумя местными разрезами не выявляют 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 показы-

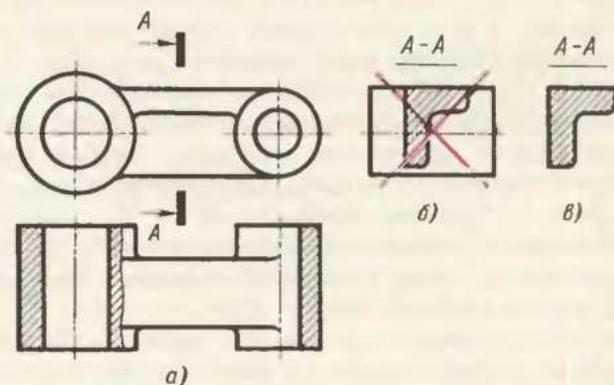


РИС. 274

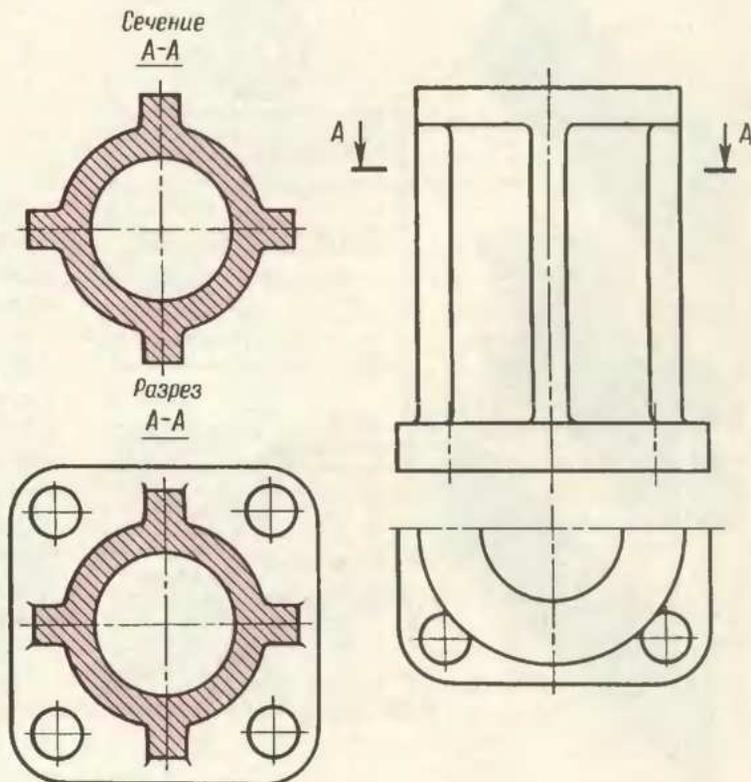
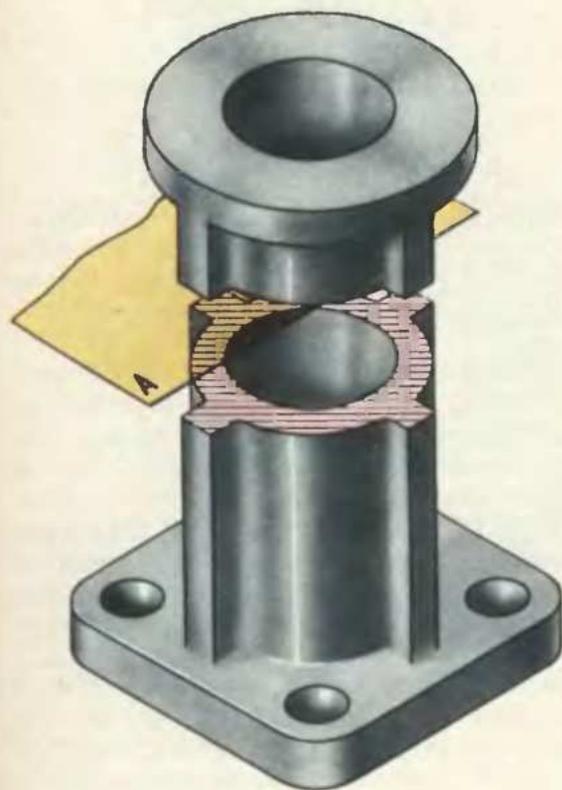


РИС. 275

вается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости.

В случае, показанном на рис. 274, вместо профильного разреза достаточно выполнить сечение (рис. 274, в). Применение 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.

Сечения в зависимости от расположения их на чертеже делятся на вынесенные и наложенные. Вынесенные сечения располагают на свободном месте поля чертежа (рис. 276, а) или в разрыве изображения предмета (рис. 276, в). Наложённые сечения располагают на соответствующем изображении предмета (рис. 276, б).

Предпочтительны вынесенные сечения. Их контур вычерчивают сплошными толстыми линиями (рис. 276, а). Контур наложенных сечений вычерчивают сплошными тонкими линиями.

В случаях, подобных показанным на рис. 276, при симметричной фигуре сечения положение секущей плоскости не указывается.

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных, положение секущей плоскости указывается линией сечения со стрелками, но буквами не обозначается (рис. 277, а и б).

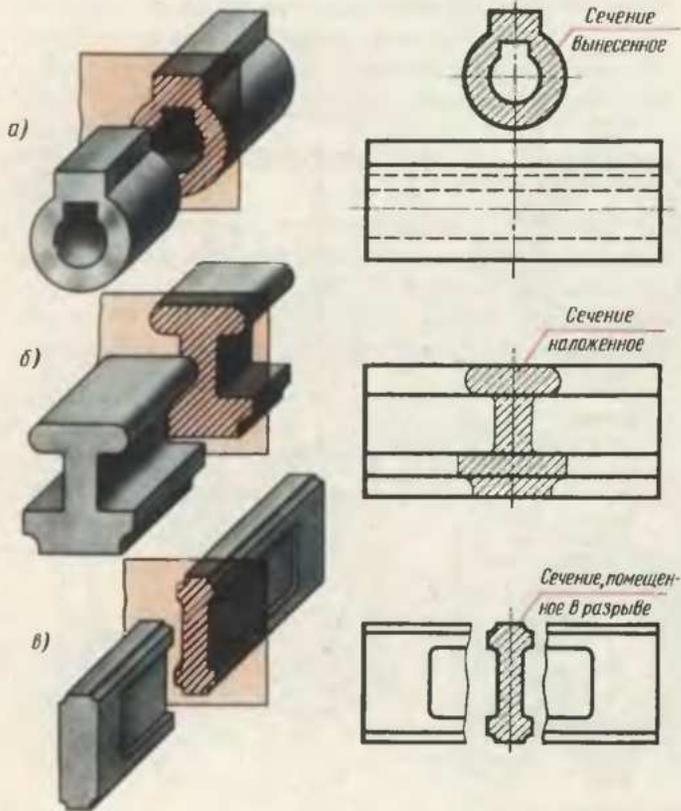


РИС. 276

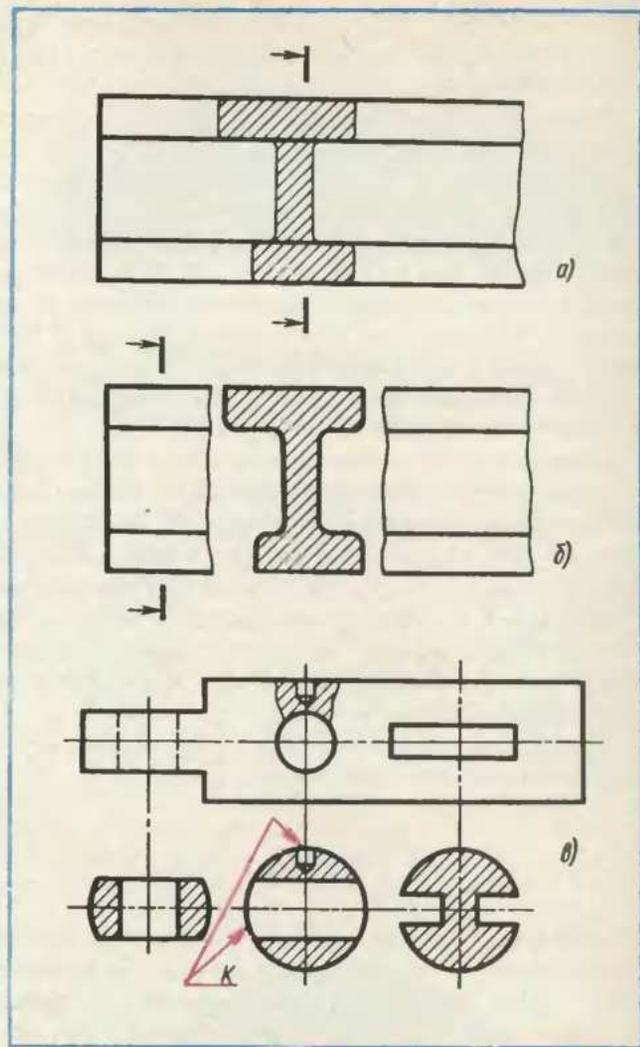


РИС. 277

Во всех остальных случаях выполнения сечений положение секущей плоскости должно быть показано линией сечения с указанием стрелками направления взгляда, а над самими сечениями выполняется надпись (рис. 278, а и б).

При совпадении секущей плоскости с осью поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, контур отверстия или углубления в сечении показывается полностью, хотя этот контур и не расположен в секущей плоскости (рис. 277, в, см. стрелки К), т. е. сечение оформляется как разрез. Если секущая плоскость проходит через некруглые отверстия (рис. 279, а) и сечение получается состоящим из отдельных частей (рис. 279, б), то сечение должно быть заменено разрезом (рис. 279, в).

При выполнении нескольких одинаковых сечений одной и той же детали изображается только одно сечение, а линии сечения обозначаются одной и той же буквой (рис. 278, б). Сечение при необходимости можно поворачивать, добавляя к надписи над ним слово «поворнуто» (рис. 278, б, сечение Б—Б). Если при этом

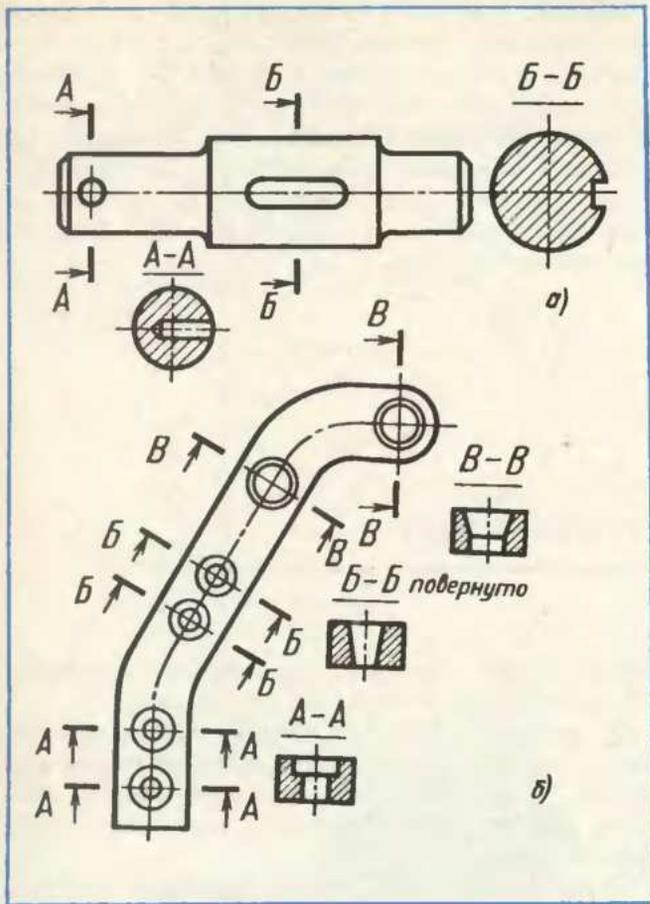


РИС. 278

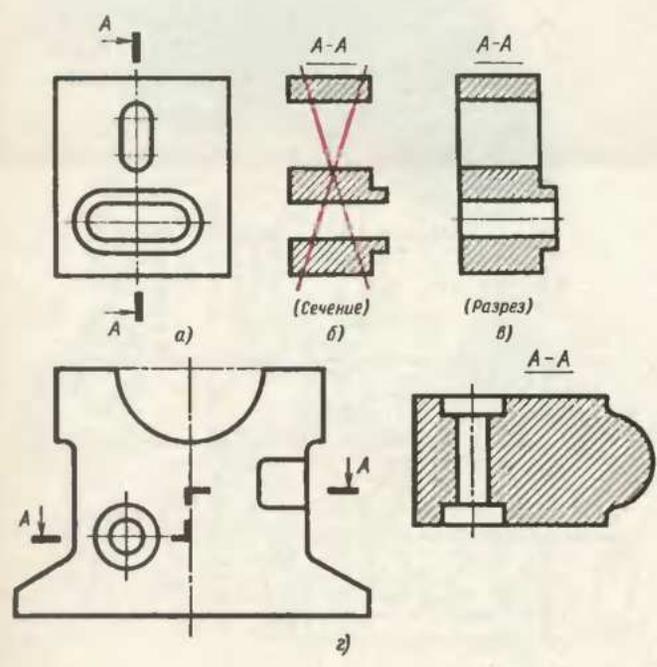


РИС. 279

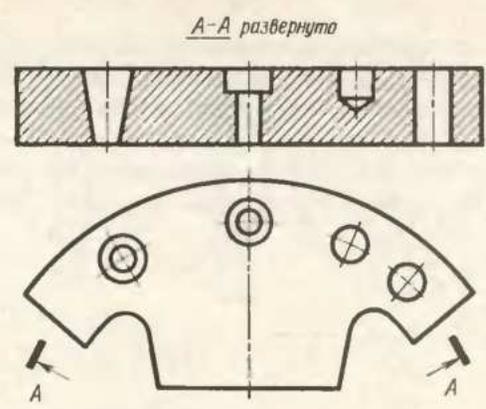


РИС. 280

секущие плоскости непараллельны друг другу, то надпись «*повернуто*» не наносится (рис. 278, б, сечение В-В).

Сечение может выполняться несколькими секущими плоскостями, как на рис. 279, г.

Допускается вместо секущих плоскостей применять секущие цилиндрические поверхности, развертываемые затем в плоскость. На рис. 280 деталь имеет различные отверстия. Форму этих отверстий удобно выявить, применяя развернутое сечение детали секущей цилиндрической поверхностью, указанной линией сечения со стрелками и буквами. Над развернутым сечением выполняется надпись теми же буквами с добавлением слова «*развернуто*».

§ 12. ВЫНОСНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

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

Выносным элементом называют дополнительное отдельное изображение в увеличенном виде какой-либо части изделия, требующей графического и других по-

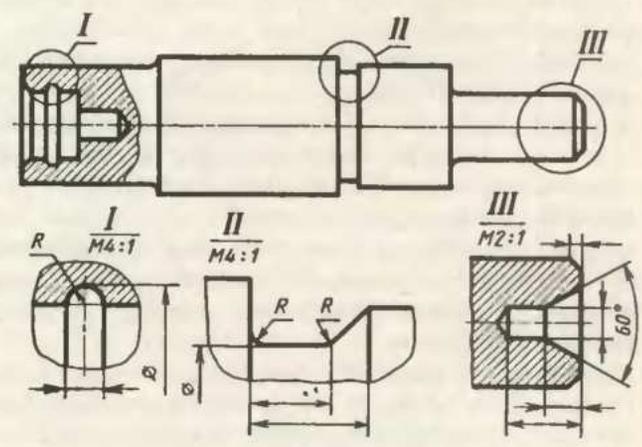


РИС. 281

яснений в отношении формы, размеров и иных данных.

При применении выносного элемента соответствующее место изображения отмечают замкнутой сплошной тонкой линией (окружностью или овалом) с обозначением римской цифрой порядкового номера выносного элемента на полке линии-выноски (рис. 281).

Над выносным элементом указывается та же цифра

и масштаб, в котором выполнен выносной элемент (масштабы могут быть различные).

Выносной элемент следует располагать возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по содержанию. Например, изображение может быть видом, а выносной элемент — разрезом.

ГЛАВА 27 УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ

Для того чтобы сделать чертежи более простыми и понятными, а также с целью экономии времени при выполнении чертежа, ГОСТ 2.305—68 устанавливает следующие условности и упрощения.

Например, допускается совмещать два разреза, если каждый из них представляет симметричную фигуру.

На рис. 282 совмещены половина профильного ступенчатого разреза *А—А* и половина простого профильного разреза *Б—Б*.

Допускается применение сложных разрезов, представляющих сочетание ступенчатых и ломаных разрезов (рис. 283). Элементы детали, расположенные за секущей плоскостью и проецирующиеся и искажением их формы, на разрезе можно не изображать (см. левое ребро жесткости на рис. 283), если это не требуется для понимания конструкции детали.

При выполнении продольных разрезов таких элементов, как тонкие стенки, ребра жесткости, ушки и т. п., они показываются на разрезе нерассеченными (рис. 284).

Если в упомянутых элементах имеются какие-либо отверстия, то выполняют местный разрез (см. правое ребро жесткости рис. 283).

На рис. 285 приведены условности, которые устанавливает ГОСТ 2.305—68.

Рукоять (рис. 285, *а*), состоящая из стержней в форме тел вращения, при выполнении разреза также показывается нерассеченной, полный продольный разрез такой детали нецелесообразен.

Чтобы выделить на чертеже плоские поверхности, обычно квадратной или прямоугольной формы, на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями (рис. 285, *а* и *е*).

При наличии нескольких равномерно расположенных элементов предмета (зубья колеса храпового механизма и отверстий на нем, рис. 285, *б*) показывают один-два таких элемента, а остальные изображают

упрощенно или условно, но так, чтобы была сохранена ясность расположения всех элементов.

На тех изображениях, на которых уклон или конусность отчетливо не выявляются, проводят только одну линию, соответствующую меньшему размеру элемента с уклоном или меньшему основанию конуса (рис. 285, *в*).

На разрезе цилиндрического зубчатого колеса зубья не заштриховывают (рис. 285, *г*), хотя они и разрезаны вдоль секущей плоскостью.

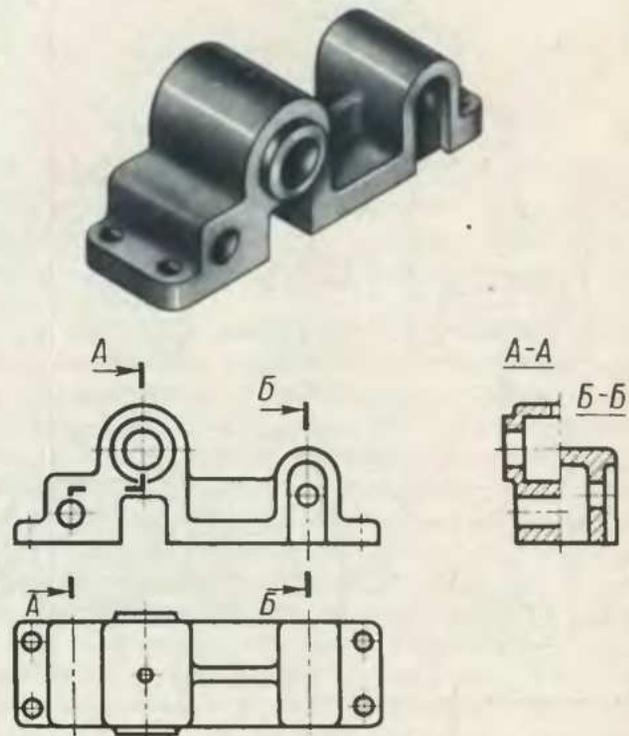


РИС. 282

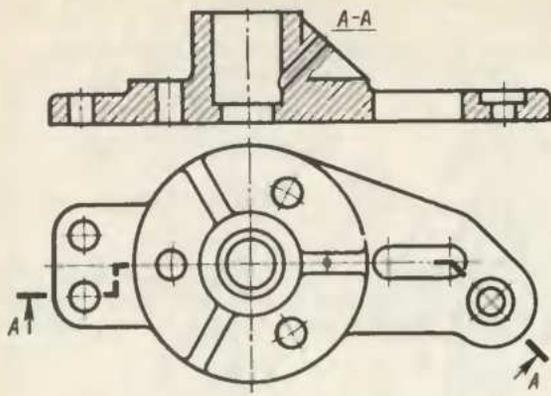
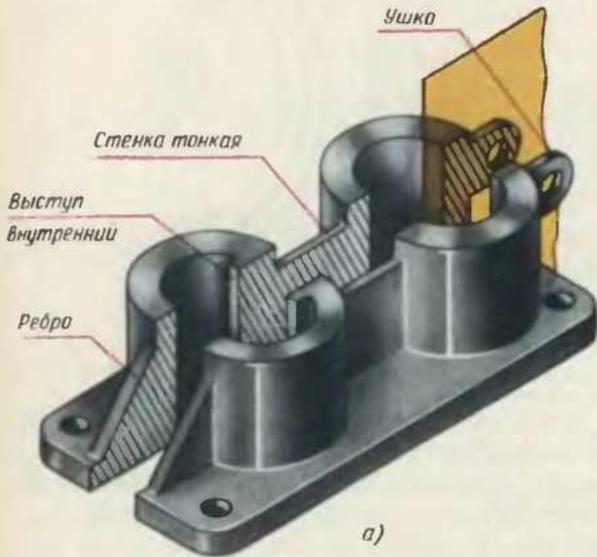
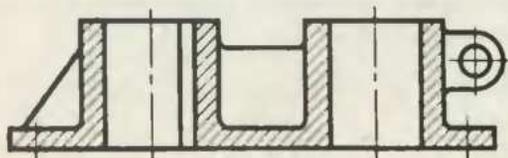


РИС. 283



а)



б)

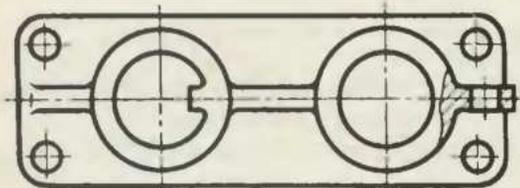


РИС. 284

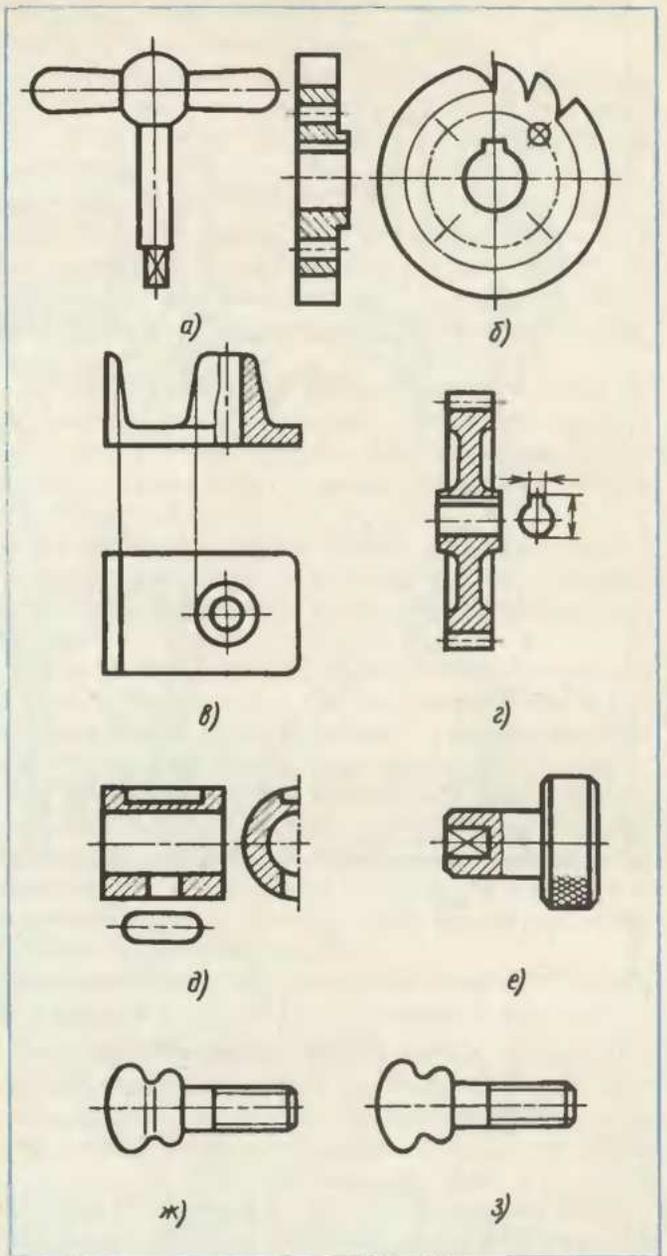


РИС. 285

Допускается при указании отверстий в ступицах зубчатых колес, шкивов и т. п. имеющие шпоночные пазы вместо полного изображения предмета изображать лишь контур отверстия и паза, как это показано на рис. 285, г.

На чертежах предметов со сплошной сеткой, плетеной, орнаментом, рельефом, рифлением и т. п. допускается изображать эти элементы частично, с возможным упрощением (рис. 285, е).

Линии пересечения поверхностей, если не требуется точного их построения, можно изображать упрощенно. Вместо лекальной кривой проводить дугу окружности или прямые линии (рис. 285, д).

Плавный переход от одной поверхности к другой показывается условно (рис. 285, ж) или совсем не показывается (рис. 285, з).

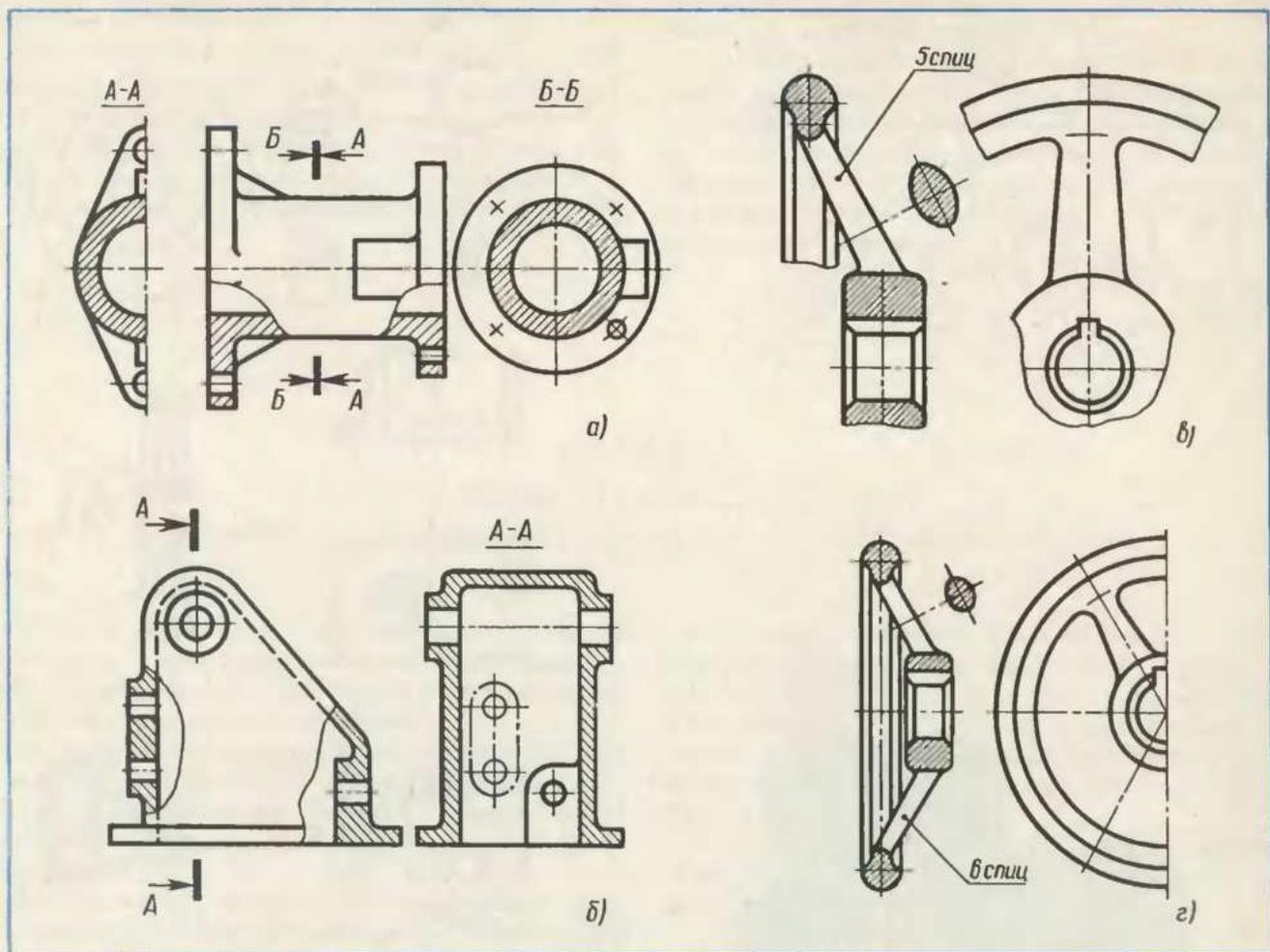


РИС. 286

При общей секущей плоскости для двух разных разрезов положение секущей плоскости указывается одной общей линией сечения, а стрелки, указывающие направление взгляда, наносятся на одной линии и обозначаются разными буквами (рис. 286).

Отверстия, расположенные по окружности и не попадающие в секущую плоскость (рис. 286, а), на разрезе допускается показывать так, как если бы оси этих отверстий были расположены в секущей плоскости.

Для упрощения чертежей и сокращения количества изображений допускается часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, изображать штрихпунктирной утолщенной линией непосредственно на разрезе (наложенная проекция, рис. 286, б).

Допускается изображать часть предмета с надлежащим указанием о количестве элементов и их расположении (рис. 286, в и г).

ГЛАВА 28

ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В СЕЧЕНИЯХ

В машиностроении используются детали, изготовленные из различного материала. Для придания наглядности и выразительности чертежей введены условные графические обозначения материалов. ГОСТ 2.306—68 (СТ СЭВ 860—78) устанавливает графические обозначения материалов в сечениях и на фасадах, а также правила нанесения их на чертежи всех отраслей промышленности и строительства.

Графические обозначения материалов в сечениях должны соответствовать указанным в табл. 10.

Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материалов — сплошные тонкие параллельные прямые линии, наклонные под углом 45° к линиям рамки чертежа (рис. 287, а, б, в). Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки под углом 45° , совпадают по направлению с линиями

Графическое обозначение материалов в сечениях
(выдержка из ГОСТ 2. 306—68)

Материал	Обозначение
Металлы и твердые сплавы	
Неметаллические материалы, в том числе волокнистые, монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	
Дерево	
Камень естественный	
Керамика и силикатные материалы для кладки	
Бетон	
Стекло и другие прозрачные материалы	
Жидкости	
Грунт естественный	

контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать угол 30° или 60° (рис. 287, з, д).

Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, но, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали, независимо от количества листов, на которых эти сечения расположены.

Для смежных сечений двух деталей следует делать наклон штриховки в разные стороны (рис. 287, ж).

Расстояние между штриховыми линиями должно быть от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки.

При штриховке трех и более смежных сечений следует изменять расстояние между параллельными линиями штриховки или сдвигать линии штриховки одного сечения по отношению к линиям штриховки другого сечения (детали 1—3 на рис. 287, е).

При большой площади сечения штриховка может выполняться не на всей ее площади, а только у контура сечения узкой полоской равномерной ширины (рис. 287, ж).

Узкие площади сечения, ширина (толщина) которых на чертеже менее 2 мм, обычно показываются зачерненными независимо от материала. В случаях зачернения нескольких смежных сечений между ними должен быть оставлен просвет не менее 0,8 мм (рис. 287, з).

Узкие и длинные площади сечения, ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения — небольшими участками в нескольких местах (рис. 287, и).

При штриховке «в клетку» для смежных сечений двух деталей расстояние между линиями штриховки в каждом сечении должно быть разным.

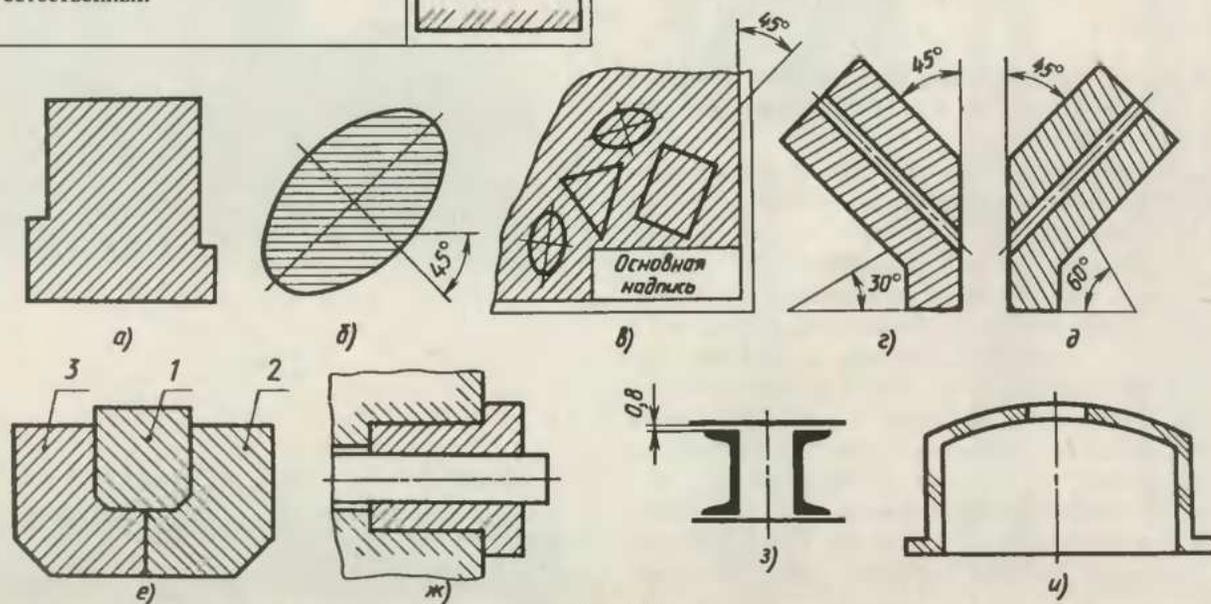


РИС. 287

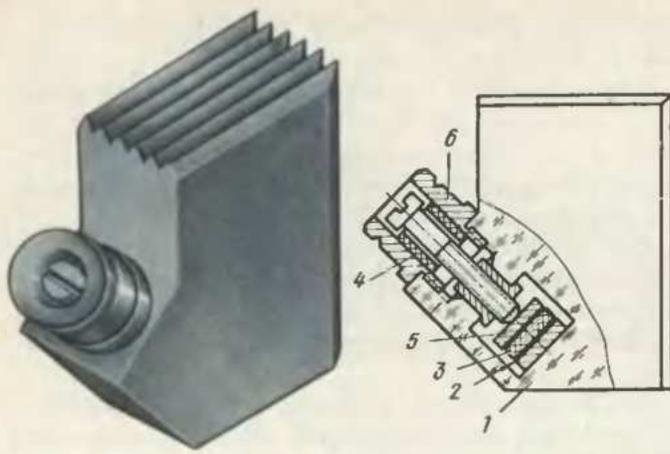


РИС. 288

Примеры графических обозначений материалов в сечениях деталей, входящих в сборочную единицу, приведены на рис. 288, где представлен разрез головки ультразвукового дефектоскопа.

Сечение детали 1 (призма из оргстекла) заштриховано как деталь из прозрачного материала. Сечения деталей 3 (демпфер из асбеста) и 4 (втулка из эбонита)

из неметаллических материалов заштрихованы «в клетку». Детали 5 и 6 заштрихованы как металлические, тонкими линиями под углом 45° к рамкам чертежа. Сечение детали 2 (пластинка из металла) зачернено, так как его толщина на чертеже не превышает 2 мм.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как оформляют изображения, называемые видом?
2. Какая разница между основным и дополнительным видами?
3. Какие элементы деталей на продольных разрезах не заштриховывают?
4. Что называется сложным разрезом? Назовите виды сложных разрезов.
5. Какой разрез называется наклонным?
6. Что называется местным разрезом?
7. В чем заключается особенность выполнения разрезов на симметричных изображениях?
8. Какая разница между разрезом и сечением?
9. Назовите виды сечений.
10. Когда применяется на чертеже надпись «повернуто»?
11. В каком случае на разрезах не отмечают положения секущей плоскости и не сопровождают разрез надписью?
12. Назовите изделия основного и вспомогательного производства.
13. Какая разница между чертежом-оригиналом и чертежом-подлинником?

ГЛАВА 29

ВИНТОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ И ИЗДЕЛИЯ С РЕЗЬБОЙ

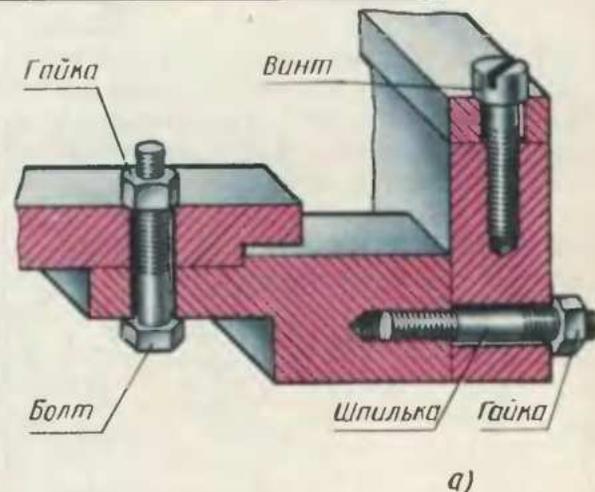
§ 1. ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ С ВИНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

В машиностроении широко применяются изделия с винтовыми поверхностями. Такие изделия можно разделить на три группы.

1. Крепежные изделия, применяемые для соединения деталей машин и механизмов, — болты, гайки, винты, шпильки (рис. 289, а), а также детали с резьбой для соединения двух деталей (рис. 289, б)

2. Детали с винтовыми поверхностями, применяемые для преобразования вращательного движения в поступательное, например, ходовые и грузовые подъемные винты (рис. 290, а), также детали для передачи вращения, например, червяк в паре с червячным колесом. Вращаясь, червяк сообщает вращательное движение червячному колесу (рис. 290, б).

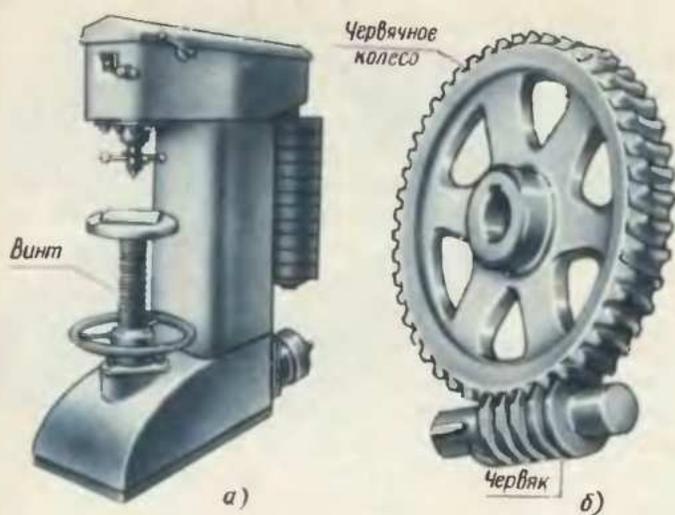
3. Изделия специального назначения. К таким изделиям относятся некоторые металлорежущие инструменты, например, фрезы, шарошки, сверла, метчики (рис. 291, а—г), а также винты-шнеки, служащие для разрыхления формовочных материалов в литейных цехах машиностроительных заводов (рис. 290, в).



а)



РИС. 289 б)



линдра, второе — равномерно-вращательное вокруг оси цилиндра (рис. 292, а).

Винтовые линии могут быть получены и на других поверхностях вращения, например, прямого кругового конуса (рис. 292, б), глобоидальной поверхности (рис. 292, в), на поверхности шара и т. п.

Практически винтовую линию на цилиндре можно получить следующим образом. Закрепив в патроне токарного станка цилиндрический стержень, сообщают ему равномерное вращение; к поверхности этого стержня подводят вершину головки резца и сообщают ему равномерное поступательное движение вдоль оси стержня. Тогда резец на поверхности стержня оставит след в виде винтовой линии (рис. 292, з). Если головку резца, заточенную в форме треугольника или трапеции, углубить в тело стержня, то резец выточит винтовую канавку (рис. 292, д).

Винтовая линия и резьба характеризуются шагом P . Шаг есть расстояние между соседними витками винтовой линии, измеренное по образующей цилиндра, или, иначе, шаг представляет собой расстояние, на которое точка, образующая винтовую линию, переместится вдоль оси цилиндра, сделав один оборот вокруг его оси. Часть винтовой линии, соответствующая одному ее шагу, называется витком.

Для построения изображения цилиндрической винтовой линии по данному диаметру цилиндра d , шагу

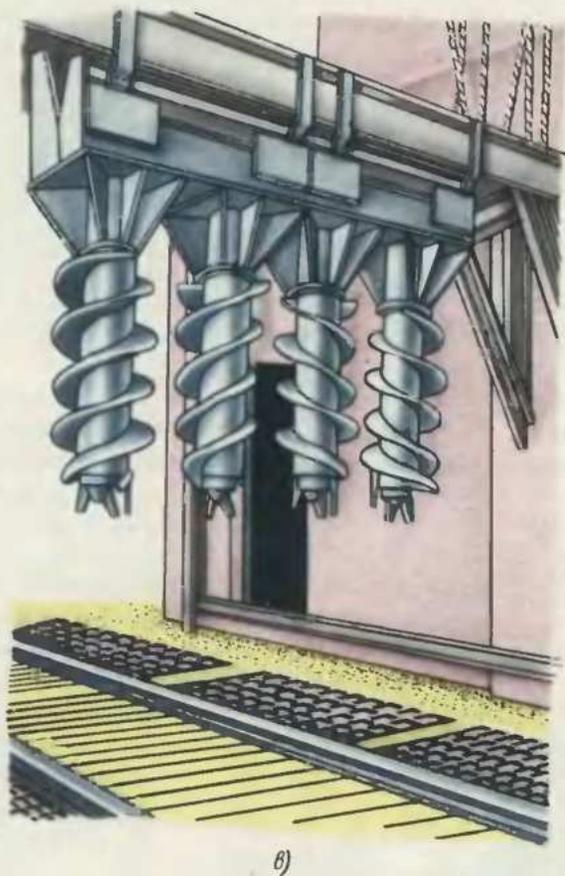


РИС. 290

§ 2. ОБРАЗОВАНИЕ ВИНТОВОЙ ЛИНИИ

Образование винтовой линии на поверхности прямого кругового цилиндра можно представить следующим образом. Точка A движется по поверхности цилиндра, совершая одновременно два движения: первое — равномерно-поступательное, вдоль образующей ци-

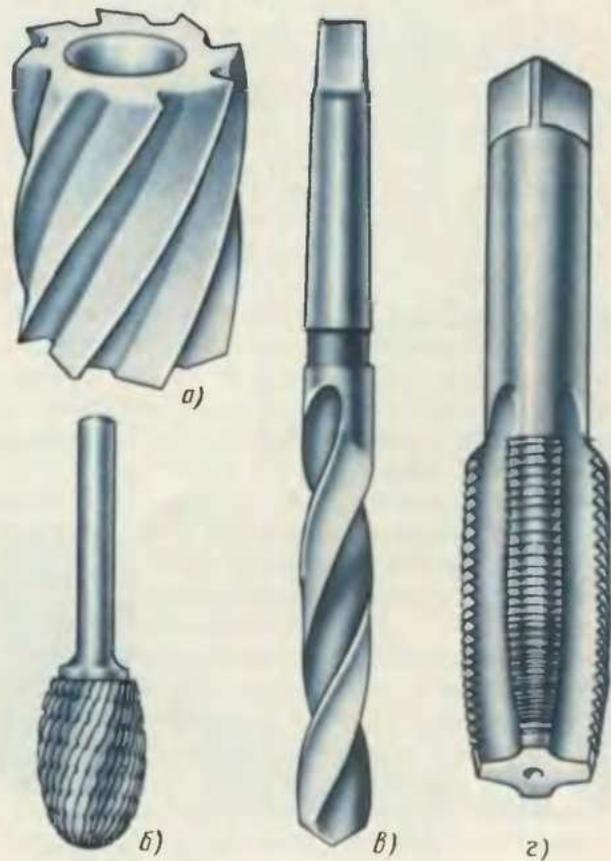


РИС. 291

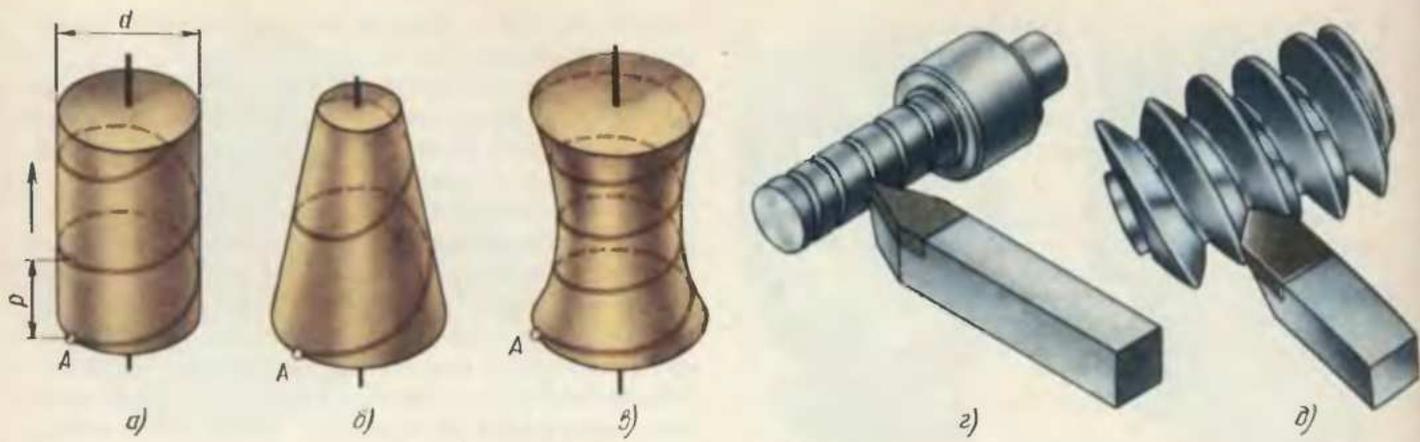


РИС. 292

винтовой линии P , направлению вращения точки (по часовой или против часовой стрелки) и направлению поступательного движения точки (вверх и вниз) окружность основания цилиндра делят на любое количество равных частей (на рис. 293 на двенадцать; чем больше делений, тем больше точность выполняемых построений). Точки деления нумеруют по направлению движения точки, образующей винтовую линию (на рис. 293 против часовой стрелки). Затем на контурной образующей цилиндра откладывают заданный шаг, который делят горизонтальными прямыми на то же количество равных частей; точки делений нумеруют снизу вверх.

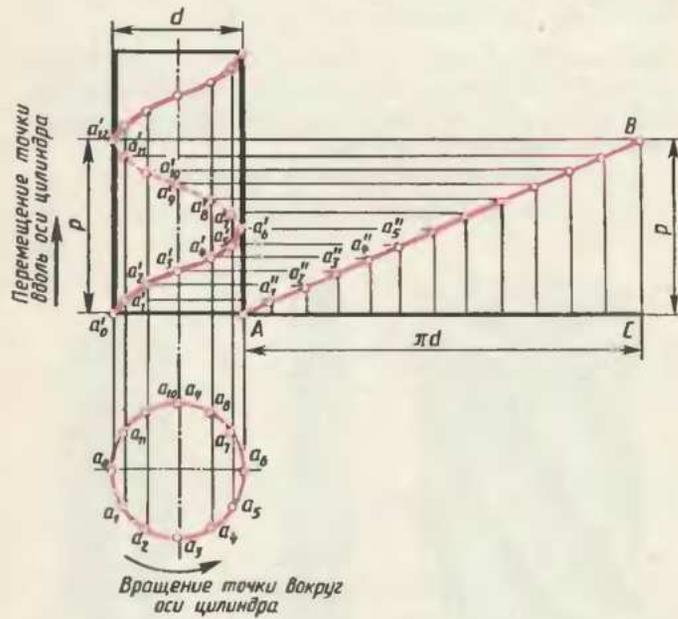


РИС. 293

Через точки деления окружности проводят вертикальные линии связи до пересечения с соответствующими горизонтальными прямыми, проведенными через точки деления шага, и получают точки a''_n , принадлежащие фронтальной проекции винтовой линии, затем соединяют их кривой при помощи лекала.

Развертка части цилиндрической поверхности, ограниченной винтовой линией на длине одного витка, представляет собой прямоугольный треугольник ABC (рис. 293), гипотенуза которого AB — развертка витка винтовой линии, катет AC — развертка окружности основания цилиндра, равная πd , меньший катет BC — шаг P винтовой линии.



РИС. 294

Различают правые и левые винтовые линии.

Если цилиндрический стержень с винтовой линией поставить вертикально, то винтовая линия, имеющая подъем вправо (рис. 294, *a*), называется правой. Соответственно и резьба называется правой.

Подъем винтовой линии влево (рис. 294, *б*) определяет левое направление винтовой линии или резьбы.

§ 3. ВИНТОВАЯ ЛЕНТА

Если по поверхности прямого кругового цилиндра перемещать отрезок прямой линии *AB*, параллельный оси цилиндра, с такой же закономерностью, как точку, образующую винтовую линию, то этот отрезок оставит на цилиндре след — винтовую ленту (рис. 295, *a*).

Из рис. 295, *a* видно, что точка *A* одного конца, образующего ленту отрезка прямой, описывает винтовую линию. Второй конец *B* этого отрезка описывает вторую винтовую линию, все точки которой будут находиться на одинаковом расстоянии от точек первой винтовой линии, измеренном вдоль оси цилиндра. Это расстояние равно длине отрезка *AB*.

Таким образом, построение винтовой ленты на чертеже сводится к построению одной винтовой линии, соответствующей, например, точке *A* отрезка. Фронтальные проекции точек второй винтовой линии, образуемой точкой *B*, можно найти, проводя произвольное количество прямых, параллельных оси цилиндра, и откладывая на них от точек первой винтовой линии отрезки, равные отрезку *AB*.

§ 4. ПРЯМОЙ ГЕЛИКОИД

Если в качестве образующей винтовой поверхности взять отрезок *AB* (рис. 295, *б*), перпендикулярный оси цилиндра, и этому отрезку сообщить одновременно два

равномерных движения — вращательное и поступательное (вокруг и вдоль оси цилиндра), то концы отрезка *A* и *B* образуют две цилиндрические винтовые линии, а сам отрезок — винтовую поверхность. Такая винтовая поверхность называется прямым геликоидом (рис. 295, *б*).

§ 5. НАКЛОННЫЙ ГЕЛИКОИД

Если в качестве образующей винтовой поверхности взять отрезок *AB*, не перпендикулярный оси цилиндра (рис. 295, *в*), то концы отрезка *A* и *B* опишут цилиндрические винтовые линии, а сам отрезок образует винтовую поверхность. Эта винтовая поверхность называется наклонным геликоидом (рис. 295, *в*). Построение поверхности винтового наклонного геликоида также сводится к построению двух винтовых линий.

§ 6. ПОСТРОЕНИЕ ВИНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Если к поверхности прямого кругового цилиндра прикасается одной стороной произвольная плоская фигура так, что ее плоскость проходит через ось цилиндра (рис. 296), то в результате винтового движения фигуры без изменения ее положения относительно оси цилиндрической поверхности получается винтовой выступ.

Цилиндр с винтовым выступом называют цилиндрическим винтом, а винтовой выступ — резьбой винта. Фигура, образующая винтовой выступ, называется профилем резьбы.

В зависимости от формы профиля резьбы, образующего винтовой выступ, винты могут быть с квадратной (рис. 296, *a*), треугольной (рис. 296, *б*), трапециевидальной (рис. 296, *в*) резьбой, а также с резьбой иных профилей. Помимо формы профиля резьба характеризуется ее наружным d и внутренним d_1 диаметрами и шагом P (рис. 296, *a*). При винтовом движении плоского профиля по внутренней цилиндрической поверхности (рис. 296, *г*) образуется внутренняя резьба, которая также характеризуется наружным D и внутренним D_1 диаметрами и шагом P .

Построение изображений винтовых линий и поверхностей на машиностроительных чертежах производится не для всех видов изделий, имеющих винтовую поверхность, а только для изделий специального назначения.

Рассмотрим, например, построение винтовой поверхности части специального винта — шнекового транспортера, который служит для перемещения сыпучих и кусковых материалов (рис. 297, *a*).

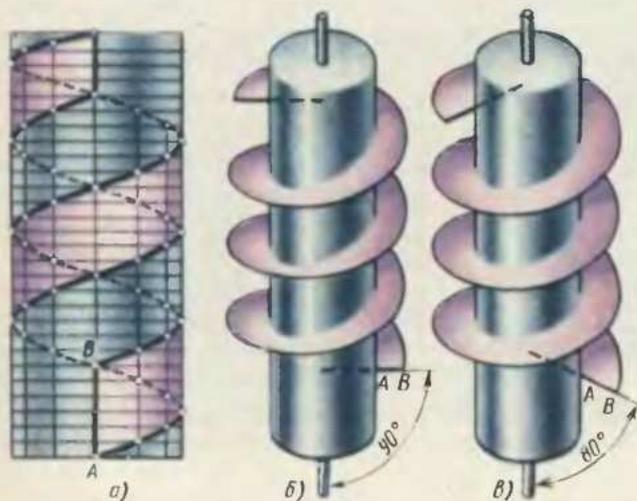


РИС. 295

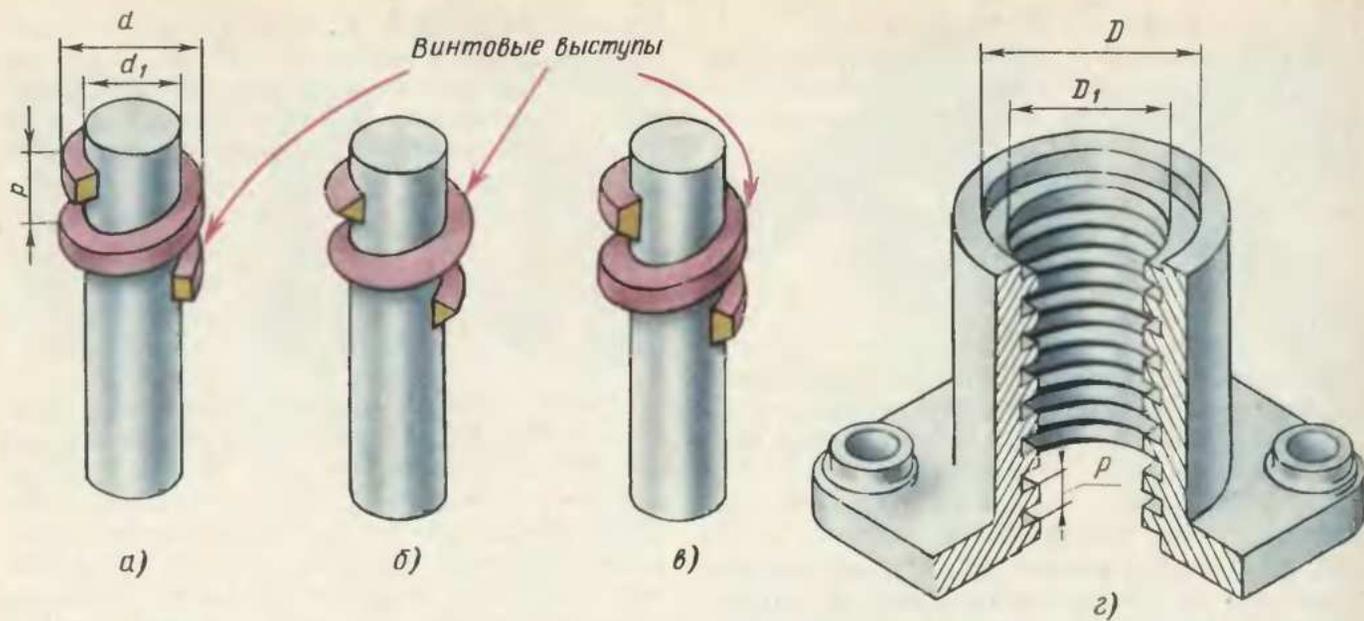


РИС. 296

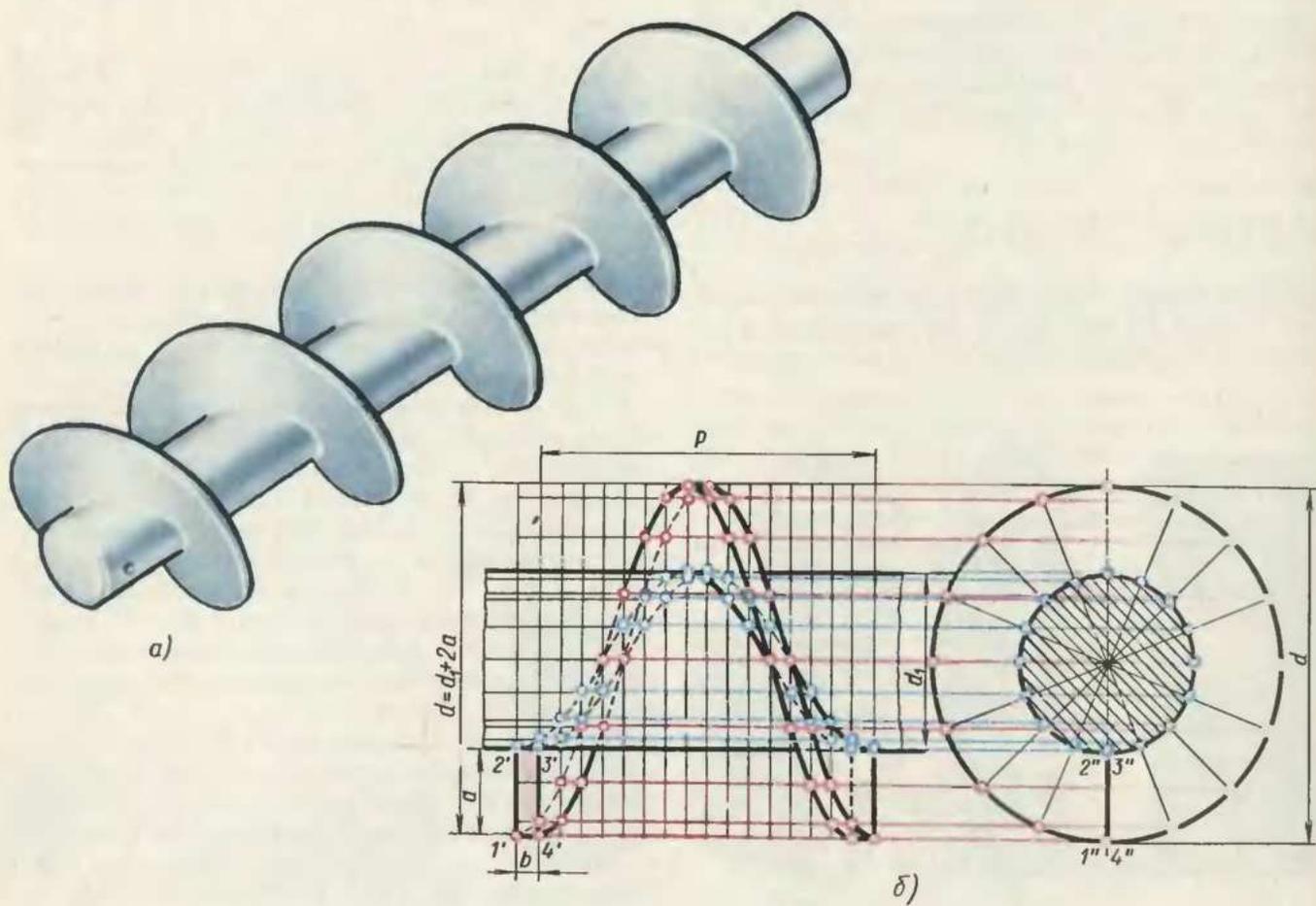


РИС. 297

Данные для построения: а) шаг винтовой линии P ; б) профиль винтового выступа шнека — прямоугольник со сторонами a и b ; в) диаметр цилиндрической поверхности d_1 .

Построение выполняют в следующем порядке (рис. 297, б).

1. Строят проекции цилиндров диаметров d_1 и $d(d=d_1+2a)$.

2. Вычерчивают фронтальную проекцию профиля — прямоугольника со сторонами a и b . Сторона b прямоугольника должна соприкасаться с контурной образующей поверхности цилиндра диаметра d_1 .

3. Строят винтовые линии с шагом, равным P , для точек $2'$ и $3'$, расположенных на цилиндрической поверхности диаметра d_1 .

4. Строят винтовые линии (с тем же шагом P) для точек $1'$ и $4'$, расположенных на цилиндрической поверхности диаметра d .

Построив проекции винтовых линий точек $1'$ и $2'$, можно легко построить проекции винтовых линий точек $4'$ и $3'$, так как расстояние, измеренное параллельно оси винта между любой точкой, построенной винтовой линии и соответствующей ей точкой строящейся винтовой линии, равно высоте профиля. Расстояния между точками $1'$ и $4'$ и точками $2'$ и $3'$ равно b . Поэтому можно на горизонтальных прямых, проходящих через точки построенных винтовых линий, отложить от этих точек в соответствующем направлении отрезки, равные b .

§ 7. МНОГОЗАХОДНЫЕ ВИНТЫ И РЕЗЬБЫ

Пусть по цилиндру движется не одна точка, образующая винтовую линию, а две, имеющие исходное положение на противоположных концах какого-либо диаметра окружности основания цилиндра. Тогда на цилиндре получаются две винтовые линии, смещенные относительно друг друга: на цилиндре будут два захода винтовых линий.

Если одновременно перемещать два, три или четыре профиля равномерно расположенных на поверхности цилиндра, то получается двух-, трех- или четырехзаходные винтовые выступы или, иначе, винты с двух-, трех- и четырехзаходной резьбой.

На рис. 298, а резьба двухзаходная правая с трапецидальным профилем. На рис. 298, б изображен винт трехзаходный правый с прямоугольным профилем, а на рис. 298, в представлен винт с левой восьмизаходной резьбой с треугольным профилем.

Для всех многозаходных винтов шаг их винтовых линий будет называться ходом и обозначаться буквой P_h .

Шагом P в этих случаях называется расстояние между двумя соседними винтовыми выступами (соседними витками резьбы) в направлении оси винта. Сле-

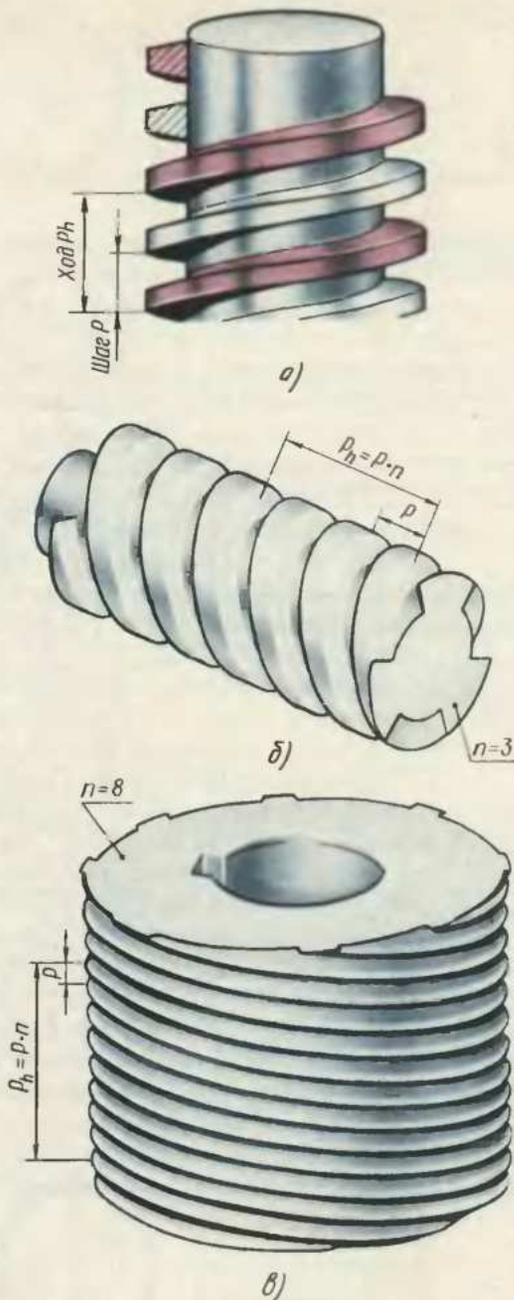


РИС. 298

довательно, ход P_h винта, имеющего n заходов, будет равен шагу P , умноженному на число заходов n ; $P_h = Pn$.

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

По ГОСТ 2.311—68 (СТ СЭВ 284—76) 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 $\frac{3}{4}$ 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 $\frac{3}{4}$ 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).

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

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

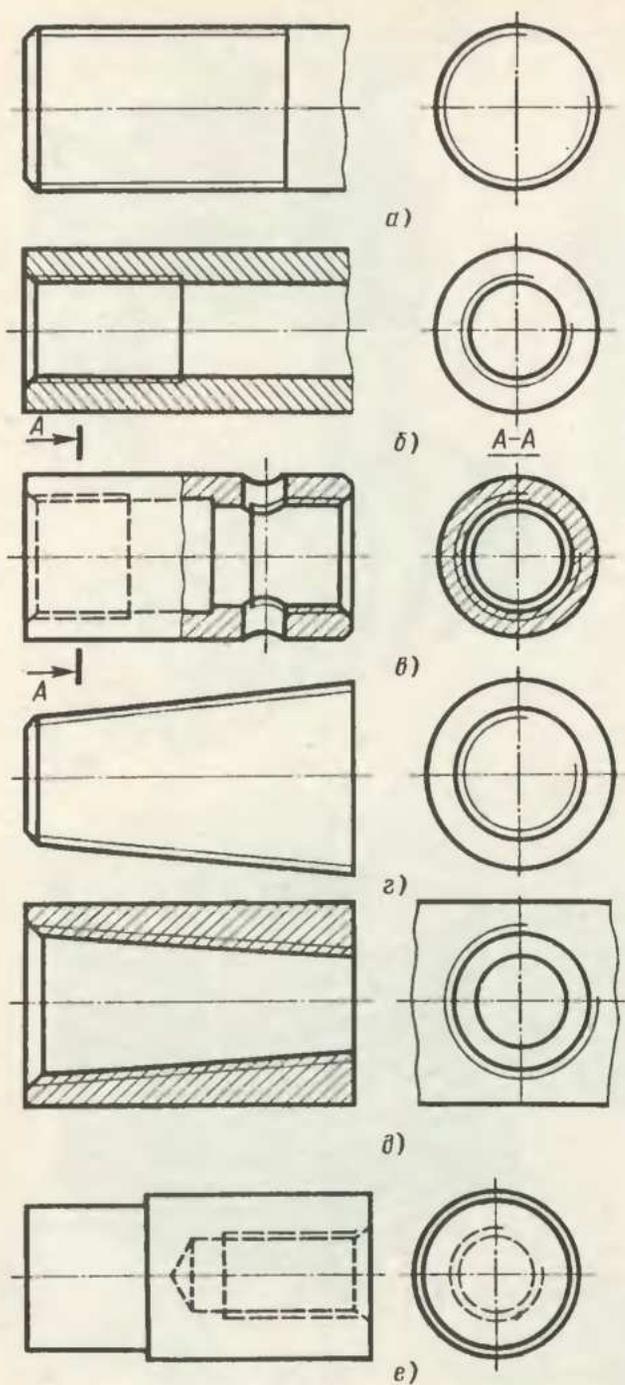


РИС. 299

§ 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

В машиностроении широко применяют детали, имеющие различные резьбы, каждая из которых наиболее полно отвечает назначению и условиям функционирования резьбового соединения. Резьбы, применяемые для неподвижных соединений, называются крепежными. Резьбы, применяемые в подвижных соединениях для передач заданного перемещения одной детали относительно другой, называются кинематическими (ходовыми).

Резьба, образованная на цилиндрической поверхности, называется цилиндрической резьбой, на конической поверхности — конической резьбой.

При резьбовом соединении двух деталей одна из них имеет наружную резьбу (рис. 300, а), выполненную на наружной поверхности, а другая — внутреннюю, выполненную в отверстии (рис. 300, б).

Под размером резьбы понимается значение ее наружного диаметра, который называют номинальным диаметром резьбы.

В машиностроении применяются стандартные цилиндрические и конические резьбы разных типов, отличающихся друг от друга назначением и параметрами: метрическая, трубная цилиндрическая, трубная коническая, трапецеидальная, упорная и др.

Стандарты, устанавливающие параметры той или иной резьбы, предусматривают также ее условное обозначение на чертежах. Обозначение резьбы обычно включает в себя буквенное обозначение, определяющее тип резьбы, а также размер резьбы.

Основным элементом резьбы является ее профиль, установленный соответствующим стандартом.

§ 2. МЕТРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

Метрическая резьба наиболее часто применяется в крепежных деталях (винты, болты, шпильки, гайки).

Основные размеры метрической резьбы устанавливает ГОСТ 24705—81 (СТ СЭВ 182—75). Номинальный профиль и размеры его элементов устанавливает ГОСТ 9150—81 (СТ СЭВ 180—75). На рис. 301, а изображен профиль метрической резьбы: d — наружный диаметр наружной резьбы (болта); d_1 — внутренний диаметр болта; P — шаг резьбы; ГОСТ 8724—81 (СТ СЭВ 181—75) устанавливает диаметры и шаги метрической резьбы (табл. 11).

Кроме того, стандартизована резьба метрическая для диаметров от 1 до 180 мм на деталях из пластмасс ГОСТ 11709—81 (СТ СЭВ 1158—78).

В зависимости от назначения детали метрическую резьбу нарезают с крупным или мелким шагом. При одинаковых номинальных диаметрах шаг мелкой резьбы может быть различным (табл. 11).

Основные размеры метрической резьбы устанавливает ГОСТ 24705—81 (СТ СЭВ 182—75) (табл. 12).

Обозначение резьбы включает в себя буквенное обозначение, определяющее тип резьбы, а также размер резьбы.

Величина шага в обозначение резьбы с крупным шагом не входит, так как каждому наружному диаметру резьбы по ГОСТ 8724—81 (см. табл. 11) соответствует только одно значение крупного шага.

В обозначении метрической резьбы с мелким шагом должна указываться величина шага, так как шаг может быть различным при одном и том же наружном диаметре резьбы (см. табл. 11).

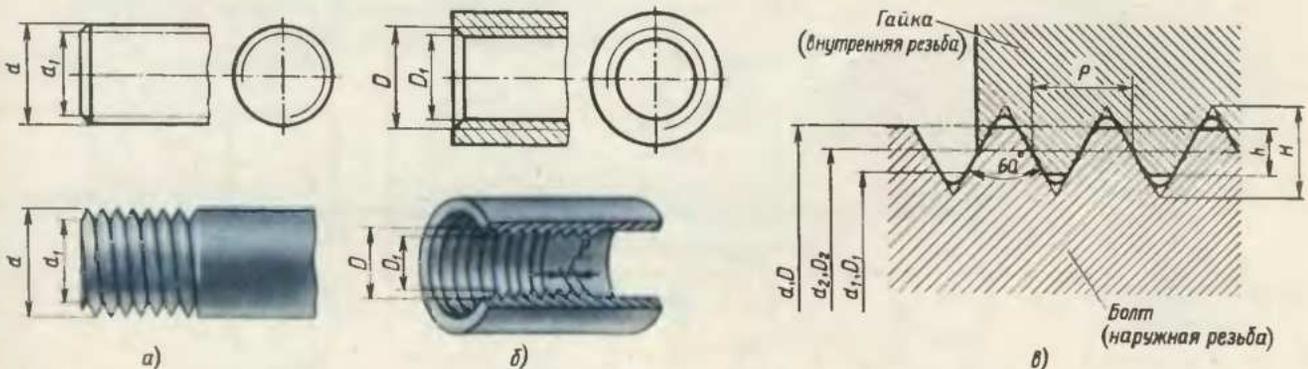
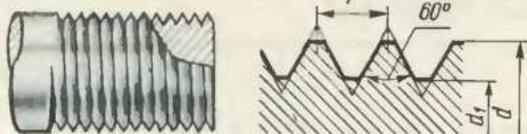


РИС. 300

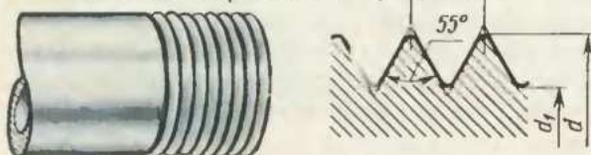
Диаметры и шаги метрической резьбы, мм
(выдержка из ГОСТ 8724—81)

Номинальный диаметр резьбы			Шаг P	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крупный	мелкий
—	—	15	—	1,5; (1)
16	—	—	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
—	—	17	—	1,5; (1)
—	18	—	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
20	—	—	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
—	22	—	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	—	—	3	2; 1,5; 1; 0,75
—	—	25	—	2; 1,5; (1)
—	—	(26)	—	1,5
—	27	—	3	2; 1,5; 1; 0,75
30	—	(28)	—	2; 1,5; 1
—	—	—	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75

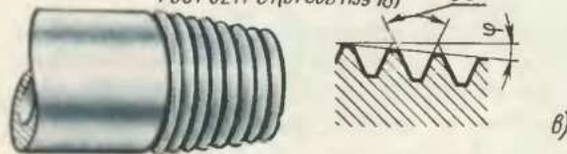
Примечания: 1. При выборе диаметров резьб следует предпочитать первый ряд второму, а второй — третьему.
2. Диаметры и шаги резьб, заключенные в скобки, по возможности не применять.

Резьба метрическая
ГОСТ 9150—81 (СТ СЭВ 180—75)

а)

Резьба трубная
цилиндрическая
ГОСТ 6357—81 (СТ СЭВ 1157—78)

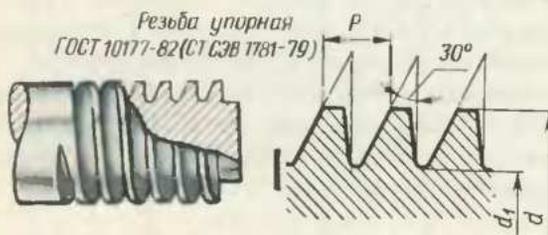
б)

Резьба трубная
коническая
ГОСТ 6211—81 (СТ СЭВ 1159—78)

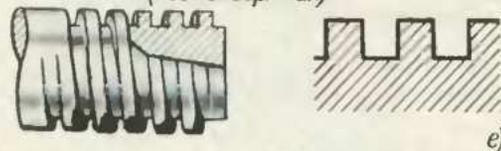
в)

Резьба
трипецидальная
ГОСТ 9484—81 (СТ СЭВ 146—78)

г)

Резьба упорная
ГОСТ 10177—82 (СТ СЭВ 1781—79)

д)

Резьба
прямоугольная
(нестандартная)

е)

РИС. 301

Основные размеры метрической резьбы с крупным шагом, мм
(выдержка из ГОСТ 24705—81)

Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	16	20	24	30
Наружный диаметр гайки D	6	8	10	12	16	20	24	30
Внутренний диаметр болта d_1	4,917	6,647	8,376	10,106	13,835	17,294	20,752	26,211
Шаг резьбы P	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5

Таблица 12

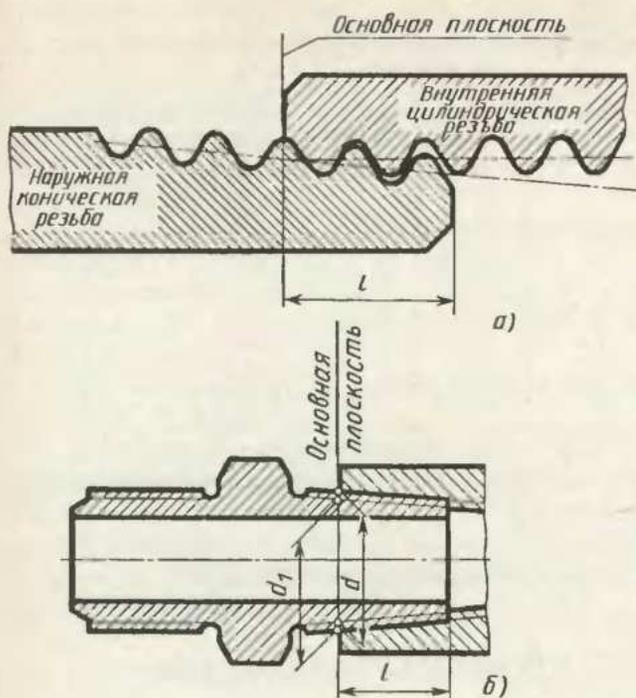


РИС. 302

На производственных чертежах в обозначение метрической резьбы входит также обозначение поля допуска диаметра резьбы, которое состоит из цифры, обозначающей степень точности, и буквы латинского алфавита (прописной — для внутренней резьбы; строчной — для наружной резьбы), обозначающей основное

отклонение. Это обозначение следует за обозначением размера резьбы.

Например, внутренняя резьба в отверстии обозначается $M42 \times 3(P1)LH-6H$, наружная резьба обозначается $M42 \times 3(P1)L4-6H$. Более подробные сведения о степени точности приведены в гл. 36.

§ 3. ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

Трубная цилиндрическая резьба применяется для соединения труб и фитингов, где требуется герметичность. Профиль резьбы — равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° (рис. 301, б).

Для трубной цилиндрической резьбы установлено два класса точности А и В.

Основные размеры трубной цилиндрической резьбы устанавливает ГОСТ 6357—81 (СТ СЭВ 1157—78) (табл. 13).

Таблица 13

Основные размеры трубной цилиндрической резьбы, мм (выдержка из ГОСТ 6357—81)

Обозначение размера резьбы	Диаметр резьбы		Шаг P
	наружный $d=D$	внутренний $d_1=D_1$	
$1/4$	13,157	11,445	1,337
$1/2$	20,955	18,631	1,814
1	33,249	30,291	2,309
$1 1/4$	41,910	38,952	2,309
$1 1/2$	47,803	44,845	2,309
$1 3/4$	53,746	50,788	2,309
2	59,614	56,656	2,309

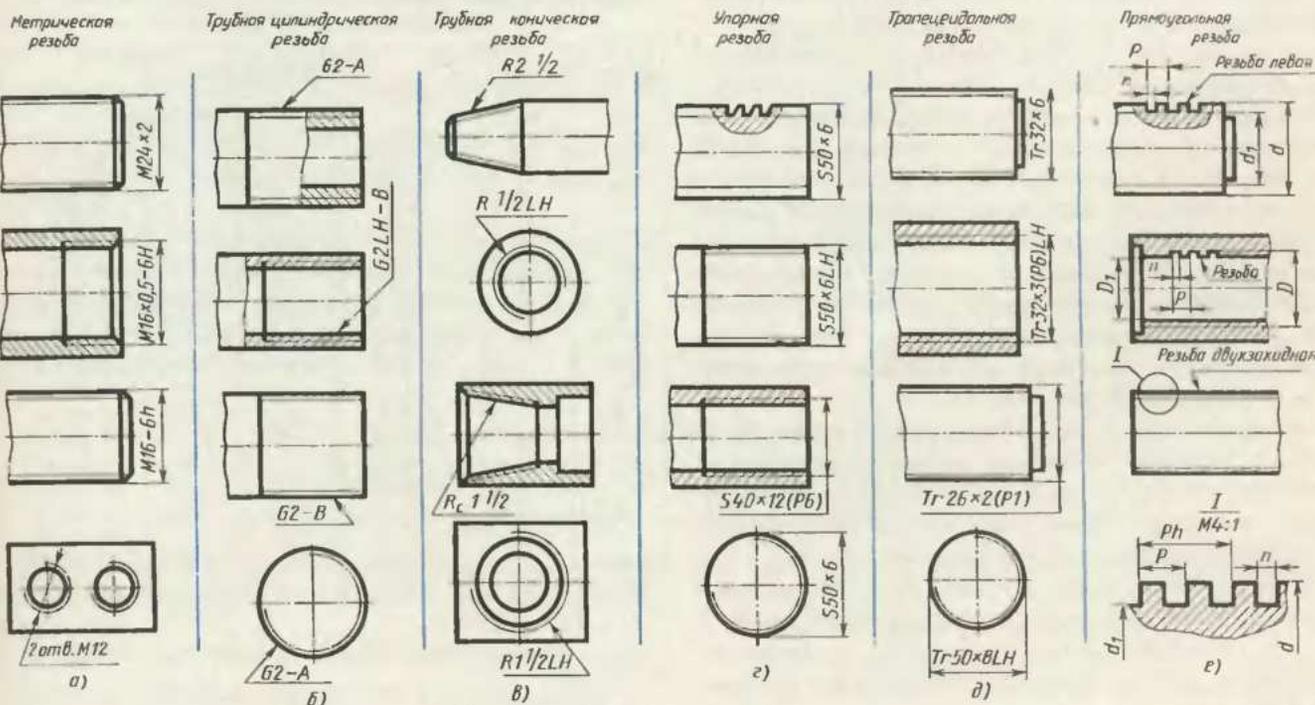


РИС. 303

Основные размеры трубной конической резьбы, мм
(выдержка из ГОСТ 6211—81)

Обозначение размера резьбы	Шаг P	Диаметры резьбы в основной плоскости		Длина наружной резьбы l (от торца до основной плос- кости)
		$d=D$	$d_1=D_1$	
$1/4$	1,337	13,157	11,445	6,0
$3/8$	1,337	16,662	14,950	6,4
$1/2$	1,814	20,955	18,631	8,2
$3/4$	1,814	26,441	24,117	9,5
1	2,309	33,249	30,291	10,4
$1 1/4$	2,309	41,910	38,952	12,7
$1 1/2$	2,309	47,803	44,845	12,7
2	2,309	59,614	56,656	15,9

В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы должны входить: буква G , обозначение размера резьбы и класса точности.

Пример условного обозначения трубной цилиндрической резьбы: класса точности A : $G 1 1/2-A$; левой резьбы класса точности B : $G 1 1/2 LH-B$.

Обозначение это условное, так как указывает не наружный диаметр резьбы, а отверстия в трубе.

Наружный диаметр трубной резьбы будет больше обозначенного на чертеже. Например, обозначение $G 1 1/4-A$ соответствует трубной резьбе, имеющей наружный диаметр $d=41,91$ мм и предназначенной для трубы с внутренним диаметром $1 1/4$.

Трубная цилиндрическая резьба одного и того же размера может быть выполнена на трубах с различной толщиной стенки и даже на сплошном стержне.

Примеры обозначения трубной цилиндрической резьбы показаны на рис. 303, б.

$R 1 1/2$; левая внутренняя трубная коническая резьба $1 3/4$: $R_c 1 3/4 LH$.

Примеры обозначения трубной конической резьбы на чертежах показаны на рис. 303, в.

§ 4. ТРУБНАЯ КОНИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

Трубная коническая резьба (рис. 301, в) применяется в случаях, когда требуется повышенная герметичность соединения труб при больших давлениях жидкости или газа.

ГОСТ 6211—81 (СТ СЭВ 1159—78) распространяется на трубную коническую резьбу с конусностью 1:16, применяемую в конических резьбовых соединениях (рис. 302, б), а также в соединениях наружной трубной конической резьбы с внутренней трубной цилиндрической резьбой (рис. 302, а).

Профиль конической резьбы (рис. 301, в) — равнобедренный треугольник с углом 55° при вершине, биссектриса которого перпендикулярна к оси конуса.

При конусности 1:16 образующая конуса наклонена к оси под углом $1^\circ 47' 24''$.

Размеры трубной конической резьбы (табл. 14) измеряются в так называемой основной плоскости (рис. 302, б). Под основной плоскостью подразумевается плоскость, перпендикулярная оси трубы, совпадающая с торцом детали (муфты), имеющей внутреннюю резьбу. Если деталь с наружной конической резьбой ввинтить в деталь (муфту) без натяга, то эта деталь войдет туда на некоторую длину l , определяющую положение основной плоскости относительно конца (торца) детали (рис. 302, б).

Условный размер и параметры трубной конической резьбы в основной плоскости (табл. 14) полностью соответствуют параметрам трубной цилиндрической резьбы с тем же условным размером, шагом и числом витков на длине одного дюйма (рис. 302, а).

В условное обозначение трубной конической резьбы входят: буквы (R — для конической наружной резьбы, R_c — для конической внутренней резьбы) и обозначение размера резьбы. Левая резьба дополняется буквами LH .

Например: наружная трубная коническая резьба $1 1/2$:

§ 5. ТРАПЕЦЕИДАЛЬНАЯ РЕЗЬБА

Трапецеидальная резьба относится к кинематическим резьбам и предназначена для передачи движения. ГОСТ 9484—81 (СТ СЭВ 146—78) устанавливает профиль и размеры его элементов. Профиль трапецеидальной резьбы — равнобочная трапеция с углом между ее боковыми сторонами, равным 30° (рис. 301, г). Эта резьба применяется главным образом в деталях механизмов для преобразования вращательного дви-

Таблица 15

Диаметры и шаги трапецеидальных однозаходных резьб, мм
(выдержка из ГОСТ 24738-81)

Диаметр резьбы, d		Шаг P	Диаметр резьбы d		Шаг P
Ряд 1	Ряд 2		Ряд 1	Ряд 2	
10	—	1,5; 2	—	42	3; 7; 10
—	11	2; 3	44	—	3; 7; 12
12	—	2; 3	—	46	3; 8; 12
—	14	2; 3	48	—	3; 8; 12
16	—	2; 4	—	50	3; 8; 12
—	18	2; 4	52	—	3; 8; 12
20	—	2; 4	—	55	3; 9; 14
—	22	3; 5; 8	60	—	3; 9; 14
24	—	3; 5; 8	—	65	4; 10; 16
—	26	3; 5; 8	70	—	4; 10; 16
28	—	3; 5; 8	—	75	4; 10; 16
—	30	3; 6; 10	80	—	4; 10; 16
32	—	3; 6; 10	—	85	4; 12; 18
—	34	3; 6; 10	90	—	4; 12; 18
36	—	3; 6; 10	—	95	4; 12; 18
—	38	3; 7; 10	100	—	4; 12; 20
40	—	3; 7; 10	—	110	4; 12; 20

Примечания:
1. Выделенные шаги являются предпочтительными.
2. При выборе диаметров резьбы следует предпочитать первый ряд второму.

Диаметры и шаги упорной резьбы, мм
(выдержка из ГОСТ 10177-82)

Номинальный диаметр резьбы d		Шаг P	Номинальный диаметр резьбы d		Шаг P
Ряд 1	Ряд 2		Ряд 1	Ряд 2	
10	—	2	—	42	3; 7; 10
12	—	2; 3	44	—	3; 7; 12
—	14	2; 3	—	46	3; 8; 12
16	—	2; 4	48	—	3; 8; 12
—	18	2; 4	—	50	3; 8; 12
20	—	2; 4	52	—	3; 8; 12
—	22	3; 5; 8	—	55	3; 9; 14
24	—	3; 5; 8	60	—	3; 9; 14
—	26	3; 5; 8	—	65	4; 10; 16
28	—	3; 5; 8	70	—	4; 10; 16
—	30	3; 6; 10	—	75	4; 10; 16
32	—	3; 6; 10	80	—	4; 10; 16
—	34	3; 6; 10	—	85	4; 12; 18; 20
36	—	3; 6; 10	90	—	4; 12; 18; 20
—	38	3; 7; 10	—	95	4; 12; 18; 20
40	—	3; 7; 10	100	—	4; 12; 20
—	—	—	—	110	4; 12; 20

Примечания:
 1. Выделенные шаги являются предпочтительными.
 2. При выборе диаметров резьбы следует предпочитать первый ряд второму.

жения в поступательное при значительных нагрузках. Например, в ходовых винтах станков, винтах суппортов, грузовых винтах прессов.

Основные размеры для однозаходной трапецидальной резьбы устанавливает ГОСТ 24737—81 (СТ СЭВ 838—78), а ГОСТ 24738—81 (СТ СЭВ 639—77) — диаметры и шаги (табл. 15).

Основные размеры для многозаходной резьбы устанавливает ГОСТ 24739—81 (СТ СЭВ 185—79).

В условное обозначение этой резьбы по ГОСТу входят: буквы *Tr*, размер наружного диаметра и шаг резьбы, например, *Tr 28×5*.

Если резьба левая, то к ее обозначению добавляют буквы *LH*: *Tr 28×5 LH*.

В обозначении многозаходной трапецидальной резьбы указываются наружный диаметр, ход резьбы и в скобках буква *P* и числовое значение шага, например: *Tr 28×5 (P1)*.

Примеры обозначения трапецидальной резьбы на чертежах показаны на рис. 303, д.

§ 6. УПОРНАЯ РЕЗЬБА

Упорная резьба применяется при больших односторонних усилиях, действующих в осевом направлении. ГОСТ 10177—82 (СТ СЭВ 1781—79) предусматривает форму профиля и основные размеры для однозаходной упорной резьбы (табл. 16). Профиль резьбы (рис. 301, д) представляет собой трапецию, одна сторона которой является рабочей стороной профиля, и ее положение определяется углом наклона 3° к прямой, перпендикулярной оси. Другая сторона трапеции (нерабочая сторона профиля) имеет угол наклона 30° . Упорная резьба может выполняться с разными шагами при одном и том же диаметре.

В условное обозначение упорной резьбы должны входить: буква *S*, номинальный диаметр и шаг, например: *S60×9*.

Для левой резьбы после условного обозначения размера резьбы указывают буквы *LH*, например: *S60×9LH*.

В условное обозначение многозаходной резьбы должны входить: буквы *S*, номинальный диаметр, значение хода и в скобках буква *P* и значение шага, например, для двухзаходной резьбы с шагом 8 мм и значением хода 16 мм: *S60×16(P8)*.

Примеры обозначения упорной резьбы на чертежах показаны на рис. 303, г.

В обозначении резьбы обозначение поля допуска резьбы должно следовать за обозначением размера резьбы через тире, например: *S 80×16(P8) LH—7h*.

§ 7. ПРЯМОУГОЛЬНАЯ РЕЗЬБА

Прямоугольная резьба с нестандартным профилем изображается, как представлено на рис. 301, е, с нанесением всех размеров, необходимых для изготовления резьбы (форма профиля, наружный и внутренний диаметры, шаг). Дополнительные сведения — число заходов, направление резьбы и т. д. — наносят на полке линии-выноски в виде надписи с добавлением слова «Резьба» (рис. 303, е).

На рис. 303, е приведены обозначения резьбы на чертежах деталей.

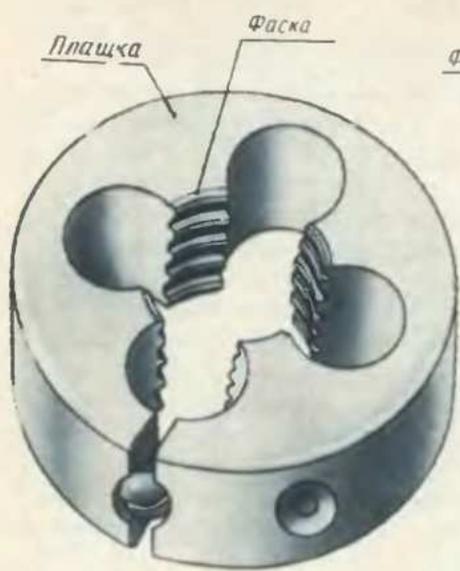
ГЛАВА 31 СБЕГ РЕЗЬБЫ, ФАСКИ, ПРОТОЧКИ

Для выполнения резьбы применяются различные специальные инструменты: плашки, метчики, фрезы, резцы.

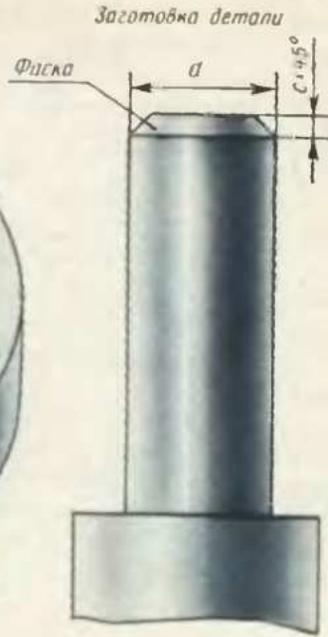
Плашка (рис. 304, а) применяется для нарезания резьбы на стержнях (болтах, винтах, шпильках), т. е. наружной резьбы (рис. 304, в), метчик (рис. 305, а) —

для нарезки внутренней резьбы в отверстиях деталей (рис. 305, в).

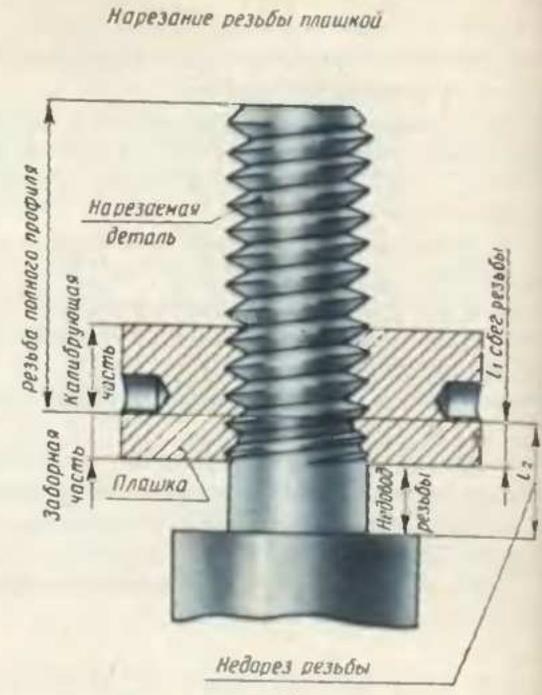
Плашки применяют для нарезания наружной резьбы на заранее подготовленной заготовке детали — стержне диаметром d (рис. 304, б). Метчики применяют для нарезания резьбы на заранее просверленном отверстии детали диаметром d_1 (рис. 305, б).



а)

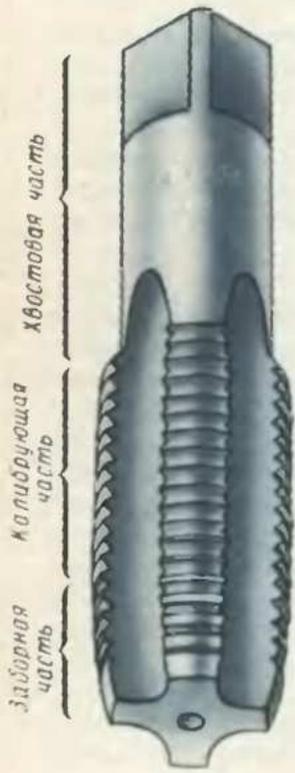


б)

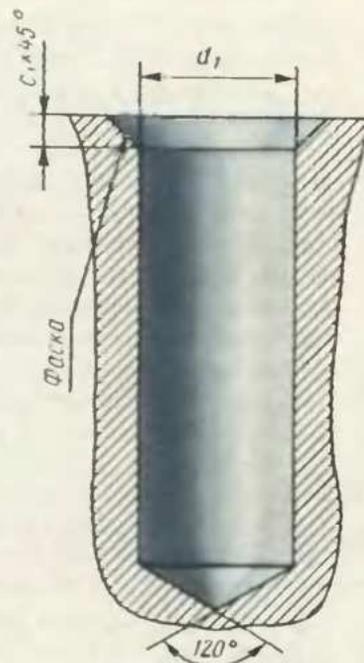


в)

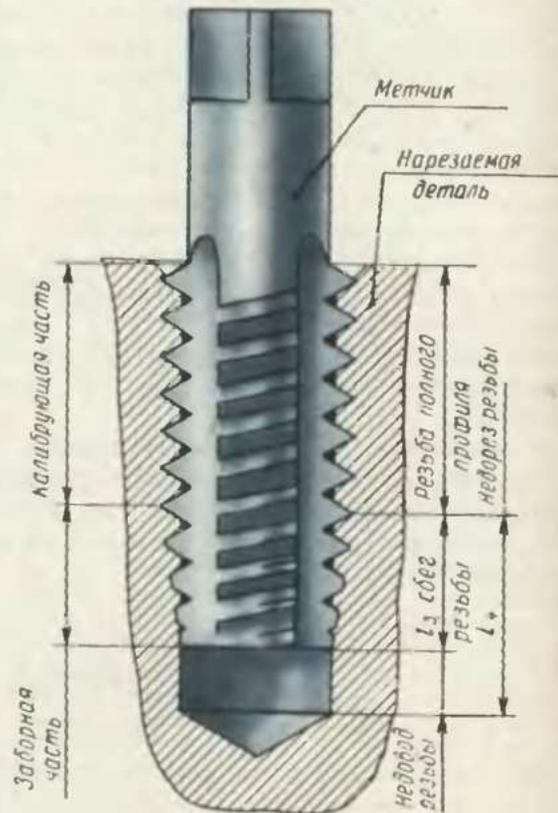
РИС. 304



а)



Заготовка отверстия
б)



в)

Нарезание резьбы метчиком

РИС. 305

Режущая часть плашки состоит из двух частей: конической (заборной) и цилиндрической (калибрующей) (рис. 304, в). Поэтому на нарезаемом стержне остается в конце резьбы неполноценный участок длиной l_1 с постепенно уменьшающимся по высоте профилем. Этот участок с неполноценной резьбой называется **сбегом резьбы** (рис. 304, в).

Если нарезаемая часть стержня ограничивается какой-либо опорной поверхностью (буртиком, головкой, заплечиком и т. п.), то при нарезании резьбы плашка (во избежание поломки) обычно не доводится до упора в эту поверхность. При этом на стержне остается участок, называемый **недоводом резьбы** (рис. 304, в). Участок стержня l_2 , включающий в себя сбег и недовод, называется **недорезом резьбы**.

На рис. 305, б представлено глухое (несквозное) отверстие, на его дне изображено коническое углубление, остающееся от сверла. Угол при вершине конуса равен 120° , его размеры на чертежах не наносятся. У метчика, как у плашки, имеется заборная часть и калибрующая. При нарезании резьбы метчиком образуется сбег резьбы l_3 , определяемый заборной частью метчика, и резьба полного профиля. При нарезании резьбы в глухом отверстии метчик (во избежание его поломки) не доводится до упора в дно отверстия, поэтому будет иметь место недовод резьбы и, следовательно, недорез резьбы l_4 (рис. 305, в).

На рис. 306, а и б изображены чертежи стержня и отверстия с резьбой. При необходимости сбег резьбы на чертежах изображают сплошной тонкой линией. На выносных элементах изображены формы сбега резьбы.

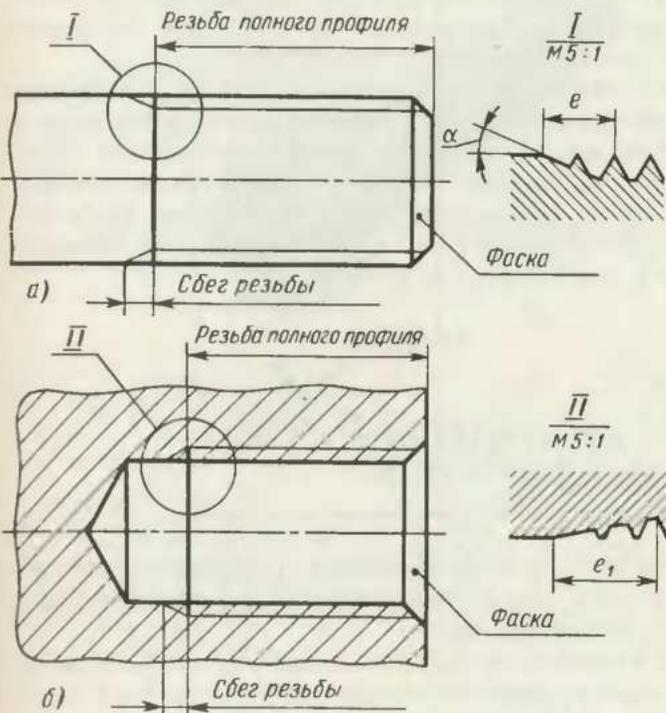


РИС. 306

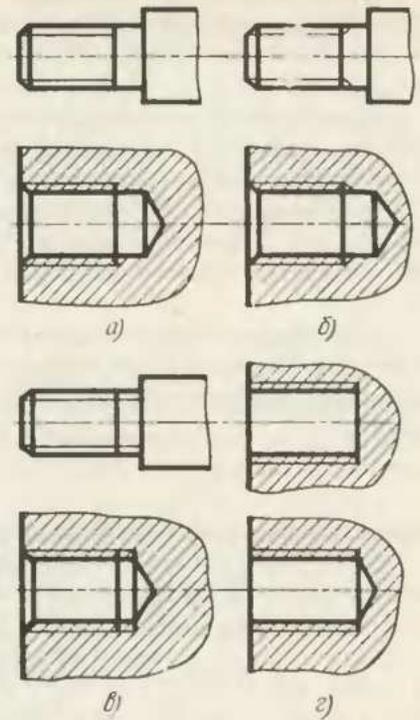


РИС. 307

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега) (рис. 307, а).

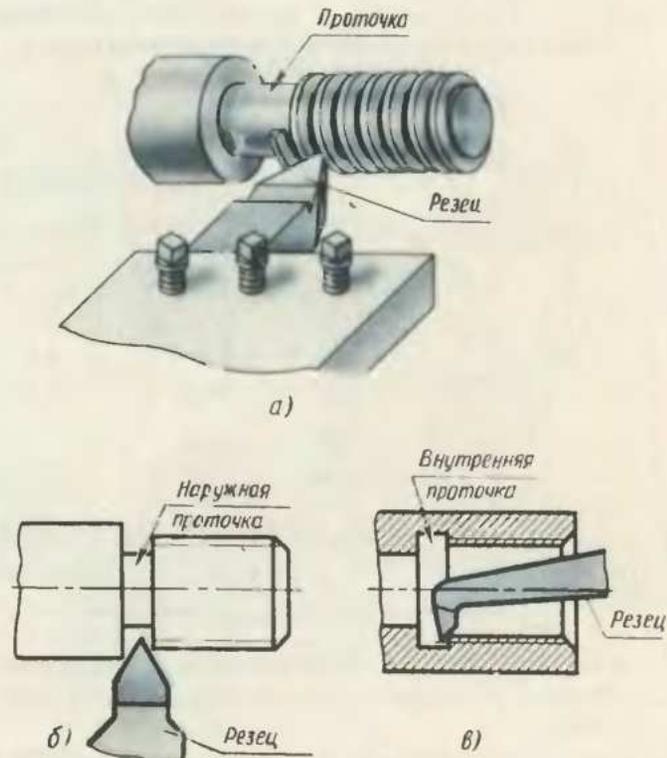


РИС. 308

При необходимости указания длины резьбы со сбегом изображение ее выполняют, как показано на рис. 307, б. Допускается изображать сбеги резьбы, как показано на рис. 307, в.

До нарезания резьбы на конце стержня (см. рис. 304, б) выполняется фаска. Эта фаска представляет собой коническую поверхность, образующая которой составляет с осью стержня угол 45° и обозначается, как показано на рис. 304, б. При нарезании внутренней резьбы в начале отверстия выполняется фаска, как показано на рис. 305, б.

Часто резьба нарезается на токарных или револьверных станках при помощи резца, заточенного в соответствии с профилем нарезаемой резьбы (рис. 308, а).

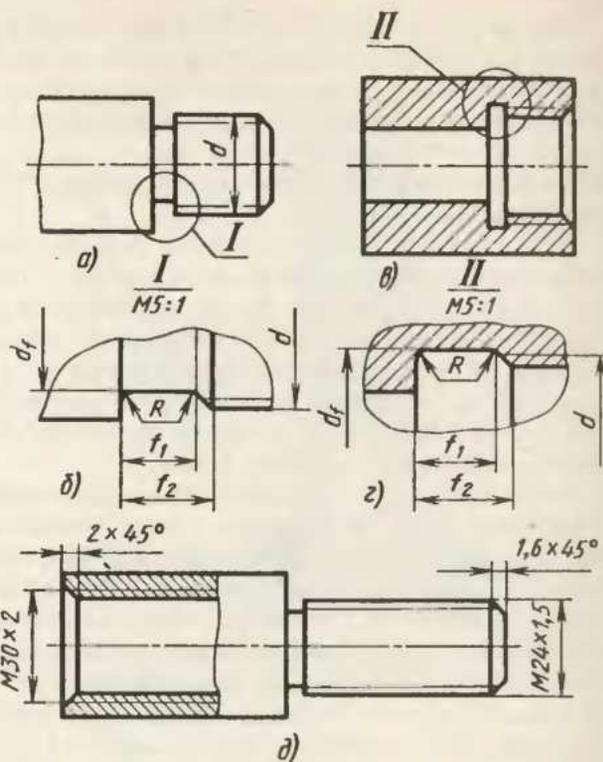


Таблица 17

Размеры проточек для наружной метрической резьбы (выдержка из ГОСТ 10549-80)

Шаг резьбы P	Проточка			
	нормальная	узкая	нормальная	узкая
	f_1 , не менее		f_2 , не более	
1	2,1	1,1	3,5	2,5
1,25	2,7	1,5	4,4	3,2
1,5	3,2	1,8	5,2	3,8
1,75	3,9	2,1	6,1	4,3

Таблица 18

Размеры проточек для внутренней метрической резьбы (выдержка из ГОСТ 10549-80)

Шаг резьбы P	Проточка			
	нормальная	короткая	нормальная	короткая
	f_1 , не менее		f_2 , не более	
1	4,0	2,5	5,2	3,7
1,25	5,0	3,2	6,7	4,9
1,5	6,0	3,8	7,8	5,6
1,75	7,0	4,3	9,1	6,4

РИС. 309

До нарезания резьбы обычно выполняются наружные (рис. 308, б) и внутренние (рис. 308, в) проточки для выхода инструмента.

Форму и размеры наружных и внутренних проточек в зависимости от шага резьбы устанавливает ГОСТ 10549—80. Размеры проточек для наружной метрической резьбы приведены в табл. 17, для внутренней метрической резьбы — в табл. 18.

Размеры проточек обычно наносятся на выносных элементах (рис. 309). Диаметр наружной проточки d_f выполняется несколько меньшим внутреннего диаметра резьбы (рис. 309, б). Диаметр внутренней проточки d_f выполняется несколько большим наружного диаметра резьбы (рис. 309, з). Размеры f_1 и f_2 наносятся так, как показано на рис. 309.

ГЛАВА 32

СТАНДАРТНЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Для соединения деталей применяются стандартные крепежные резьбовые детали: болты, винты, шпильки, гайки.

Все крепежные резьбовые изделия выполняются с метрической резьбой и изготавливаются по соответствующим стандартам, устанавливающим требования к материалу, покрытию и прочим условиям изготовле-

ния этих деталей. Резьбовые крепежные детали, как правило, имеют метрическую резьбу с крупным шагом, реже с мелким.

Каждая крепежная деталь имеет условное обозначение, в котором отражаются: форма, основные размеры, материал и покрытие.

В зависимости от необходимых механических

свойств материала, из которого изготовлена крепежная деталь, она характеризуется определенным классом прочности или относится к определенной группе, которые устанавливает ГОСТ 1759—70 (СТ СЭВ 607—77, СТ СЭВ 1018—78, СТ СЭВ 4203—83).

Каждый класс прочности и каждая группа определяют требования к механической прочности резьбовой детали и предусматривают марки материалов, из которых могут изготавливаться эти детали.

Класс прочности болтов, винтов и шпилек обозначается двумя числами, каждое из которых отражает различные параметры, характеризующие прочность материала детали.

Класс прочности гаек обозначается одним числом, которое отражает состояние материала детали при воздействии на нее испытательной нагрузки.

Для предохранения крепежных деталей от коррозии применяются соответствующие защитные покрытия. ГОСТ 1759—70 (СТ СЭВ 607—77, СТ СЭВ 1018—78, СТ СЭВ 4203—83) устанавливает следующие условные обозначения покрытий: цинковое с хромированием — 01; кадмиевое с хромированием — 02; многослойное (медь — никель) — 03; многослойное (медь — никель — хром) — 04; окисное — 05; фосфатное с промасливанием — 06; оловянное — 07; медное — 08; цинковое — 09; окисное анодизационное с хромированием — 10; пассивное — 11; серебряное — 12.

Детали, выполняемые без покрытия, характеризуются индексом 00.

Условное обозначение любой стандартной крепежной детали должно отражать:

1) форму и основные размеры детали и ее элементов, определяемые соответствующим размерным стандартом;

2) класс прочности или группу детали, характеризующие механические свойства материала детали;

3) условное обозначение покрытия, предохраняющего деталь от коррозии.

§ 1. БОЛТЫ

Болт состоит из двух частей: головки и стержня с резьбой (рис. 310, а).

В большинстве конструкций болтов на его головке имеется фаска, сглаживающая острые края головки и облегчающая наложение гаечного ключа при свинчивании.

Болты с шестигранной головкой выпускаются в трех исполнениях (рис. 310, в):

исполнение 1 — без отверстий в головке и стержне; исполнение 2 — с отверстием для шплинта на нарезанной части стержня болта;

исполнение 3 — с двумя отверстиями в головке болта (в них заводится проволока для соединения группы нескольких однородных болтов).

Болты исполнения 2 и 3 употребляются для соединения деталей машин, испытывающих вибрации, 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

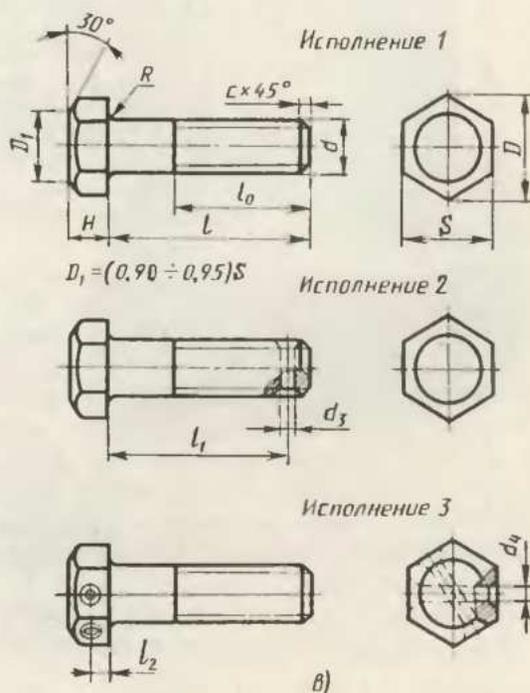
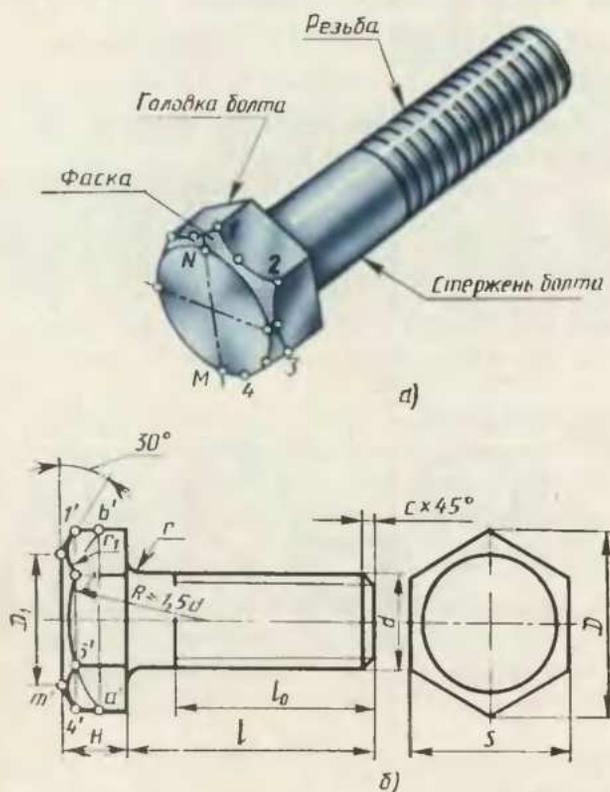


РИС. 310

(нормальной точности, рис. 310, б) приведены в табл. 19

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 стандартизована. Длина резьбы болта l_0 также стандартизована и устанавливается в зависимости от его диаметра d и длины l [ГОСТ 7798—70 (СТ СЭВ 4728—84)].

Формы и размеры концов болтов с метрической резьбой должны соответствовать ГОСТ 12414—66 (СТ СЭВ 215—82).

На практике иногда возникает необходимость выполнения чертежей стандартных резьбовых деталей (см. рис. 310, б).

Рабочий чертеж болта выполняется по размерам, взятым из соответствующего стандарта.

Обычно резьбовые крепежные детали изображаются на чертеже так, чтобы ось их резьбы располагалась параллельно основной надписи чертежа.

Условное обозначение болта:

Болт 2 М16×1,5. 2а×75.68.09 ГОСТ 7798—70.

Таблица 19

Размеры болтов с шестигранной головкой нормальной точности (выдержка из ГОСТ 7798-70)

Номинальный диаметр резьбы d	Размер под ключ S	Высота головки H	Диаметр описанной окружности D , не менее	Радиус под головкой r		Длина болта l	l_0
				не менее	не более		
16	24	10	26,5	0,6	1,6	45—300	38—44
(18)	27	12	29,9	0,6	1,6	55—300	42—48
20	30	13	33,3	0,8	2,2	55—300	46—52
(22)	32	14	35,0	0,8	2,2	60—300	50—56
24	36	15	39,6	—,8	2,2	65—300	54—60
(27)	41	17	45,2	1,0	2,7	70—300	60—66
30	46	19	50,9	1,0	2,7	75—300	66—72
36	55	23	60,8	1,0	3,2	90—300	78—84
42	65	26	72,1	1,2	3,3	(105)—300	90—96

Примечание. Болты с размерами, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.

Расшифровывается следующим образом: *Болт* — название детали; *2* — исполнение 2; *М16* — тип и размер резьбы; *1,5* — величина мелкого шага резьбы; *2а* — класс (степень) точности резьбы; *75* — длина болта; *68* — условная запись класса прочности 68, указывающего, что болт выполнен из стали с определенными механическими свойствами; *09* — цинковое покрытие; *ГОСТ 7798—70* — размерный стандарт, указывающий, что болт имеет шестигранную головку и выполнен с нормальной точностью.

На учебных чертежах условное обозначение болта можно упростить: *Болт 2М16×1,5×75 ГОСТ 7798—70.*

§ 2. ГАЙКИ

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

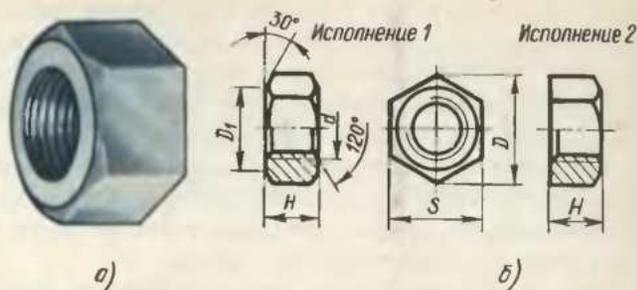


РИС. 311

По форме гайки могут быть шестигранными, квадратными, круглыми.

Наиболее распространенные шестигранные гайки нормальной точности (рис. 311, а) по ГОСТ 5915—70 (СТ СЭВ 3683—82) в двух исполнениях: с двумя и одной наружными фасками (рис. 311, б).

Чертеж гайки выполняется по размерам, взятым из соответствующего стандарта, имеются низкие гайки [ГОСТ 5916—70 (СТ СЭВ 3685—82) и ГОСТ 15522—70], высокие [ГОСТ 15523—70 (СТ СЭВ 5636—86)] и особо высокие (ГОСТ 15525—70).

Для заворачивания гаек без ключа применяются гайки-барашки с ушками (рис. 312), которые выбираются по ГОСТ 3032—76.

Шестигранная гайка нормальной точности в исполнении 1 по ГОСТ 5915—70 (см. рис. 311, б) на учебных чертежах обозначается:

Гайка М24.4 ГОСТ 5915—70

Гайка-барашек, изготовленная по ГОСТ 3032—76, на учебных чертежах обозначается:

Гайка М24.4 ГОСТ 3032—76.

§ 3. ВИНТЫ

Винтом называется резьбовой стержень, на одном конце которого имеется головка.

Винты изготавливаются с головками разных форм (рис. 313, а): цилиндрическими ГОСТ 1491—80 (СТ СЭВ 2653—80), с полукруглой головкой ГОСТ 17473—80, с потайной головкой ГОСТ 17475—80 (СТ СЭВ 2652—80) и др.

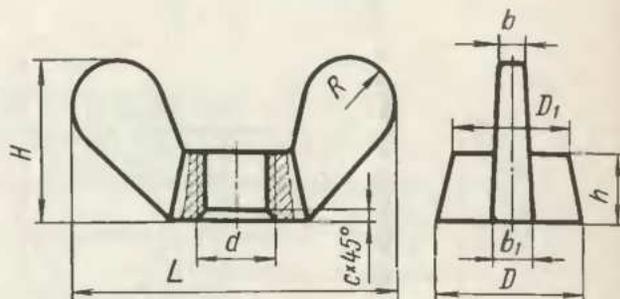


РИС. 312

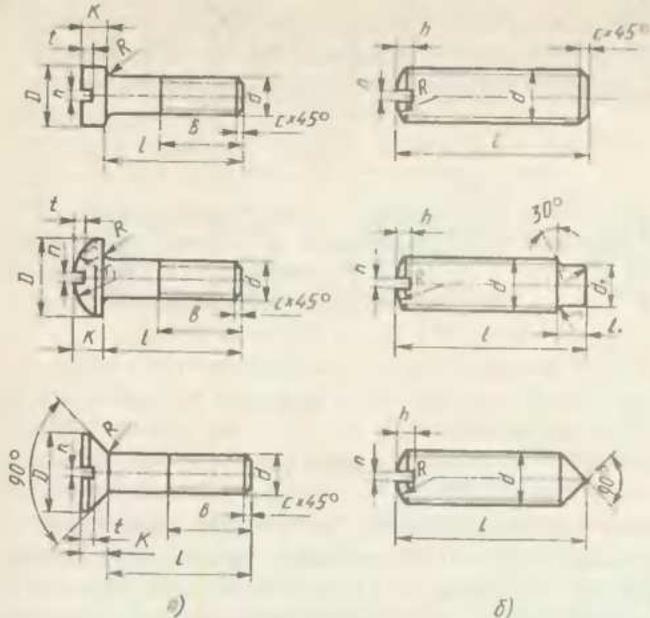


РИС. 313

Винты бывают двух видов: крепежные и установочные. Некоторые типы установочных винтов не имеют головок (рис. 313, б). Установочные винты применяются для регулировки зазоров и фиксации деталей при сборке.

В условное обозначение винта входят все элементы обозначения крепежной детали (рассмотренные выше); на учебных чертежах можно обозначать так:

Винт M24x80.36 ГОСТ 1491—80

§ 4. ШУРУПЫ

Шурупы ввертываются в дерево и в некоторые полимерные материалы (пластмассы).

На рис. 314, а изображены шурупы с потайной головкой по ГОСТ 1145—80 (СТ СЭВ 2327—80), на рис. 314, б с полукруглой головкой по ГОСТ 1144—80 (СТ СЭВ 2329—80).

Винты и шурупы с потайной головкой имеют головку конической формы, которая располагается («утапливается») в специальном углублении (зенковке), выполняемом в закрепляемой детали, благодаря чему головка не выступает над поверхностью этой детали.

Следует иметь в виду, что под длиной большинства винтов и шурупов понимается длина их стержня (без головки), а под длиной винтов и шурупов с потайной головкой понимается общая длина, включая головку.

§ 5. ШПИЛЬКИ

Шпилька применяется в тех случаях, когда у деталей нет места для размещения головки болта, или если одна из деталей имеет значительно большую толщину, тогда применять слишком длинный болт неэкономично.

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень, имеющий с обоих концов резьбу (рис. 315, а).

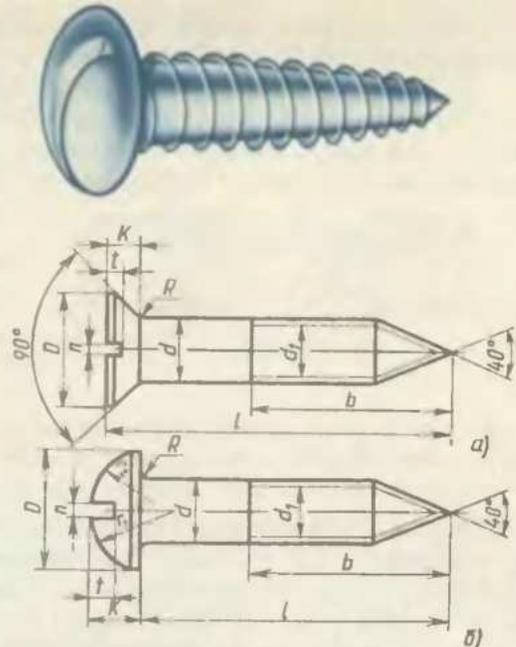


РИС. 314

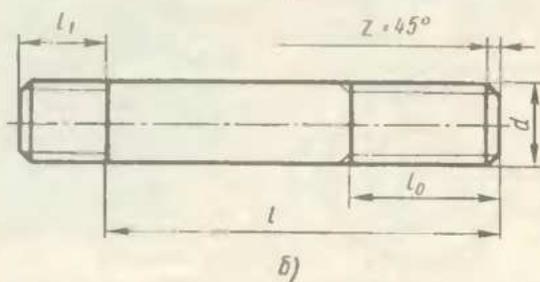
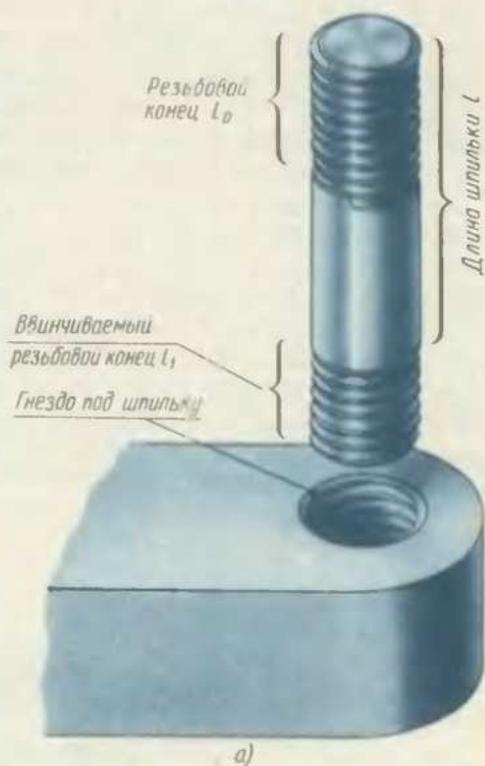


РИС. 315

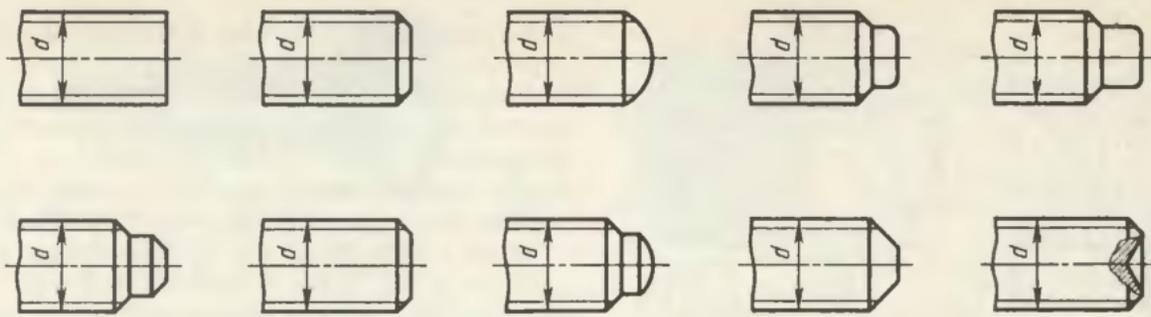


РИС. 316

Одним нарезанным концом шпилька ввинчивается в резьбовое отверстие, выполненное в одной из деталей. На второй конец с резьбой навинчивается гайка, соединяя детали. Размеры шпильки стандартизованы. Длина l , ввинчиваемого резьбового конца определяется математически и может выполняться разной величины: $l_1 = d$ — для стальных, бронзовых и латунных деталей; $l_1 = 1,25d$ — для чугунных деталей; $l_1 = 1,6d$ и $2d$ — для деталей из легких сплавов; $l_1 = 2,5d$ — для деталей из полимерных материалов (d — наружный диаметр резьбы). Резьбовой конец шпильки l предназначен для навинчивания на него гайки при соединении скрепляемых деталей. Под длиной шпильки l понимается длина стержня без ввинчиваемого резьбового конца. Длина резьбового (гаечного) конца l_0 может иметь различные значения, определяемые диаметром резьбы d и длиной шпильки l . Шпильки изготавливаются на концах с одинаковыми диаметрами резьбы и гладкой части стержня посередине (рис. 315, б) нормальной и повышенной точности. Некоторые размеры шпилек приведены в табл. 20.

Условное обозначение шпильки:

Шпилька M24—6g×80.36 ГОСТ 22032—76

означает: M24 — номинальный диаметр метрической резьбы с крупным шагом; 6 — поле допуска; 80 — длина шпильки; 36 — класс прочности, без покрытия.

На учебных чертежах можно упростить — Шпилька. Формы и размеры концов болтов, винтов и шпилек могут быть различны (рис. 316), их устанавливает ГОСТ 12414—66 (СТ СЭВ 215—82).

§ 6. ШАЙБЫ

Шайбы применяются в следующих условиях:

а) если отверстия под болты или шпильки некруглые (овальные, прямоугольные), когда мала опорная поверхность гаек;

б) если необходимо предохранить опорную поверхность детали от задира при затяжке гайки ключом;

Таблица 20

Размеры шпилек нормальной точности, мм

Диаметр шпильки d		4	5	6	8	10	12	16	20	24	30
Шаг P	крупный	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
	мелкий	—	—	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	2	2
Длина ввинчиваемого конца l_1	d (ГОСТ 22032-76)	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30
	$1,25d$ (ГОСТ 22034-76)	5	6,5	7,5	10	12	15	20	25	30	38
	$1,6d$ (ГОСТ 22036-76)	6,5	8	10	14	16	20	25	32	38	48
	$2d$ (ГОСТ 22038-76)	8	10	12	16	20	24	32	40	48	60
	$2,5d$ (ГОСТ 22040-76)	10	12	16	20	25	30	40	50	60	75

в) если детали изготовлены из мягкого материала (алюминия, латуни, бронзы, дерева и др.); в этом случае нужна большая опорная поверхность под гайкой для предупреждения смятия детали.

Размеры шайб для болтов и гаек берут по ГОСТ 11371—78 (СТ СЭВ 280—76, СТ СЭВ 281—76).

Наиболее часто применяемые шайбы имеют два исполнения (рис. 317): исполнение 1 — без фаски; исполнение 2 — с фасками.

Условное обозначение шайбы:

Шайба 12.01.019 ГОСТ 11371—78

В целях предупреждения самоотвинчивания болтов, винтов и гаек от вибрации и толчков применяют пружинные шайбы (рис. 318, а), которые представляют собой как бы виток пружины квадратного профиля с левым направлением навивки. Пружинная шайба разрезана поперек, под углом 70° — 85° к плоскости опоры. Острые края ее при сжатии гайкой стремятся внедриться в торец гайки (рис. 318, б) и опорную поверхность детали, тем самым задерживая обратное вращение гайки или болта. Кроме того, пружинная шайба

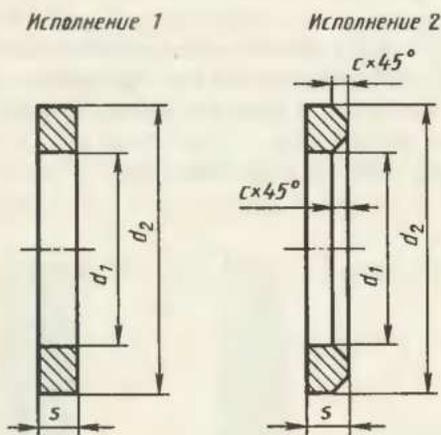


РИС. 317

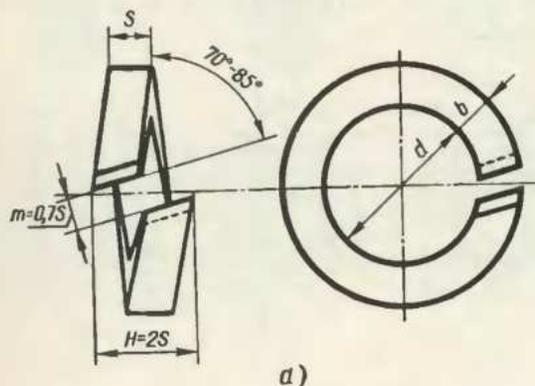


РИС. 318

обеспечивает постоянное натяжение между витками резьбы болта и гайки и этим самым способствует задержке обратного поворота гайки.

Шайба пружинная, выполненная по ГОСТ 6402—70 диаметром 12 мм из стали марки 65Г с кадмиевым покрытием толщиной 9 мкм, хромированным, обозначается:

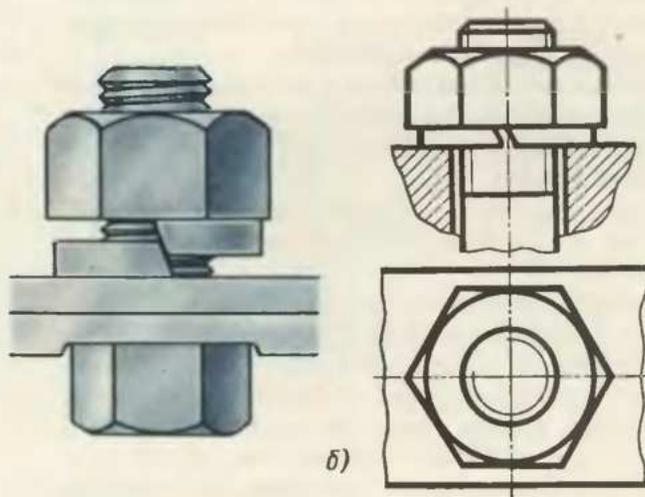
Шайба 12.65Г.029 ГОСТ 6402—70.

§ 7. ШПЛИНТЫ

Самоотвинчивание гайки можно предотвратить и при помощи шплинта (рис. 319). Шплинты изготавливаются из проволоки мягкой стали специального (полукруглого) сечения. Шплинт имеет кольцевую петлю и два конца (большой частью разной длины). На одном из торцов гайки выполнены прорези определенной глубины и ширины (рис. 319, б). При скреплении деталей гайки располагаются так, чтобы одна из них совпала с отверстием, выполненным в стержне болта. В этом случае в отверстие болта может быть вставлен шплинт, который разместится в прорези гайки. Длина шплинта выбирается так, чтобы его концы можно было развести (отогнуть в разные стороны) для фиксации его в прорези гайки. Шплинт предотвращает возможность поворота гайки относительно стержня болта.

Размеры, параметры и обозначения шплинтов определяет ГОСТ 397—79 (СТ СЭВ 220—75). Под диаметром шплинта понимается его условный диаметр d , который равен диаметру отверстия в стержне болта, предназначенного для данного шплинта. Действительный размер диаметра шплинта несколько меньше его условного диаметра d . Под длиной шплинта понимается величина l (см. рис. 319, а).

В условном обозначении шплинта указывают: наименование детали, условный диаметр шплинта d ,



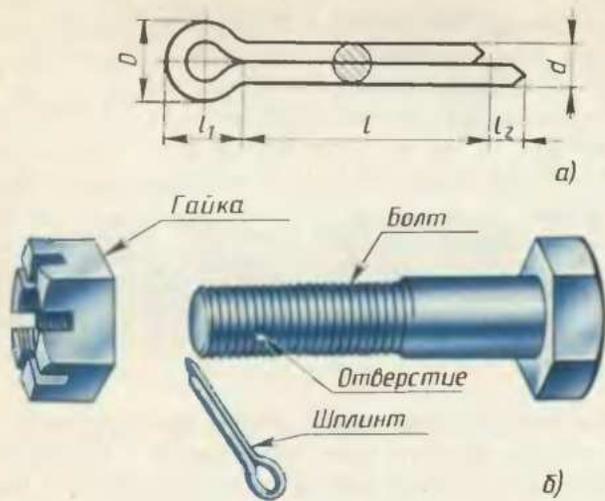


РИС. 319

длину шплинта l , обозначение марки материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия и ГОСТ, например:

Шплинт 5×28.2.019 ГОСТ 397—79.

§ 8. ШТИФТЫ

ШТИФТЫ (рис. 320, а, б) применяются для установки деталей (установочные штифты), а также в качестве соединительных и предохранительных деталей.

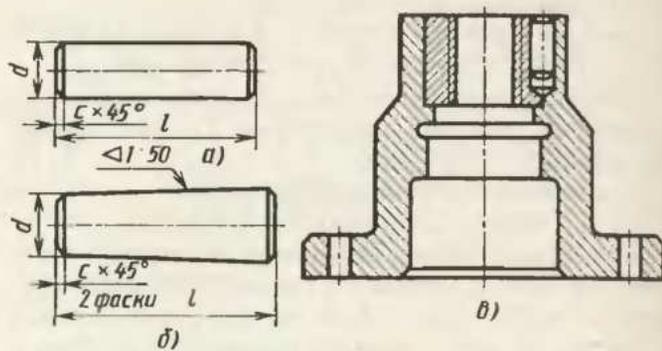


РИС. 320

При соединении деталей штифтами (рис. 320, в) отверстие под штифт сверлится после запрессовки втулки в отверстие крышки. При вычерчивании такого соединения ось отверстия для штифта должна совпадать с линией контакта соединяемых деталей.

Цилиндрические штифты (рис. 320, а) выполняются по ГОСТ 3128—70 (СТ СЭВ 238—75, СТ СЭВ 239—75), конические штифты (рис. 320, б) по ГОСТ 3129—70 (СТ СЭВ 238—75, СТ СЭВ 240—75).

Пример условного обозначения цилиндрического штифта:

Штифт 12h 8×60 ГОСТ 3128—70.

ГЛАВА 33 РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

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 детали выполняется сплошной основной толстой линией (рис. 321).

На поперечных разрезах, если секущая плоскость пересекает обе соединяемые детали (рис. 321, в), штри-

ховка 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 резь-

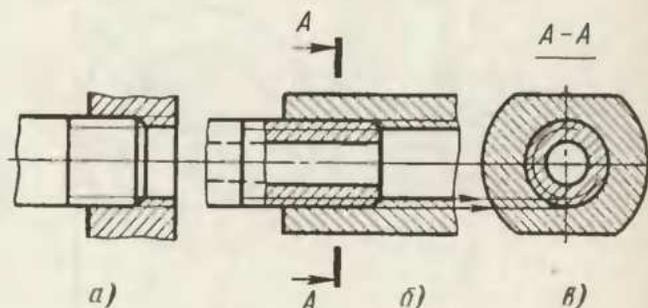


РИС. 321

бы: шайбы (обыкновенные, пружинные, 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. Размеры опорных поверхностей под крепежные детали устанавливает ГОСТ 12876—67 (СТ СЭВ 213—82).

§ 2. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ШПИЛЬКОЙ

При вычерчивании на сборочных чертежах шпильчатого соединения (рис. 323, *e*) рекомендуется, как при болтовом соединении пользоваться упрощениями и условными соотношениями между диаметром резьбы d

§ 1. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ БОЛТОМ

При выполнении сборочных чертежей машин, когда приходится изображать много болтовых соединений, с целью экономии времени болт, гайку и шайбы обычно чертят упрощенно, по условным соотношениям размеров в зависимости от диаметра резьбы. На рис. 322 даны эти соотношения.

Длина болта l посчитывается по формуле $l = m + n + s + H + k$, где m и n — толщина соединяемых деталей в мм; s — толщина шайбы в мм; H — высота гайки в мм; k — длина выступающего над гайкой конца болта в мм.

Подсчитав длину болта, по табл. 19 подбирают значение l в зависимости от диаметра d . Размер l_0 длины резьбы болта можно принять примерно равным $2d + 2P$.

Внутренний диаметр резьбы $d_1 = d - 2P$, где P — шаг резьбы.

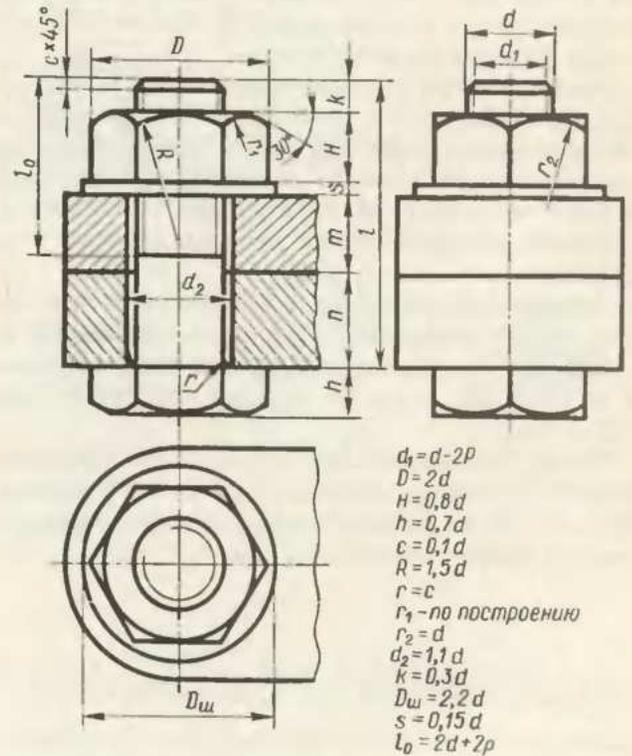


РИС. 322

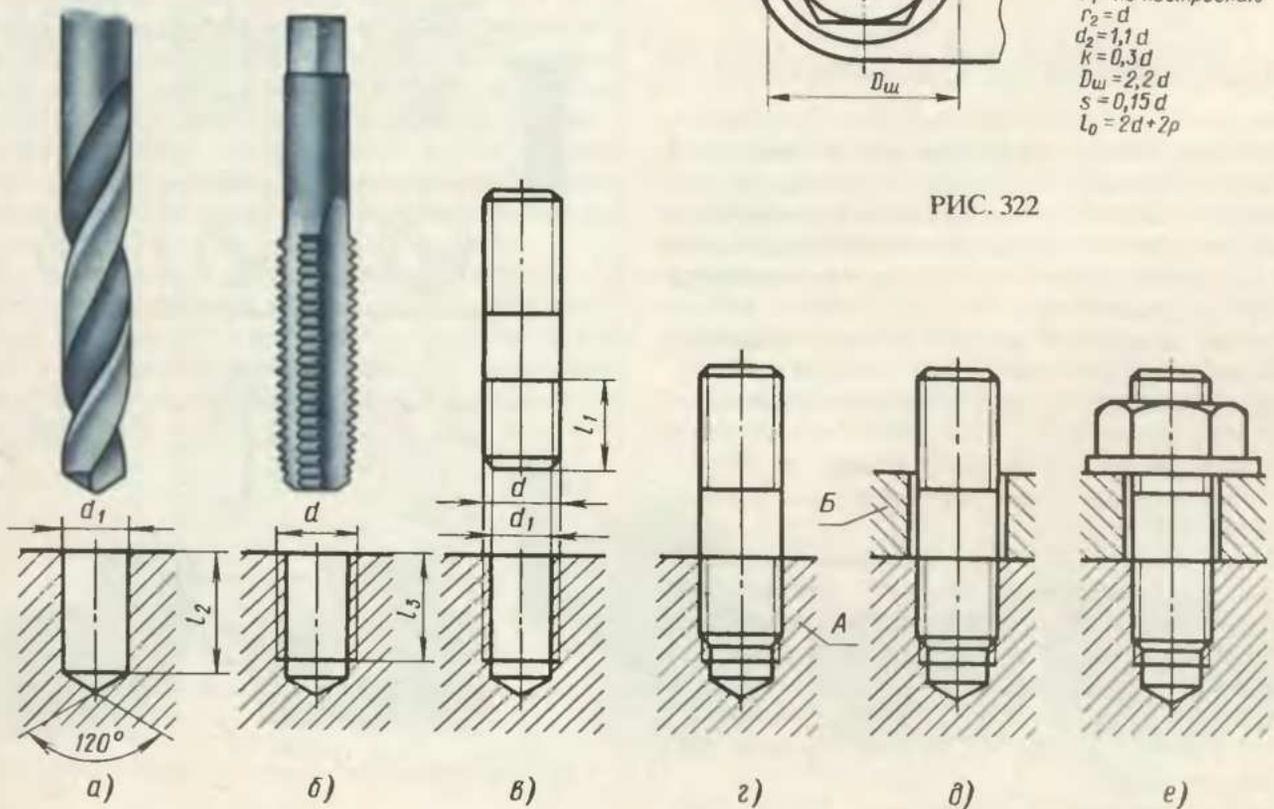


РИС. 323

и размерами элементов гайки и шайбы, приведенными на рис. 322 и 323.

Длину l_1 ввинчиваемого конца шпильки выбирают в зависимости от материала детали.

Технологическая последовательность выполнения отверстия с резьбой под шпильку и порядок сборки шпильчного соединения показаны на рис. 323.

Вначале сверлят отверстие диаметром d_1 (рис. 323, а) на глубину $l_2 = l_1 + 5P$ (P — шаг резьбы) или упрощенно: $l_2 = l_1 + 0,5 d$. Отверстие заканчивается конической поверхностью с углом у вершины конуса 120° (угол конуса на чертежах не наносят).

Резьбу в отверстии детали нарезают метчиком (рис. 323, б) по наружному диаметру d . Так как на конце метчика имеется заборный конус, предупреждающий поломку метчика в начале нарезания, глубина резьбы l_3 будет равна $l_3 = l_1 + 2P$. Границу резьбы изображают сплошной основной линией, перпендикулярной к оси отверстия.

Номинальные диаметры резьбы шпильки и резьбового отверстия принимают одинаковыми (рис. 323, в).

Шпилька ввинчивается в резьбовое отверстие детали А на всю длину резьбы l_1 , включая сбеги резьбы (рис. 323, а, б).

Сверху устанавливается деталь Б с отверстием немного большего диаметра, чем диаметр шпильки (рис. 323, д). На резьбовой конец шпильки надевается шайба и навинчивается гайка (рис. 323, е).

§ 3. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ВИНТАМИ

Как и в шпильчном соединении, винт завинчивается в отверстие с резьбой, выполненное в одной из соединяемых деталей (рис. 324). Длина ввинчиваемого резьбового конца винта и резьбового отверстия определяется материалом детали. На виде сверху шлицы винтов принято изображать под углом 45° к осям.

Чертежи соединений деталей винтами различных типов показаны на рис. 324, а.

Граница резьбы винта должна быть несколько выше линии разреза деталей.

Верхние детали в отверстиях резьбы не имеют. Между этими отверстиями и винтами должны быть зазоры (рис. 324, а).

На верхнем рис. 324, а даны примерные соотношения элементов соединения винтом с шестигранной головкой. В машинах и приборах широко применяются установочные винты, которые служат для взаимного фиксирования (установки) деталей относительно друг друга в заданном положении. Головки установочных винтов, а также их концы имеют разнообразные конструктивные формы.

Примеры применения установочных винтов показаны на рис. 325, а—в. Соединение детали шурупом изображено на рис. 325, г.

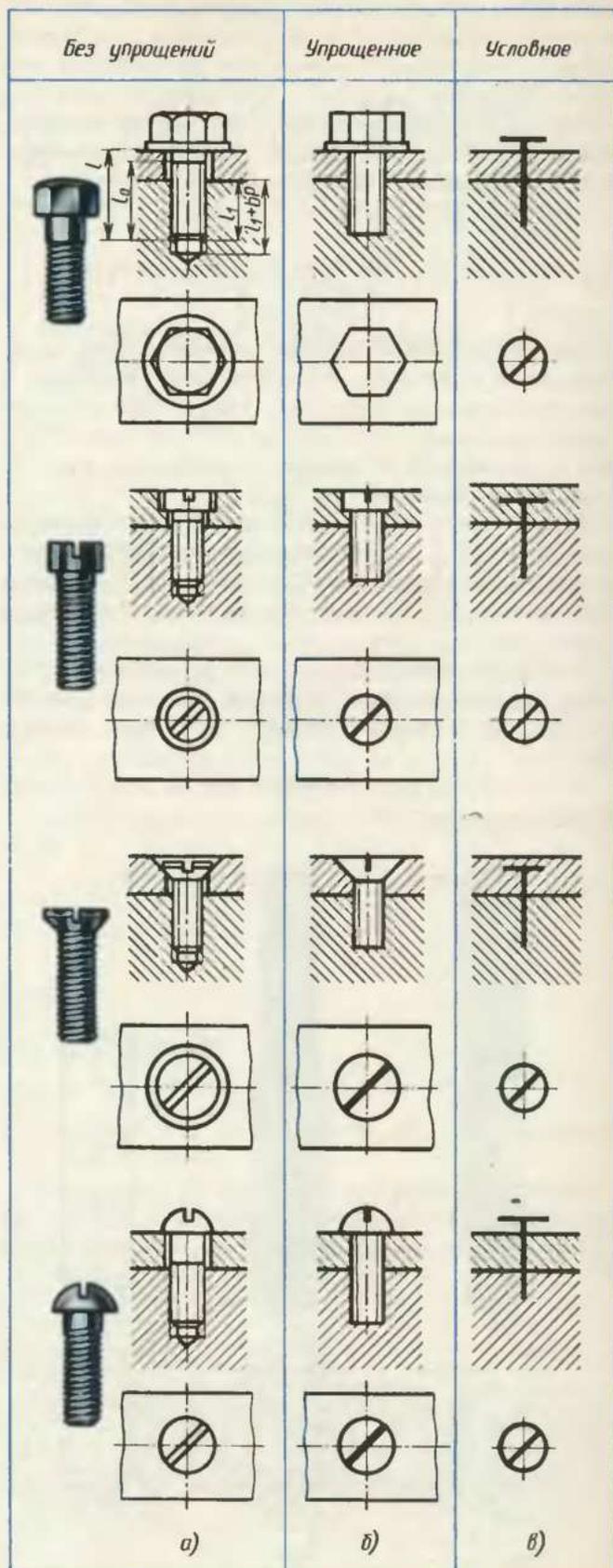


РИС. 324

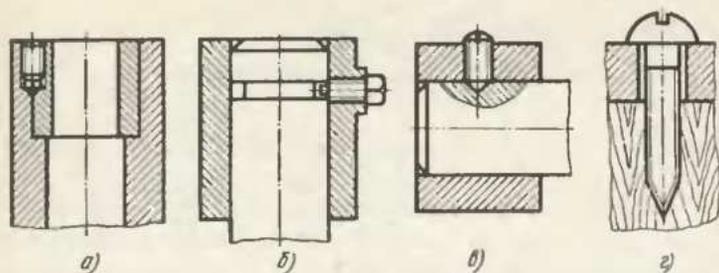


РИС. 325

§ 4. УПРОЩЕННЫЕ И УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ БОЛТОМ, ШПИЛЬКОЙ И ВИНТОМ

ГОСТ 2.315—68 (СТ СЭВ 1978—79) устанавливает упрощенные и условные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах.

На рис. 326 представлены упрощенные и условные изображения соединений болтом и шпилькой. На рис. 324, б и в показаны упрощенные и условные изображения соединений винтом.

В упрощенных изображениях резьба показывается по всей длине стержня крепежной резьбовой детали. Фаски, скругления, а также зазоры между стержнем детали и отверстием не изображаются. На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, резьба на стержне изображается одной окружностью, соответствующей наружному диаметру резьбы (дуга, соответствующая внутреннему диаметру резьбы, не изображается). На этих же видах не изображаются шайбы, примененные в соединении. На упрощенных изображениях конец отверстия детали не изображается.

Крепежные детали, у которых на чертеже диаметры стержней равны 2 мм и менее, изображают условно. Размер изображения должен давать полное представление о характере соединения. Примеры таких условных изображений крепежных соединений показаны на рис. 324, в и 326.

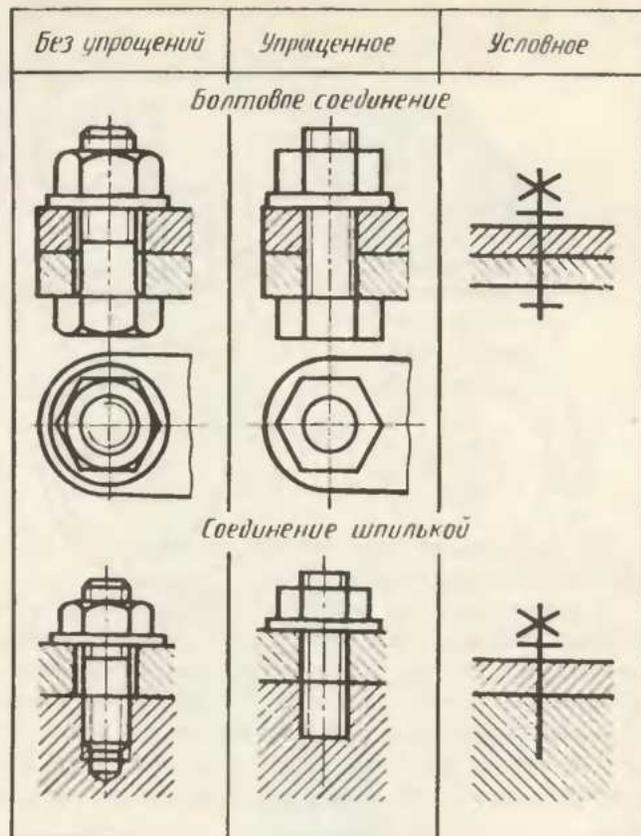


РИС. 326

§ 5. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ

Соединение труб в трубопроводах при помощи резьбы, без применения крепежных деталей имеет в технике широкое применение. Обычно трубы соединяются между собой специальными деталями, называемыми фитингами. Они применяются в случаях, когда один конец трубы непосредственно соединить при помощи резьбы с другим концом второй трубы не представляется возможным.

Трубы характеризуются условным проходом, величина которого практически равна внутреннему диаметру трубы в миллиметрах.

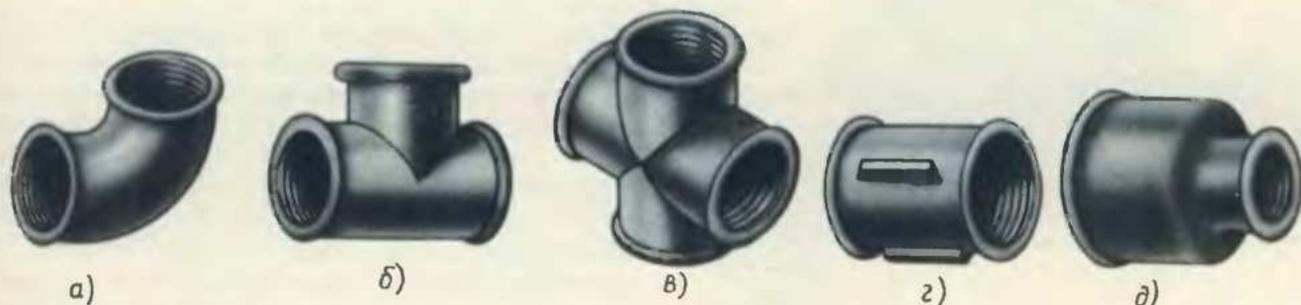


РИС. 327

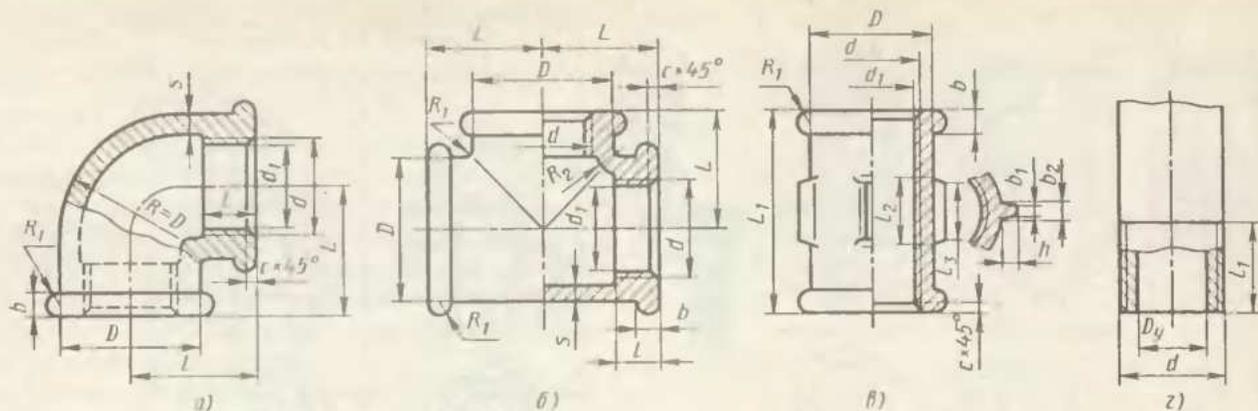


РИС. 328

Для соединения труб между собой могут применяться стандартные фитинги.

В зависимости от характера соединения, которое необходимо получать, фитинги могут иметь различную форму. На рис. 327, *а* — угольник, *б* — тройник, *в* — кресты, *г* — муфта прямая, *д* — муфта переходная. Размеры определяются соответствующими стандартами. На трубах, а следовательно, и на фитингах выполняется большей частью трубная цилиндрическая резьба.

Размеры каждого фитинга определяются условным проходом D_v соединяемых труб. Условный проход входит также и в условное обозначение фитинга. Например, тройник прямой, предназначенный для соединения труб, с условным проходом 40 мм, обозначается: Тройник 40 ГОСТ 8948—75.

На рис. 328 представлены конструктивные элементы трубных соединений.

Размеры конструктивных элементов трубных соединений приведены в табл. 21.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В чем разница между шагом и ходом многозаходного винта?
2. Назовите виды стандартных резьб.
3. В чем разница в обозначениях метрических резьб с крупным и мелким шагом?
4. Чему равняется длина ввинчиваемого конца шпильки, предназначенной для соединения двух чугунных деталей?
5. Чему равняется глубина отверстия под шпильку?

Таблица 21

Размеры конструктивных элементов трубных соединений

Условный проход D_v	Резьба	d	d_1	L	L_1	D	l	l_1	s	b	b_1	b_2	h	R	c	l_2	l_3
8	G, 1/4	13,158	11,445	21	27	18,445	9,0	7,0	2,5	3,0	2,0	3,5	2,0	1,5	1,5	9	7
10	G, 3/8	16,633	14,951	25	30	21,950	10,0	8,0	2,5	3,0	2,0	3,5	2,0	1,5	1,5	10	8
15	G, 1/2	20,956	18,632	28	36	27,031	12,0	9,0	2,8	3,5	2,0	4,0	2,0	1,5	2,0	12	9
20	G, 3/4	26,442	24,119	33	39	33,517	13,5	10,5	3,0	4,0	2,0	4,0	2,5	2,0	2,0	13	10
25	G, 1	33,250	30,294	38	45	39,892	15,0	11,0	3,3	4,0	2,5	4,5	2,5	2,0	2,5	15	11
32	G, 1/4	41,912	38,954	45	50	48,554	17,0	13,0	3,6	4,0	2,5	5,0	3,0	2,0	2,5	17	13

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основным конструкторским документом при изготовлении детали является ее чертеж. Чертеж детали — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Деталь изображается на чертеже в том виде, в каком она должна поступить на сборку.

В создании изделий участвуют конструкторы, технологи, мастера, рабочие и работники нормоконтроля, для их работы необходим единый технический язык для правильного понимания чертежа и всей конструкторской и технологической документации.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) — комплекс государственных стандартов — устанавливает единые правила выполнения и оформления чертежей изделий.

В СССР вводятся государственные стандарты на оформление чертежей и технологических процессов с учетом стандартов Совета Экономической Взаимопомощи (СТ СЭВ).

Правильно выполнить чертеж — значит выполнить графическую часть чертежа с соблюдением всех правил ЕСКД, правильно нанести необходимые размеры с их предельными отклонениями. Каждая поверхность детали (обработанная или необработанная) должна иметь заданное значение шероховатости.

Чертеж детали должен содержать все сведения, дающие исчерпывающее представление об этой детали. На чертеже необходимо по форме изложить технические требования, указать сведения о материале и т. п.

Ниже приведены все сведения, которые должны быть на рабочем чертеже детали. В учебных условиях на чертеже приводится только часть сведений.

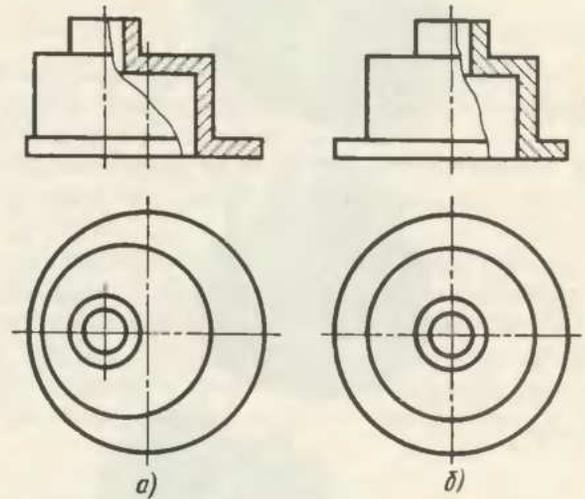
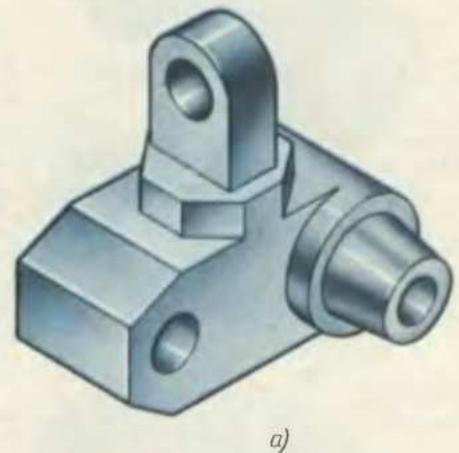
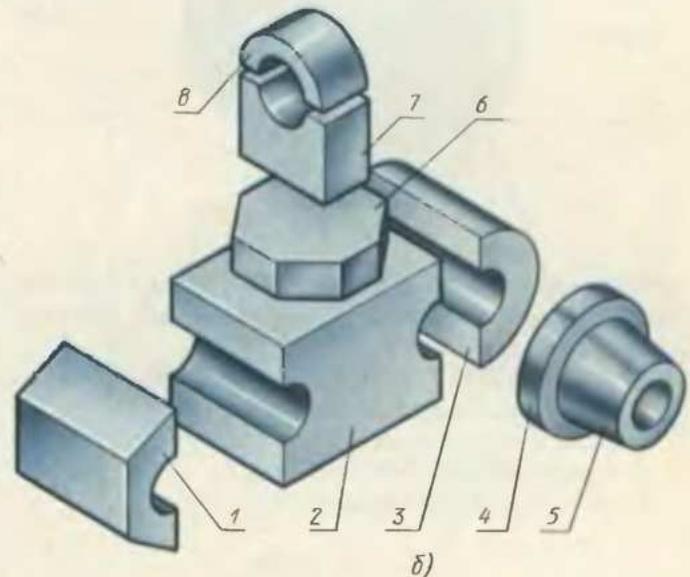


РИС. 329



a)



б)

РИС. 330

§ 2. ФОРМА ДЕТАЛИ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Конструирование деталей машин является сложным творческим процессом, сопровождающимся решением ряда задач; в частности, обеспечение прочности и износоустойчивости детали, технологичности, наименьшей массы и т. п.

Решение этих задач во многом зависит от придания детали рациональных геометрических форм. Какую бы сложную форму ни имела деталь, конструктор выполняет ее как совокупность простейших геометрических тел или их частей.

Форма детали определяет технологический процесс ее изготовления; например, если сконструировать

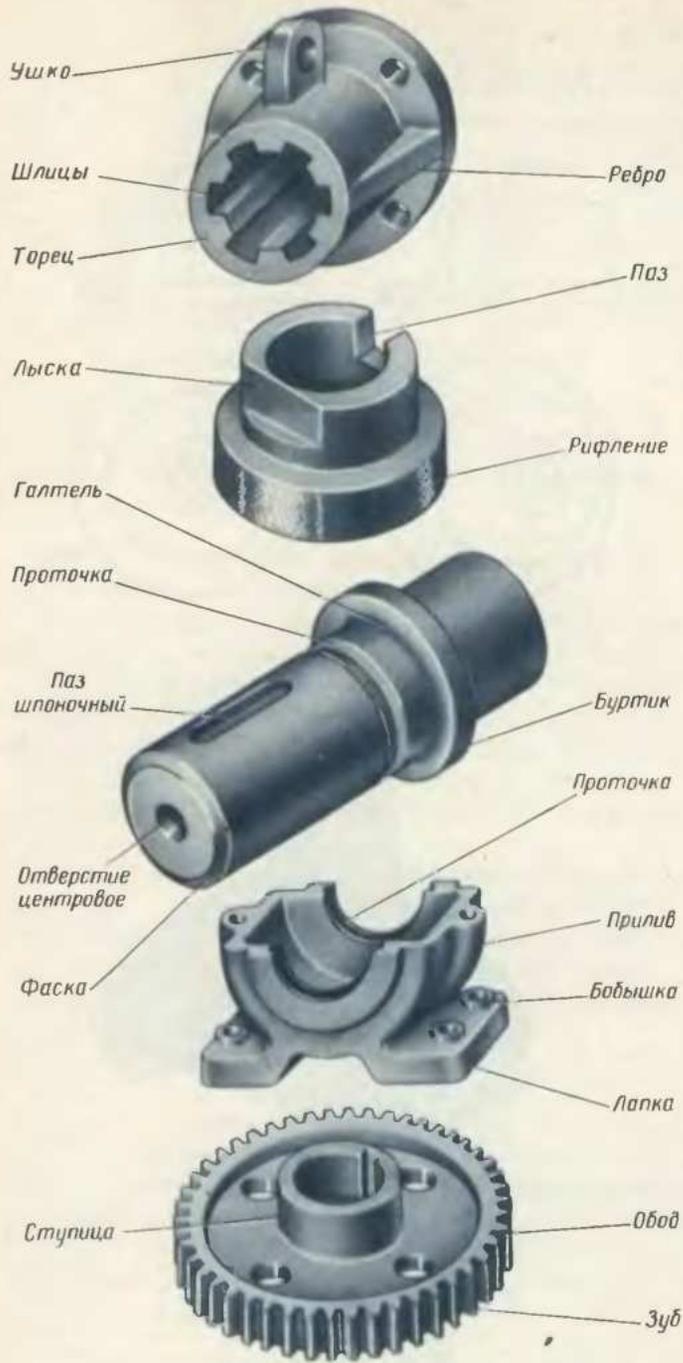


РИС. 331

деталь несимметричной формы (рис. 329, а), то изготовить ее на металлорежущем станке сложнее, чем симметричную (рис. 329, б).

Пример анализа формы детали дан на рис. 330. Деталь состоит из следующих элементов:

- 1) часть шестигранной призмы с отверстием;
- 2) параллелепипед с отверстиями;
- 3) часть полого цилиндра;

- 4) цилиндр полый;
- 5) конус с цилиндрическим отверстием;
- 6) восьмиугольная призма;
- 7) параллелепипед с отверстием;
- 8) часть цилиндра.

Рис. 331 дает представление о наиболее часто встречающихся элементах деталей и их наименованиях.

§ 3. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЧЕРТЕЖА

Каждый чертеж выполняют на отдельном листе формата, которые устанавливает ГОСТ 2.301—68. Чертеж должен содержать минимальное, но достаточное количество изображений (виды, разрезы, сечения, выносные элементы), полностью отображающих форму детали и всех ее элементов.

Количество и характер изображений зависят от формы детали и отдельных ее элементов и выбираются так, чтобы они полностью определяли форму и размеры изображенного изделия и создавали удобство пользования чертежом при изготовлении.

Изображения на чертеже выполняются по ГОСТ 2.305—68. В ряде случаев выполнение и чтение чертежа может быть облегчено применением допускаемых упрощений и условностей при выполнении изображений.

Изображения должны выполняться в масштабах, предусмотренных ГОСТ 2.302—68. Желательно, но необязательно применять масштаб М1:1, дающий представление о действительных размерах детали. Мелкие детали, имеющие сложную форму, следует изображать в масштабах увеличения. Крупные детали несложной формы могут изображаться в масштабах уменьшения.

В целях сокращения графической работы и уменьшения формата листа следует изображения выполнять с разрывами, а также применять местные виды и разрезы, выполнять только половину симметричных изображений и т. п.

Элементы деталей на чертеже с размером (или разницей в размерах) 2 мм и менее изображаются крупнее, с некоторым отступлением от масштаба, принятого для всего изображения.

Незначительную конусность или уклоны допускается изображать утрированно, с увеличением и некоторым нарушением масштаба на тех видах, где они отчетливо не выявляются.

Фигуры сечений одной и той же детали на всех ее изображениях заштриховываются в одном направлении.

При компоновке изображений на чертеже необходимо оставлять достаточное место для нанесения размеров, условных обозначений и знаков.

ГЛАВА 35

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ

Размеры на чертеже наносятся конструктором не только исходя из соображения о ее взаимодействии с другими деталями, но с учетом процесса ее изготовления. Правила нанесения размеров устанавливает ГОСТ 2.307—68 (СТ СЭВ 1976—79, СТ СЭВ 2180—80).

Размеры разделяются на линейные и угловые. Линейные определяют длину, ширину, высоту, толщину, диаметр и радиус элементов детали. Угловые определяют углы между линиями и плоскостями элементов детали.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: $6^{\circ}45'30''$, $0^{\circ}45'30''$.

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения.

Числовые значения размеров, представленные на чертеже, определяют натуральную величину изготовленной детали.

Количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но вполне достаточным для изготовления и контроля изделия.

Повторять размеры одного и того же элемента детали как на изображениях, так и в технических требованиях не допускается.

Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах.

Размеры детали необходимо согласовать с соответствующими размерами смежных сопрягаемых деталей, находящихся во взаимодействии с этой деталью.

Для размеров, приводимых в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно указываются единицы измерения. В некоторых случаях, когда размеры на чертеже необходимо указать не в миллиметрах, а в других единицах измерения (например, в сантиметрах, метрах), соответствующие размерные числа записывают с обозначением единицы измерения (см, м) или указывают их в технических требованиях.

Перед выполнением машиностроительных чертежей необходимо повторить правила нанесения размеров (гл. 4). Кроме этих правил имеются некоторые особенности при нанесении размеров на машиностроительных чертежах. Так, например, размеры на рабочих чертежах, необходимые для изготовления детали, представляют с учетом возможного технологического процесса изготовления детали и удобства их контроля.

Простановка размеров производится от определенных поверхностей или линий детали, которые называются базами. От баз в процессе обработки и контроля производится обмер детали.

В машиностроении различают конструкторские и технологические базы (рис. 332).

Конструкторскими базами являются поверхности, линии или точки, по отношению к которым ориентируются другие детали изделия.

Технологические базы — базы, от которых в процессе обработки удобнее и легче производить измерения размеров.

Часто простановка размеров от конструкторских баз не совпадает с простановкой от технологических. В качестве базовых поверхностей могут использоваться (рис. 332, б): плоскость, от которой начинается обработка (опорная, а также направляющая или торцевая поверхности), прямые линии — оси симметрии, оси

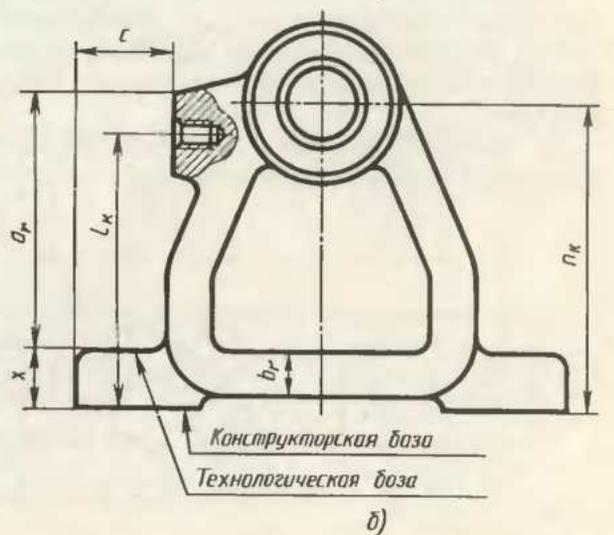
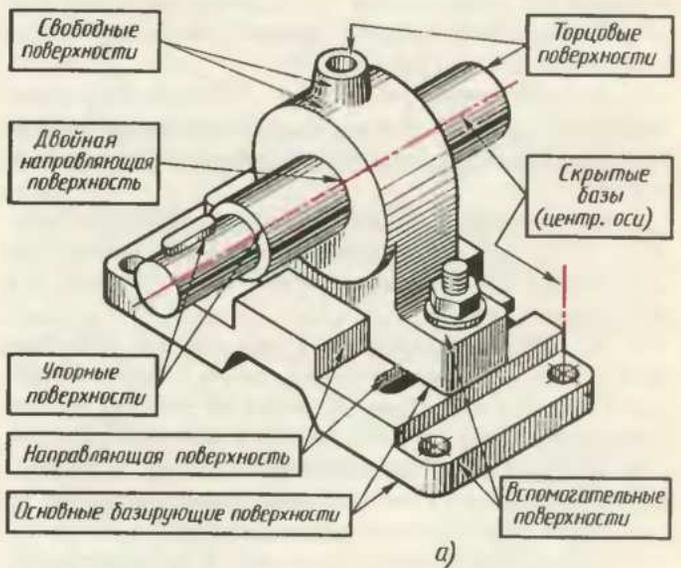


РИС. 332

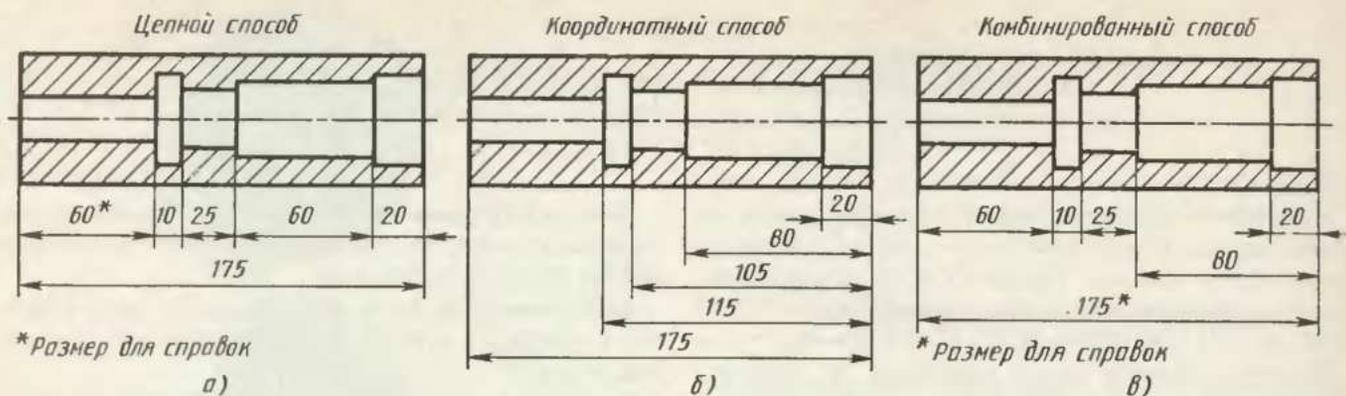


РИС. 333

отверстий (скрытые базы) или какие-либо взаимно перпендикулярные прямые (например, кромки деталей).

В машиностроении в зависимости от выбора измерительных баз применяются три способа нанесения размеров элементов деталей: цепной, координатный и комбинированный (рис. 333).

1. **Цепной способ** (рис. 333, а). Размеры отдельных элементов детали наносятся последовательно, как звенья одной цепи. Этот способ применяется в редких случаях.

2. **Координатный способ** (рис. 333, б). Размеры являются координатами, характеризующими положение элементов детали относительно одной и той же поверхности детали.

3. **Комбинированный способ** (рис. 333, в) представляет собой сочетание координатного способа с цепным, т. е. при нанесении размеров на чертеже детали используются два способа: цепной и координатный.

В зависимости от необходимой точности изготовления отдельных элементов детали применяют один из указанных способов нанесения размеров.

Комбинированный способ нанесения размеров предпочтителен, как обеспечивающий достаточную точность и удобство изготовления, измерения и контроля деталей без каких-либо дополнительных подсчетов размеров.

На машиностроительных чертежах размеры не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исклю-

чением случаев, когда один из размеров указан как справочный (рис. 333, а; размер 60*).

Справочными называются размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и наносимые только для удобства пользования чертежом. Справочные размеры обозначают на чертеже знаком «*», а в технических требованиях записывают — «*Размер для справок» (рис. 333, а, в).

В данной главе указываются только те правила нанесения размеров, о которых не давалась информация в гл. 4.

При большом количестве размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные и угловые размеры, как показано на рис. 334, а, б.

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерной цепи наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 334, в).

При расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т. п.) на одной оси или на одной окружности размеры, определяющие взаимное расположение, наносят от общей базы (рис. 334, в).

В случаях, когда деталь имеет две симметрично расположенные одинаковые фаски на одинаковых диаметрах, размер фаски наносят один раз, без указания их количества (рис. 335, а).

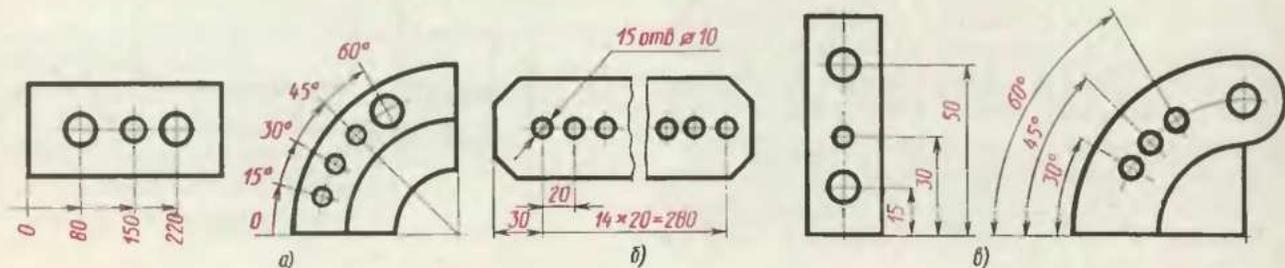


РИС. 334

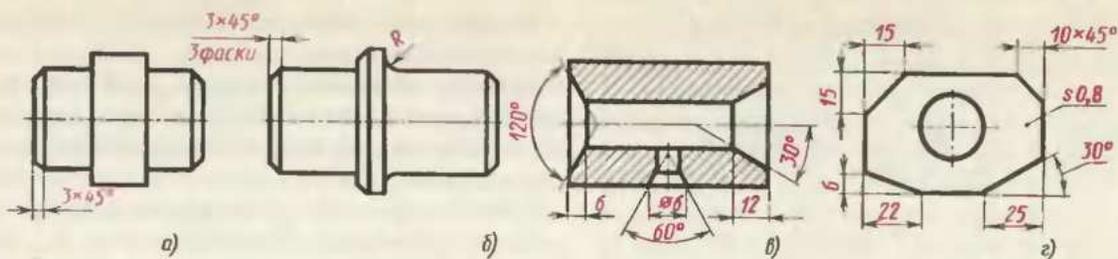


РИС. 335

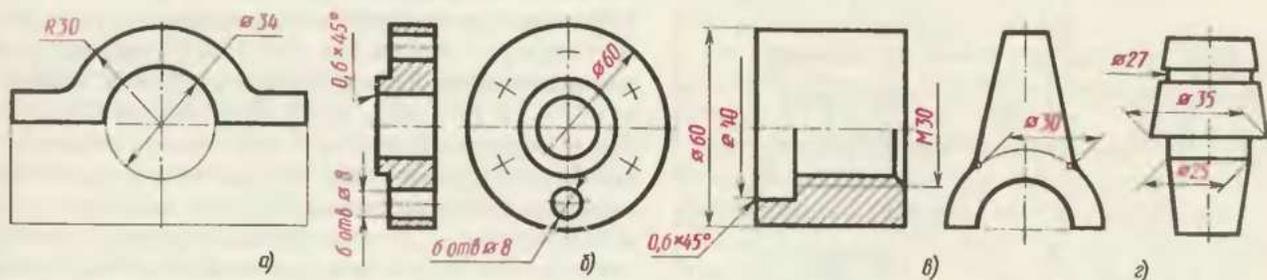


РИС. 336

Если деталь имеет несколько одинаковых фасок на цилиндрической или конической поверхности разного диаметра, то наносят размер фаски только один раз, с указанием их количества (рис. 335, б).

Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рис. 335, а.

Размеры фасок под другими углами указывают линейным и угловым размерами (рис. 335, в) или двумя линейными (рис. 335, г).

Допускается указывать размеры не изображенной на чертеже фаски под углом 45°, размер которой в масштабе чертежа 1 мм и менее, на полке линии-выноски, проведенной от грани (рис. 336, б, в; размер 0,6x45°).

При изображении детали на одном виде размер ее толщины наносят, как показано на рис. 335, г.

На рис. 336, а показан пример нанесения размера радиуса и диаметра.

При указании диаметра окружности независимо от того, изображено отверстие полностью или частично, размерные линии допускается проводить с обрывом, при этом обрыв размерной линии делают чуть дальше оси отверстия (рис. 336, б и в).

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят на разрезе один раз с указанием количества этих элементов (рис. 336, б). Если разрез отсутствует, то это количество указывают на виде.

В случае, показанном на рис. 336, г, выносные линии проводят под углом к осевой линии.

Размеры диаметров цилиндрического изделия сложной конфигурации допускается наносить, как показано на рис. 336, г (размер $\varnothing 27$).

Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу, например к отверстию (рис. 337, а) или пазу (рис. 337,

б), рекомендуется группировать в одном месте, наносить их там, где форма элемента показана наиболее полно.

Размеры сквозных и глухих отверстий следует наносить на их изображении в продольном разрезе.

ГОСТ 2.318—81 (СТ СЭВ 1977—79) устанавливает правила упрощенного нанесения размеров отверстий на чертежах в следующих случаях:

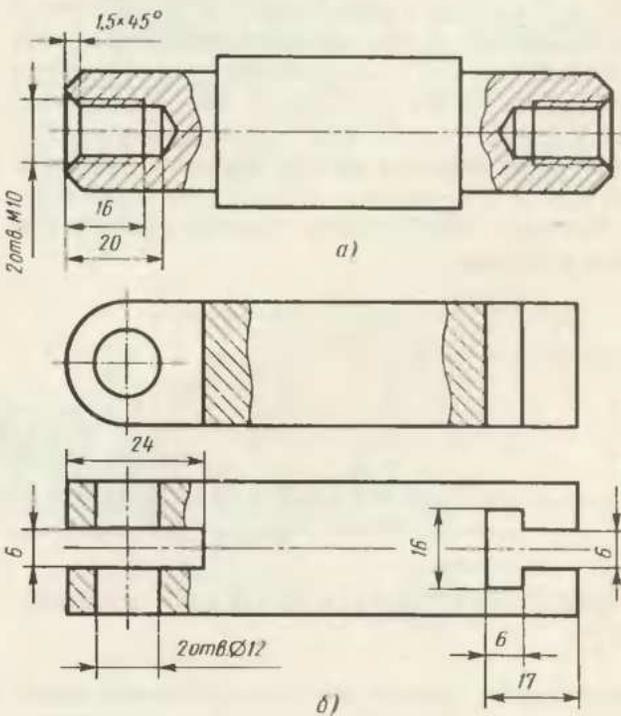


РИС. 337

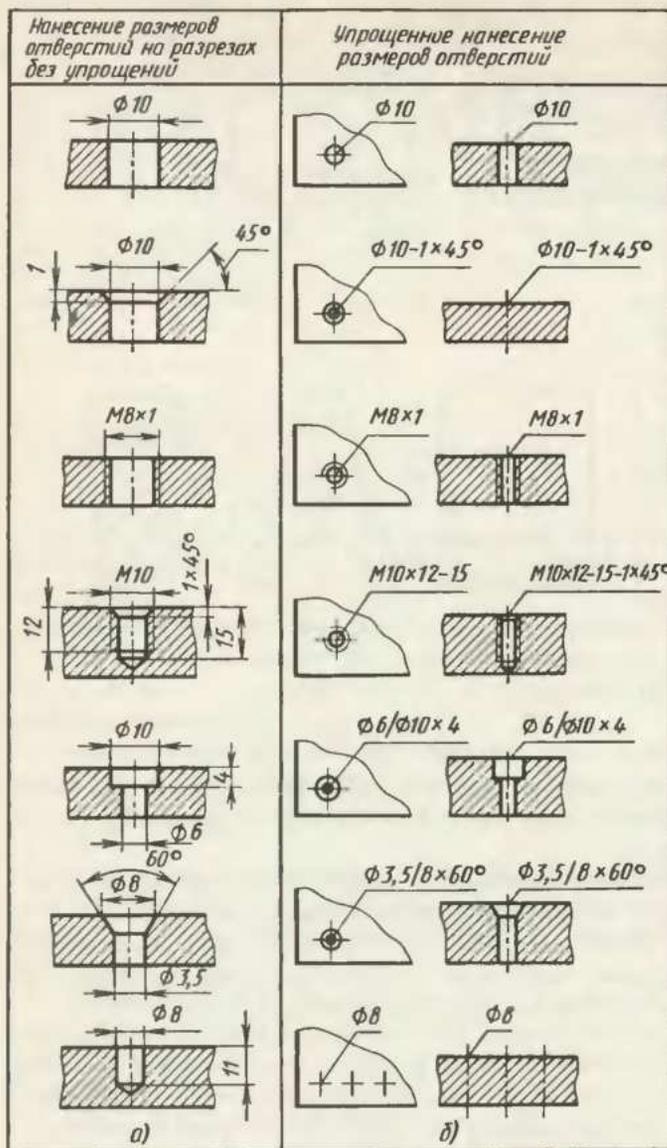


РИС. 338

1) диаметр отверстия на изображении — 2 мм и менее;

2) отсутствует изображение отверстий в разрезе или сечении вдоль оси;

3) нанесение размеров отверстий по общим правилам усложняет чтение чертежа.

Размеры отверстий следует указывать на полке линии-выноски, проведенной от оси отверстия. Примеры упрощенного нанесения размеров отверстий приведены на рис. 338.

При эскизировании и составлении рабочих чертежей деталей встречаются элементы деталей, выполняемые по определенным, устанавливаемым стандартам, размерам. Так, в местах перехода цилиндрических или конических поверхностей деталей от одного диаметра к другому выполняются для увеличения ее прочности скругления — галтели (см. рис. 335, б). Размеры радиусов закругления и фасок выбирают по ГОСТ 10948—64 (СТ СЭВ 2814—80). ГОСТ 6636—69 (СТ СЭВ 514—77) устанавливает четыре ряда чисел нормальных линейных размеров. Они предназначены для выбора линейных размеров диаметров, длин, высот и т. п. при конструировании деталей машиностроения. Поэтому при выполнении рабочих чертежей деталей и эскизов рекомендуется линейные размеры детали выбирать по таблицам ГОСТ 6636—69, нормальные углы по ГОСТ 8908—81 (СТ СЭВ 178—75, СТ СЭВ 513—77).

В учебной практике по эскизированию с натуры деталей большей частью приходится иметь дело с литыми чугунными (реже — стальными, бронзовыми, алюминиевыми) деталями. Литые детали имеют следующие признаки, отображающие способ их изготовления.

1. Плавный переход от одних элементов к другим.
2. Равномерность толщины стенок.
3. Наличие приливов, ребер, бобышек и т. п.
4. Поверхности — с литейными уклонами, предназначенными для облегчения выемки модели из формы. На чертежах обычно эти уклоны не отображают, а задают их в технических требованиях текстом со ссылкой на соответствующий ГОСТ.

Нанесение размеров на чертежах литых деталей может быть осуществлено в нескольких вариантах в зависимости от того, какие были выбраны у детали основные базы: технологические (литейные) и или конструкторские.

ГЛАВА 36

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ

§ 1. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ

Указанные на чертеже размеры абсолютно точно получить невозможно. Это объясняется различными причинами: изнашиванием частей механизмов метал-

лообрабатывающих станков, износом режущих частей инструментов, деформацией самой детали при обработке, погрешностью измерительных инструментов, изменением температуры воздуха и т. п.

Даже при обработке деталей на высокоточных станках получают отклонения от заданных размеров.

Следовательно, готовая деталь имеет некоторые отклонения в размерах.

В крупносерийном производстве, когда изготавливается большое количество одинаковых деталей, необходимо, чтобы действительные размеры деталей (размеры, установленные измерением с допустимой погрешностью) находились в определенных пределах, обеспечивающих:

возможность выполнения сборки деталей без каких-либо дополнительных операций (подгонки);

необходимые эксплуатационные качества, надежность и долговечность изделий, собранных из изготовленных деталей.

Детали, отвечающие указанным требованиям, называются взаимозаменяемыми.

Величина того или иного элемента детали определяется номинальным размером, который указан на чертеже и получен в результате расчета, проведенного при конструировании детали.

Два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер, называются предельными размерами (рис. 339). Один из них называется наибольшим предельным размером, другой — наименьшим предельным размером. Предельным отклонением размера называется алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения. Верхним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами (рис. 339). Предельное отклонение может быть положительным (обозначается знаком «+»), если предельный размер больше номинального, и отрицательным (обозначается знаком «-»), если предельный размер меньше номинального.

Нижнее и верхнее предельные отклонения могут быть равны друг другу или отличаются друг от друга по их абсолютной величине. Одно из этих предельных отклонений может быть равно нулю.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском.

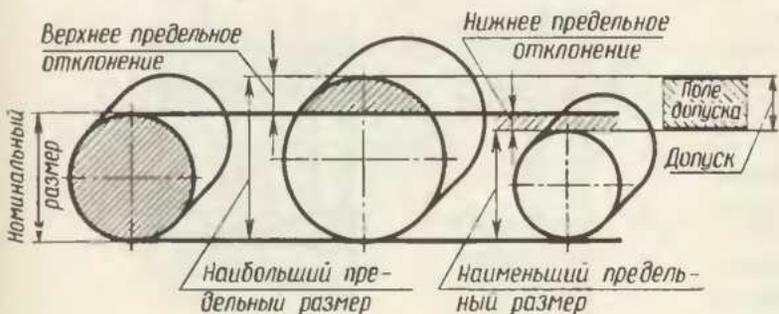


РИС. 339

Поле допуска называется поле, ограниченное верхним и нижним предельными отклонениями.

На чертежах наносят номинальные размеры и их предельные отклонения, которые определяют требуемую точность изделия при его изготовлении (рис. 340). Нанесение на чертежах предельных отклонений выполняется в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.307—68. Предельные отклонения и их знаки («+» или «-») указывают непосредственно после номинального размера. Верхнее предельное отклонение помещают над нижним. Предельные отклонения, равные нулю, не указывают.

По заданным на рис. 340 предельным отклонениям можно определить подсчетом предельные размеры и допуск.

Любое сопряжение (соединение) двух деталей можно рассматривать как охватывание одной детали другой деталью (рис. 341), поэтому различают охватывающую и охватываемую детали. Охватывающая поверхность условно называется отверстием, а охватываемая — валом.

Эти поверхности могут быть различными, например, поверхностями вращения (рис. 341, а), плоскостями (рис. 341, б) и т. д.

Если размер отверстия D_1 больше размера вала d_1 (рис. 342, а), то при соединении деталей получается зазор, равный их разности $\delta_1 = D_1 - d_1$. Зазор дает возможность сопрягаемым деталям свободно перемещаться относительно друг друга.

Если же до сборки деталей размер вала d_2 был больше размера отверстия D_2 (рис. 342, б), соединение деталей выполняется с натягом $\delta_2 = d_2 - D_2$. Натяг исключает возможность относительного перемещения деталей после их сборки. Величина натяга характеризует степень сопротивления смещению одной детали относительно другой после их соединения. Чем больше натяг, тем больше величина его сопротивления.

Характер соединения деталей, определяемый разностью их размеров до сборки, т. е. величиной зазоров или натягов в соединении, называется посадкой.

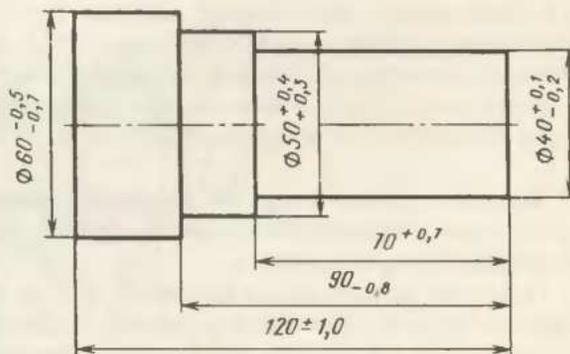


РИС. 340

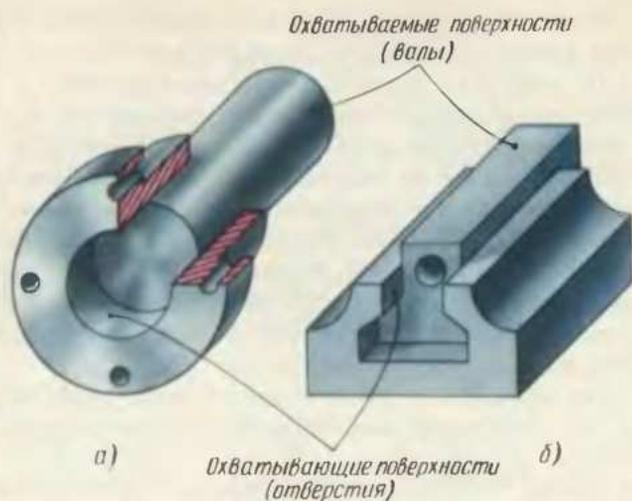


РИС. 341

Существует значительное количество посадок, которые можно разделить на три группы:

- 1) посадки с натягом — неподвижные посадки, исключающие возможность относительного перемещения сопрягаемых деталей (рис. 342, б);
- 2) посадки переходные, имеющие натяг, близкий к нулю, и обеспечивающие неподвижность сопрягаемых деталей только при условии применения шпонок, винтов и тому подобных фиксирующих деталей;
- 3) посадки с зазором — подвижные посадки, допускающие относительное перемещение сопрягаемых деталей (рис. 342, а).

Во всех конструкторских разработках должны соблюдаться правила и требования Единой системы допусков и посадок (ЕСДП). ЕСДП устанавливает совокупность стандартизированных допусков и предельных отклонений размеров, а также посадок, образованных отверстиями и валами, имеющими стандартные предельные отклонения размеров.

Основные правила и требования, определяемые ЕСДП, устанавливают следующие стандарты: ГОСТ 25346—82 (СТ СЭВ 145—75) и ГОСТ 25347—82 (СТ СЭВ 144—75).

В зависимости от назначения деталей, имеющих одинаковый размер, этому размеру могут соответствовать различные допуски. Совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных диаметров, называется качеством. Установлено 19 классов, обозначаемых: 0,1; 0; 1; 2; 3; ...; 17.

Условное обозначение поля допуска образуется сочетанием обозначения основного предельного отклонения и номера качества.

Основные предельные отклонения условно обозначаются буквами латинского алфавита: прописными — для отверстий (H7, N11) и строчными — для валов (k6, f7).

Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров.

Таким образом, размер, для которого указывается поле допуска, обозначают: 40H7, 40H11 — для отверстий; 40g6, 12e8 — для валов.

Числовые значения предельных отклонений берутся из соответствующих ГОСТов. Примеры предельных отклонений вала приведены в табл. 22, а для отверстий в табл. 23.

Предельные отклонения линейных размеров на чертежах указываются одним из трех способов.

1. Условными обозначениями полей допусков, например, 18H7, 12e8.

2. Числовыми значениями предельных отклонений, например,

$$18^{+0,018}, 12^{-0,032}_{-0,059}$$

3. Условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений, например,

$$18H7^{(+0,018)} \text{ или } 12e8 \left(\begin{matrix} -0,032 \\ -0,059 \end{matrix} \right).$$

Общую запись в технических требованиях о неуказанных предельных отклонениях несопрягаемых размеров или сопрягаемых размеров низкой степени точности (от 12-го качества и грубее до 17-го качества) можно производить таким образом: неуказанные предельные отклонения размеров отверстий по H14, валов по h14, остальных — $\pm IT/2$.

В этом примере отклонения H14 по СТ СЭВ 145—75 относятся к размерам всех внутренних (в соединении охватывающих) элементов, а отклонения h14 — к размерам всех наружных (охватываемых) элементов.

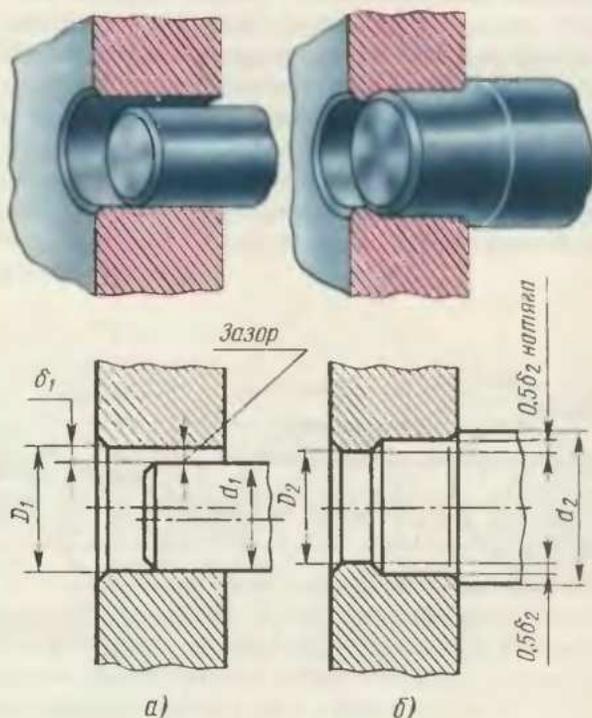


РИС. 342

Предельные отклонения вала, мкм (квалитеты 8 и 9)

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	c8	d8	e8	f8	h8	j _s 8 ^a	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	j _s 9 ^a
Св. 120 до 140	-200 -263						+233 +170	+311 +248	+428 +365					
Св. 140 до 160	-210 -273	-145 -208	-85 -148	-43 -106	0 -63	+31 -31	+253 +190	+343 +280	+478 +415	-145 -245	-85 -185	-43 -143	0 -100	+50 -50
Св. 160 до 180	-230 -293						+273 +210	-373 +310	-528 +465					

Таблица 23

Предельные отклонения отверстия, мкм (квалитеты 8 и 9)

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	D8	E8	F8	H8	J _s 8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	J _s 9 ^a
Св. 120 до 140									-170 -233					
Св. 140 до 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-190 -253	+245 +145	+185 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50
Св. 160 до 180									-210 -273					

На рис. 343, б приведены примеры нанесения предельных отклонений сопрягаемых размеров деталей.

Осуществить ту или иную посадку можно за счет изменения размеров отверстия или размеров вала, поэтому применяют две системы посадок: систему отверстия и систему вала (рис. 343). Посадки в системе отверстия выполняются за счет изменения размера

вала при неизменном размере основного отверстия. В системе вала посадки выполняются за счет изменения размеров отверстия.

Система отверстия является предпочтительной, так как выполнить вал требуемого диаметра и подогнать под отверстие значительно проще (рис. 343, а; по внутреннему диаметру подшипника). Система вала приме-

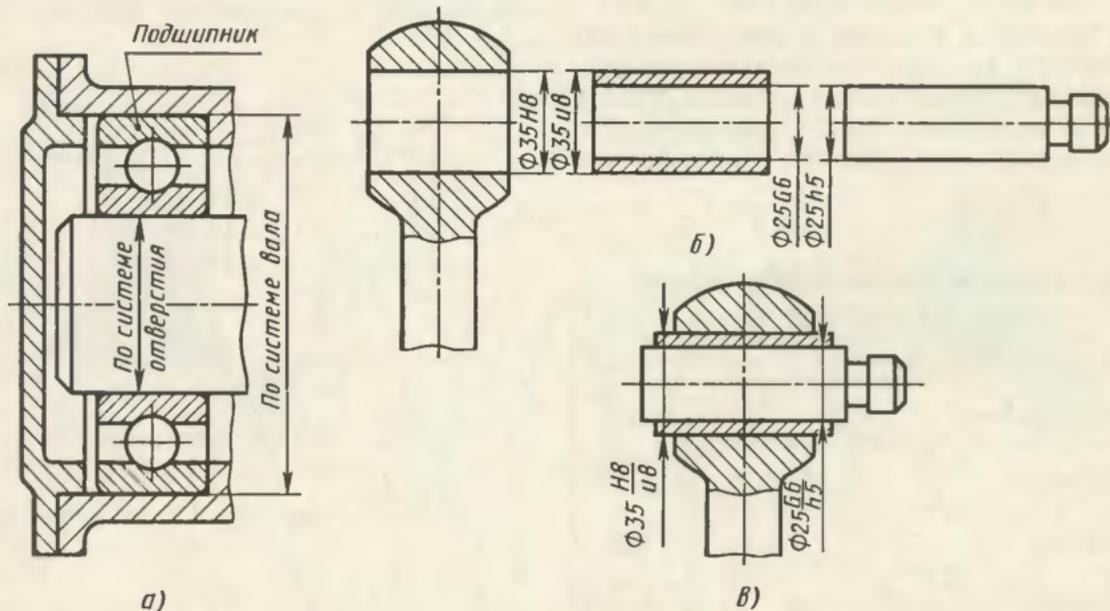


РИС. 343

няется, например, в посадке подшипника по наружному диаметру (рис. 343, а).

На рис. 343, б и в приведены примеры нанесения предельных отклонений размеров сопрягаемых деталей.

Числовые значения предельных отклонений устанавливаются соответствующими стандартами.

Сведения о допусках и посадках приведены здесь только для ознакомления с производственными чертежами, на учебных чертежах допуски и посадки обычно не наносят.

§ 2. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Точность изготовления детали определяется не только соблюдением ее размеров, но и соблюдением формы и расположения отдельных поверхностей этой детали.

Форма какой-либо поверхности, а также взаимное расположение поверхностей у изготовленной детали практически всегда имеют отклонения от того, что было предусмотрено на чертеже при разработке конструкции детали. Допуски формы и расположения поверхностей обозначаются на чертежах знаками, которые устанавливает ГОСТ 2. 308—79 (СТ СЭВ 368—76).

Знаки разделяются на три группы:

1. Допуски формы (табл. 24).
2. Допуски расположения (табл. 25).
3. Допуски формы и расположения (суммарные).

Данные о допусках формы и расположения поверхностей указывают на чертежах в прямоугольной рамке, разделенной на две или три части (рис. 344, а и в), в которых помещают: в первой — знак допуска (по табл. 24 или 25); во второй — числовое значение допуска (величину допуска) в миллиметрах; в третьей — буквенное обозначение базы — поверхности, с которой связан допуск расположения. Эта поверхность

Таблица 24

Условные обозначения допусков форм поверхностей
(выдержка из ГОСТ 2.308-79)

Вид допуска	Знак
Допуск прямолинейности	—
Допуск плоскостности	▱
Допуск круглости	○
Допуск цилиндричности	⊘
Допуск профиля продольного сечения	≡

Условные обозначения допусков расположения поверхностей
(выдержка из ГОСТ 2.308-79)

Вид допуска	Знак
Допуск параллельности	//
Допуск перпендикулярности	⊥
Допуск соосности	⊙
Допуск пересечения осей	×
Допуск симметричности	≡
Допуск биения	↗

(база) на чертеже обозначается буквой, проставленной в рамке (рис. 344, в).

Рамки вычерчивают сплошными тонкими линиями. Высота цифр, букв и знаков, вписываемых в рамки, должна равняться высоте цифр размерных чисел чертежа.

Пример условного обозначения на чертеже допуска формы (в данном случае круглости конуса) представлен на рис. 344, а. На рис. 344, б изображено оформление того же чертежа в случае указания допусков в технических требованиях надписью: «Некруглость конуса не более 0,01 мм.»

На рис. 344, в показано условное изображение допуска параллельности двух поверхностей. Рис. 344, г показывает оформление чертежа при условии, что допуск расположения поверхностей указан в технических требованиях надписью: «Допуск параллельности поверхности А относительно поверхности В — 0,1 мм.»

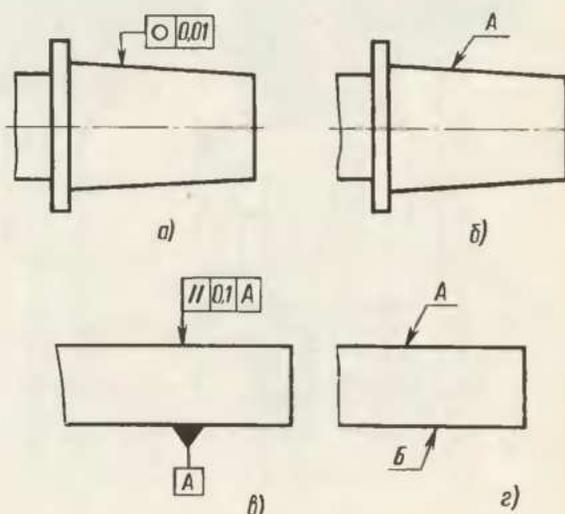


РИС. 344

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ
И ОБОЗНАЧЕНИЕ ПОКРЫТИЙ

§ 1. НАНЕСЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ
ОБОЗНАЧЕНИЙ ШЕРОХОВАТОСТЕЙ
ПОВЕРХНОСТЕЙ

Рассматривая поверхность детали, можно заметить, что она не во всех местах одинаковая и имеет неровности в виде мелких выступов и впадин. Совокупность этих неровностей, образующих рельеф поверхности на определенной базовой длине l , называется шероховатостью.

Детали могут иметь различную шероховатость поверхностей, которая зависит от материала и технологического процесса изготовления деталей. На одних поверхностях деталей шероховатость видна даже невооруженным глазом, на другом — только с помощью приборов.

Шероховатость поверхности является одной из основных характеристик качества поверхности деталей и оказывает влияние на эксплуатационные показатели машин, станков, приборов.

Термины и определения основных понятий по шероховатости поверхности устанавливает ГОСТ 25142—82 (СТ СЭВ 1156—78).

Параметры и характеристики шероховатости поверхности устанавливает ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77).

Сечение поверхности плоскостью дает представление о профиле ее рельефа: о количестве, форме и величине выступов и впадин неровностей (рис. 345). В

соответствии с ГОСТ 2789—73 шероховатость поверхности характеризуется одним из следующих параметров: средним арифметическим отклонением профиля (Ra) или высотой неровностей профиля по десяти точкам (Rz). Значения этих параметров определяются в пределах некоторого участка поверхности, длина которого называется базовой длиной l .

Зная форму профиля (см. рис. 345) в пределах базовой длины l , на диаграмме можно провести его среднюю линию Ox , выше которой будут располагаться выступы, а ниже — впадины.

На рис. 345 параметры, относящиеся к впадинам, отмечены штрихами (y' , F' , h'), параметры же, относящиеся к выступам, штрихов не имеют (y , F , h). Средняя линия профиля проводится так, чтобы площади, соответствующие выступам и впадинам, были равны между собой:

$$(F_1 + F_2 + \dots + F_{n-1} + F_n) = (F'_1 + F'_2 + \dots + F'_{n-1} + F'_n).$$

Среднее арифметическое отклонение профиля Ra представляет собой среднее значение в пределах базовой длины l расстояний точек выступов ($y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n$) и впадин ($y'_1, y'_2, \dots, y'_{n-1}, y'_n$) от средней линии профиля, причем при суммировании учитывается только абсолютная величина этих расстояний, а их алгебраический знак не учитывается.

Параметр Ra можно характеризовать следующим равенством:

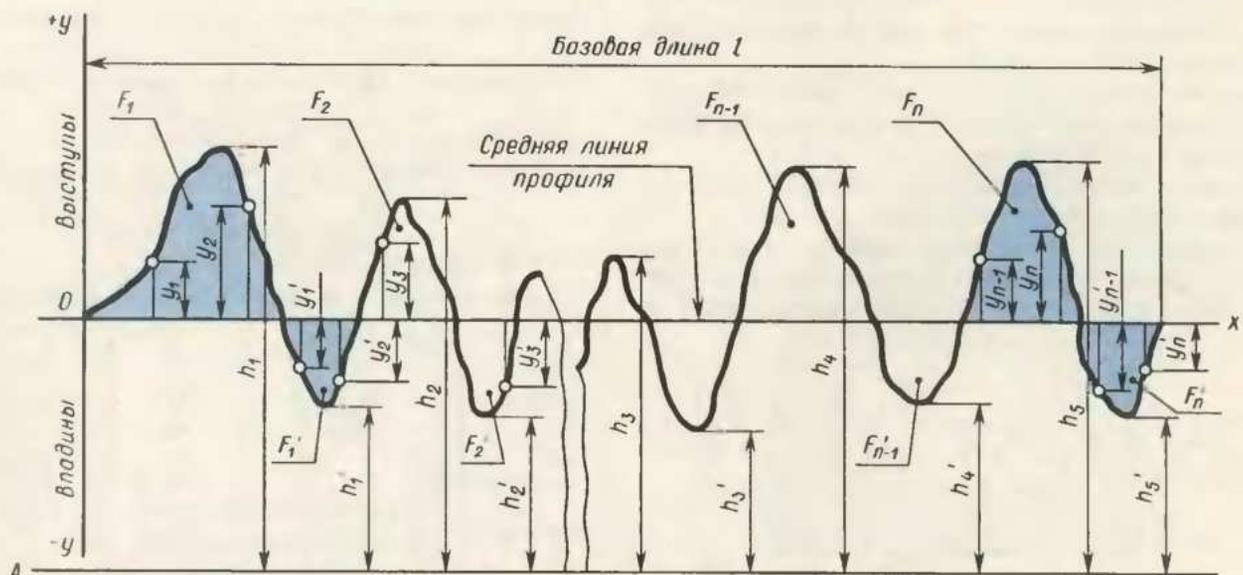


РИС. 345

$$Ra = \frac{(y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} + y_n) + (y'_1 + y'_2 + \dots + y'_{n-1} + y'_n)}{l}$$

Высота неровностей профиля по десяти точкам Rz представляет собой среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное от произвольной линии AB , параллельной средней линии профиля:

$$Rz = \frac{(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5) - (h'_1 + h'_2 + h'_3 + h'_4 + h'_5)}{5}$$

Измерение величин, определяющих значение Ra и Rz , производится при помощи специальных приборов — профилометров.

ГОСТ 2.309—73 (СТ СЭВ 1632—79) устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности.

В обозначении шероховатости поверхности применяются один из знаков, изображенных на рис. 346.

Если вид обработки поверхности конструктором не устанавливается (представляется на усмотрение технолога), то применяется знак по рис. 346, а.

При обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована в результате удаления слоя материала — точением, фрезерованием, сверлением, протягиванием, развертыванием, шлифованием и т. п., применяется знак по рис. 346, б.

Шероховатость поверхности, образуемой без удаления слоя материала — литьем, ковкой, объемной штамповкой, прокатом, волочением и т. п., обозначается знаком по рис. 346, в. Этим же знаком обозначаются поверхности, не обрабатываемые по данному чертежу.

Для указания вида обработки и других пояснительных надписей применяют эти знаки с полкой (рис. 347). На учебных чертежах рекомендуется применять знак без полки.

Высота знака h (рис. 347) приблизительно равна высоте цифр размерных чисел, применяемых на чертеже. Высота H берется равной $(1,5 \dots 3) h$.

Толщина линий знаков равна приблизительно 0,5 толщины сплошной основной линии чертежа.

Условный знак наносится на линиях контура на выносных линиях или на полках линий-выносок (рис. 348). Своей вершиной угол должен касаться линии, на

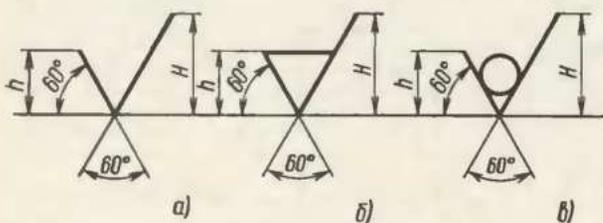


РИС. 346



РИС. 347

которую он наносится, и располагаться так, чтобы его биссектриса была перпендикулярна этой линии.

При недостатке места допускается обозначение шероховатости располагать на выносных и размерных линиях или на их продолжении, а также разрывать выносную линию. На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в случае, когда от этой линии нанесен размер.

Для обозначения числового значения параметров шероховатости поверхности на условном знаке указываются: для параметра Ra — только числовая величина без буквенного символа, для параметра Rz — буквенный символ (Rz) и числовая величина (рис. 348). Числовые величины параметров Ra и Rz следует брать по ГОСТ 2789—73 (табл. 26 и 27). Более предпочтительным является применение числовых значений параметра Ra . Высота цифр и символ Rz равна высоте размерных чисел чертежа.

Шероховатость поверхности зависит от инструмента, которым обрабатывается поверхность, а также от технологического процесса и режима выполнения той или иной операции обработки. Рис. 349 ориентировочно иллюстрирует шероховатость поверхностей, получаемую в результате различных технологических процессов их обработки.

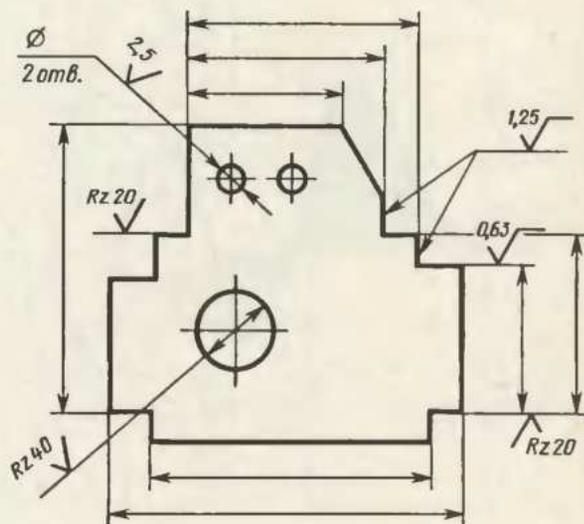


РИС. 348

Таблица 26

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a , мкм

100	8,0	0,63	0,050
80	6,3	0,50	0,040
63	5,0	0,40	0,032
50	4,0	0,32	0,025
40	3,2	0,25	0,020
32	2,5	0,20	0,016
25	2,0	0,160	0,012
20	1,60	0,125	0,010
16,0	1,25	0,100	0,008
12,5	1,0	0,080	0,006
10,0	0,80	0,063	—

Примечание. Выделены предпочтительные значения параметров.

Необходимая шероховатость поверхностей деталей задается с учетом их назначения и условий работы. Чтобы правильно задать шероховатость поверхности, надо обладать опытом конструирования и знаниями технологии машиностроения. В учебных условиях шероховатость поверхности задается ориентировочно в соответствии с рис. 349, исходя из следующих соображений.

1. Если детали соприкасаются между собой и перемещаются относительно друг друга, шероховатость их поверхности должна соответствовать: $R_a = 2,5 \dots 0,32$, $R_z = 10 \dots 16$ мкм.

2. Если детали соприкасаются между собой и неподвижны относительно друг друга, шероховатость поверхностей может соответствовать: $R_a = 20 \dots 2,5$, $R_z = 80 \dots 10$ мкм.

3. Поверхности деталей, не соприкасающиеся с какими-либо поверхностями, могут иметь шероховатость: $R_a = 20 \dots 5$, $R_z = 80 \dots 20$ мкм.

4. При предъявлении эстетических требований к внешнему виду поверхностей они должны иметь шероховатость: $R_a = 5 \dots 1,25$, $R_z = 20 \dots 6,3$ мкм.

5. Шероховатость поверхностей резьбы может быть $R_a = 10 \dots 1,25$, $R_z = 40 \dots 6,3$ мкм.

На рис. 350, а показано расположение знаков шероховатости, в которых знак не имеет полки. Если

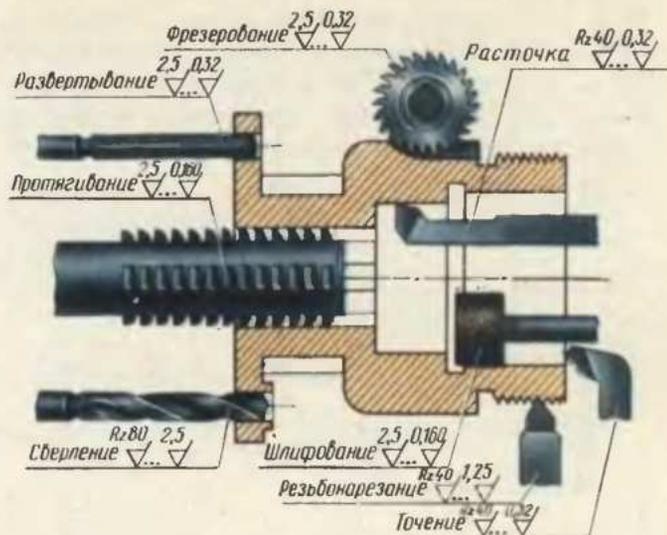
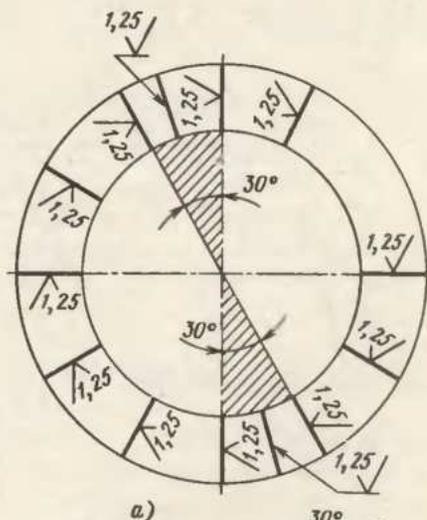
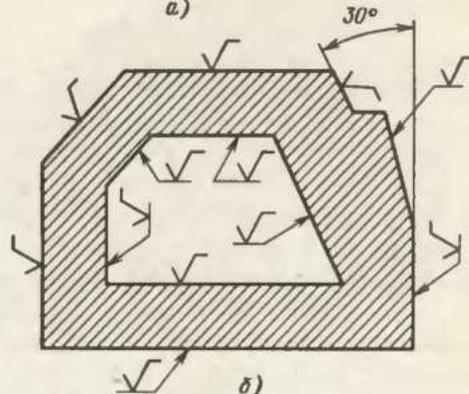


РИС. 349

поверхность расположена в зоне с углом 30° , то знак шероховатости наносят на полке линии-выноски, оканчивающейся стрелкой. На рис. 350, б показаны варианты расположения знака шероховатости, имеющего полку.



а)



б)

РИС. 350

Таблица 27

Высота неровностей профиля по 10 точкам R_z , мкм

1000	100	10,0	1,00	0,100
800	80	8,0	0,80	0,080
630	63	6,3	0,63	0,063
500	50	5,0	0,50	0,050
400	40	4,0	0,40	0,040
320	32	3,2	0,32	0,032
250	25,0	2,5	0,25	0,025
200	20,0	2,0	0,20	—
160	16,0	1,60	0,160	—
125	12,5	1,25	0,125	—

Примечание. Выделены предпочтительные значения параметров.

Если все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость, то ее обозначение помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (рис. 351, а). Размер знака, вынесенного в правый верхний угол чертежа, должен обводиться утолщенной

линией и быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначении на изображении.

Обозначение в правом верхнем углу чертежа должно располагаться на расстоянии 5...10 мм от сторон рамки (рис. 351, б).

В случае одинаковой шероховатости большей части поверхности детали в правом верхнем углу чертежа помещается обозначение одинаковой шероховатости и условное обозначение знака в скобках, которые означают, что все поверхности, не имеющие на чертеже знаков шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед скобкой (рис. 351, б). Размеры знаков в скобке и на изображении — одинаковы; размер знака перед скобкой увеличивается в 1,5 раза, утолщается и линия знака.

Если поверхности изделия не обрабатываются по данному чертежу, то на это указывает знак, помещенный в правом верхнем углу чертежа (рис. 351, в).

Если какая-либо поверхность детали не обрабатывается по чертежу, то обозначение ее шероховатости наносят и на самом чертеже (рис. 351, г).

Обозначение шероховатости поверхности одинаковых элементов деталей (отверстий, пазов, зубьев, ребер и т. п.), количество которых указано на чертеже, наносится один раз независимо от числа изображений (рис. 352, а).

Пример обозначения шероховатости поверхностей зубьев колес показан на рис. 352, б. Обозначения шероховатости профиля резьбы наносятся, как показано на рис. 352, в, г.

Обозначения шероховатости поверхности необходимо располагать как можно ближе к размерной линии, относящейся к данной поверхности.

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с рис. 352, д и е.

В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак \bigcirc не приводят (рис. 352, ж).

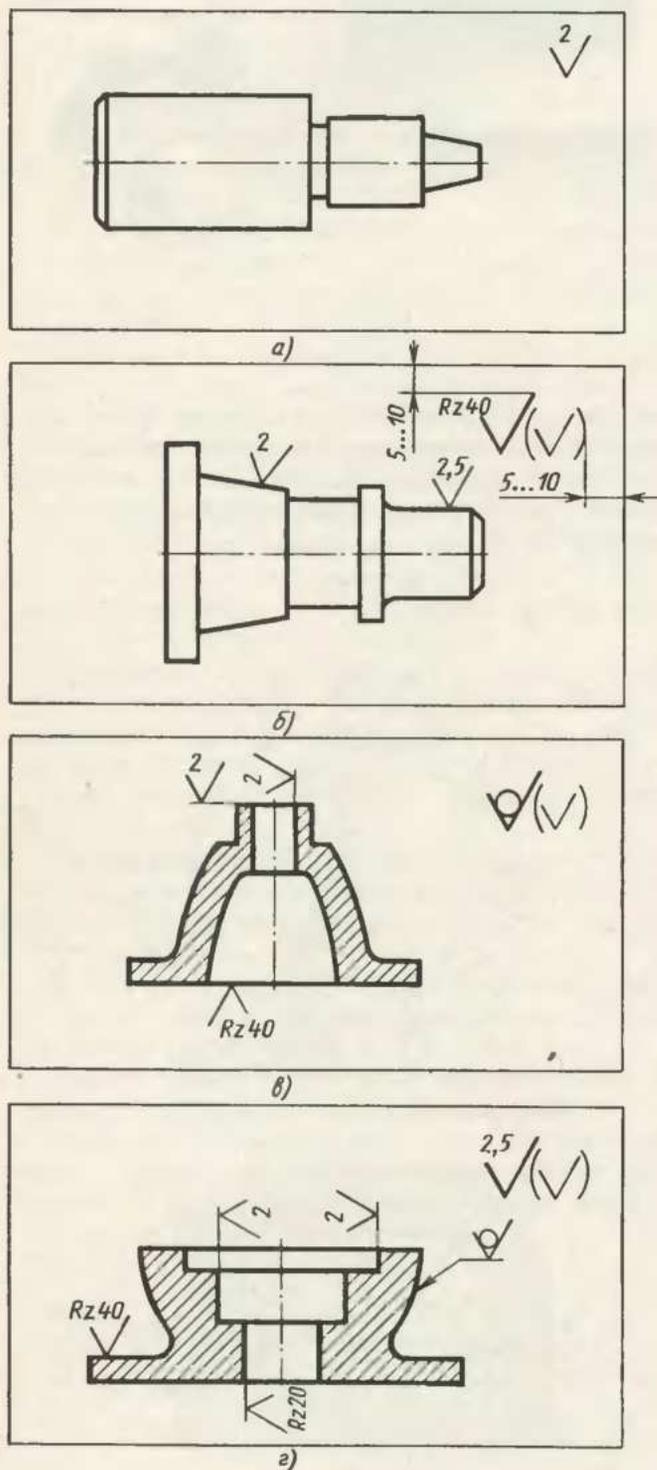


РИС. 351

§ 2. НАНЕСЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОКРЫТИЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Покрывают на поверхность детали для повышения ее прочности и долговечности, защиты от коррозии и разрушительного действия среды воды, кислот и т. п., в которой она работает, а также от преждевременного износа. В основном покрытия выполняют гальваническим и химическим способами. В некоторых случаях применяют способ диффузионного покрытия, который заключается в совместном нагревании изделия и металла при высокой температуре.

ГОСТ 2.310—68 (СТ СЭВ 367—76) устанавливает правила нанесения на чертежах обозначений покрытий

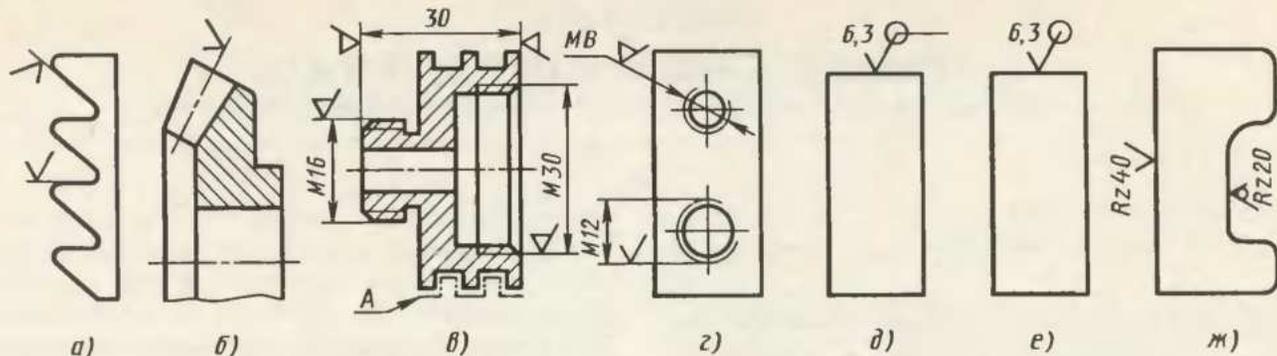


РИС. 352

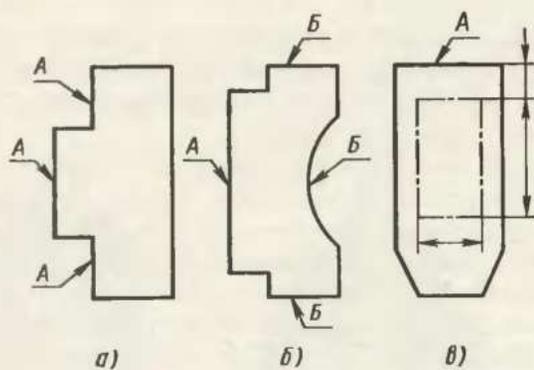


РИС. 353

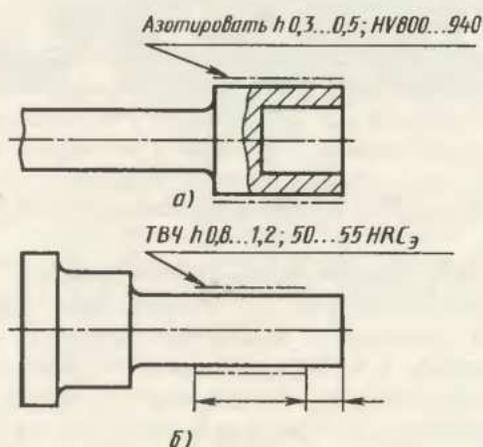


РИС. 354

Если на все поверхности изделия должно быть нанесено одно и то же покрытие, то запись в технических требованиях делают по типу: «Покрытие...». Если должны быть нанесены покрытия на поверхности, которые можно обозначить буквами или однозначно определить (наружная или внутренняя поверхности и т. п.), то запись делают по типу: «Покрытие поверхностей А...», «Покрытие внутренних поверхностей...»

При нанесении одинакового покрытия на несколько поверхностей их обозначают одной буквой (рис. 353, а).

При нанесении различных покрытий на несколько поверхностей изделия их обозначают разными буквами (рис. 353, б) и запись делают по типу: «Покрытие поверхностей А..., поверхностей В...»

Если необходимо нанести покрытие на поверхность сложной конфигурации или на часть поверхности, которую нельзя однозначно определить, то такие поверхности обводят штрихпунктирной утолщенной линией на расстоянии 0,8...1 мм от контурной линии, проставляют размеры, определяющие положения этих поверхностей (рис. 353, в).

В технических требованиях чертёжа после обозначения покрытия приводят данные о материалах покрытия (марку и обозначение стандарта или технических условий), указанных в обозначении.

На чертежах изделий, подвергаемых термической и другим видам обработки, указывают показатели свойств материалов, полученных в результате обработки, например: твердость (HRC_3 , HRB , HB , HV), предел прочности, предел упругости и т. п.

Глубину обработки обозначают буквой h . Величины глубины обработки и твердости материалов на чертежах указывают предельными значениями «от ... до», например, $h0,7...0,9$; $40...46 HRC_3$.

Допускается на чертежах указывать виды обработки. В этих случаях наименование обработки указывают словами (рис. 354, а) или условными сокращениями (рис. 354, б).

(защитных, декоративных, и т. п.), а также показателей свойств материала, получаемых в результате термической, химико-термической и других видов обработки.

Часто чертеж детали содержит ряд технических указаний, характеризующих свойства и особенности детали в окончательном виде.

Одни технические указания записывают на чертежах условными графическими обозначениями (условными знаками), другие отмечают условными записями или точными, но краткими пояснительными текстовыми подписями.

Чтобы быстро ориентироваться в чертежах, быстро прочитать их, необходимо знать, в каком месте чертежа размещают технические указания.

Надписи должны быть точными, краткими, четко определяющими сущность их содержания.

Текстовую часть включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в ней данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить на чертеже графически или условными обозначениями.

Текстовая часть чертежа может содержать:

- 1) технические требования и технические характеристики;
- 2) надписи с обозначением изображений;
- 3) таблицы с размерами и другими параметрами.

Текст и надписи на поле чертежа располагают, как правило, параллельно основной надписи чертежа. Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным.

На рабочих чертежах деталей не допускается помещать технологические указания, за исключением случаев, когда только эти указания могут обеспечить необходимое качество детали (притирка, совместная обработка, гибка или развальцовка и т. п.).

Правила нанесения на чертежах технических требований и надписей изложены в ГОСТ 2 316—68 (СТ СЭВ 856—78).

Технические требования размещаются над основной надписью чертежа. В них указывают все необходимые, не изображенные графически требования к готовому изделию.

Технические требования рекомендуется излагать по пунктам в следующем порядке:

а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала

готовой детали;

б) размеры, допустимые предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей;

в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке и покрытии;

г) зазоры, расположение отдельных элементов;

д) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия и т. п.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт технических требований записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишут.

Надписи, относящиеся к отдельным элементам изделия, наносятся на полках линий-выносок, идущих от элементов изделия, к которому относится надпись.

Линия-выноска и полка выполняются сплошной тонкой линией. Линию-выноску, пересекающую контур изображения предмета, заканчивают точкой (рис. 353, в). Линию-выноску, идущую от линии видимого или невидимого контура (изображенных основными или штриховыми линиями), а также от линий, обозначающих поверхности, заканчивают стрелкой (рис. 353, а, б). На конце линии-выноски, идущей от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки.

Допускается выполнять линию-выноску с одним изломом, а также проводить от одной полки две и более линий-выносок (рис. 354, а). Линии-выноски не должны пересекаться между собой, не должны быть параллельны линиям штриховки и не пересекать, по возможности, размерных линий и элементов изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись.

На полках линий-выносок наносят надписи, относящиеся непосредственно к изображению предмета, например, указания о количестве элементов (отверстий, канавок и т. п.), указания о лицевой стороне изделия, его толщине. Надписи могут содержать указания о специальных технологических процессах (например, «Зачистить», «Раскернить» и т. п.), а также сведения о покрытии или термической обработке элемента детали.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ
И ПРИЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Измерение — это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. Требуемая точность измерений в машиностроении — 0,1...0,001 мм. Имеются разнообразные конструкции измерительных инструментов и приборов.

В зависимости от назначения измерительные инструменты можно разделить на две группы. К первой группе относятся: стальные линейки, кронциркули, нутромеры и т. п., точность измерения которыми не превышает 0,5...1,0 мм. Во вторую группу входят: стандартные штангенциркули, штангенциркули с дополнительным индикаторным устройством, угломеры, микрометры, штангенрейсмас, которые обеспечивают точность измерения 0,1...0,02 мм.

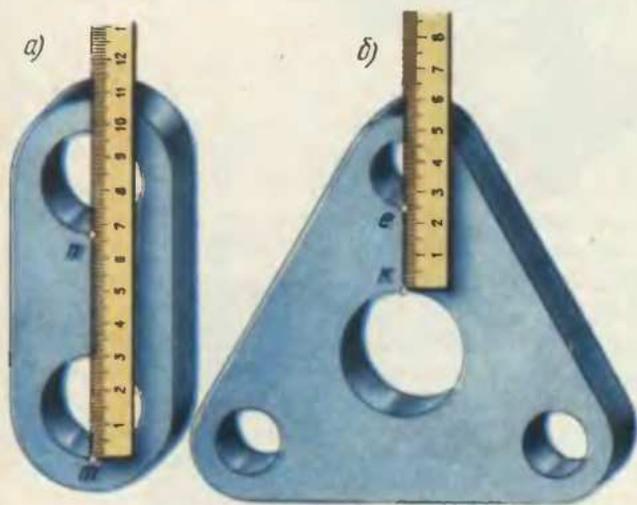


РИС. 355

Металлическая линейка позволяет непосредственно определять значение измеряемой величины.

На рис. 355 показаны приемы определения межосевого расстояния отверстий. Если отверстия одинаково

диаметра (рис. 355, а), то можно измерить линейкой расстояние mn , которое равно межосевому расстоянию.

При разных диаметрах отверстий (рис. 355, б) линейкой измеряется расстояние ek между ближайшими точками отверстий и к нему прибавляется сумма размеров радиусов большого и малого отверстий.

В учебной практике при измерениях используют обычные чертежные угольники, которые могут выполнять вспомогательные функции.

Линейка совместно с угольниками позволяет измерять длины частей деталей, имеющих ступенчатую форму (рис. 356). Деталь кладется на ровную поверхность (разметочную плиту), а отсчет размеров производится по линейке.

Кронциркуль применяется для измерения размеров наружных поверхностей деталей. Криволинейная форма ножек с загнутыми внутрь концами позволяет удобно измерять диаметры поверхностей вращения (рис. 357; а и б).

Нутромер применяется главным образом для измерения размеров внутренних поверхностей. Ножки нутромера прямые, с отогнутыми наружу концами.

При пользовании кронциркулем и нутромером ни в коем случае не производить измерения с усилием: инструмент должен проходить измеряемые места свободно под действием собственного веса.

На рис. 357, б показано измерение кронциркулем диаметра цилиндрической части детали, а нутромером — диаметра отверстия в основании этой детали. Линейкой определяют размеры основания детали. Значения измеренных кронциркулем и нутромером величин определяют путем переноса их на линейку (рис. 357, а и в).

На рис. 358 показан пример определения толщины стенок детали при помощи линейки и кронциркуля. Размер K равен разности длин l и l_1 , измеренных линейкой. Размер C находят как разность длин h , измерен-

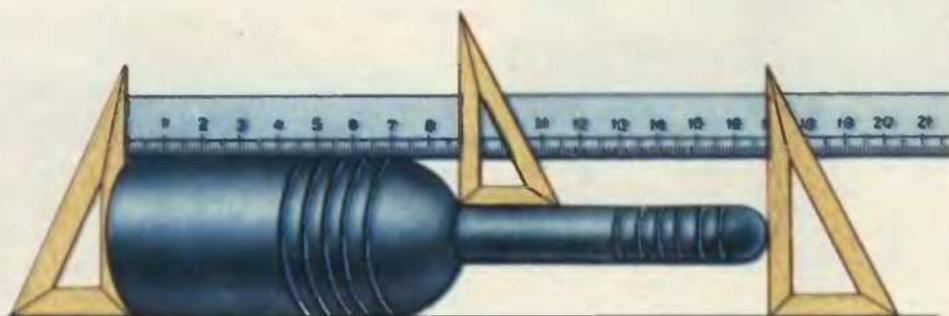


РИС. 356



РИС. 357

ной кронциркулем, и длины h , измеренной линейкой.

Описанные приемы измерений кронциркулем, нутромером и линейкой не дают большой точности и употребляются главным образом в учебном процессе. В производственной практике измерение длин с большей точностью производится универсальным штангенциркулем (рис. 359, а).

Штангенциркуль состоит из линейки (штанга) 1 с нанесенными на ней миллиметровыми делениями. Штанга заканчивается измерительными губками 2 и 9, расположенными к ней перпендикулярно. На штанге расположена рамка 7 с измерительными губками 3 и 8. Рамка может перемещаться по штанге и закрепляться на ней в любом месте с помощью зажимного винта 4. На нижней скошенной части рамки сделана специальная шкала 6 с делениями, называемая нониусом. Нониус имеет десять равных делений на длине 9 мм,

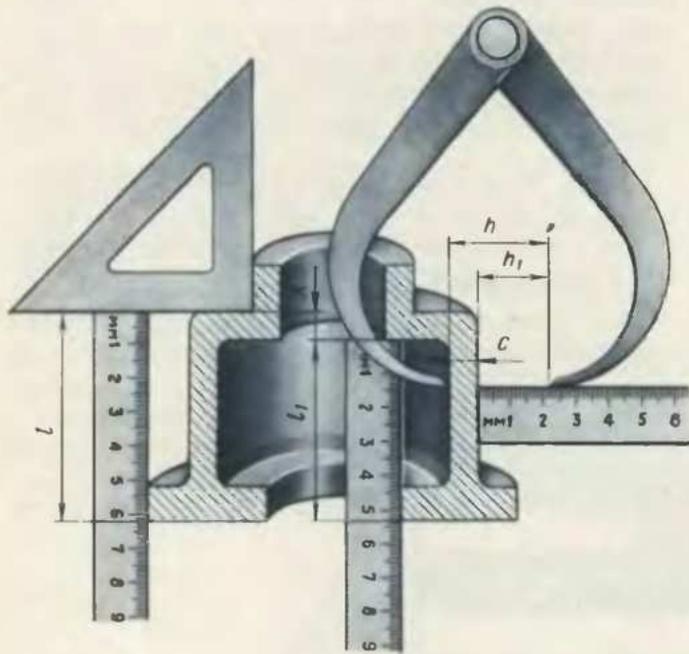
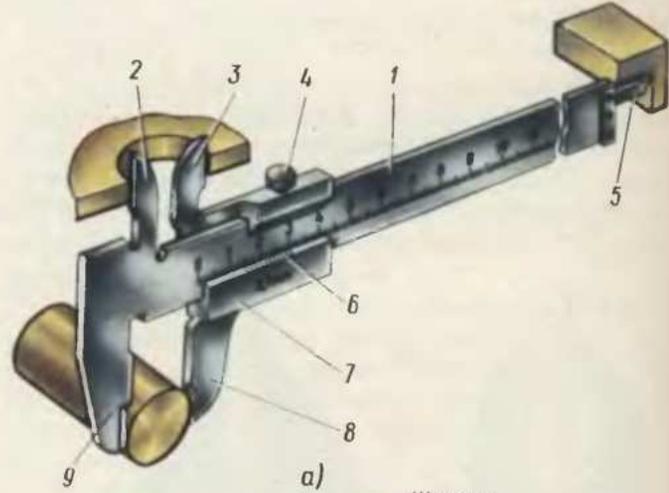


РИС. 358

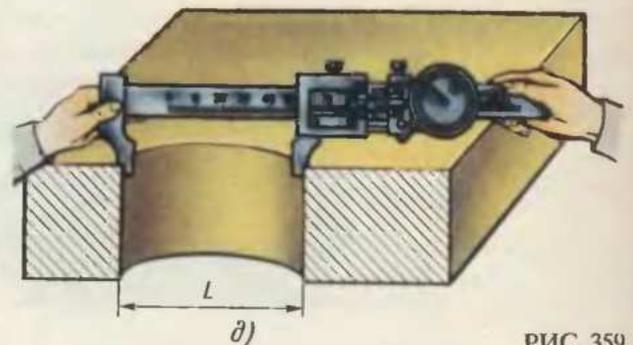
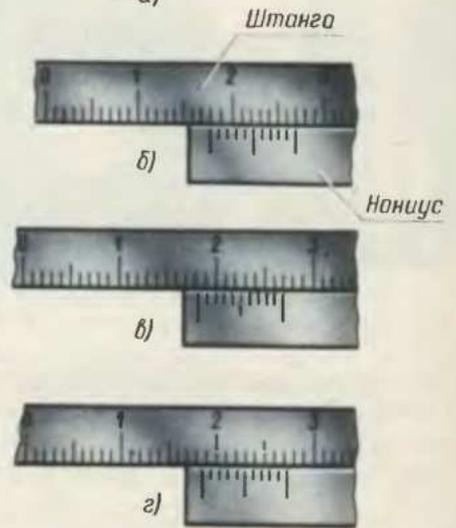


РИС. 359

т. е. каждое деление нониуса меньше деления штанги на 0,1 мм. При соприкасающихся губках нулевые деления штанги и нониуса совпадают.

При измерении наружного диаметра цилиндрической детали (рис. 359, а) она слегка зажимается губками 9 и 8, рамка с нониусом закрепляется на шкале винтом 4, а по шкалам штанги и нониуса производится подсчет.

При диаметре детали, равном 18 мм, нулевое деление нониуса точно совпадает с восемнадцатым делением штанги (рис. 359, б). Если диаметр детали равен 18,2 мм, то нулевое деление нониуса будет сдвинуто вправо от восемнадцатого деления штанги на 0,2 мм, и, следовательно, второе деление нониуса совпадает с двадцатым делением штанги (рис. 359, в). При величине диаметра детали 18,4 мм четвертое деление нониуса совпадает с двадцать вторым делением нониуса и совпадает с двадцать вторым делением штанги (рис. 359, г).

Таким образом, чтобы установить размер измеряемой величины, необходимо определить по линейке штанги целое число миллиметров, а по нониусу число десятых долей миллиметров. Десятых долей миллиметров будет столько, сколько можно отсчитать делений нониуса от его нулевого штриха до его ближайшего штриха, совпадающего с каким-либо штрихом штанги.

Измерение диаметра отверстия производится при помощи измерительных губок 2 и 3 (рис. 359, а).

В пазу с обратной стороны штанги 1 расположена узкая линейка глубиномера 5, жестко соединенная с рамкой 7. При сомкнутом положении губок торец глубиномера совпадает с торцом штанги. При измерении глубины отверстия или уступа в детали торец штанги упирается в торец детали, а глубиномер при помощи рамки перемещается до упора в дно отверстия или границу уступа. Размер измеренной глубины определяется по делениям штанги и нониуса.

Помимо описанного штангенциркуля существуют и другие их типы, шкалы нониуса которых имеют различные деления. Эти типы штангенциркуля упрощают измерения и позволяют выполнить измерения с точностью до 0,05 и 0,02 мм.

На рис. 359, д показано более точное измерение внутреннего размера детали штангенциркулем с индикаторным устройством.

Более точное измерение (с точностью до 0,01 мм) наружных поверхностей гладких деталей выполняют микрометром (рис. 360).

Многие детали имеют криволинейные очертания. В таких случаях форму и размеры контура этих деталей можно определить измерением координат его точек при помощи рейсмаса (рис. 361, а). При измерении координат точек рейсмас и измеряемую деталь устанавливают на гладкой ровной поверхности (разметочной плите). Перемещая стержень рейсмаса 1 по линейке 2 вверх или вниз и приводя его острый конец в соприкосновение с какой-либо точкой кривой, можно определить координаты этой точки. Приняв за начало

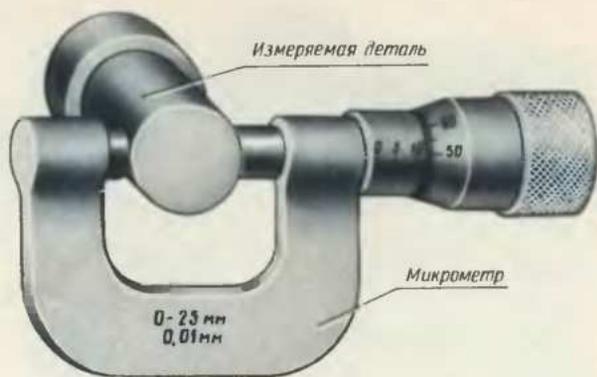


РИС. 360

координат ниже нулевое деление линейки-рейсмаса, можно по ее шкале найти координаты B , B_1 и B_2 , а по шкале стержня — координаты A , A_1 и A_2 . Более точно координаты точек могут быть определены при помощи штангенрейсмаса, который снабжен нониусом (рис. 361, б).

В ряде случаев размеры криволинейного контура находятся более просто. При острых кромках и плоском контуре форму и размеры его определяют путем снятия отпечатка на кальке (рис. 362, а). Кальку накладывают на криволинейную часть детали, пальцем прижимают ее к кромкам и затем по полученному на ней отпечатку определяют размеры, необходимые для вычерчивания контура (рис. 362, б) величины радиусов и координаты точек.

Измерение радиусов закруглений и галтелей можно производить при помощи радиусомера, представля-

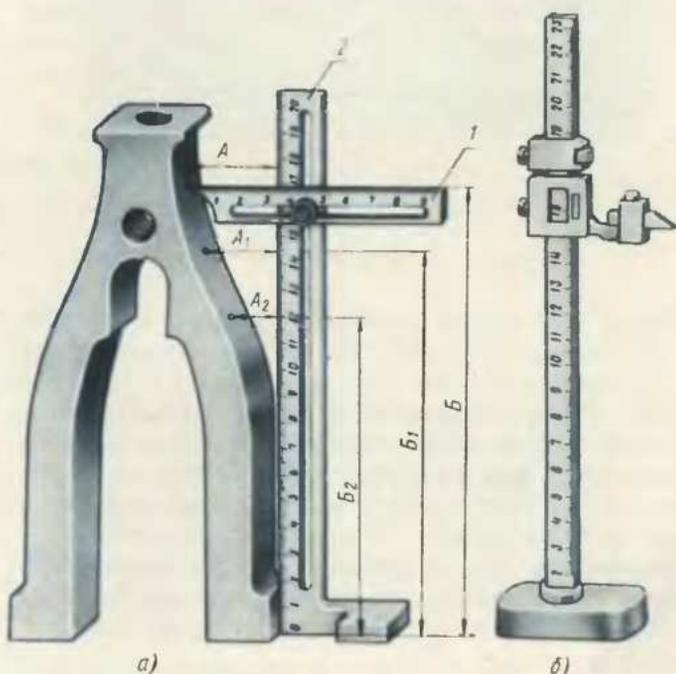
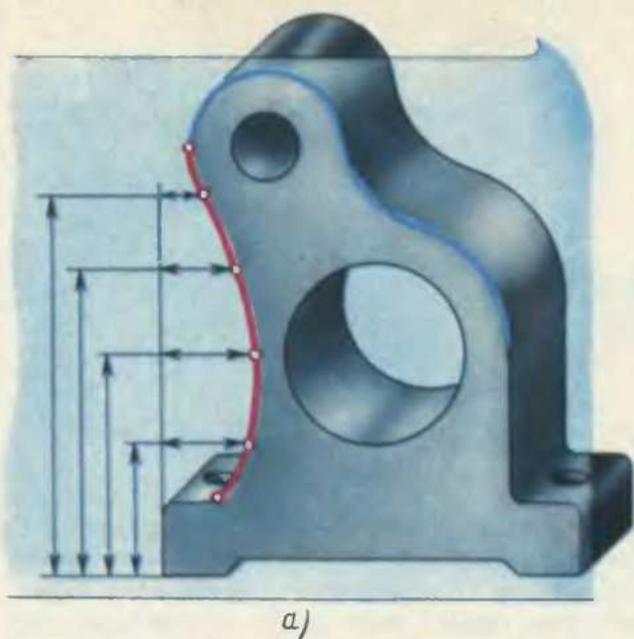
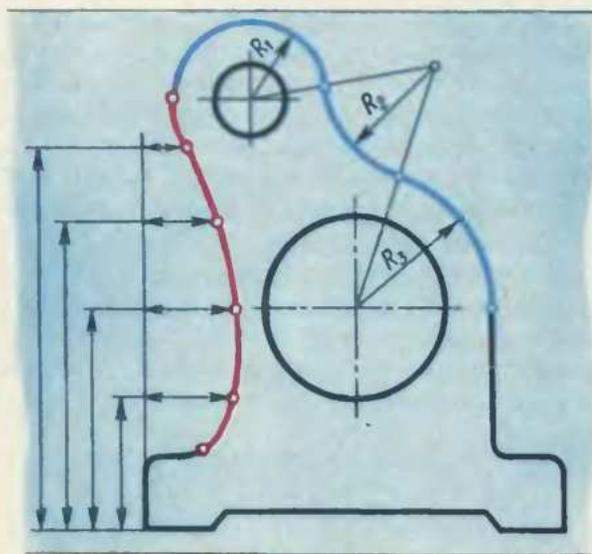


РИС. 361



a)

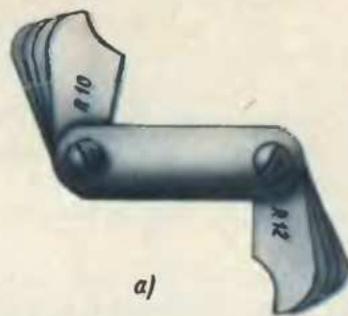


b)

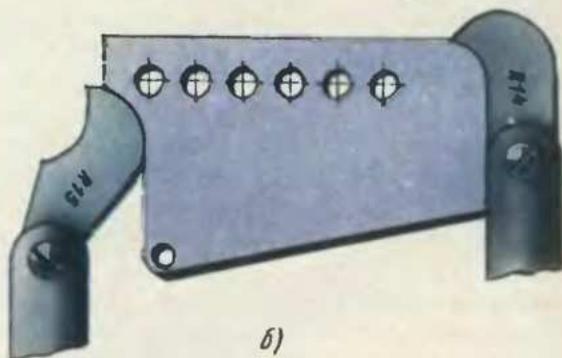
РИС. 362

ющего собой набор пластинчатых шаблонов (рис. 363, а). Шаблоны шарнирно соединены с обоймой радиусомера. Для измерения радиуса закругления детали к ее поверхности прикладывают закругленные части шаблонов и просматривают на просвет место их соприкосновения (рис. 363, б). Величина радиуса закругления определяется числом, указанным на шаблоне, при котором отсутствует зазор между поверхностью детали и шаблоном.

Измерения углов производят угломерами. Угломер (рис. 364) состоит из угольника б, который фиксиру-



a)



b)

РИС. 363

ется на линейке 1, и подвижного транспорта 3 с линейкой 2. Транспорт фиксируется в нужном положении винтом 5. Угол, образованный линейками 1 и 2, будет равен измеряемому углу. Величина угла определяется по шкалам транспорта 3 (градусы) и нониуса 4 (минуты). Нониус 4 позволяет производить измерения с точностью до 2 мин.

Для определения профиля и шага резьбы применяется **резьбомер**, представляющий собой набор металлических шаблонов с пилообразными вырезами.

Резьбомер, предназначенный для определения шага метрической резьбы, имеет надпись — М60° (рис. 365, а).

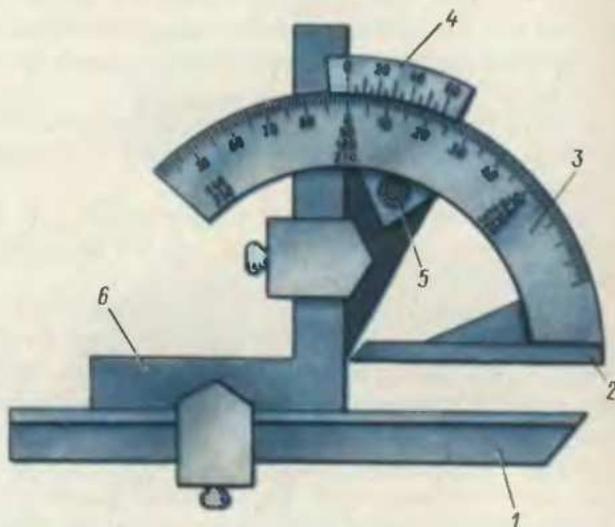


РИС. 364

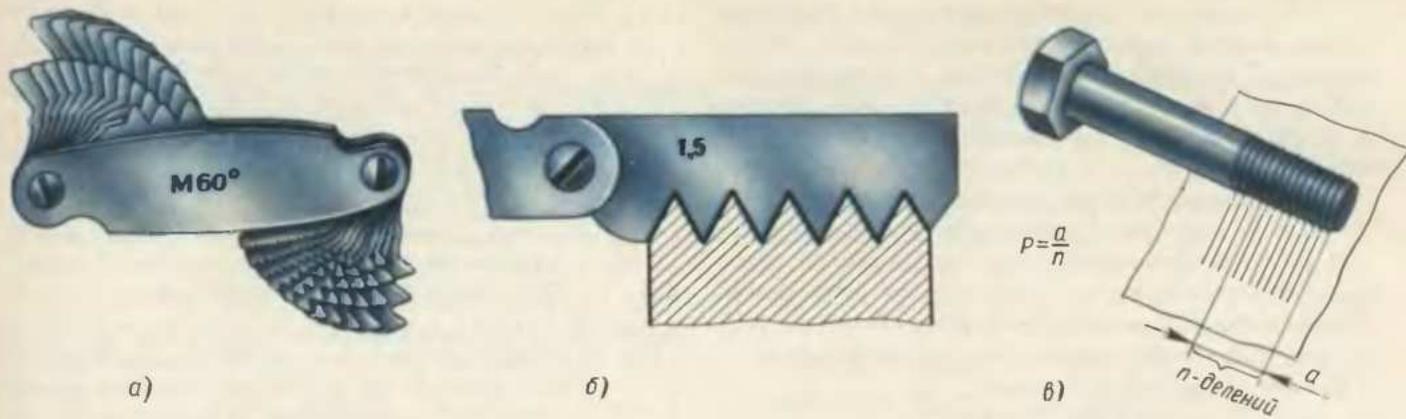


РИС. 365

При определении шага резьбы из набора шаблонов выбирают такой, который своими зубьями плотно входит во впадины резьбы (рис. 365, б). Указанным на шаблоне числом (например, 1,5 мм на рис. 365, б) определяют величину шага резьбы. Величина наружного диаметра резьбы стержня, измеренная штангенциркулем, в совокупности с установленной величиной шага резьбы даст полное представление о параметрах измеряемой резьбы. Для определения размера резьбы в отверстии необходимо измерить ее внутренний диаметр и шаг. Полученные данные дают возможность по соответствующему стандарту определить наружный диаметр резьбы.

Резьбомер, предназначенный для определения числа витков (ниток) на длине одного дюйма дюймовых и трубных цилиндрических резьб, имеет надпись — Д55.

При отсутствии резьбомера шаг резьбы может быть определен при помощи отпечатка, полученного на полоске бумаги (рис. 365, в). Если на длину a , измеренную линейкой, приходится n делений, полученных в

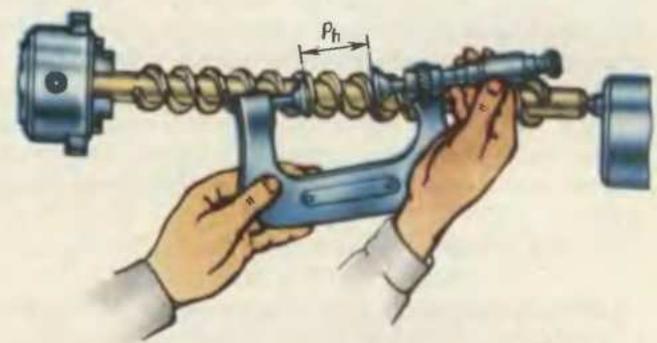


РИС. 366

результате отпечатка витков резьбы, то шаг резьбы равен $P = a/n$.

На рис. 366 показан прием измерения хода или шага трапецидальной резьбы с использованием тарелочного микрометра.

ГЛАВА 40 ОБОЗНАЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В машиностроении для изготовления деталей применяется большое количество различных видов материалов — металлы, их сплавы, а также неметаллические материалы — полимеры (пластмассы), резина, древесина и др.

На чертежах деталей должно быть указано обозначение материала, из которого изготавливается деталь. Обозначение материала устанавливается стандартом или техническими условиями, по которым выпускается материал.

Состав и свойства материалов подробно изучают в курсе «Металловедение». Ниже приводятся некоторые

сведения о материалах, которые встречаются в процессе оформления чертежей, выполняемых при изучении курса «Черчение», а также даются примеры обозначения материалов. Обозначение материала помещается в основной надписи чертежа и в общем случае состоит из названия материала, его марки и номера стандарта на материал.

§ 2. СТАЛЬ

Сталь по химическому составу подразделяется на углеродистую и легированную, а по назначению — на конструкционную и инструментальную.

Сталь представляет собой сплав железа с углеродом и другими химическими элементами, которые условно обозначаются буквами: Х — хром; Г — марганец; Н — никель; В — вольфрам; М — молибден; Ж — железо; А — алюминий; К — кремний; О — олово; С — свинец; Т — титан.

Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380—71) широко применяется в машиностроении.

В табл. 28 приведены марки углеродистой стали обыкновенного качества и примеры их применения. Цифры в обозначении марок стали указывают на среднее содержание углерода в десятых долях процента.

Пример условного обозначения:

Ст3 ГОСТ 380—71.

Сталь углеродистая качественная конструкционная (ГОСТ 1050—74). Некоторые марки этой стали приведены в табл. 29. Число, обозначающее марку стали, указывает среднее содержание углерода в сотых долях процента. Если в обозначении марки стали рядом с числом стоит буква Г, например 65Г, это означает, что в стали содержится марганец; из такой стали обычно изготавливают пружины. Выбор марки материала детали в учебных условиях производится приблизительно.

Пример условного обозначения:

Сталь 50 ГОСТ 1050—74.

Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543—71) применяется для изготовления деталей, к которым предъявляются повышенные требования в отношении

Примерное назначение углеродистой качественной конструкционной стали (ГОСТ 1050-74)

Марка стали	Область применения
10, 15	Зубчатые колеса коробок скоростей, грузоподъемные кованые крюки, серьги, барабаны грузоподъемных механизмов, болты, гайки, винты, заклепки, кулачки, подвижные шпонки, планки направляющих, втулки, пальцы, оси, упоры
20	Оси и рычаги коробок скоростей и тормозов, валики, ролики, зубчатые колеса, поршневые и шатунные пальцы, болты, шурупы, грузоподъемные крюки, гайки для крюков, упоры, кулачки
25, 30	Зубчатые колеса, поршни, шпонки, оси, валы, шатуны, муфты, фланцы, серьги, втулки, рычаги и пр.
35, 40	Оси, тяги, валы, шатуны, штоки, рычаги, зубчатые колеса, рукоятки, ступицы, гаечные ключи, фланцы, диски, гайки, винты, болты, плунжеры, втулки, кольца, упоры, штифты
45, 50	Коленчатые и карданные валы, шлицевые валы, шатуны, зубчатые колеса и рейки, диски сцепления, поршни, шпонки, клинья и планки направляющих, рукоятки, ступицы, фиксаторы, втулки, вилки
60Г, 65Г, 70Г	Пружины спиральные (из холоднотянутой проволоки), пружинные шайбы, тормозные и фрикционные диски, упорные кольца

Таблица 28

Примерное назначение углеродистой стали обыкновенного качества (ГОСТ 380-71)

Марка стали	Область применения
Ст0	Неответственные строительные конструкции, прокладки, шайбы, кожухи (свариваемость хорошая)
Ст1	Малонагруженные детали металлоконструкций — заклепки, шайбы, шпильки, прокладки, кожухи (свариваемость хорошая)
Ст2	Детали металлоконструкций — рамы, оси, ключи, валики, цементируемые детали (свариваемость хорошая)
Ст3	Цементируемые и цианируемые детали, от которых требуется высокая твердость поверхности и невысокая прочность сердцевин — крюки кранов, кольца, цилиндры, шатуны, крышки
Ст4	Детали с невысокими требованиями к прочности — валы, оси, пальцы, тяги, крюки, болты, гайки
Ст5	Детали при повышенных требованиях к прочности — валы, оси, звездочки, крепежные детали, зубчатые колеса, шатуны
Ст6	Детали с высокой прочностью — валы, оси, бойки молотов, шпиндели, муфты кулачковые и фрикционные, цепи

прочности, износа, жаростойкости, коррозии и других особых свойств. Число марки указывает среднее содержание в стали углерода в сотых долях процента. Буква Х указывает на наличие хрома. В табл. 30 приве-

Таблица 30

Примерное назначение легированной конструкционной стали (выдержка из ГОСТ 4543-71)

Марка стали	Область применения
15ХН	Поршневые пальцы, валики, зубчатые колеса
20Х	Конические зубчатые колеса, коленчатые валы, кулачковые муфты, втулки, плунжеры, направляющие планки, копиры
30Х, 35Х, 38ХА	Валики коробок скоростей, оси, зубчатые колеса дифференциалов, шатуны, катки, ответственные болты, шпильки, гайки
40Х, 45Х, 50Х	Зубчатые колеса коробок скоростей, рессоры, червячные и шлицевые валы, промежуточные оси, шпиндели, упорные кольца, штоки, дышла
20ХН, 40ХН, 45ХН, 50ХН	Шлицевые и коленчатые валы, цепные звенья, зубчатые колеса, кулачковые муфты, червяки

дены марки легированной конструкционной стали и ее практическое применение.

Пример условного обозначения:

Сталь 40X ГОСТ 4543—71.

Сталь инструментальная углеродистая ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81) применяется для изготовления инструментов. В табл. 31 указаны марки стали и ее применение. Буква У — сокращение слова углеродистая; следующее за ней число указывает среднее содержание углерода в десятых долях процента; буква Г указывает на повышенное содержание в стали марганца. Для высококачественных сталей к указанным обозначениям добавляется буква А.

Пример условного обозначения:

Сталь У10 ГОСТ 1435—74.

Таблица 31

Примерное назначение инструментальной углеродистой стали (выдержка из ГОСТ 1435-74)

Марка стали	Область применения
У7; У8; У10; У11; У12; У13; У7А; У8А; У8ГА; У10А; У11А; У12А; У13А	Инструменты, пуансоны, центры к станкам, втулки

§ 3. ЧУГУН

Чугун представляет железоуглеродистый сплав и широко применяется в машиностроении.

Чугун имеет несколько видов, выпускаемых по соответствующим стандартам: серый чугун (ГОСТ 1412—85), ковкий чугун (ГОСТ 1215—79), высокопрочный чугун (ГОСТ 7293—85), антифрикционный чугун (ГОСТ 1585—85).

В условное обозначение чугуна входят буквы, которые указывают вид чугуна, например: серый чугун — СЧ; ковкий чугун — КЧ, высокопрочный — ВЧ, антифрикционный — АЧС.

Серый чугун (ГОСТ 1412—85). Марки и применение серого чугуна приведены в табл. 32.

Таблица 32

Примерное назначение серого чугуна с пластинчатым графитом (выдержка из ГОСТ 1412-85)

Марка	Область применения
СЧ 10	Малоответственные отливки с толщиной стенок до 15 мм (корпуса, крышки, кожухи)
СЧ 15	Малоответственные отливки с толщиной стенок 10—30 мм (трубы, корпуса клапанов, вентили)
СЧ 20	Ответственные отливки с толщиной стенок до 30 мм (блоки цилиндров, поршни, тормозные барабаны, каретки)
СЧ 25	Ответственные отливки с толщиной стенок до 40 мм (кокильные формы, поршневые кольца)
СЧ 30	Ответственные отливки с толщиной стенок до 60 мм (поршни, гильзы дизелей, рамы, штампы)
СЧ 35	Ответственные высоконагруженные отливки с толщиной стенок до 100 мм (малые коленчатые валы, детали паровых двигателей)

Пример условного обозначения:

СЧ20 ГОСТ 1412—85.

Ковкий чугун. В табл. 33 указаны марки ковкого чугуна и область применения.

Пример условного обозначения:

КЧ60—3 ГОСТ 1215—79.

Все остальные виды и область применения чугуна можно найти в соответствующих ГОСТах.

Таблица 33

Примерное назначение ковкого чугуна

Марки чугуна	Область применения
Ферритного класса: КЧ 30—6, КЧ 33—8, КЧ 35—10, КЧ 37—12	В основном для небольших отливок, работающих в условиях динамических нагрузок (детали в автомобильной, тракторной и сельскохозяйственной промышленности)
Перлитного класса: КЧ 45—7, КЧ 50—5, КЧ 55—4, КЧ 60—3, КЧ 65—3	Ограниченное применение обусловлено сложностью изготовления отливок, длительностью термической обработки, ограниченными размерами сечений (не более 30—40 мм)

§ 4. МЕДЬ И МЕДНЫЕ СПЛАВЫ

Медь и медные сплавы отличаются высокой теплопроводностью, высокой электропроводностью, коррозионной стойкостью, высокой температурой плавления. Они хорошо обрабатываются давлением. Медные сплавы используются в качестве литейных материалов, а также для изготовления труб, лент, проволоки и других изделий.

Латунь — медный сплав, в котором помимо меди основной составляющей частью является цинк.

Латунь по сравнению с медью обладает более высокой прочностью и коррозионной стойкостью. Простые латуни обозначают буквой Л и цифрой, показывающей содержание меди в процентах. В специальных латунях после буквы Л пишут заглавную букву дополнительных легирующих элементов и через тире после содержания меди указывают содержание легирующих элементов в процентах. Все латуни хорошо паяются твердыми и мягкими припоями.

Пример условного обозначения:

ЛК 2 ГОСТ 1020—77.

Бронзы называют медные сплавы, в которых основными легирующими элементами являются различные металлы, кроме цинка. Маркируют бронзы буквами Бр, за которыми следуют заглавные буквы легирующих элементов, а через тире — цифры, показывающие их процентное содержание. По сравнению с латунями бронзы обладают более высокими прочностью, коррозионной стойкостью и антифрикционными свойствами. Они весьма стойки на воздухе, в морской воде, растворах большинства органических кислот,

углекислых растворах. В табл. 34 даны примеры марок бронзы, область их применения.

Примеры условного обозначения:

БрА9Мц2Л ГОСТ 493—79

БрО3Ц7С5Н1 ГОСТ 613—79

Таблица 34

Примерное назначение безоловянных литейных бронз (ГОСТ 493-79) и оловянных литейных бронз (ГОСТ 613-79)

Марки чугуна	Область применения
Безоловянные: БрА9Мц2Л БрА10Мц2Л, БрА9ЖЗЛ, БрА10ЖЗМц2, БрА10Ж4Н4Л	Ленты, полосы, прутки, фасонное литье, втулки и вкладыши подшипников, упорные кольца, трубы, литье, зубчатые колеса, червяки, проволока, полосы, крупные фасонные отливки
Оловянные: БрО3Ц12С5, БрО3Ц7С5Н1, БрО4Ц7С5, БрО5Ц5С5, БрО5С25	Мелкие подшипники, сальники, втулки, гайки ходовых винтов, венцы червячных колес, гнезда клапанов, корпуса насосов, гайки с крупным шагом, мелкие детали, втулки, шайбы

§ 5. АЛЮМИНЕВЫЕ СПЛАВЫ

Сплавы алюминия с кремнием, магнием, медью, марганцем, цинком и другими металлами широко применяются в машиностроении.

Сплавы алюминия с кремнием таких марок, как: АЛ1, АЛ2, ..., АЛ8 (ГОСТ 2685—75), применяются для отливок деталей разных форм.

Дляковки и штамповки применяются алюминиевые сплавы марок АК4, АК6, АД1, АД12 (ГОСТ 4784—74).

Марки А7, АД1, Д12, Д16П (ГОСТ 21631—76) применяются в штампованных деталях.

Пример обозначения:

АЛ2 ГОСТ 2685—75.

§ 6. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Существует значительное количество неметаллических материалов, которые успешно могут заменить металлы и их сплавы. Все более широкое применение получают различные виды полимеров (пластмасс), которые благодаря своим особым физическим и механическим свойствам позволяют использовать их для литья под давлением, прессования, формовки из листов, сварки, склеивания, наплавления и других технологических процессов изготовления деталей. Полимерные материалы (пластмассы) подразделяются на две группы: термопластичные и термореактивные.

Термопластичные пластмассы при нагревании переходят из твердого состояния в жидкое (плавятся), при-

чем после охлаждения они снова затвердевают. Пластмассы этой группы можно перерабатывать несколько раз без потери их физико-механических свойств.

Термореактивные пластмассы при нагреве не плавятся и не размягчаются, а при достижении определенной температуры начинают обугливаться, поэтому эти пластмассы допускают только однократное изготовление из них деталей.

В табл. 35 приведены некоторые, наиболее употребительные в машиностроении неметаллические материалы и их применения.

Пример обозначения винипласта марки ВП (винипласт прозрачный):

Винипласт ВП ГОСТ 9639—71.

Таблица 35

Примеры применения неметаллических материалов (полимеров)

Наименование материала	Виды изделий
Полиэтилен	Клапаны, золотники
Полиуретан	Детали насосов, зубчатые колеса, уплотнительные, звуко- и теплоизоляционные устройства
Винипласт	Трубки, корпуса кранов и вентиляей
Фторопласт	Манжеты, прокладки, седла клапанов, вкладыши подшипников
Фенопласт, монолит	Клапаны, наконечники, рукояти, маховички
Стекловолокнит	Фланцы, крышки, вкладыши подшипников, втулки
Полистирол	Маховички, кнопки, крышки, втулки
Гетинакс	Втулки подшипников, маховички, кнопки, трубки, крышки
Текстолит	Шкивы, кронштейны, вилки, втулки, кольца, бесшумные зубчатые колеса
Древесный слоистый пластик	Конструктивный и антифрикционный материал

§ 7. СОРТАМЕНТ

Под сортаментом материала понимается форма и размеры, которые имеет тот или иной материал, изготавливаемый промышленностью.

Материал может выпускаться в виде листов, прутков (круглого, квадратного и шестигранного сечения), полос, труб, проволоки, ленты и изделий фасонного профиля. Сортамент материала определяется соответствующим стандартом, который должен указываться в обозначении материала наравне с маркой материала.

Примеры обозначения.

Труба по ГОСТ 3262—75 (СТ СЭВ 107—74) с наружным диаметром 70 мм, толщиной стенки 3,5 мм и длиной 1250 мм, изготовленная из стали марки 10, имеет обозначение:

Труба 70×3,5×1250—10 ГОСТ 3262—75.

Проволока, изготовленная по ГОСТ 17305—71 из стали марки 10, диаметром 2,2 мм, обозначается:

Проволока 2,2 — 10 ГОСТ 17305—71.

Полоса, изготовленная по ГОСТ 103—76, толщиной 36 мм и шириной 90 мм из термически обработанной (Т) стали марки 45, категории 4, подгруппы Б, ГОСТ 1050—74 обозначается:

Полоса $\frac{36 \times 90 \text{ ГОСТ } 103-76}{45-4(60)-Б-Т \text{ ГОСТ } 1050-74}$

Уплотнения, сальники, вентили, оплетки изготавливаются из асбестовых шнуров марки: ШАОН, ШАИ-2, ШАМ, ШАГ. Пример обозначения:

Шнур асбестовый ШАОН 3 ГОСТ 1779—83,
где 3 — диаметр шнура (мм).

Картон прокладочный выпускается двух марок: А — прокладочный картон толщиной от 0,3 до 1,5 мм; Б — непитанный картон толщиной от 0,3 до 2,5 мм.

Обозначение прокладочного картона толщиной 2 мм:

Картон А-2 ГОСТ 9347—74.

Из кожи изготавливаются: манжеты, прокладки, кольца, клапаны, сальниковая набивка. Толщина кожи от 0,5 до 5 мм. Пример обозначения кожи технической: *Кожа 2,5 ГОСТ 20836—75.*

Пластины резиновые и резинотканевые (ГОСТ 7338—77) выпускаются двух видов: I — резиновая пластина; II — резинотканевая. Марки пластин — ТМКШ, ОМБ, ПМБ выпускаются толщиной от 0,5 до 20 мм, рулоном шириной от 250 до 1350 мм. Применяется для прокладок, клапанов, уплотнений.

Пример условного обозначения пластины типа I, марки ТМКШ, средней твердости, толщиной 2 мм и шириной 250 мм, длиной 400 м и работоспособной в среде воздуха при температурах 30—60°C:

Пластина I, лист ТМКШ — С3×250×400—9,9 ГОСТ 7338—77.

ГЛАВА 41

ВЫПОЛНЕНИЕ ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ

Эскизом называется конструкторский документ, выполненный от руки, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей. Эскиз является временным чертежом и предназначен для разового использования.

Эскиз должен быть оформлен аккуратно с соблюдением проекционных связей и всех правил и условностей, установленных стандартами ЕСКД.

Эскиз может служить документом для изготовления детали или для выполнения ее рабочего чертежа. В связи с этим эскиз детали должен содержать все сведения о ее форме, размерах, шероховатости поверхностей, материале. На эскизе помещают и другие сведения, оформляемые в виде графического или текстового материала (технические требования и т. п.).

Выполнение эскизов (эскизирование) производится на листах любой бумаги стандартного формата. В учебных условиях рекомендуется применять писчую бумагу в клетку.

Процесс эскизирования можно условно разбить на отдельные этапы, которые тесно связаны друг с другом. На рис. 367 показано поэтапное эскизирование детали «опора».

1. Ознакомление с деталью

При ознакомлении определяется форма детали (рис. 368, а и б) и ее основных элементов (рис. 368, в), на которые мысленно можно расчленить деталь. По

возможности выясняется назначение детали и составляется общее представление о материале, обработке и шероховатости отдельных поверхностей, о технологии изготовления детали, о ее покрытиях и т. п.

II. Выбор главного вида и других необходимых изображений

Главный вид следует выбирать так, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах детали, а также облегчал пользование эскизом при ее изготовлении.

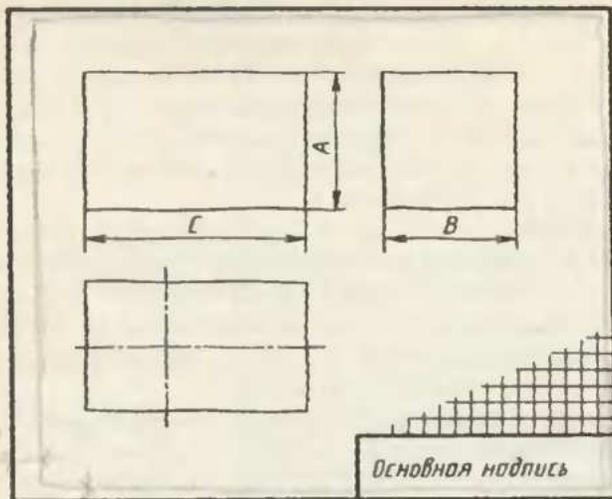
Существует значительное количество деталей, ограниченных поверхностями вращения: валы, втулки, гильзы, колеса, диски, фланцы и т. п. При изготовлении таких деталей (или заготовок) в основном применяется обработка на токарных или аналогичных станках (карусельных, шлифовальных).

Изображения этих деталей на чертежах располагают так, чтобы на главном виде ось детали была параллельна основной надписи. Такое расположение главного вида облегчит пользование чертежом при изготовлении по нему детали.

По возможности следует ограничить количество линий невидимого контура, которые снижают наглядность изображений. Поэтому следует уделять особое внимание применению разрезов и сечений.

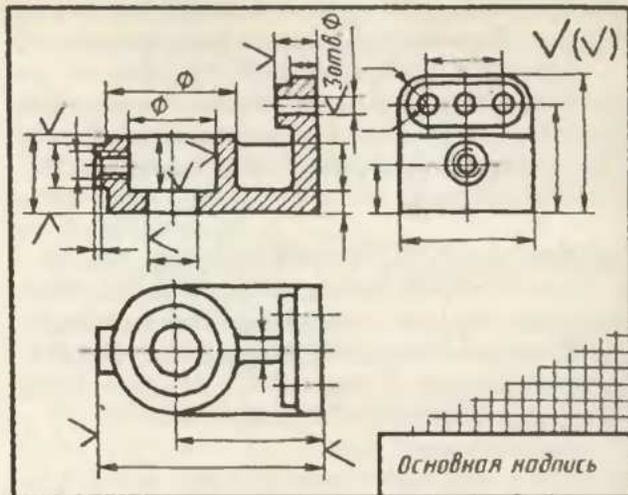
Необходимые изображения следует выбирать и выполнять в соответствии с правилами и рекомендациями ГОСТ 2.305—68.

На рис. 368, а и б даны варианты расположения детали и стрелками показано направление проектирования.



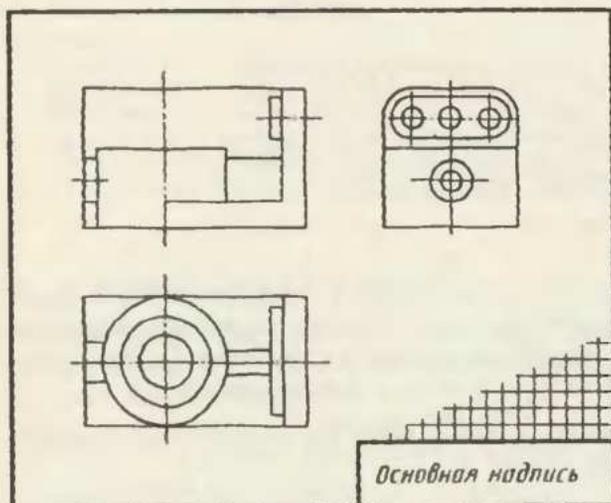
Основная надпись

а)



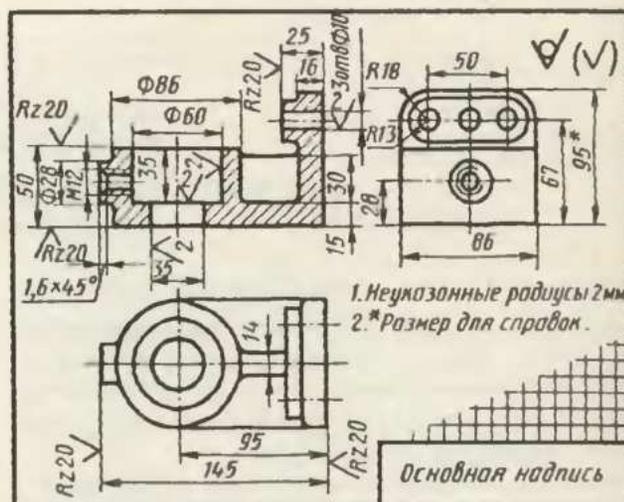
Основная надпись

б)



Основная надпись

б)

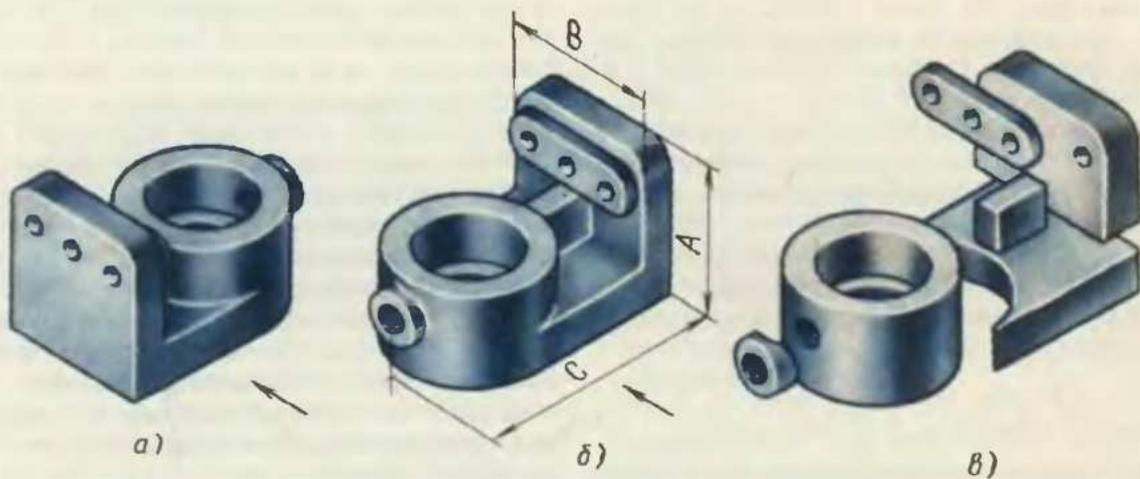


1. Неуказанные радиусы 2 мм
2. *Размер для справк.

Основная надпись

з)

РИС. 367



а)

б)

в)

РИС. 368

ния, в результате которого может быть получен главный вид. Следует отдать предпочтение положению детали на рис. 368, б. В этом случае на виде слева будут видны контуры большинства элементов детали, а сам главный вид даст наиболее ясное представление о ее форме.

В данном случае достаточно трех изображений, чтобы представить форму детали: главный вид, вид сверху и вид слева. На месте главного вида следует выполнить фронтальный разрез.

III. Выбор формата листа

Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301—68 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения, выбранные при выполнении этапа II. Величина и масштаб изображений должны позволять четко отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения.

IV. Подготовка листа

Вначале следует ограничить выбранный лист внешней рамкой и внутри нее провести рамку чертежа заданного формата. Расстояние между этими рамками должно составлять 5 мм, а слева оставляется поле шириной 20 мм для подшивки листа. Затем наносится контур рамки основной надписи.

V. Компонировка изображений на листе

Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают на глаз соотношение габаритных размеров детали. В данном случае, если высоту детали принять за A , то ширина детали $B \approx A$, а ее длина $C \approx 2A$ (см. рис. 367, а и 368, б). После этого на эскизе наносят тонкими линиями прямоугольники с габаритными размерами детали (см. рис. 367, а). Прямоугольники располагают так, чтобы расстояния между ними и краями рамки были достаточными для нанесения размерных линий и условных знаков, а также для размещения технических требований.

Осуществление компоновки изображений можно облегчить применением прямоугольников, вырезанных из бумаги или картона и имеющих стороны, соответствующие габаритным размерам детали. Перемещая эти прямоугольники по полю чертежа, выбирают наиболее удачное расположение изображений.

VI. Нанесение изображений элементов детали

Внутри полученных прямоугольников наносят тонкими линиями изображения элементов детали (см. рис. 367, б). При этом необходимо соблюдать пропорции их

размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

VII. Оформление видов, разрезов и сечений

Далее на всех видах (см. рис. 367, в) уточняют подробности, не учтенные при выполнении этапа VI (например, скругления, фаски), и удаляют вспомогательные линии построения. В соответствии с ГОСТ 2.305—68 оформляют разрезы и сечения, затем наносят графическое обозначение материала (штриховка сечений) по ГОСТ 2.306—68 и производят обводку изображений соответствующими линиями по ГОСТ 2.303—68.

VIII. Нанесение размерных линий и условных знаков

Размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон, тип резьбы и т. п.), наносят по ГОСТ 2.307—68 (см. рис. 367, в). Одновременно отмечают шероховатость отдельных поверхностей детали и наносят условные знаки, определяющие шероховатость.

IX. Нанесение размерных чисел

При помощи измерительных инструментов определяют размеры элементов и наносят размерные числа на эскизе. Если у детали имеется резьба, то необходимо определить ее параметры и указать на эскизе соответствующее обозначение резьбы (см. рис. 367, з).

X. Окончательное оформление эскиза

При окончательном оформлении заполняется основная надпись. В случае необходимости приводятся сведения о предельных отклонениях размеров, формы и расположения поверхностей; составляются технические требования и выполняются пояснительные надписи (см. рис. 368, з). Затем производится окончательная проверка выполненного эскиза и вносятся необходимые уточнения и исправления.

Выполняя эскиз детали с натуры, следует критически относиться к форме и расположению отдельных ее элементов. Так, например, дефекты литья (неравномерность толщин стенок, смещение центров отверстий, неровные края, асимметрия частей детали, необоснованные приливы и т. п.) не должны отражаться на эскизе. Стандартизованные элементы детали (проточки, фаски, глубина сверления под резьбу, скругления и т. п.) должны иметь оформление и размеры, предусмотренные соответствующими стандартами.

ГЛАВА 42

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ 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 проектной документации. Если в проектной документации чертеж 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 количество изображений видов, разрезов и сечений, выполненных с применением условностей и упрощений по стандартам ЕСКД.

На чертеже должна быть обозначена шероховатость поверхностей детали и нанесены геометрически 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 выполняются 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 количества 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.

Масса детали равна $m=pV$, где p — плотность материала детали; V — объем детали.

§ 2. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ЛИТЬЕМ

На рис. 369 дан чертеж корпуса, изготовленного путем отливки из чугуна с последующей обработкой на металлорежущих станках.

На чертеже выполнены пять изображений: главный вид (с местным разрезом), вид сверху, профильный разрез, вид снизу (*Вид А*). Кроме того, выполнено сечение (*Б—Б*), выявляющее форму рассекаемой части детали. В местах пересечения поверхностей детали выполнены скругления (это характерный признак литой детали). Скруглений нет только в местах, обработанных на металлорежущих станках.

Шероховатость обработанных поверхностей отмечена простановкой соответствующих знаков. Условный знак, проставленный в правом верхнем углу чертежа, указывает, что все остальные поверхности на станках не обрабатываются.

§ 3. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

На рис. 370 дан чертеж корпуса, целиком обработанного на металлорежущих станках, причем преобладающей операцией является точение.

Чертеж содержит четыре изображения: фронтальный разрез, разрез *А—А*, выносной элемент и сечение *Б—Б*.

Профильный разрез необходим для уточнения отверстия $\varnothing 12$ и формы лыски. Выносной элемент позволяет отчетливо выявить форму и размеры проточки, сечение *Б—Б* позволяет выявить форму и размеры лыски.

Шероховатость отдельных поверхностей отмечена знаками на изображении детали. Шероховатость же всех остальных поверхностей указывает знак, расположенный перед скобкой в правом верхнем углу чертежа.

§ 4. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ГИБКОЙ

На рис. 371 представлен чертеж скобы. Скоба выполнена путем гибки заготовки из листового материала.

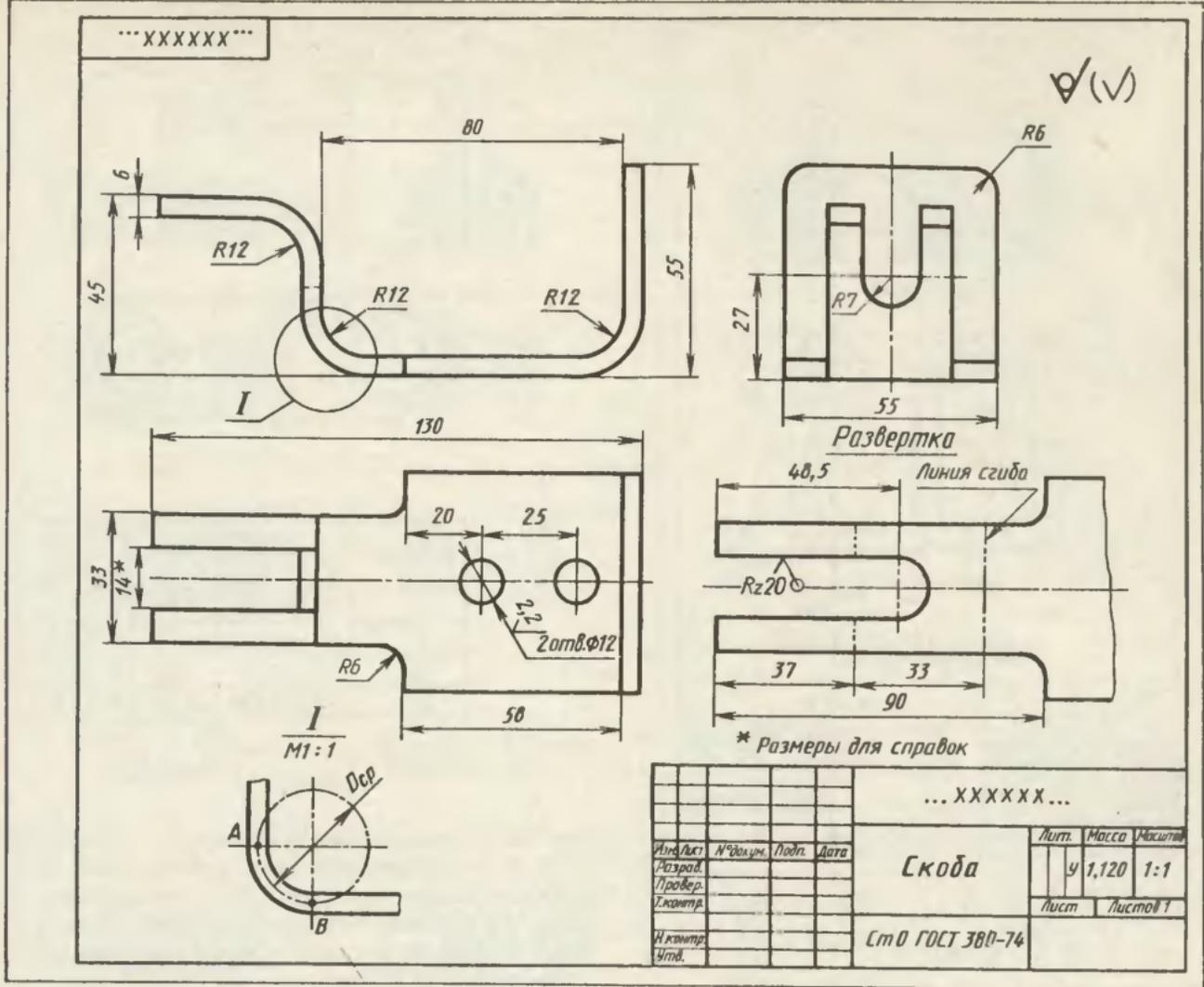


РИС. 371

основной надписи записывается наименование изделия в именительном падеже единственного числа (например, рычаг). В графе основной надписи, для указания масштаба, ставят прочерк, а в графах, предназначен-

ных для указания массы (если она различна для отдельных изделий), дают ссылку «См. табл.».

При выполнении таблицы исполнений рекомендуется оставлять свободное место справа и снизу для возможности размещения дополнительных граф и строк таблицы.

Правила выполнения групповых чертежей приведены в ГОСТ 2.113—75 (СЭВ 1179—78).

§ 7. ЧЕРТЕЖИ ПРУЖИН

Пружины используются для создания необходимого усилия в приборах, аппаратах, станках и механизмах машин.

В рабочем положении пружина деформируется — сжимается или растягивается; возникающие при этом внутренние силы упругости, стремящиеся придать прежнюю форму пружине, создают требуемое усилие.

На рис. 375, а представлен демпфер с пружиной сжатия. При ударе какой-либо движущейся детали о

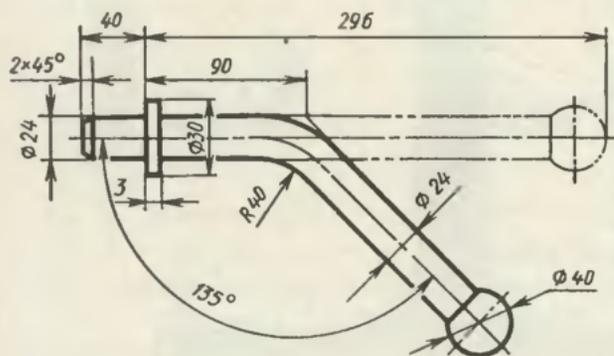


РИС. 372

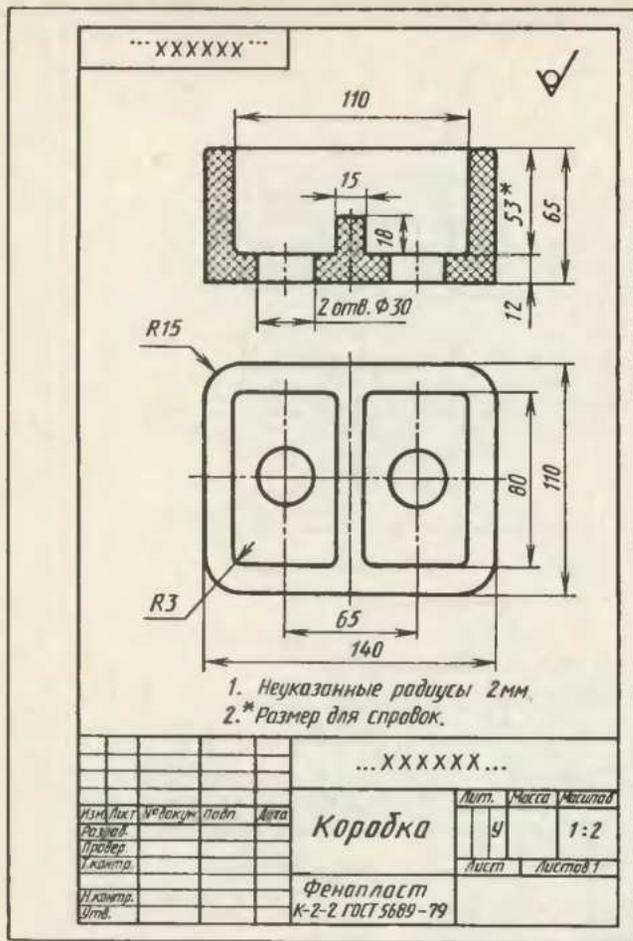
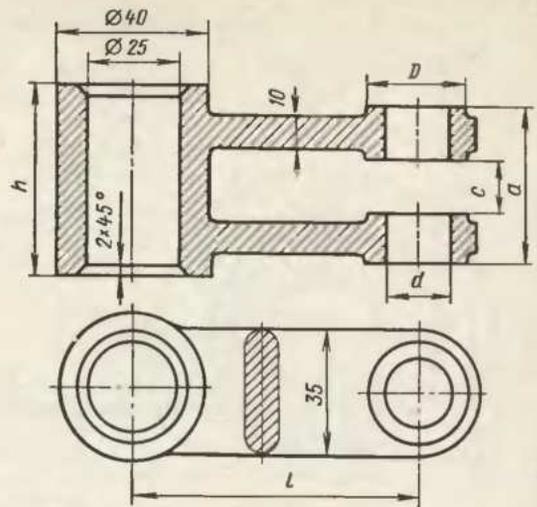


РИС. 373



Исполнение	Размеры, мм						Масса, кг
	h	L	D	d	c	a	
I	90	140	50	30	20	70	2,05
II	100	150	56	34	25	80	2,35
III	110	160	62	40	30	90	2,60
IV	120	170	70	45	35	100	2,85

РИС. 374

головку стержня пружина подвергается воздействию силы P и воспринимает часть кинетической энергии движущейся детали. На рис. 375, б представлена пружина растяжения, закрепленная своим зацепом на конце рычага, подвергающегося воздействию силы P .

По форме пружины (табл. 36) можно разделить на винтовые цилиндрические (а, б, г, д), винтовые кони-

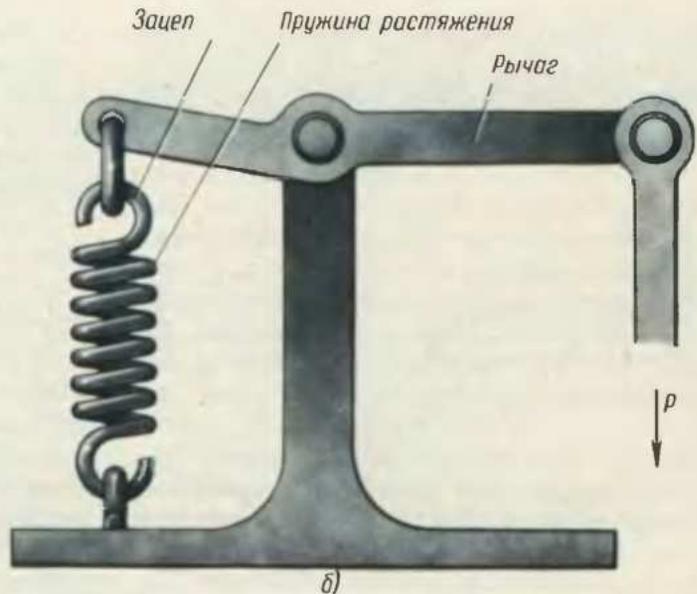
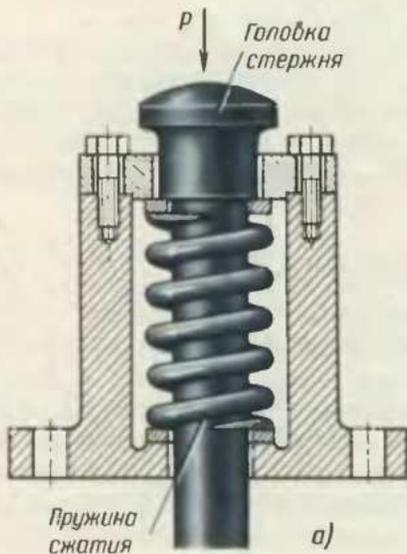
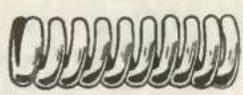
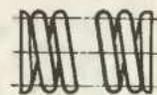
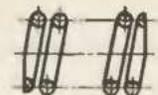
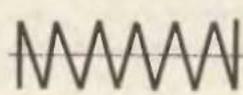
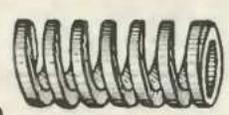
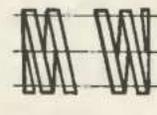
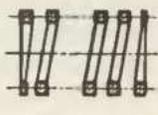
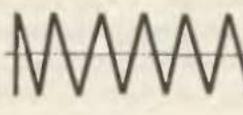
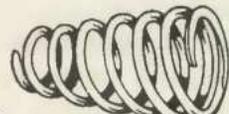
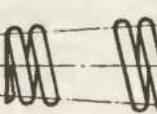
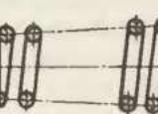
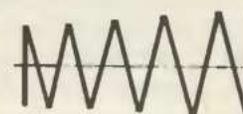
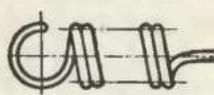
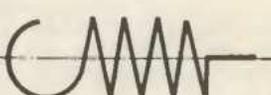
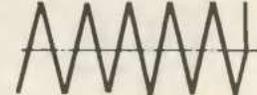
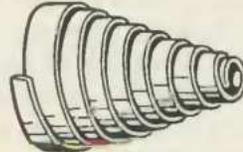
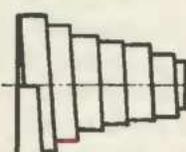
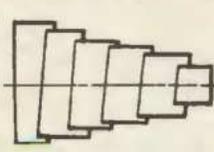
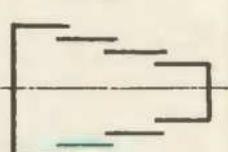
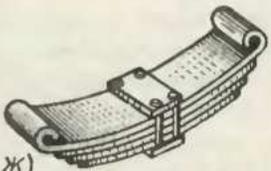
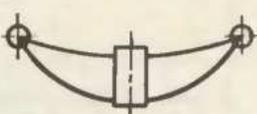


РИС. 375

Наглядное изображение пружины	Условное изображение		
	на виде	в разрезе	схематичное
 а)			
 б)			
 в)			
 г)			
 д)			
 е)			
 ж)			

ческие (в, е), пластинчатые (ж), спиральные, тарельчатые; по условиям действия — на пружины сжатия (а, б, в, е), растяжения (г), кручения (д) и изгиба (ж). Поперечное сечение витка винтовой пружины может быть круглым (а, в, г, д), квадратным (б), прямоугольным (л).

Пружины выполняют с правой или левой навивкой. ГОСТ 2.401—68 (СТ СЭВ 285—76, СТ СЭВ 1185—78) устанавливает условные изображения и правила выполнения чертежей пружин.

При изучении курса «Черчение» в основном приходится выполнять чертежи цилиндрических винтовых

пружин с круглым сечением. Такие пружины навиваются из проволоки или прутка. Некоторые пружины имеют стандартные размеры. Например, цилиндрические винтовые пружины с витками круглого сечения изготавливают по ГОСТ 13771—86. Изображение винтовых пружин на рабочих чертежах располагается горизонтально.

Схематичные изображения пружин применяются только на сборочных чертежах.

Примеры выполнения учебных рабочих чертежей пружин приведены на рис. 376 (сжатия) и на рис. 377 (растяжения).

Все пружины на чертежах изображаются в свободном состоянии, т. е. исходя из условия, что пружина не испытывает внешних усилий.

Для обеспечения центрирования пружины сжатия и ликвидации перекосов в работе на ее концах выполняют плоские опорные поверхности (путем поджатия по целому витку или по $\frac{3}{4}$ витка, которые затем шлифуют на $\frac{3}{4}$ окружности по торцу пружины). Поэтому пружина, помимо рабочих витков, имеет 2 или 1,5 поджатых витка, называемых опорными или нерабочими витками.

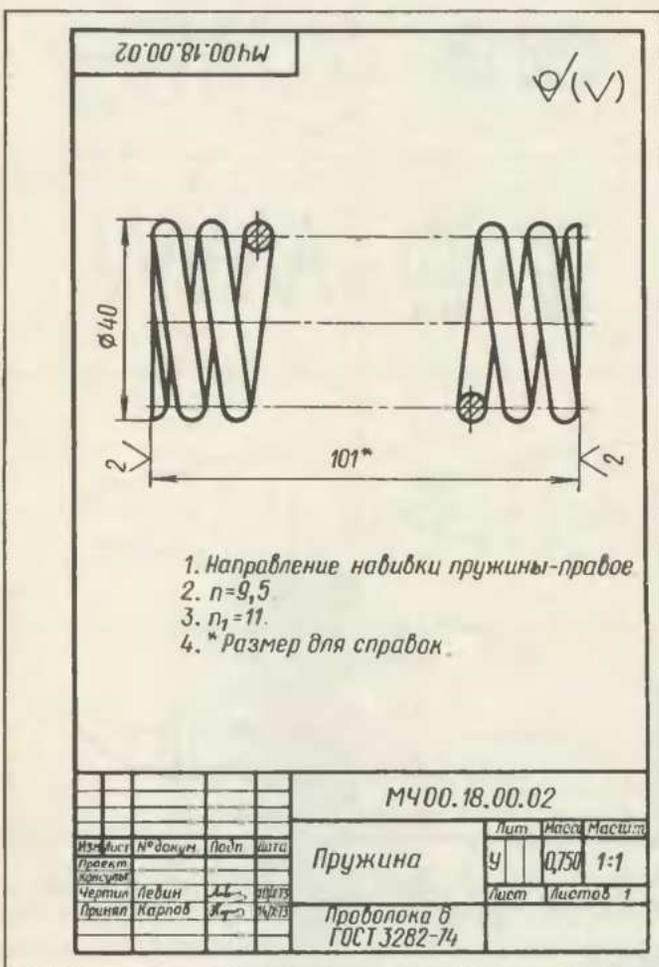


РИС. 376

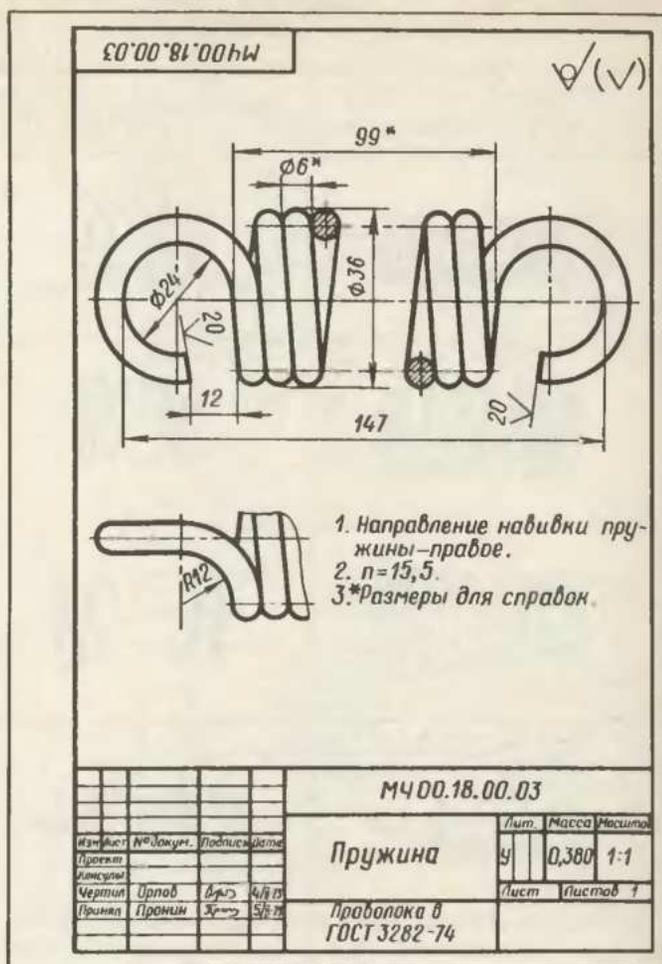


РИС. 377

Наиболее распространены пружины, имеющие 1,5 опорных витка (рис. 378, а).

Расчетом обычно устанавливаются следующие параметры пружины: диаметр проволоки d , наружный диаметр D , шаг t и число рабочих витков n . Число рабочих витков обычно округляется до величины, кратной 0,5. Если принять, что пружина должна иметь 1,5 опорных витка, то для нее могут быть подсчитаны:

- длина (высота) в свободном состоянии $H_0 = nt + d$;
- полное число витков $n_1 = n + 1,5$.

Когда винтовая пружина имеет более четырех рабочих витков, то с каждого конца пружины изображают один или два рабочих витка, помимо опорных. Остальные витки не изображают, а по всей длине пружины проводят осевые линии через центры сечений витков (см. рис. 376 и 377).

В связи с тем, что некоторые параметры пружины (шаг, число витков и длина пружины) связаны между собой определенными соотношениями, на чертежах пружин отдельные размеры приводятся как справочные.

Учитывая, что сортамент материала (например, проволока диаметром 6 мм), указанного в основной

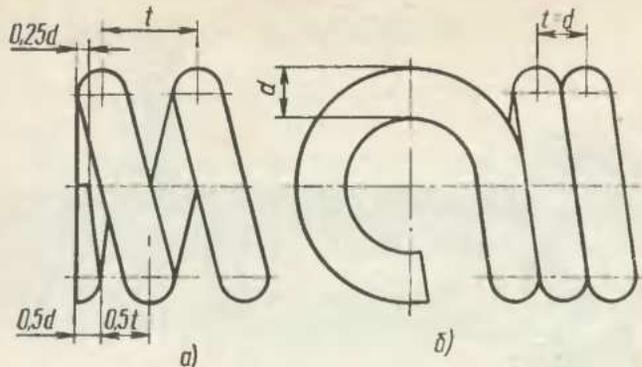


РИС. 378

надписи, вполне определяет форму и размер поперечного сечения витка пружины, на чертежах этот размер не указывается или приводится как справочный (см. рис. 376 и 377).

В отличие от пружин сжатия, у которых в свободном состоянии между витками имеются зазоры (см. рис. 376), пружины растяжения выполняются без зазоров между витками (см. рис. 377), т. е. они в свободном состоянии имеют шаг t , равный диаметру проволоки d .

Рис. 378, б иллюстрирует построение витков пружины растяжения.

Эти витки пружины растяжения (за исключением зацепов) являются рабочими.

Длина пружины растяжения (без зацепов) $H_0 = d(n+1)$, где n — число витков пружины. Для пружин с зацепами, представленными на рис. 377, можно подсчитать длину пружины в свободном состоянии между зацепами: $H'_0 = H_0 + 2(D-d)$, где D — наружный диаметр пружины; d — диаметр проволоки.

Радиус изгиба зацепов

$$R = \frac{D+2d}{2}$$

Расстояние между торцом зацепа и ближайшим витком пружины можно принимать равным $D/3$.

На чертежах пружины (за исключением пружин кручения) изображаются только с правой навивкой, направление же навивки указывается в технических требованиях.

В технических требованиях указывается также число рабочих витков n , а для пружин сжатия и полное число витков n_1 .

На производственных чертежах некоторые параметры пружин записывают в технические требования в определенной последовательности.

Если к изготовленной пружине предъявляется требование в отношении развиваемых ею усилий, то на производственном чертеже пружины помещают диаграмму испытаний, на которой показывают зависимость нагрузки от деформации (или наоборот).

Длина развернутой пружины определяется:

1) для пружины сжатия (по рис. 376)

$$L \approx n_1 \sqrt{[\pi(D-d)]^2 + t^2}$$

выражение под радикалом представляет собой длину витка пружины;

2) для пружины растяжения (по рис. 377)

$$L \approx \pi(D-d)(n+2).$$

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какая разница между эскизом и рабочим чертежом?
2. Что подразумевается под чтением чертежа?
3. Как изображаются на чертежах пружины?
4. В каком месте чертежа детали записывают технические требования?
5. Какие размеры называются справочными?
6. Какие чертежи называют эскизами?
7. Какой линией изображается линия сгиба?

ГЛАВА 43

РАЗЪЕМНЫЕ И НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Все существующие соединения деталей можно разделить на разъемные и неразъемные.

Разборка неразъемных соединений может быть осуществлена только такими средствами, которые приводят к частичному разрушению деталей, входящих в соединение.

К неразъемным соединениям относятся: клепаные, сварные, полученные пайкой, склеиванием, сшиванием, а также соединения, полученные путем запрессовки деталей с натягом. На чертежах используют условные изображения швов сварных соединений по

ГОСТ 2.312—73 и соединений, получаемых клепкой, пайкой, склеиванием, сшиванием и т. д., по ГОСТ 2.313—82 (СТ СЭВ 138—81).

Разъемное соединение позволяет многократно выполнять его разборку и последующую сборку, при этом целостность деталей, входящих в соединение, не нарушается.

К неразъемным соединениям относятся: резьбовые соединения с помощью штифтов, клиньев и шпонок, а также зубчатые (шлицевые) соединения.

§ 1. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Помимо резьбовых соединений, осуществляемых при помощи стандартных крепежных деталей (болтов, шпилек и винтов), находят широкое применение резьбовые соединения, в которых резьба выполняется непосредственно на деталях, входящих в соединение. Это соединение получается навинчиванием одной детали на другую.

На рис. 379 представлено соединение трубы 1 со штуцером 2, осуществляемое при помощи накидной гайки 3 и втулки 4, прижимающей коническую развальцованную часть трубы к штуцеру.

§ 2. СОЕДИНЕНИЕ КЛИНОМ

Соединение клином применяется в случаях необходимости быстрой разборки и сборки соединяемых деталей машин, а также для стягивания деталей с регулированием соответствующих зазоров между ними.

Изображенное на рис. 380 соединение клином служит для стягивания и регулирования зазоров вкладыша головки шатуна в его корпусе. Клин 1 совместно с пластиной 3 плотно вставляется в пазы корпуса и стяжного хомута 5 и затем закрепляется там при помощи упорного винта 2 с квадратной головкой. Для предупреждения самоотвинчивания винта ставится контргайка 4.

Клин 1, выполненный из стали, представляет собой брусок, имеющий с одной стороны скос с определенным уклоном. По краям и торцам клин скругляется.

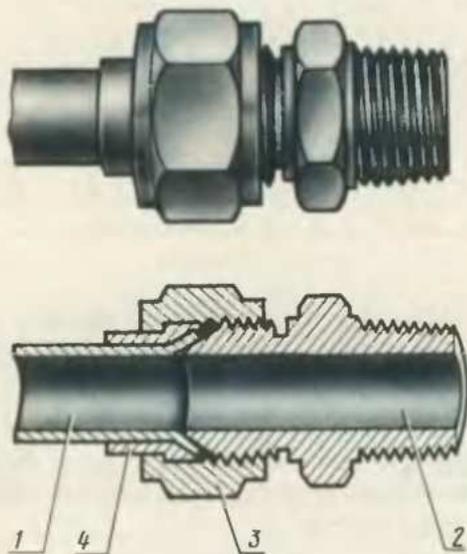


РИС. 379

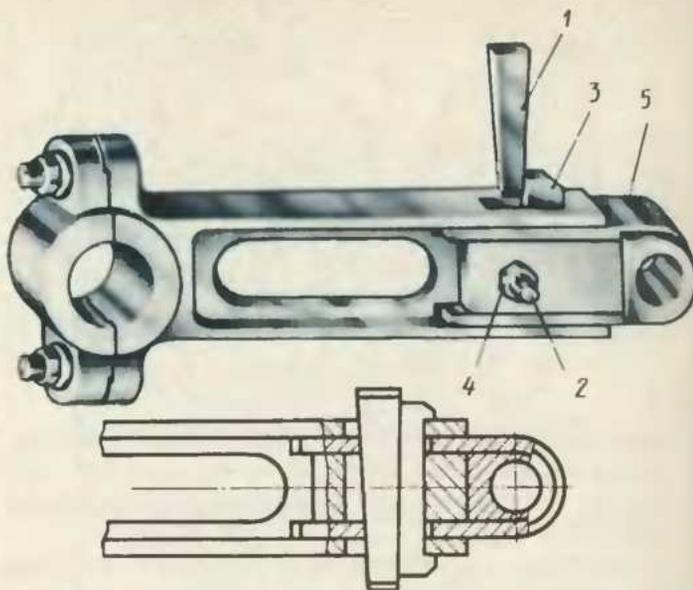


РИС. 380

§ 3. СОЕДИНЕНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШТИФТОВ

Одним из видов разъемного соединения деталей является соединение их с помощью штифтов. По форме штифты разделяются на цилиндрические и конические (рис. 381), имеются штифты и другой формы. Применяются штифты для взаимной установки деталей (установочные штифты), а также в качестве соединительных и предохранительных деталей.

Цилиндрические штифты выполняются по ГОСТ 3128—70 (СТ СЭВ 238—75, СТ СЭВ 239—75).

Размеры и параметры конических штифтов устанавливает ГОСТ 3129—70 (СТ СЭВ 238—75, СТ СЭВ 240—75).

Конические штифты выполняются с конусностью 1:50.

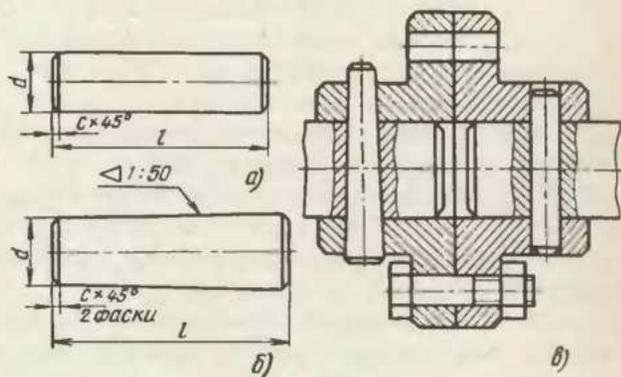


РИС. 381

§ 4. ШПОНОЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Шпоночное соединение бывает двух видов: неподвижное и подвижное. Наиболее распространено неподвижное соединение шпонками валов с насаженными на них деталями, например, маховиками, шкивами, зубчатыми колесами, муфтами, звездочками цепных передач, кулачками. Эти соединения просты по выполнению, компактны, легко разбираются и собираются.

В таком соединении часть шпонки входит в паз вала, а часть — в паз ступицы колеса (рис. 382).

Форма и размеры шпонок стандартизованы и зависят от диаметра вала и условий эксплуатации соединяемых деталей. Большинство стандартных шпонок представляют собой деталь призматической, сегментной или клиновидной формы с прямоугольным поперечным сечением. Шпонки в продольном разрезе показываются нерассеченными независимо от их формы и размеров.

Наибольшее распространение имеют призматические шпонки (рис. 383, а), которые, располагаясь в пазу вала, несколько выступают из него и входят в паз, выполненный во втулке (ступице) детали, соединяемой с валом. Передача вращения от вала к втулке (или наоборот) производится рабочими боковыми гранями шпонки.

После сборки шпоночного соединения (рис. 383, а) между пазом втулки и верхней гранью шпонки должен быть небольшой зазор; размеры пазов на валу и во втулке выбирают по ГОСТ 23360—78 (СТ СЭВ 189—79).

Призматические шпонки по ГОСТ 23360—78 изготовляют в трех исполнениях (рис. 384).

Размеры сечений призматических шпонок и соответствующих им пазов определяются диаметром вала, на котором устанавливается шпонка (табл. 37).

Например, шпонка для вала диаметром $d=45$ мм должна иметь ширину сечения $b=14$ мм и высоту $h=9$ мм. Размеры пазов для выбранной шпонки (см. табл. 37) характеризуются величинами $t_1=5,5$ мм — для вала и $t_2=3,8$ мм — для втулки (см. рис. 384).

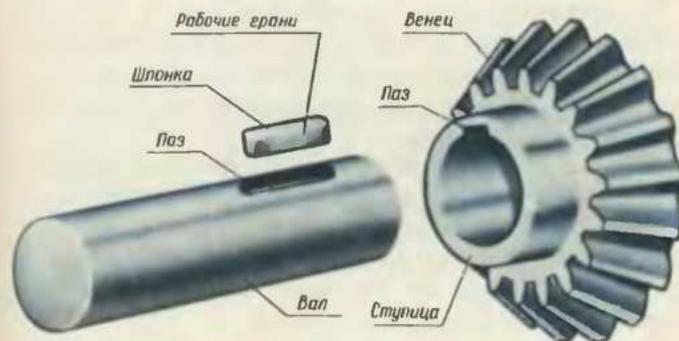
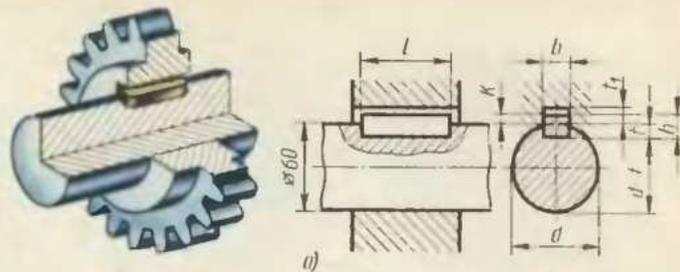
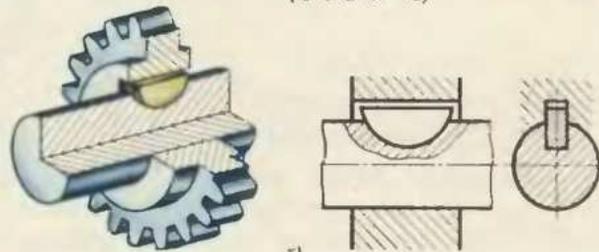


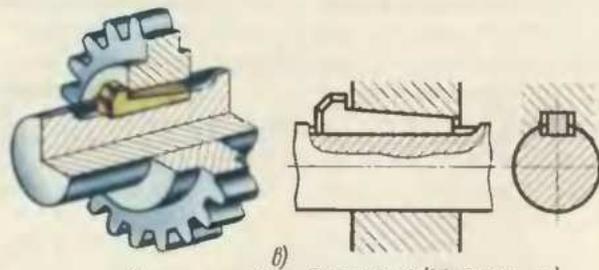
РИС. 382



Шпонка призматическая обыкновенная ГОСТ 23360-78 (СТ СЭВ 189-79)



Шпонка сегментная ГОСТ 24071-80 (СТ СЭВ 645-77)



Шпонки клиновидная ГОСТ 24006-80 (СТ СЭВ 645-77)

РИС. 383

На чертеже вала обычно наносят размер t_1 , а на чертеже втулки колеса всегда $d+t_2$ (см. рис. 384). Необходимая длина шпонки в зависимости от условий работы и действующих на шпоночное соединение сил выбирается по ГОСТ 23360—78.

Таблица 37

Размеры призматических шпонок и пазов, мм (выдержка из ГОСТ 23360-78)

Диаметр вала d	Сечение шпонки		Глубина паза		Фаска s	Длина шпонки l	
	b	h	вал втулка				
			t_1	t_2			
Св. 12 до 17	5	5	3	2,3	0,25—	10—65	
Св. 17 до 22	6	6	3,5	2,8		0,40	14—70
Св. 22 до 30	8	7	4	2,8			18—90
Св. 30 до 38	10	8	5	3,3	0,40—	22—110	
Св. 38 до 44	12	8	5	3,3		0,60	28—140
Св. 44 до 50	14	9	5,5	3,8			36—160
Св. 50 до 58	16	10	6	4,3		45—180	

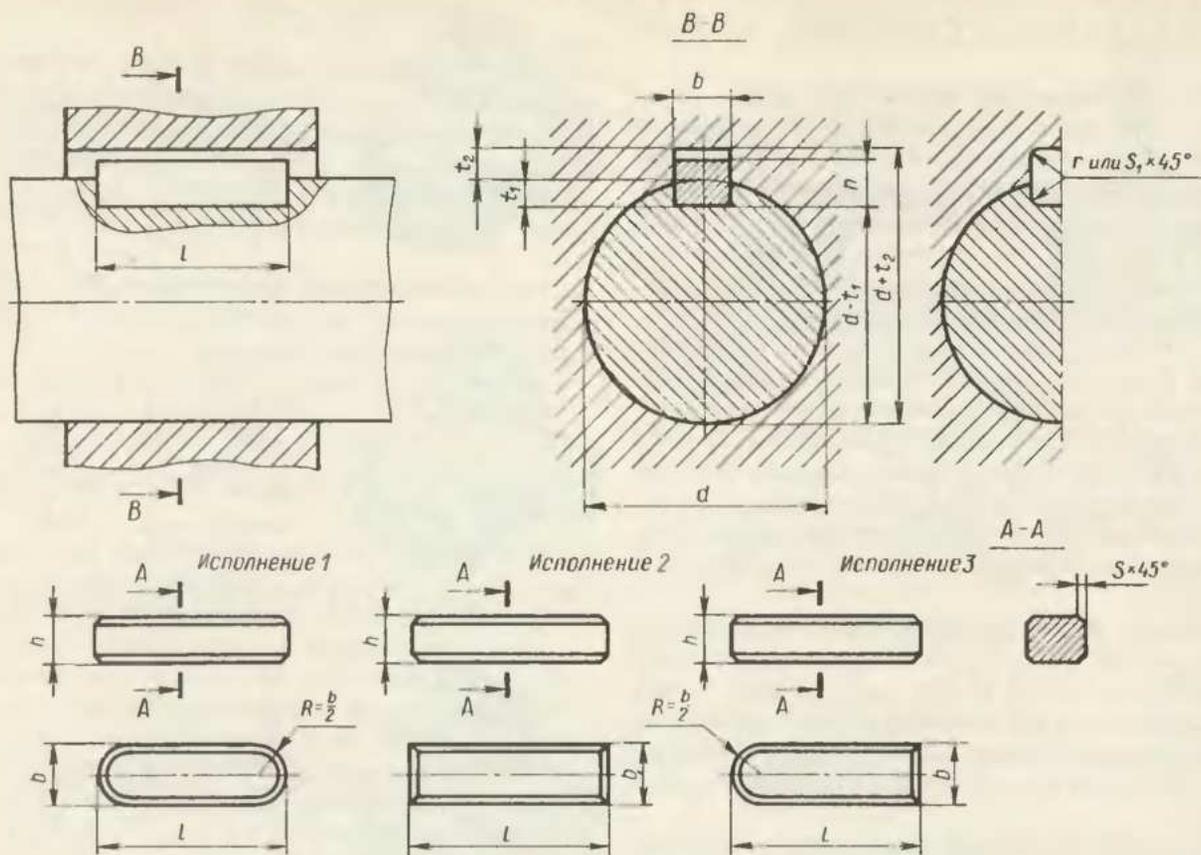


РИС. 384

Условное обозначение шпонки исполнения 1 с вышеуказанными размерами ($b=18$, $h=11$ и $l=65$ мм) имеет вид:

Шпонка 18×11×65 ГОСТ 23360—78.

При тех же размерах шпонка исполнения 2 имеет условное обозначение:

Шпонка 2—8×7×45 ГОСТ 23360—78.

Сегментные шпонки применяются для соединения с валом деталей, имеющих сравнительно короткие втулки (рис. 383, б). Размеры сегментных шпонок и пазов устанавливает ГОСТ 24071—80 (СТ СЭВ 647—77).

Условное обозначение сегментной шпонки толщиной $b=6$ мм и высотой $h=13$ мм:

Шпонка 6×13 ГОСТ 24071—80.

Значительно реже применяются клиновые шпонки, ГОСТ 24068—80 (СТ СЭВ 645—77) (см. рис. 383, г).

Условное обозначение:

Шпонка 2—8×7×45 ГОСТ 23360—78.

§ 5. ЗУБЧАТОЕ (ШЛИЦЕВОЕ) СОЕДИНЕНИЕ

Зубчатое, или шлицевое, соединение какой-либо детали с валом образуется выступами, имеющимися на валу, и впадинами такого же профиля во втулке или ступице (рис. 385, а). Это соединение аналогично шпоночному, но так как выступов несколько, то это соединение по сравнению со шпоночным имеет значитель-

ное преимущество. Оно способно передавать большие крутящие моменты, легко осуществлять общее центрирование втулки и вала и их осевое перемещение. Поэтому его применяют в ответственных конструкциях машиностроения.

По форме поперечного сечения выступов зубчатые соединения делятся на: соединения прямого профиля — ГОСТ 1139—80 (СТ СЭВ 187—75, СТ СЭВ 188—75), (рис. 386, а) и эвольвентного профиля — ГОСТ 6033—80 (СТ СЭВ 259—76, СТ СЭВ 268—76, СТ СЭВ 269—76, СТ СЭВ 517—77) (рис. 386, б).

На рис. 387 представлены примеры условных изображений шлицевых соединений на чертежах. Эти условности преследуют цель сделать чертеж более простым, наглядным и легко выполнимым.

В машиностроении широко применяются зубчатые соединения прямого профиля, выполняемые по ГОСТ 1139—80, который устанавливает размеры элементов соединения, их предельные отклонения и условные обозначения.

Соединения прямого профиля характеризуются числом зубьев z , диаметрами d и D , шириной зуба b . ГОСТ 1139—80 предусматривает различные сочетания z , d и D , каждому из которых соответствует определенное значение b . Эти сочетания образуют три серии: легкую, среднюю и тяжелую.

Центрирование втулки (ступицы) на валу может осуществляться:

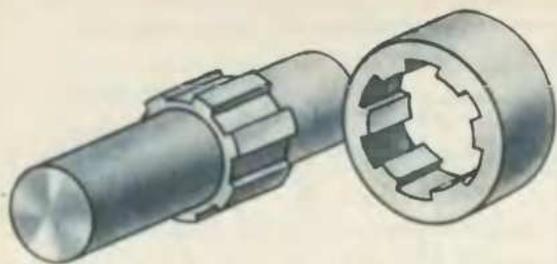


РИС. 385

а) по окружности диаметра D (наиболее технологичное) (рис. 388, а), зазор по диаметру d ;

б) по окружности диаметра d (рис. 388, б), зазор по диаметру D ;

в) по размеру b (по боковым сторонам зубьев) (рис. 388, в), зазоры по диаметрам d и D .

В общем случае условное обозначение шлицевых валов, отверстий и их соединений содержит: поверхность центрирования (d , D или b), число зубьев, внутренний диаметр, наружный диаметр, ширину зуба, посадки.

Пример условного обозначения втулки с числом зубьев $z=8$, внутренним диаметром $d=36$ мм, наружным диаметром $D=40$ мм, шириной зубьев $b=7$ мм с центрированием по внутреннему диаметру, с посадками по диаметру центрирования — $H7$, по диаметру D — $H12$:

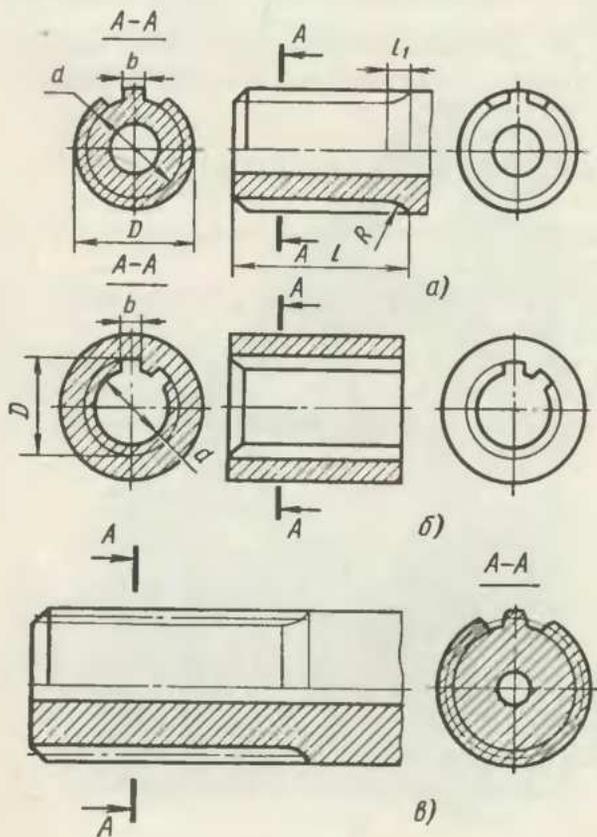
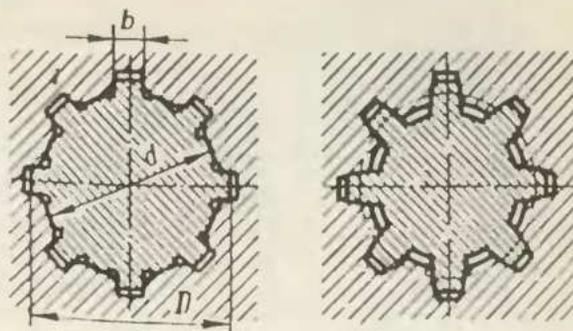


РИС. 387



а) РИС. 386 б)

$d-8 \times 36H7 \times 40H12 \times 7$

В курсе «Черчение» обычно применяется условное обозначение в упрощенном виде (без предельных отклонений размеров), например, $d-8 \times 36 \times 40 \times 8$ (рис. 389).

ГОСТ 2.409—74 (СТ СЭВ 650—77) устанавливает условные изображения зубчатых (шлицевых) валов, отверстий и их соединений, а также правила выполнения элементов соединений на чертежах зубчатых валов и отверстий.

Окружности и образующие поверхностей впадин на изображениях зубчатого вала и отверстия показывают

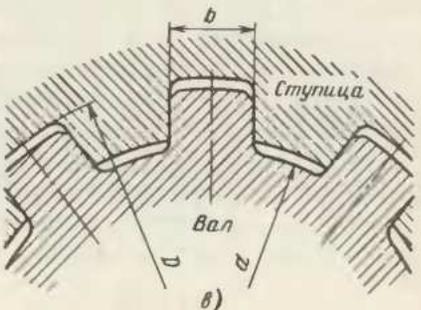
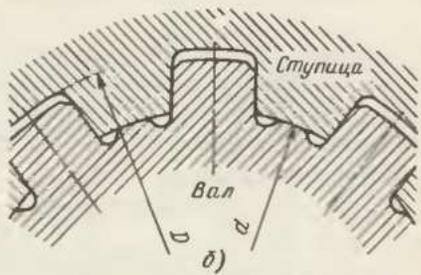
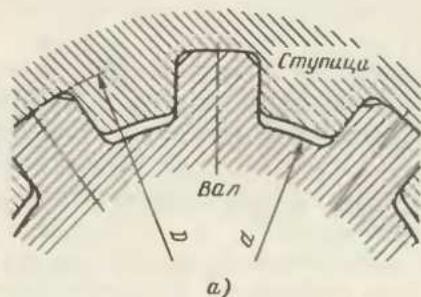


РИС. 388

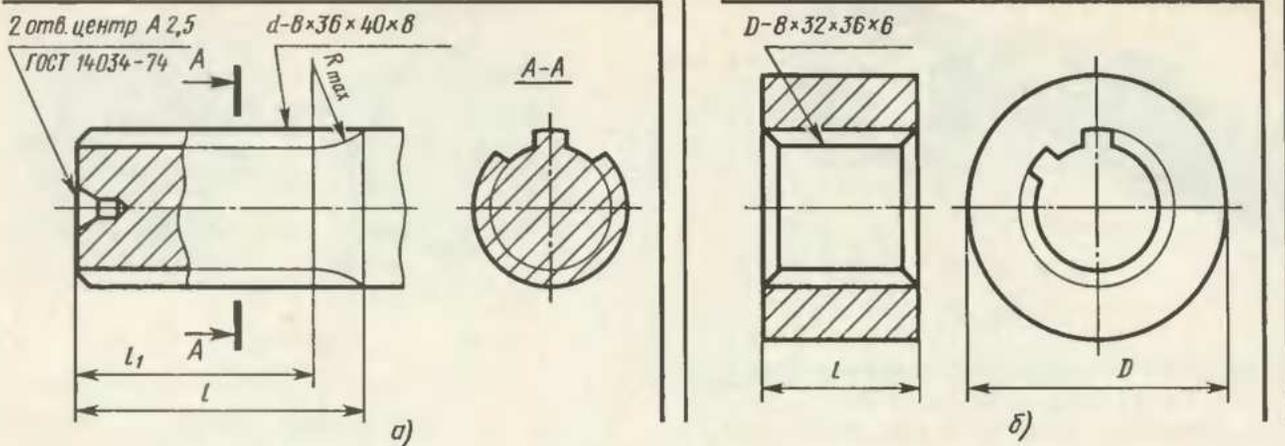


РИС. 389

сплошными тонкими линиями (см. рис. 387, а), при этом сплошная тонкая линия поверхности впадин на проекции вала на плоскость, параллельную его оси, должна пересекать линию границы фаски. На разрезах образующие поверхности впадин и отверстия показываются сплошными основными линиями (см. рис. 387).

На продольных разрезах и сечениях зубья валов и впадины отверстия ступиц совмещают с плоскостью чертежа, при этом зубья показываются нерассеченными, а образующие, соответствующие диаметрам d и D , показываются сплошными толстыми линиями (см. рис. 387, а и б).

На проекциях вала, перпендикулярных его оси, а также в поперечных разрезах и сечениях окружности впадин показываются сплошными тонкими линиями.

Делительные окружности и образующие делительных поверхностей показываются штрихпунктирной тонкой линией.

На изображениях перпендикулярных оси вала или отверстия изображают профиль одного зуба и двух впадин. Сплошной толстой — основной линией прово-

дятся окружности, соответствующие диаметру D (для вала) и диаметру d (для отверстия ступицы). Сплошной тонкой линией проводятся окружности, соответствующие диаметру d (для вала) и диаметру D (для отверстия).

На рабочих чертежах зубчатых валов указывают длину зубьев полного профиля l_1 до сбега (рис. 389, а), а на полке линии-выноски, заканчивающейся стрелкой, условное обозначение соединения.

Допускается указывать полную длину зубьев l_1 , наибольший радиус инструмента (фрезы) R_{\max} и длину сбега l_2 . Остальные размеры назначаются конструктивно.

На рис. 390 показаны примеры условного изображения шлицевых соединений прямобочного профиля.

§ 6. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Сварные соединения широко применяются в технике, особенно в машиностроении.

При помощи сварки соединяются детали машин, металлоконструкции мостов и т. п.

На рис. 391 показано соединение деталей, выполненное при помощи сварки. На чертеже при изображении разреза сварной конструкции свариваемые детали

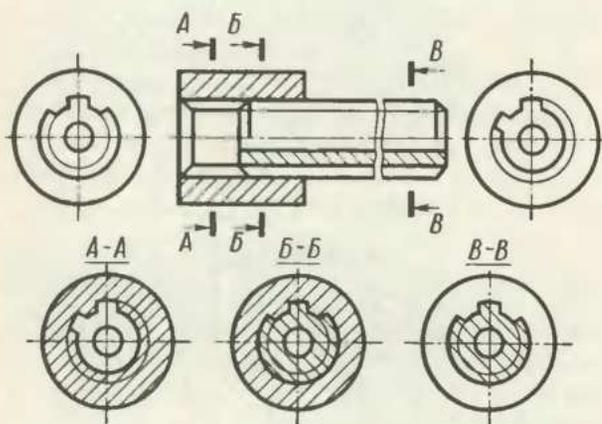


РИС. 390

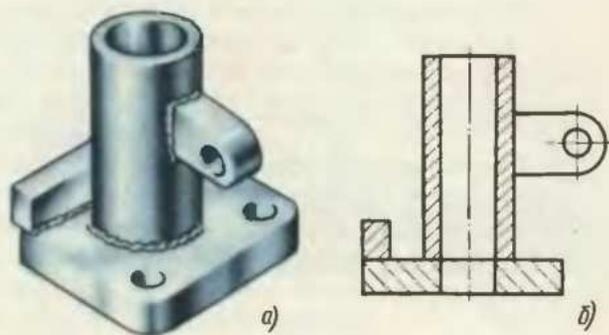


РИС. 391

должны быть заштрихованы тонкими линиями в разных направлениях (рис. 391, б).

Более подробные сведения о соединении деталей сваркой см. гл. 54.

§ 7. СОЕДИНЕНИЯ ЗАКЛЕПКАМИ

Заклепочное соединение применяется в соединениях деталей из металлов, в основном плохо поддающихся сварке, при соединениях металлических изделий с неметаллическими. Эти соединения применяются в конструкциях, работающих под действием ударных и вибрационных нагрузок. Например, при изготовлении металлоконструкций мостов кроме сварного соединения в некоторых случаях применяют заклепочное соединение (рис. 392).

Заклепка представляет собой стержень круглого сечения, имеющий с одного конца головку, форма головки бывает различной.

На рис. 393, а показано соединение двух деталей при помощи заклепок с полукруглой (сферической) головкой. В соединяемых деталях выполняются отверстия, диаметр которых несколько больше диаметра поставленной заклепки. Заклепка вставляется в отверстия в деталях, и ее свободный конец расклепывается обжимками клепального молотка или машины. Длина стержня заклепки L выбирается так, чтобы выступающая из детали часть была достаточной для придания ей в процессе расклепки необходимой формы. При расклепке происходит осаживание стержня, который заполняет отверстия, выполненные в соединяемых де-

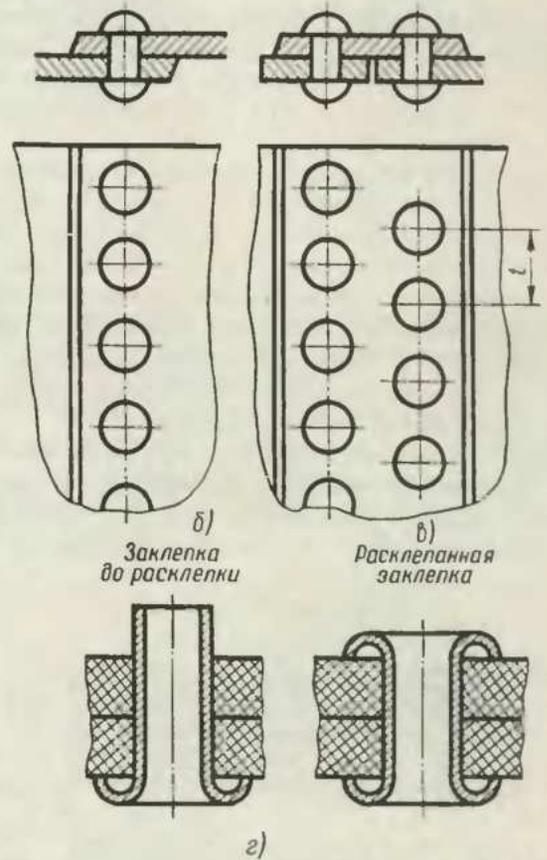
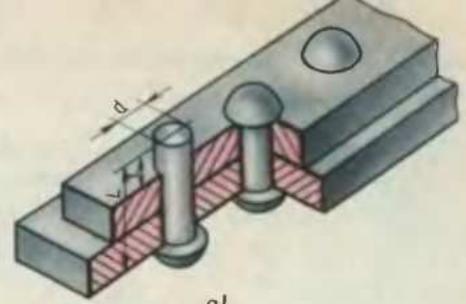


РИС. 393



РИС. 392

талях. В зависимости от диаметра заклепки она расклепывается в холодном или предварительно нагретом состоянии. Заклепки со сплошным стержнем в продольном разрезе изображаются нерассеченными (рис. 393, б и в). Заклепочные швы выполняются внахлестку (рис. 393, б) или встык с накладками (рис. 393, в).

По расположению заклепок в соединениях различают однорядные (рис. 393, б) и многорядные (рис. 393, в) заклепочные швы. Расположение заклепок в рядах может быть шахматное и параллельное.

Шагом размещения заклепок t называется расстояние между осями двух соседних заклепок, измеренное параллельно кромке шва (рис. 393, в).

Заклепки нормальной точности с полукруглой (сферической) головкой, получившие широкое распространение, выполняются по ГОСТ 10299—80 (СТ СЭВ 1019—78).

Условное обозначение заклепки диаметра стержня $d=6$ мм и длиной $L=24$ мм:

Заклепка 6×24 ГОСТ 10299—80

Помимо заклепок с полукруглой головкой находят применение заклепки с потайной [ГОСТ 10300—80 (СТ СЭВ 1020—78)], полупотайной [ГОСТ 10301—80 (СТ СЭВ 1022—78)] и с плоской головкой (ГОСТ 10303—80).

Соединения деталей из мягких материалов (кожи, картона, полимеров — пластмасс и т. п.), не требующие повышенной точности, могут выполняться с помощью пустотелых (трубчатых) заклепок, изображенных на рис. 393, з. Размеры и параметры таких заклепок приведены в ГОСТ 12638—80 — ГОСТ 12644—80.

При выполнении рабочих чертежей клапанного соединения ГОСТ 2.313—82 (СТ СЭВ 138—81) допускает применять упрощения. Размещение заклепок указывают на чертеже условным знаком «+». Все конструктивные элементы и размеры шва клепаного соединения указывают на чертеже, как показано на рис. 394, а.

В проекции на плоскость, перпендикулярную оси, заклепки должны изображаться небольшими крестиками, нанесенными тонкими линиями.

Если изделие, изображенное на сборочном чертеже, имеет многорядное клепаное соединение, то одну или две заклепки в сечении или на виде надо показывать условным символом, остальные — центровыми или осевыми линиями (рис. 394, а).

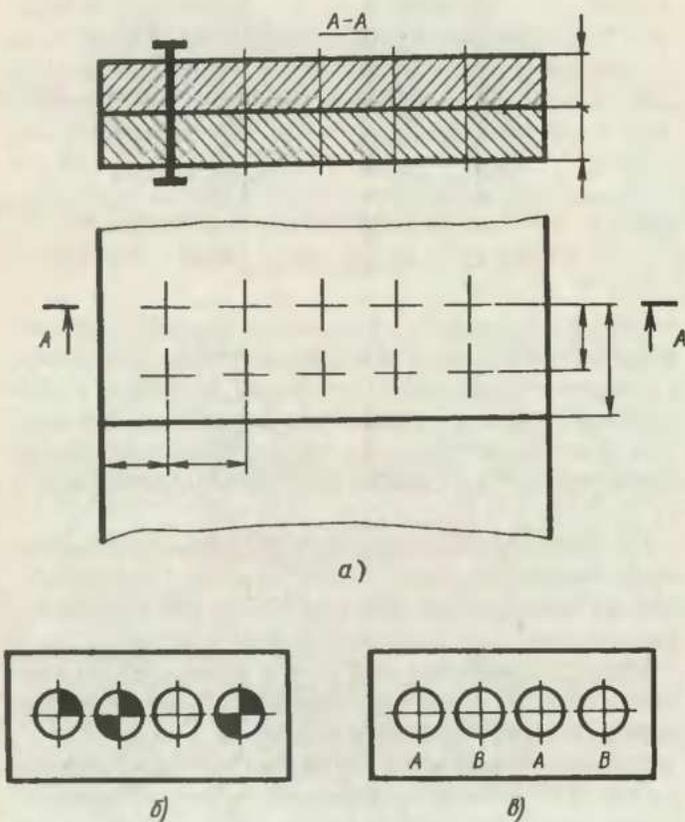


РИС. 394

Когда на чертеже имеется несколько групп заклепок, различных по типам и размерам, рекомендуется одинаковые заклепки обозначать условными знаками (рис. 394, б) или одинаковыми буквами (рис. 394, в).

§ 8. СОЕДИНЕНИЯ ПАЙКОЙ И СКЛЕИВАНИЕМ

При соединении пайкой в отличие от сварки место спайки нагревается лишь до температуры плавления припоя, которая намного ниже температуры плавления материала соединяемых деталей. Соединение деталей получается благодаря заполнению зазора между ними расплавленным припоем (рис. 395).

Швы неразъемных соединений, получаемые пайкой

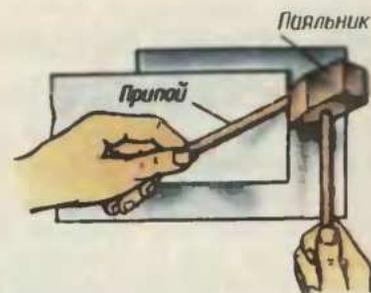


РИС. 395

Условные изображения и обозначения швов соединений

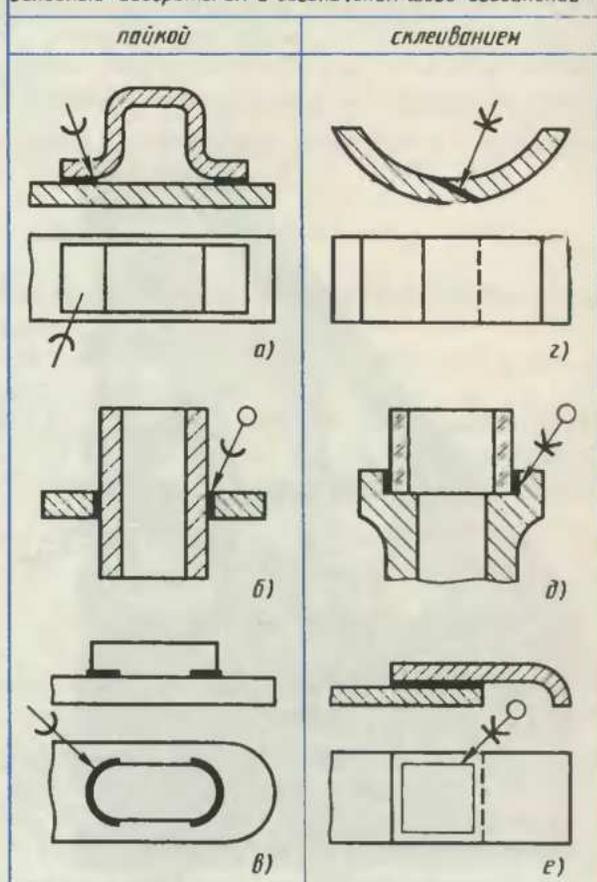


РИС. 396

и склеиванием, изображают условно по ГОСТ 2.313—82 (СТ СЭВ 138—81).

Припой или клей в разрезах и на видах изображают линией в два раза толще основной сплошной линии (рис. 396). Для обозначения пайки (рис. 396, а, б и в) или склеивания (рис. 396, г, д и е) применяют условные знаки, которые наносят на линии-выноске от сплошной основной линии. Швы, выполненные пайкой или склеиванием по периметру, обозначаются линией-выноской, заканчивающейся окружностью диаметром 3...5 мм (рис. 396, б и в).

Швы, ограниченные определенным участком, следует обозначать, как показано на рис. 396, в и е.

На изображении паяного соединения при необходимости указывают требования к качеству шва в технических требованиях.

Ссылку на номер пункта помещают на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва.

На полке линии-выноски ставится номер пункта технических требований, где указана марка припоя или клея.

§ 9. СОЕДИНЕНИЕ ЗАФОРМОВКОЙ И ОПРЕССОВКОЙ

Изделия, изготавливаемые путем опрессовки и заформовки (рис. 397), широко применяются в машиностроении. Армированные изделия повышают качество

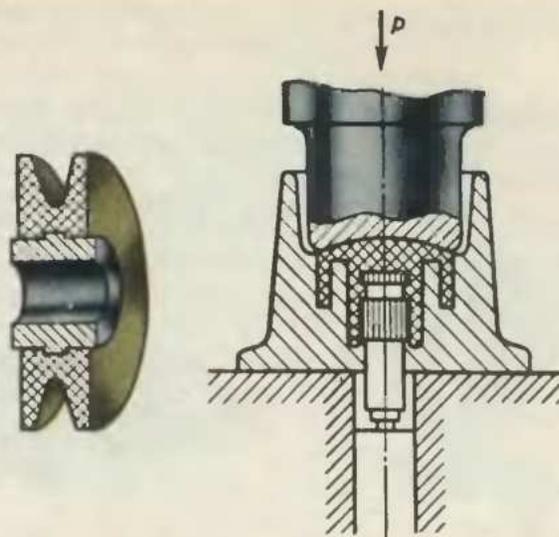


РИС. 397

изделия. Методом прессования из пластмасс можно получить в массовом производстве изделия с высокими параметрами шероховатости.

При изготовлении деталей применяют наплавки и заливки металлом, полимером (пластмассой), резиной и т. п. Это защищает соединяемые элементы от коррозии и химического воздействия, а иногда является изоляцией одних токонесущих деталей от других.

ГЛАВА 44 ПЕРЕДАЧИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. **Механизм** — система подвижно соединенных между собой тел (звеньев), совершающих под действием приложенных сил определенные целесообразные движения.

2. **Машина** — механизм с согласованно работающими частями, осуществляющий определенные движения для преобразования энергии, материалов или информации.

3. **Вращательное движение** — движение, при котором все точки тела, двигаясь в параллельных плоскостях, описывают окружности с центрами на одной прямой, перпендикулярной к плоскости, называемой осью вращения.

4. **Передаточное отношение** (передаточное число) — отношение числа зубьев колеса z_2 к числу зубьев шестерни z_1 .

5. **Вал** — деталь машины, вращающаяся в опорах

(подшипниках), предназначенная для передачи крутящих моментов от одной детали к другой.

6. **Ось** — деталь машины, поддерживающая вращающиеся части машины (колеса). Отличается от вала тем, что не передает крутящего момента.

7. **Цапфа** — часть вала или оси, опирающаяся на подшипник.

8. **Зубчатое зацепление** — кинематическая пара, образованная зубчатыми колесами, зубья которых при последовательном соприкосновении между собой передают заданное движение от одного колеса к другому.

9. **Зубчатое колесо** — деталь зубчатой передачи в виде диска с зубьями, входящими в зацепление с зубьями другого колеса. В зацеплении двух зубчатых колес одно из колес называется шестерней (с меньшим числом зубьев), другое зубчатым колесом (с большим числом зубьев).

10. **Ведущее зубчатое колесо** — зубчатое колесо передачи, которое сообщает движение парному колесу.

11. **Ведомое зубчатое колесо** — колесо, которому сообщает движение парное зубчатое колесо.

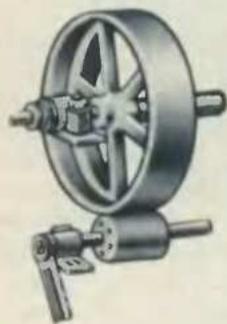
§ 2. ПЕРЕДАЧИ

Вращательное движение от одного вала к другому передается с помощью различных деталей, совокупность которых называется передачей.

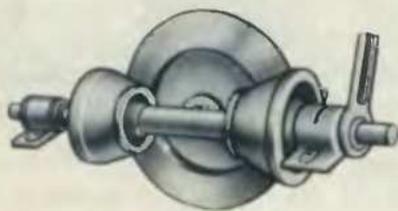
Передачи по своим действиям разделяются на пере-

дачи трением (фрикционные, ременные) и передачи зацеплением.

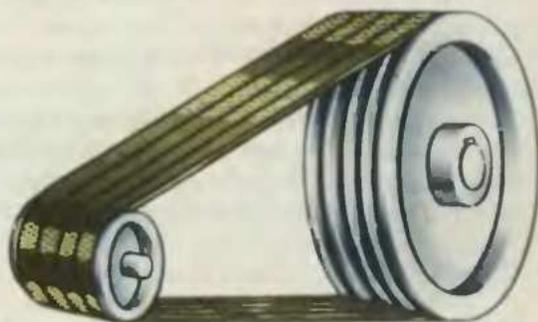
Фрикционная передача между параллельными валами (рис. 398, а) состоит из двух цилиндрических катков, прижимаемых друг к другу с некоторой силой. Если оси валов пересекаются, то применяют конические фрикционные катки (рис. 398, б). Вращение от



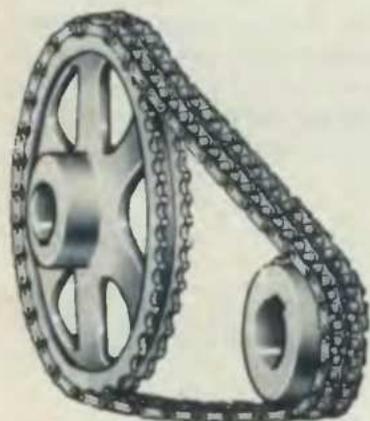
а)



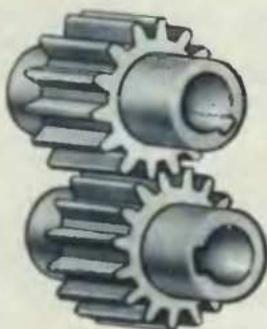
б)



в)



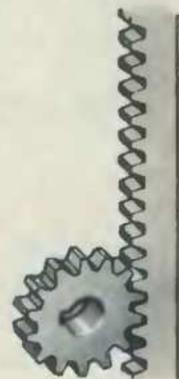
г)



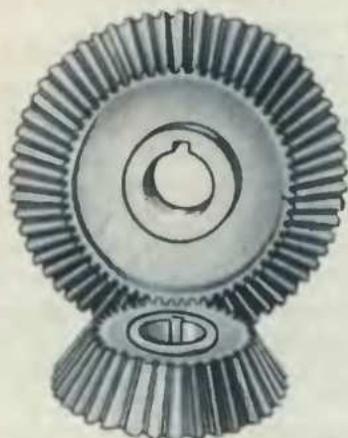
д)



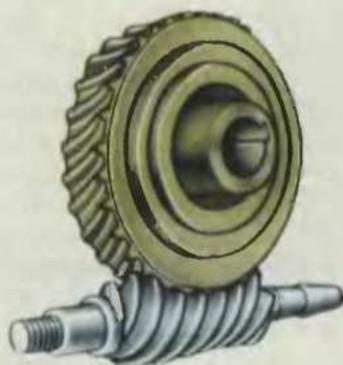
е)



ж)



з)



и)



к)

РИС. 398

ведущего катка к ведомому передается при помощи сил трения между ними.

Ременная передача состоит из ведущего и ведомого шкивов, соединенных гибкой связью — ремнем.

На шкивы с натяжением надет один или несколько ремней, которые передают вращение от одного шкива другому при помощи сил трения (рис. 398, в).

Цепная передача состоит из ведущей и ведомой звездочек и охватывающей их цепи (рис. 398, г).

Зубчатая передача между параллельными валами и осуществляется цилиндрическими зубчатыми колесами с внешним (рис. 398, д) или с внутренним (рис. 398, е) зацеплением зубьев. При пересекающихся геометрических осях валов применяют конические зубчатые колеса (рис. 398, з).

Реечная передача служит для преобразования враща-

тельного движения в поступательное (или наоборот) и состоит из цилиндрического зубчатого колеса и зубчатой рейки (рис. 398, ж).

Червячная передача применяется в тех случаях, когда оси валов скрещиваются. Передача состоит из червяка (винта с трапецидальной или другой резьбой) и червячного зубчатого колеса (рис. 398, и).

Храповой механизм состоит из зубчатого колеса (храповика) и специальной детали (собачки), входящей своим концом во впадину между зубьями храповика. Этот механизм допускает вращение вала, на котором закреплен храповик, только в одном направлении, обратному вращению препятствует собачка.

Храповой механизм применяется также для сообщения валу периодического (с небольшими перерывами) вращения (рис. 398, к).

ГЛАВА 45

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Зубья зубчатых колес при их нарезании на металлорежущих станках изготавливают одним из следующих методов: методом копирования или методом обкатки (огибания). При методе копирования впадины между зубьями выполняются специальными фрезами: пальцевыми (рис. 399, а) и дисковыми (рис. 399, б).

Большую точность изготовления обеспечивает метод обкатки. При этом методе медленно вращающа-

яся заготовка зубчатого колеса входит в зацепление с выступами зуборезной рейки (гребенки), совершающей возвратно-поступательное движение, в результате чего на заготовке образуются зубья определенного профиля (рис. 399, в).

Помимо зуборезной гребенки может применяться долбяк, напоминающий по своей форме зубчатое колесо (рис. 399, г).

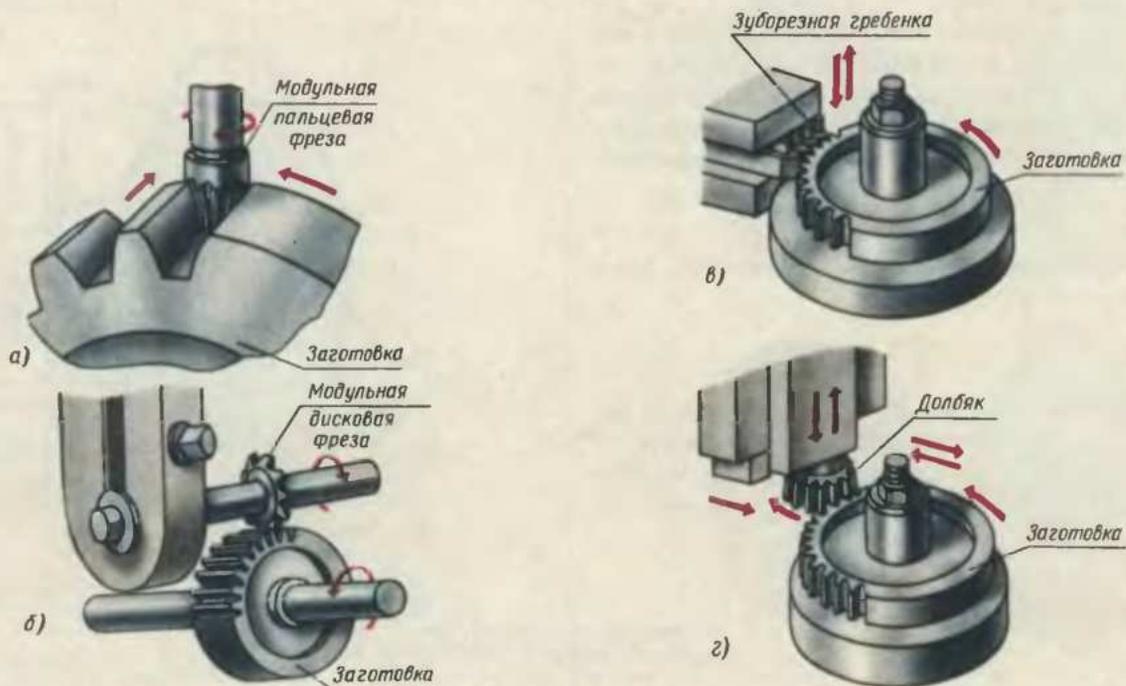


РИС. 399

ГЛАВА 46

РАЗНОВИДНОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС И ИХ ПАРАМЕТРЫ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

В основу определения параметров зубчатого колеса положена делительная окружность. Диаметр делительной окружности обозначается буквой d и называется делительным. По делительной окружности откладывается окружной шаг зубьев, обозначаемый p , и представляющий собой расстояние по дуге делительной окружности между соседними (смежными) зубьями колеса (рис. 400). Таких шагов можно отложить столько, сколько зубьев x имеет колесо, иначе говоря, отрезки, равные шагу p , делят делительную окружность на z частей, отсюда ее название — делительная.

Делительный диаметр для зубчатого колеса всегда один.

Делительная окружность делит высоту зуба h на две неравные части — головку высотой h_a и ножку высотой h_f (рис. 400).

Зубчатый венец ограничивается окружностью вершин зубьев диаметром d_a и окружностью впадин диаметром d_f .

На чертежах поверхность и образующую вершин зубьев показывают сплошными основными линиями, поверхность и образующую впадин показывают сплошными тонкими линиями. Делительные окружности показывают штрихпунктирными линиями (см. нижнюю часть рис. 400).

По делительной окружности откладывают окружную толщину зуба s , и окружную ширину впадин e . Эти параметры могут иметь различную величину в зависимости от диаметра делительной окружности, по дуге которой они измеряются. Здесь имеет место равенство

$$s_i = e_i = 0,5p_i$$

Одним из основных параметров зубчатых колес является модуль

$$m = \frac{p_i}{\pi}$$

ГОСТ 9563—60 (СТ СЭВ 310—76) устанавливает модули зубчатых колес цилиндрических, конических и червячных с цилиндрическим червяком (табл. 38). При выборе модуля следует отдавать предпочтение первому ряду.

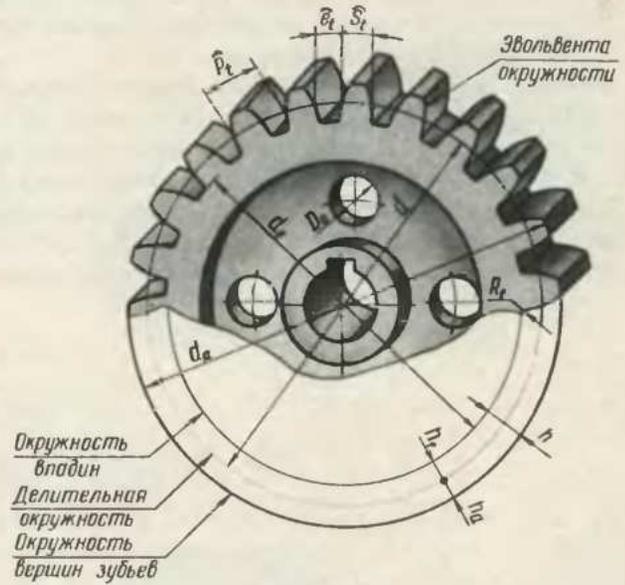


РИС. 400

В целях повышения прочности и износостойкости зубьев зубчатых колес, особенно при малых числах зубьев, применяют корригирование (исправление) зубьев эвольвентного зубчатого зацепления.

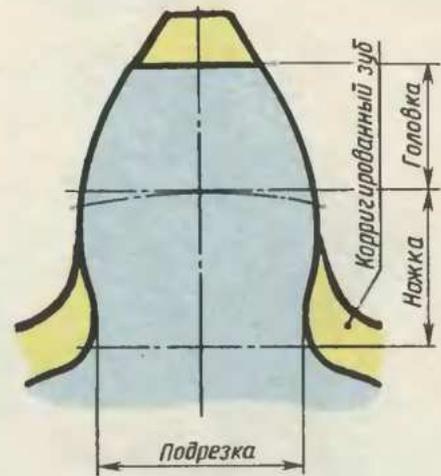


РИС. 401

Таблица 38

Модули зубчатых колес, мм
(выдержка из ГОСТ 9563—60)

1-й ряд	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
2-й ряд	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	8	11	14	18	22

При нарезании зубчатых колес с малым числом зубьев (6, 8, 10, 12) методом обкатки профиль зуба у его основания (ножки) получается незвольвентным с небольшим радиусом кривизны, что приводит к быстрому изнашиванию зуба. Толщина ножки зуба такой шестерни меньше нормальной, т. е. зуб в этом месте получается как бы подрезанным (рис. 401).

Подрезание зуба при зубонарезании можно уменьшить. Этот процесс называется корригированием (исправлением) профиля зуба. Высота головки зуба зубчатого колеса получается больше модуля, высота ножки уменьшается.

При выполнении учебных чертежей обычно ориентируются на применение некорригированных колес нормального эвольвентного зацепления, параметры которых (см. рис. 400) находятся в определенной зависимости от модуля m и числа зубьев z (табл. 39).

§ 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ РАЗНОВИДНОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Кроме цилиндрических и конических зубчатых колес в отдельных случаях применяются колеса и детали других форм и с иной формой зубьев, отличающиеся друг от друга технологией изготовления, материалом и конструктивными особенностями.

Конструктивные формы и размеры зубчатого колеса зависят от нагрузок, действующих на его зубья, требований технологии их изготовления, удобства монтажа и эксплуатации, уменьшения массы зубчатых колес.

Зубчатые колеса изготавливают штамповкой, прокаткой, отливкой и сваркой. Для изготовления зубчатых колес применяется сталь, чугун, бронза, а также

Таблица 39

Параметры цилиндрических зубчатых колес

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Высота головки зуба	h_a	$h_a = m$
Высота ножки зуба	h_f	$h_f = 1,25m$
Высота зуба	h	$h = h_a + h_f = 2,25m$
Делительный диаметр	d	$d = mz$
Диаметр вершин зубьев	d_a	$d_a = d + 2h_a = m(z + 2)$
Диаметр впадин	d_f	$d_f = d - 2h_f = m(z - 2,5)$
Шаг окружной	p_t	$p_t = \pi m$
Окружная толщина зуба	s_t	$s_t = 0,5p_t = 0,5\pi m$
Окружная ширина впадины	e_t	$e_t = 0,5p_t = 0,5\pi m$
Радиус кривизны переходной кривой зуба	ρ_f	$\rho_f = 0,4m$
Ширина венца зубчатого колеса	b	$b = (6 \div 8)m$
Толщина обода зубчатого венца	e	$e = (2,5 \div 3)m$
Наружный диаметр ступицы	d_c	$d_c = (1,6 \div 1,8)D_B$
Толщина диска	k	$k = (3 \div 3,6)m$
Диаметр окружности, определяющий расположение отверстий в диске	D_1	$D_1 = 0,5(D_k + d_c)$
Диаметр отверстий в диске	D_0	$D_0 \approx \frac{D_k - d_c}{2,5 \div 3,0}$
Длина ступицы	$l_{ст}$	$l_{ст} = 1,5D_B$
Фаска	c	$c = 0,5m \times 45^\circ$

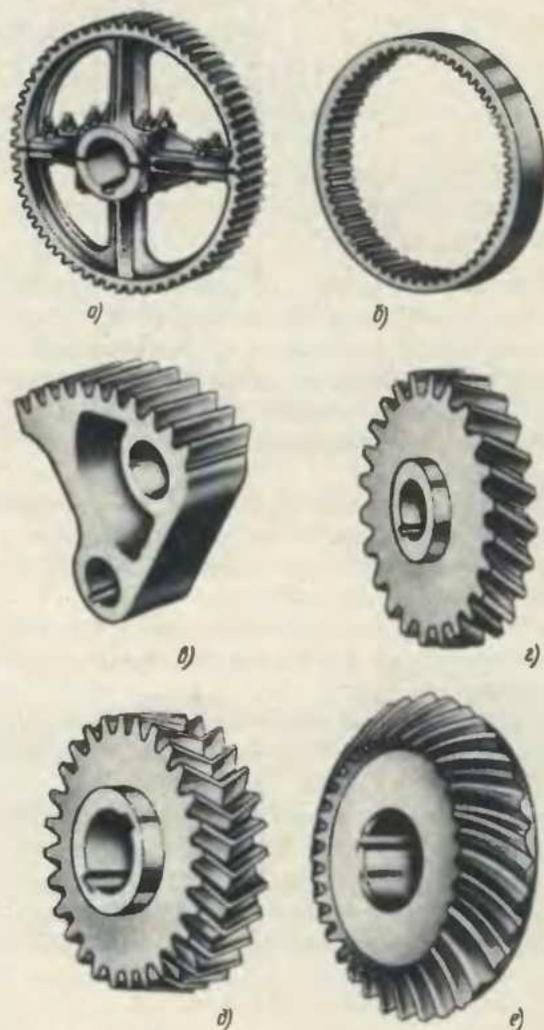


РИС. 402

различные полимеры (пластмассы). Находят применение армированные зубчатые колеса, состоящие из полимеров (пластмасс) и металлической арматуры.

Цилиндрическое зубчатое колесо малого диаметра (рис. 402, з и д) обычно имеет форму сплошного диска с отверстием для установки на вал.

При несколько большем диаметре колеса для облегчения его конструкции выполняются массивными только обод и ступица с отверстием для вала. Остальная часть колеса представляет собой тонкий диск с отверстиями (см. рис. 400) или без отверстий. Диск может выполняться с ребрами жесткости.

Если диаметр колеса достаточно велик, диск заменяется несколькими спицами, соединяющими обод со ступицей. Форма спиц может быть различной. Форма поперечного сечения спиц тоже различна: круглая,

овальная, прямоугольная, двутавровая, крестообразная (рис. 402, а).

Колеса большого диаметра для удобства монтажа и упрощения технологии изготовления иногда выполняют разъемными из двух половин, скрепляемых болтами (рис. 402, а).

Если в конструкции необходимо применить внутреннее зацепление, то большое колесо изготавливают с внутренними зубьями (рис. 402, б). Для поворота вала на какой-либо заданный угол применяют зубчатый сектор (рис. 402, в).

Зубья колес могут быть прямыми (рис. 402, а—в), косыми (рис. 402, з), шевронными и криволинейными (рис. 402, д и е). Общие термины, определения и обозначения элементов зубчатых передач устанавливает ГОСТ 16530—83 (СТ СЭВ 3295—81).

ГЛАВА 47

ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРЯМОЗУБЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС И ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

§ 1. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРЯМОЗУБЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Вычерчивание зубчатого колеса сопровождается расчетами размеров основных элементов колеса. Формулы для этих расчетов были приведены выше.

Требуется построить изображение цилиндрического зубчатого колеса с прямыми зубьями (рис. 403, б). За исходные данные принимают: модуль m , число зубьев z , диаметр вала D_B .

Если $m=8$ мм, $z=30$, $D_B=36$ мм, то делительный диаметр $d=mz=8\cdot 30=240$ мм, диаметр вершин зубьев $d_n=m(z+2)=8(30+2)=256$ мм, диаметр впадин $d_f=m(z-2,5)=8(30-2,5)=220$ мм.

Для построения вида слева проводят три концентрические окружности: $d_n=256$ мм, $d=240$ мм и $d_f=220$ мм (рис. 403, а).

При помощи линий связи, отмеченных стрелками, определяют границы зуба на фронтальном разрезе колеса.

На основании соотношений, приведенных в табл. 39, определяют размеры, по которым выполняются элементы колеса на его изображениях (рис. 403):

ширина зубчатого венца $b=6m=6\cdot 8=48$ мм,

толщина обода зубчатого венца $e=2,5m=2,5\cdot 8=200$ мм,

толщина диска $k=3m=3\cdot 8=24$ мм,

наружный диаметр ступицы колеса $d_c=1,6D_B=1,6\cdot 36=52$ мм.

Определяют диаметры:

$$D_k=d_f-2e=220-2\cdot 20=180 \text{ мм};$$

$$D_1=0,5(D_k+d_c)=0,5(180+52)=116 \text{ мм};$$

$$D_0=1/3D_B=12 \text{ мм}.$$

Длина ступицы $l_c=1,5 D_B=1,5\cdot 36=54$ мм.

Размеры шпоночного паза определяют по ГОСТ 23360—78 (СТ СЭВ 189—79) (см. табл. 37):

$$b_{III}=10 \text{ мм}, t_2=3,3 \text{ мм}.$$

После удалений линий построения изображения зубчатого колеса обводят соответствующими линиями (рис. 403, б): окружность вершин зубьев сплошной основной линией, делительную окружность штрихпунктирной тонкой, образующую впадин сплошной тонкой.

На разрезе образующую впадин проводят сплошной основной линией.

§ 2. РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ ПРЯМОЗУБОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

ГОСТ 2.403—75 устанавливает правила выполнения рабочих чертежей цилиндрических зубчатых колес.

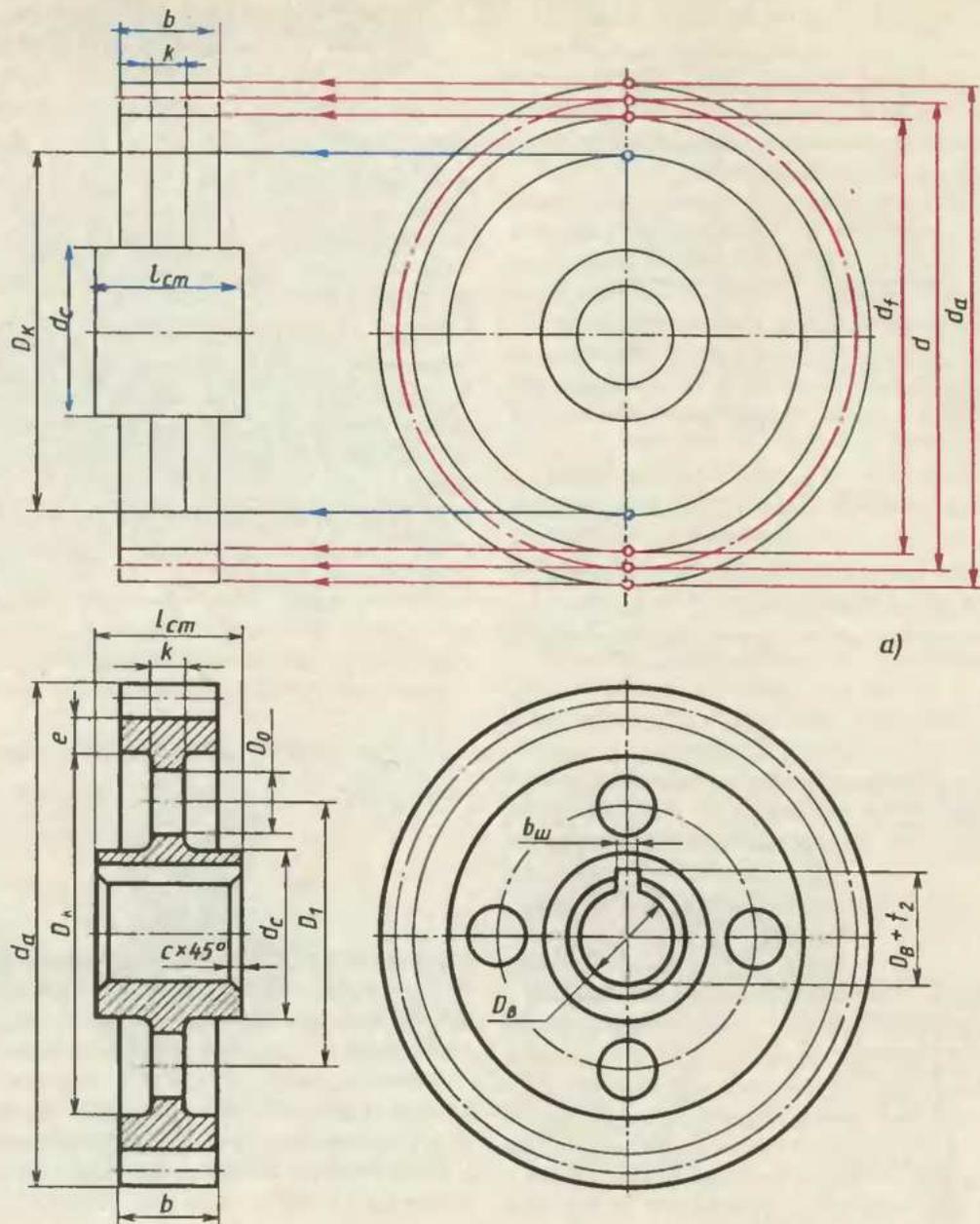


РИС. 403

В соответствии с этими правилами в правом верхнем углу чертежа выполняется таблица параметров, состоящая из трех частей, которые должны быть отделены друг от друга сплошными основными линиями.

Первая часть таблицы содержит основные данные для изготовления зубчатого венца колеса; вторая — данные для контроля размеров зуба; третья — справочные данные.

На учебных чертежах обычно выполняются только первые графы первой части таблицы.

Размеры граф таблицы устанавливает ГОСТ 2.403—75 (рис. 404).

На рис. 405 представлен учебный рабочий чертеж

зубчатого колеса. Учитывая, что вид слева не является необходимым для изготовления колеса, на чертеже вместо него приведен только контур отверстия для вала со шпоночным пазом.

Обозначения шероховатости рабочих (боковых) поверхностей зубьев проставляют на штрихпунктирной линии, соответствующей делительной окружности. Обозначения шероховатости впадин и вершин зубьев наносят на линиях, соответствующих окружности впадин и окружности вершин зубьев.

На изображении зубчатого колеса должны быть нанесены размеры: диаметра окружности вершин

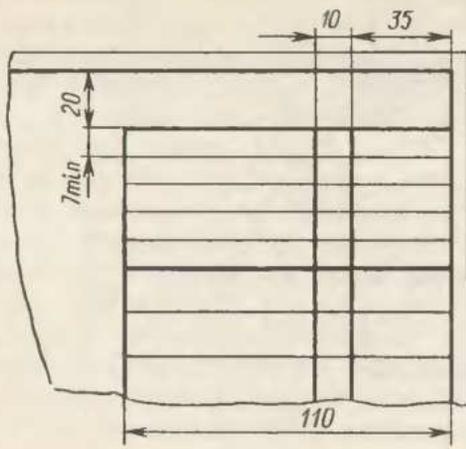


РИС. 404

зубьев d_a , ширины зубчатого венца b , фасок на торцовых кромках цилиндра вершин зубьев. Остальные размеры наносят в зависимости от конструкции зубчатого колеса.

§ 3. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ПРЯМОЗУБОЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА С НАТУРЫ

При выполнении эскиза или чертежа цилиндрического прямозубого зубчатого колеса с природы для определения его параметров необходимо:

- 1) подсчитать число зубьев z колеса;
- 2) измерить диаметр окружности вершин зубьев d_a (рис. 406).

Если число зубьев четное и размеры зубчатого колеса небольшие, диаметр вершин зубьев измеряют штангенциркулем (рис. 406, б). При значительном диаметре зубчатого колеса или при нечетном числе зубьев определение диаметра вершин зубьев показано на рис. 406, а.

В этом случае штангенциркулем измеряют диаметр отверстия D_B и расстояние n , затем определяют диаметр вершин зубьев:

$$d_a = D_B + 2n.$$

Модуль зубчатого колеса подсчитывают по формуле

$$m = \frac{d_a}{z+2}$$

и округляют до ближайшего значения по ГОСТ 9563—60 (см. табл. 38). Затем подсчитывают делительный диаметр $d = mz$, диаметр впадин $d_f = m(z - 2,5)$ и уточняют расчетом диаметр вершин зубьев $d_a = m(z + 2)$.

Размеры всех остальных элементов зубчатого колеса (ширина венца, размеры шпоночного паза и т. п.) определяют путем обмера зубчатого колеса.

Выполнение изображений зубчатого колеса осуществляется аналогично рис. 403 и 405.

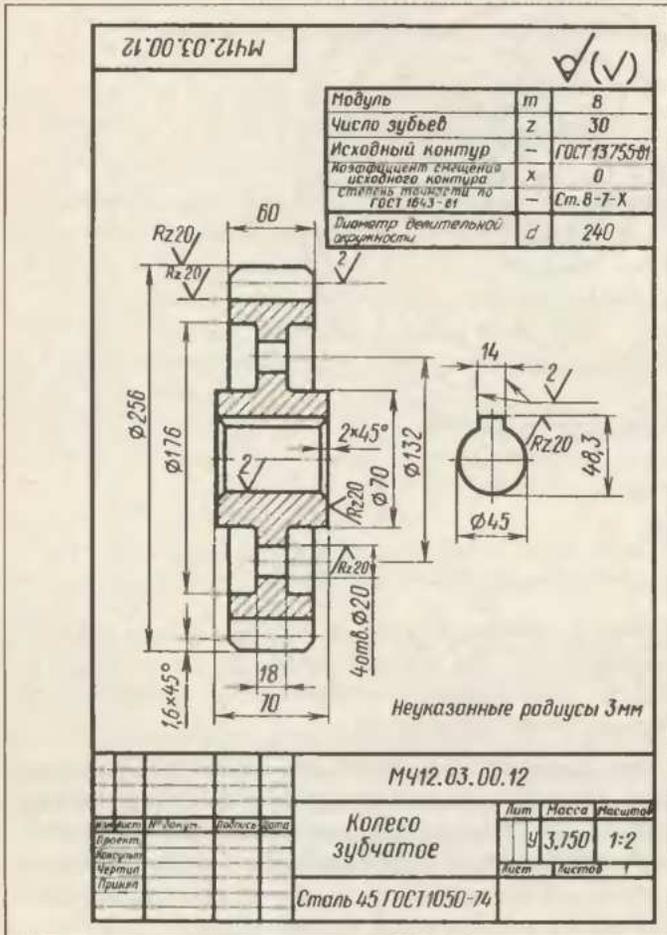


РИС. 405

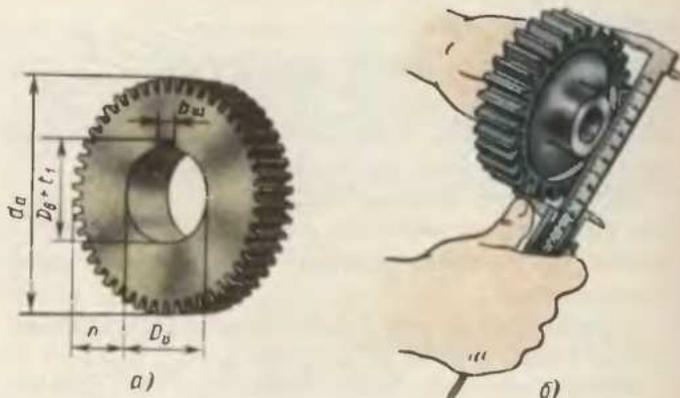


РИС. 406

§ 4. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

При фрикционной цилиндрической передаче колеса (катки) прижаты друг к другу, поэтому при вращении одного колеса, в результате возникновения сил трения, приводится во вращение и другое (рис. 407, а). Подобное вращение можно передавать и с помощью зубьев (рис. 407, б). При этом цилиндрические поверхности катков соответствуют начальным поверхностям зубчатых колес. Эти поверхности проецируются на чертеже в начальные окружности d_{w1} и d_{w2} (рис. 407, в).

Рассмотрим пару зубчатых колес, находящихся в зацеплении (рис. 408, б), и представим, что зубья их будут постепенно уменьшаться, изменяясь пропорционально по высоте и ширине (рис. 408, а), а расстояние между их осями a_w остается при этом постоянным. При уменьшении зубьев до бесконечно малой величины зубчатые колеса превратятся в гладкие цилиндры (катки), которые будут перекатываться один по другому без скольжения (рис. 408, в и г). Эти цилиндры будут называться начальными и проецируются на плоскость чертежа в начальные окружности.

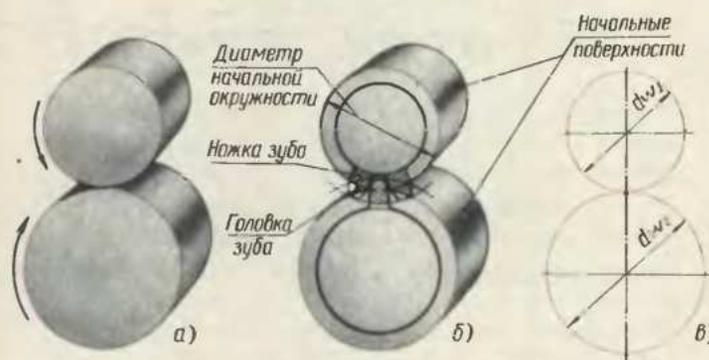


РИС. 407

Начальные окружности двух зацепляющихся зубчатых колес — это воображаемые окружности двух гладких цилиндрических катков, которые при вращении колес перекатываются друг по другу без скольжения (межосевое расстояние начальных окружностей — a).

Так как при монтаже зубчатой передачи точно выдержать межосевое расстояние a_w практически невозможно (имеются нормы отклонений размеров a_w), то при зацеплении зубчатые колеса касаются друг друга не по делительным окружностям (рис. 409, а, в).

Таким образом, у пары сопряженных зубчатых колес может быть несколько начальных окружностей. Делительная и начальная окружности совпадают только в очень редких случаях, тогда $a = a_w$ (рис. 409, б).

Цилиндрические зубчатые передачи, где оси валов параллельны, могут быть с внешним (см. рис. 398, д) и внутренним зацеплением (см. рис. 398, е). Наиболее распространены передачи с внешним зацеплением.

На рис. 410, а показан пример цилиндрической зубчатой передачи.

Зубчатое колесо передачи, сообщаемое движение другому (парному) колесу, называют ведущим, а которому сообщается движение, называют ведомым. Зубчатое колесо передачи с меньшим числом зубьев называется шестерней и с большим числом зубьев — просто колесом. При одинаковом числе зубьев зубчатых колес передачи ведущее колесо называется шестерней, а ведомое — колесом.

Для обозначения элементов шестерни и колеса вводятся индексы: для шестерни индекс 1; для колеса индекс 2.

В учебной практике наиболее широко применяют некорректированные цилиндрические прямозубые колеса, у которых зубья параллельны оси колеса.

Правила выполнения изображения зацеплений в зубчатых передачах устанавливает ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76).

Выполним чертеж зубчатой передачи, представленной на рис. 410, а, по следующим данным:

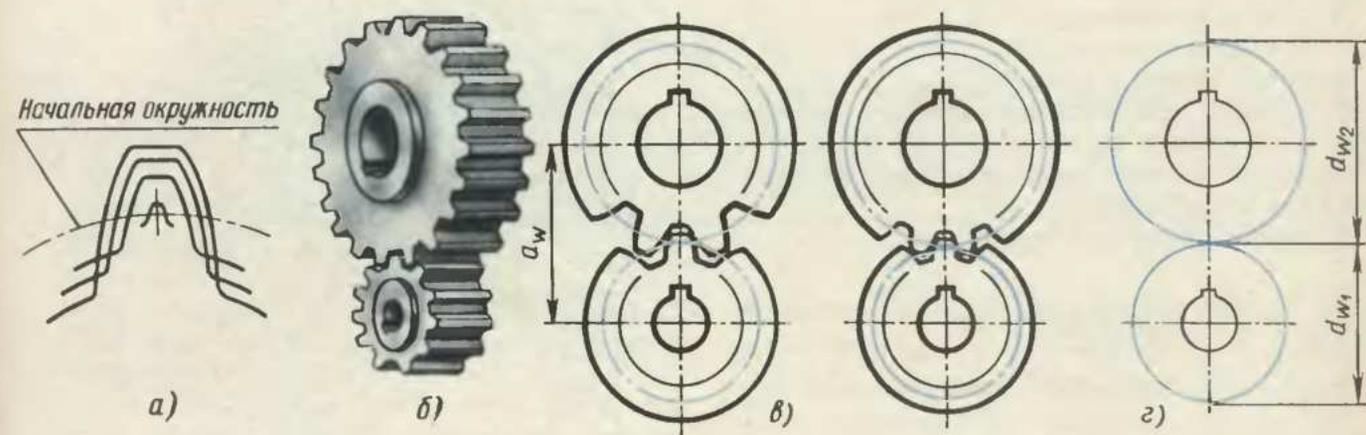


РИС. 408

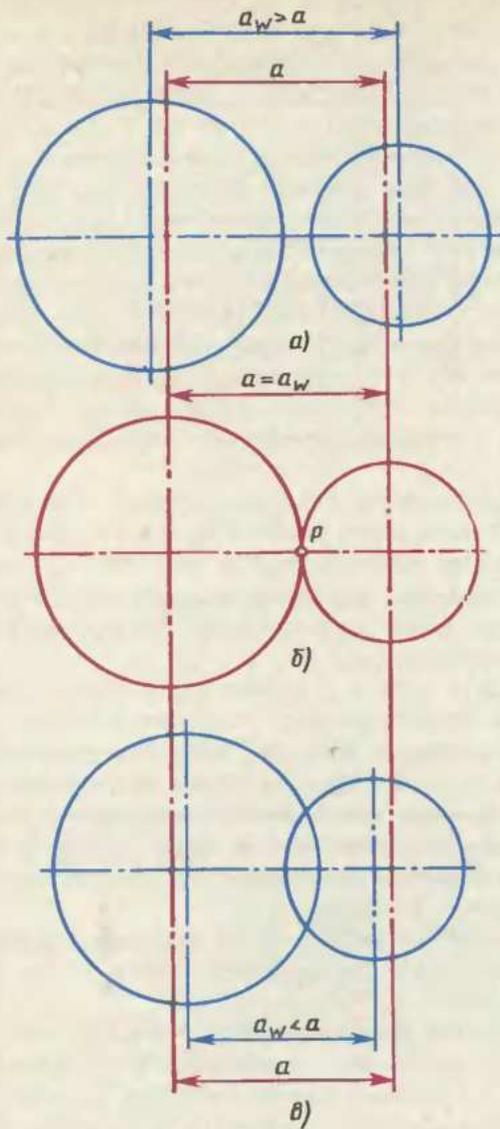


РИС. 409

- 1) колеса прямозубые цилиндрические, стальные (устанавливаются на валах, призматических шпонках);
- 2) модуль зацепления $m=12$ мм;
- 3) число зубьев шестерни $z_1=16$;
- 4) число зубьев колеса $z_2=48$;
- 5) ширина зубчатого венца $b=100$ мм;
- 6) диаметры отверстий для валов: у шестерни $D_{B1}=65$ мм, у колеса $D_{B2}=90$ мм.

Вначале необходимо определить параметры зубчатых колес по формулам табл. 39.

- 1) диаметры начальных окружностей:

$$d_{w1} = 12 \cdot 16 = 192 \text{ мм};$$

$$d_{w2} = 12 \cdot 48 = 576 \text{ мм};$$

- 2) диаметры вершин зубьев и диаметры впадин:

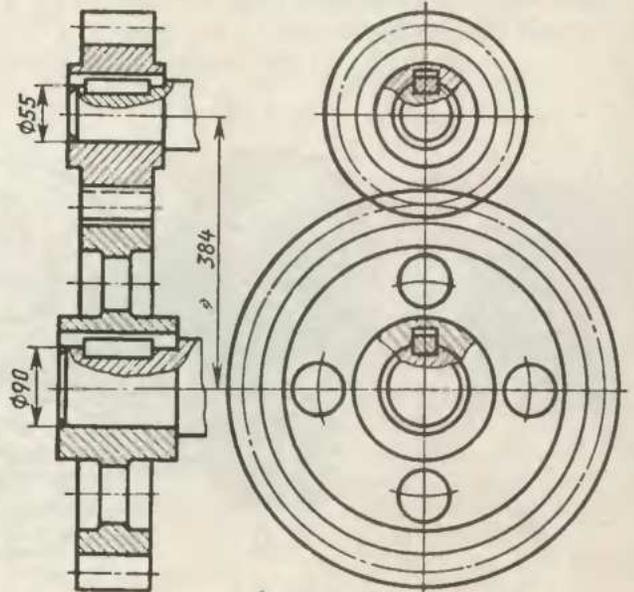
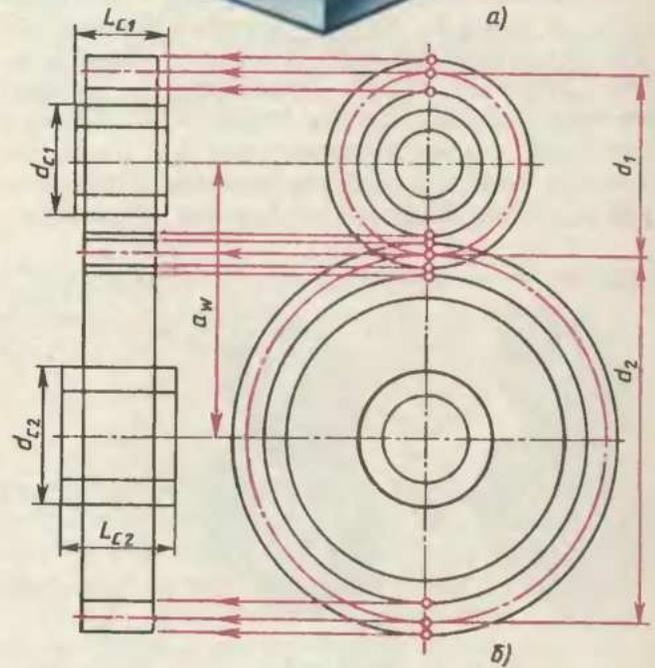


РИС. 410

$$d_{a1} = d_{w1} + 2m = 192 + 2 \cdot 12 = 216 \text{ мм};$$

$$d_{a2} = d_{w2} + 2m = 576 + 2 \cdot 12 = 600 \text{ мм};$$

$$d_{f1} = d_{w1} - 2,5m = 192 - 2,5 \cdot 12 = 162 \text{ мм};$$

$$d_{f2} = d_{w2} - 2,5m = 576 - 2,5 \cdot 12 = 546 \text{ мм};$$

3) наружные диаметры ступиц:

$$d_{c1} = 1,6D_{B1} = 1,6 \cdot 65 = 104 \text{ мм};$$

$$d_{c2} = 1,6D_{B2} = 1,6 \cdot 90 = 144 \text{ мм};$$

4) длины ступиц:

$$l_{ст1} = 1,5D_{B1} = 1,5 \cdot 65 = 98 \text{ мм};$$

$$l_{ст2} = 1,5D_{B2} = 1,5 \cdot 90 = 135 \text{ мм};$$

Определив начальные диаметры шестерни d_{w1} и колеса d_{w2} , находим межосевое расстояние зубчатой передачи, т. е. расстояние между осями зубчатых колес:

$$a_w = 0,5(d_{w1} + d_{w2}) = 0,5(192 + 576) = 384 \text{ мм}.$$

Построение изображения зубчатого зацепления выполняется тонкими линиями и начинается с нанесения межосевого расстояния a_w , проведения на виде слева осевых линий, начальных окружностей d_{w1} и d_{w2} , окружностей вершин зубьев d_{a1} и d_{a2} , окружностей впадин d_{f1} и d_{f2} (рис. 410, б). Начальные окружности должны касаться друг друга в точке, расположенной на оси, соединяющей центры зубчатых колес. Одновременно проводятся окружности, соответствующие отверстиям для валов D_{B1} и D_{B2} , а также наружные диаметры ступиц d_{c1} и d_{c2} . Для построения фронталь-

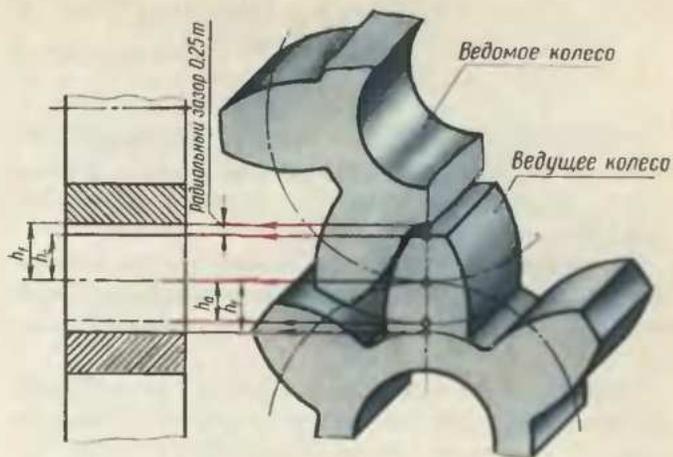


РИС. 411

ного разреза из точек пересечения окружностей с вертикальной линией центров проводят в направлении стрелок линии связи. После выполненных построений приступают к окончательному оформлению чертежа (рис. 410, в). На обоих изображениях вычерчивают ступицы колес. По диаметрам валов, пользуясь ГОСТ 23360—78, подбирают размеры шпоночных пазов, в местах шпоночных соединений выполняют местные разрезы валов. Вычерчивают отверстия. Удаляют лишние линии, обводят чертеж, заштриховывают разрезы. На фронтальном разрезе зуб ведущего колеса изображается расположенным перед зубом ведомого зубчатого колеса (рис. 411). Ввиду имеющейся разницы высот головки и ножки зубьев получают радиальные зазоры.

На виде слева в зоне зацепления окружности вершин зубьев обоих колес проводятся сплошными основными линиями (рис. 410, в). Окружности впадин изображаются сплошными тонкими линиями.

ГЛАВА 48

ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРЯМОЗУБЫХ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС И КОНИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Передачу вращения от одного вала к другому, оси которых пересекаются, осуществляют при помощи конических зубчатых колес.

Конические колеса бывают с прямыми, круговыми, криволинейными и другими зубьями. При изучении курса «Черчение» главным образом рассматриваются зацепления конических зубчатых колес с пересечением

осей под прямым углом, в которых применяются конические зубчатые колеса с прямым зубом (прямозубые). Зубья конических колес расположены на конической поверхности. Зуб называется прямым, если он направлен вдоль образующей конической поверхности, на которой он расположен.

§ 1. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРЯМОЗУБЫХ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Конические зубчатые колеса имеют следующие элементы (рис. 412): делительный конус, конус вершин зубьев, конус впадин, а также внешний дополнительный конус.

На практике вершины перечисленных выше конусов не совпадают, но при выполнении учебных чертежей принимают вершину C за общую вершину этих конусов.

Образующие конуса и оси зубчатого колеса образуют: угол конуса вершин зубьев δ_a , угол делительного конуса δ , угол конуса впадин δ_f (рис. 412).

Сечение зубчатого колеса внешним дополнительным конусом называется торцовым сечением. За делительную окружность принимается окружность, по которой делительный конус пересекается с внешним дополнительным конусом, иначе говоря, делительная окружность расположена на торцовом сечении.

Делительная окружность характеризуется делительным диаметром и ей соответствует внешний окружной делительный модуль m_e .

Значения модуля m_e определяются как и для цилиндрического прямоугольного колеса (табл. 40).

Высота головки и ножки зуба конического зубчатого колеса измеряется по образующей внешнего дополнительного конуса.

Рассмотрим некоторые соотношения параметров конической передачи (рис. 412) с внешним окружным делительным модулем m_e , числом зубьев шестерни (зубчатое колесо передачи с меньшим числом зубьев) z_1 , числом зубьев колеса (зубчатое колесо передачи с большим числом зубьев) z_2 :

делительный диаметр шестерни $d_{e1} = m_e z_1$;

делительный диаметр колеса $d_{e2} = m_e z_2$;

высота головки зуба $h_{ae} = m_e$;

высота ножки зуба $h_{fe} = 1,2m_e$;

высота зуба $R_e = R_{ae} + h_{fe} = 2,2m_e$.

Длина образующей R_e делительного конуса колеса равна

$$R_e = \sqrt{EC^2 + ED^2} = \sqrt{(0,5m_e z_1)^2 + (0,5m_e z_2)^2},$$

или после упрощения

$$R_e = 0,5m_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2}.$$

Угол делительного конуса колеса δ определяется его тангенсом, который равен

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{ED}{EC}$$

Так как отрезок $ED = 0,5DD_1 = 0,5d_{e2} = 0,5m_e z_2$ и аналогично отрезок $EC = 0,5d_{e1} = 0,5m_e z_1$, то

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{z_2}{z_1}.$$

Угол конуса вершин зубьев колеса $\delta_a = \delta + \theta_a$, где угол θ_a (угол DCA) определяется его тангенсом, который находим из прямоугольного треугольника:

$$\operatorname{tg} \theta_a = \frac{AD}{DC} = \frac{m_e}{0,5m_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2}},$$

или после упрощения

$$\operatorname{tg} \theta_a = \frac{2}{\sqrt{z_1^2 + z_2^2}}.$$

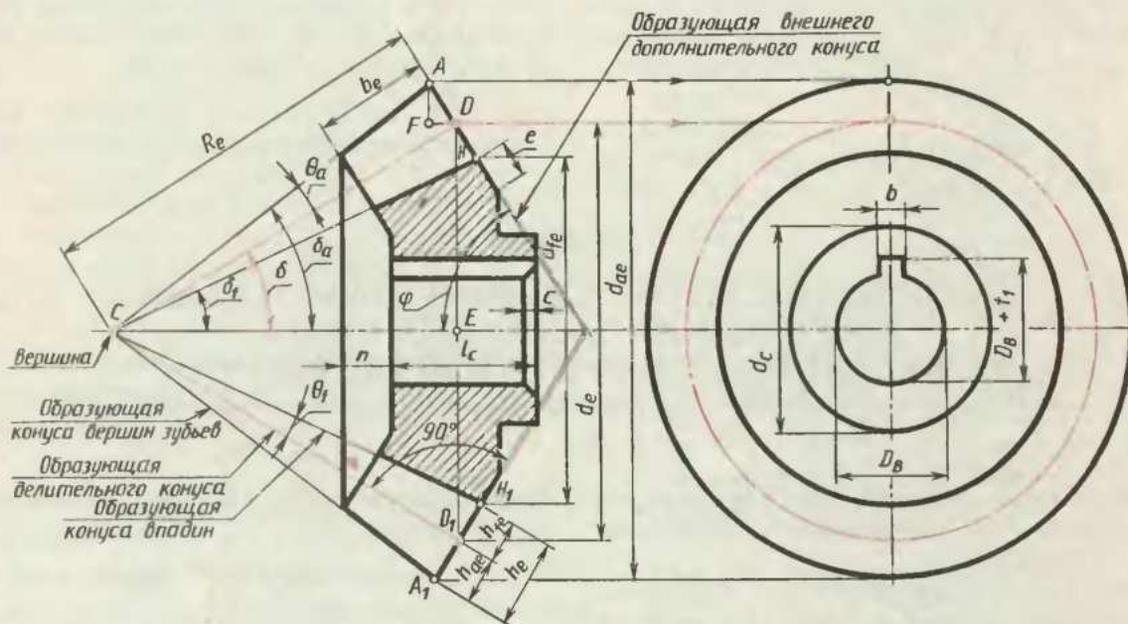


РИС. 412

Параметры конических зубчатых колес

Параметр	Обозначение	Расчетная формула	
		шестерни	колеса
Число зубьев	z	z_1	z_2
Окружной шаг	P_e	$P_{e1} = \frac{\pi d_{e1}}{z_1}$	$P_{e2} = \frac{\pi d_{e2}}{z_2}$
Внешний окружной модуль	m_e	$m_e = \frac{P_e}{\pi}$	$m_e = \frac{P_{e2}}{\pi}$
Внешний делительный диаметр	d_e	$d_{e1} = m_e z_1$	$d_{e2} = m_e z_2$
Высота зуба	h_e	$h_{e1} = 2,2 m_e$	$R_{e2} = 2,2 m_e$
Высота головки зуба	h_{ae}	$h_{ae1} = m_e$	$h_{ae2} = m_e$
Высота ножки зуба	h_{fe}	$h_{fe1} = 1,2 m_e$	$h_{fe2} = 1,2 m_e$
Внешний диаметр вершин зубьев	d_{ae}	$d_{ae1} = m_e (z_1 + 2 \cos \delta)$	$d_{ae2} = m_e (z_2 + 2 \cos \delta)$
Внешний диаметр впадин зубьев	d_{fe}	$d_{fe1} = m_e (z_1 - 2,4 \cos \delta)$	$d_{fe2} = m_e (z_2 - 2,4 \cos \delta)$
Угол делительного конуса	δ	$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{z_1}{z_2}$	$\operatorname{tg} \delta_2 = \frac{z_2}{z_1}$
Конусное расстояние	R_e	$R_{e1} = \frac{d_{e1}}{2 \sin \delta_1}$	$R_{e2} = \frac{d_{e2}}{2 \sin \delta_2}$
Ширина венца зубчатого колеса	b_e	$b_{e1} = \frac{R_{e1}}{3}$	$b_{e2} = \frac{R_{e2}}{3}$
Толщина обода венца	e	—	$e_2 = h_{e2}$
Толщина диска	k	—	$k_2 = \frac{b_2}{3}$
Диаметр ступицы	d_c	$d_{c1} \approx 1,6 D_{B1}$	$d_{c2} \approx 1,6 D_{B2}$
Фаска	c	$c_1 = 2 \dots 3$	$c_2 = 2 \dots 3$
Впадина	n	$n_1 = 2 \dots 3 m_e$	$n_2 = 2 \dots 3 m_e$

Угол конуса впадин колеса $\delta_f = \delta - \theta_f$. Угол θ_f (угол DCH) определяют по его тангенсу из прямоугольного треугольника HDC (см. рис. 412):

$$\operatorname{tg} \theta_f = \frac{HD}{DC} = \frac{1,2 m_e}{0,5 m_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2}},$$

или

$$\operatorname{tg} \theta_f = \frac{2,4}{\sqrt{z_1^2 + z_2^2}}.$$

Угол φ внешнего дополнительного конуса колеса определяют по формуле $\varphi = 90^\circ - \delta$. Угол делительного конуса шестерни $\delta = \varphi$.

Учебный чертёж конического зубчатого колеса выполняется упрощенно. Пользуясь установленными соотношениями и взаимосвязями с некоторыми размерами зубчатого колеса и шестерни ортогональной конической зубчатой передачи (см. табл. 40), разберем пример построения чертежа зубчатого конического колеса (см. рис. 412) по следующим данным:

1) внешний окружной делительный модуль $m_e = 6$ мм;

- 2) число зубьев шестерни $z_1=20$;
- 3) число зубьев колеса $z_2=30$;
- 4) диаметр вала колеса $D_B=40$ мм.

Предварительно определяем параметры зубчатых венцов, необходимые для выполнения графических построений:

делительный диаметр шестерни $d_{e1}=mz_1=6\cdot 20=120$ мм;

делительный диаметр колеса $d_{e2}=mz_2=6\cdot 30=180$ мм;

высота головки зуба $h_{ae}=m_e=6$ мм;

высота ножки зуба $h_{fe}=1,2m_e=1,2\cdot 6=7,2$ мм.

Построение (рис. 413) начинаем с фронтального разреза.

Проводим взаимно перпендикулярные оси. На вертикальной оси от точки C вверх и вниз откладываем отрезки, равные $0,5d_{e2}=90$ мм, а вправо и влево отрезки, равные $0,5d_{e1}=60$ мм.

Точки D и D_1 соединим с вершиной C и получим контур делительного конуса.

В точках D и D_1 , образующим делительного конуса приведем перпендикулярные линии CD и CD_1 , на которых отложим высоту головки зуба $h_{ae}=DA=6$ мм и высоту ножки зуба $h_{fe}=DH=7,2$ мм.

Точки A , H и A_1, H_1 соединим прямыми (образующими конуса вершин зубьев и конуса впадин) с общей вершиной C (рис. 413, б).

Для окончательного построения изображений необходимо подсчитать размеры конструктивных элементов колеса по формулам табл. 40.

От точки D по образующей делительного конуса к вершине C отложим длину зуба b_e (ширину зубчатого венца): $b_e=6m_e=6\cdot 6=36$ мм.

Далее рассчитываем толщину обода зубчатого венца $e=2,5m_e=2,5\cdot 6=15$ мм, которую откладываем по образующей внешнего дополнительного конуса.

Откладываем размер впадины i и длину ступицы $l_{ст}$.

Ступица изображается в соответствии с ее длиной $l_{ст}=1,5\cdot 40=60$ мм и диаметром $d_c=1,6\cdot 40=64$ мм.

В ступице выполняется отверстие $D_B=40$ мм.

По диаметру вала $D_B=40$ мм по ГОСТ 24071—80 выберем ширину шпоночного паза $b_e=12$ мм и размер паза $t_1=3,3$ мм, в результате чего получаем размер $D_B+t_1=40+3,3=43,3$ мм.

На виде колеса слева условно показаны окружности вершин зубьев сплошной основной линией, делительная окружность — штрихпунктирной тонкой.

После выполнения всех построений фронтальный разрез и вид слева обводятся окончательно и выполняется штриховка на разрезе (см. рис. 413, б).

§ 2. РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ ПРЯМОЗУБОГО КОНИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

Рабочие чертежи конических зубчатых колес оформляются по ГОСТ 2.405—75 (СТ СЭВ 859—78). На рис. 414 представлен рабочий чертеж конического зубчатого колеса, построение которого разобрано на рис. 413. Чертеж выполнен с некоторыми упрощениями в таблице параметров по сравнению с ГОСТ 2.405—75, как это обычно делается в учебной практике.

Так как рассматриваемое колесо выполнено без спиц и отверстий в диске, то на чертеже приведен только фронтальный разрез. Вместо вида слева помещен лишь контур отверстия в ступице с указанием формы и размеров шпоночного паза.

На рабочем чертеже указывают:

- а) диаметр большого основания конуса вершин зубьев ($\varnothing 187,5$ мм);
- б) расстояния от большого основания контура вершин зубьев и от вершины делительного конуса до опорного торца ступицы (30 и 90 мм);

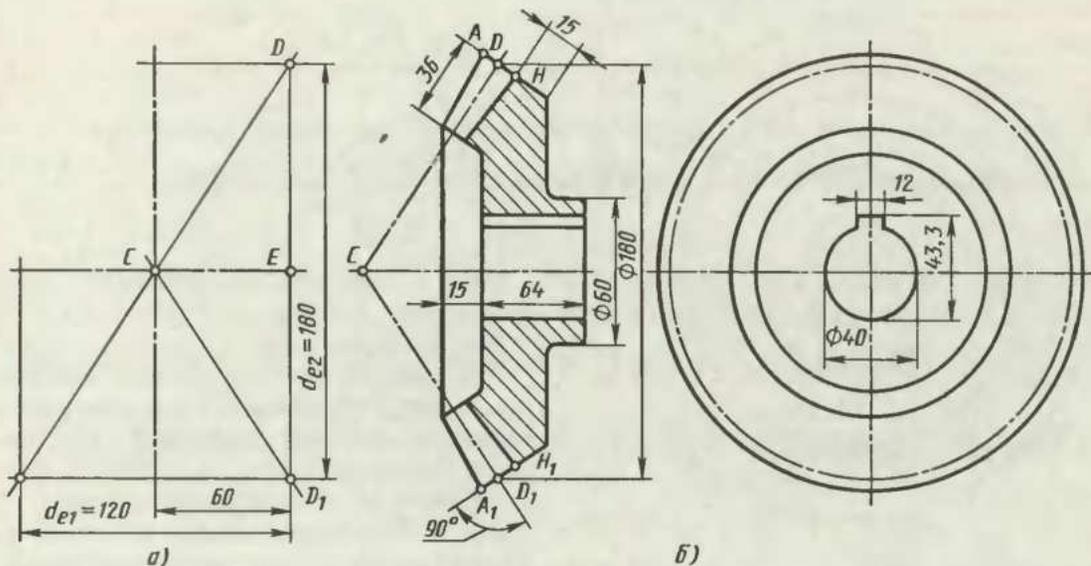
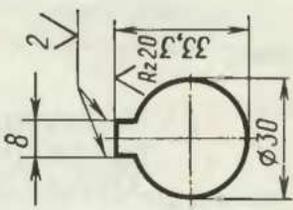
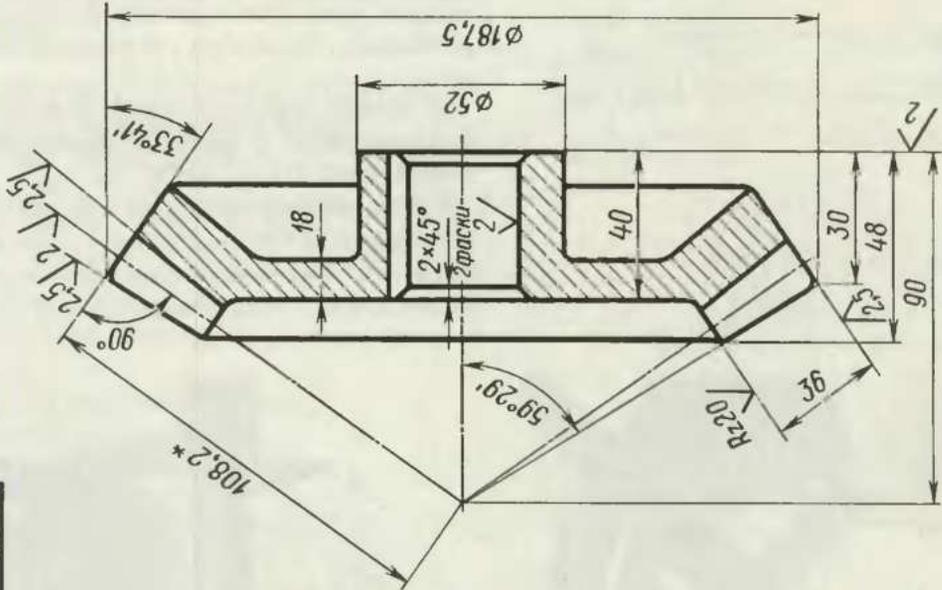


РИС. 413

МЧ03.04.00.10



√ (✓)

Внешний окружной модуль	me	б
Число зубьев	Z	30
Тип зуба		Прямой
Исходный контур		ГОСТ 13759-81
Коэффициент смещения исходного контура	Xe	0
Угол делительного конуса	δ	56°19'
Угол конуса впадин	δf	52°31'
Степень точности по ГОСТ 1758-81		Ст 8-7-X

1. Неуказанные радиусы 2мм.
2.* Размер для справок

МЧ03.04.00.10		Лист	Масса	Масштаб
Колесо зубчатое		у		
Сталь 45 ГОСТ 1050-74		Лист		Листов 1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Проект.				
Конструй.				
Чертил				
Принял				

РИС. 414

в) длину образующей делительного конуса (108,2 мм);

г) ширину зубчатого венца (по образующей делительного конуса) (36 мм);

д) углы делительного и дополнительного конусов, а также углы конусов вершин зубьев и впадин ($56^{\circ}19'$ и $33^{\circ}41'$, $59^{\circ}29'$ и $52^{\circ}31'$);

е) размеры элементов зубчатого колеса (диаметры ступицы и отверстия для вала, шпоночный паз, фаски и т. п.);

ж) степень точности изготовления зубьев по ГОСТ 1758—81 (СТ СЭВ 1161—78).

Часть этих сведений указывается на изображении, а часть заносится в специальную таблицу параметров, размещаемую на чертеже (на рис. 414 помещена часть таблицы, предусмотренной ГОСТ 2.405—75). В таблице приведены некоторые данные, необходимые для изготовления колеса.

Отдельные сведения, необходимые для указания на чертеже, подсчитываются по формулам, рассмотренным выше. Так, например, $\operatorname{tg} \delta = \frac{z_2}{z_1} = \frac{30}{20} = 1,5$ дает

возможность определить величину угла делительного конуса $\delta = 56^{\circ}19'$.

Угол внешнего дополнительного конуса

$$\varphi = 90^{\circ} - \delta = 90^{\circ} - 56^{\circ}19' = 33^{\circ}41'.$$

Длина образующей делительного конуса

$$R_e = 0,5m_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = 0,5 \cdot 6 \sqrt{20^2 + 30^2} = 108,2 \text{ мм.}$$

Для определения угла φ подсчитываем

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2}{\sqrt{z_1^2 + z_2^2}} = \frac{2}{\sqrt{20^2 + 30^2}} = 0,05,$$

получаем угол $\varphi = 3^{\circ}10'$.

Угол конуса вершин зубьев

$$\delta_a = \delta + \varphi = 56^{\circ}19' + 3^{\circ}10' = 59^{\circ}29'.$$

По величине

$$\operatorname{tg} \epsilon = \frac{2,4}{\sqrt{z_1^2 + z_2^2}} = \frac{2,4}{\sqrt{20^2 + 30^2}} = 0,066$$

определяем угол $\epsilon = 3^{\circ}48'$ и угол конуса впадин $\delta_f = \delta - \epsilon = 56^{\circ}19' - 3^{\circ}48' = 52^{\circ}31'$.

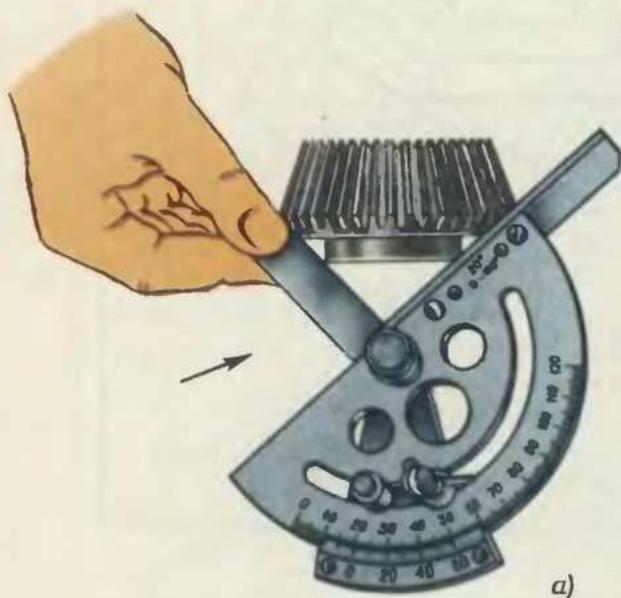
Остальные параметры колеса определяются в соответствии с их геометрической формой и с учетом подсчитанных величин.

§ 3. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ПРЯМОЗУБОГО КОНИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА С НАТУРЫ

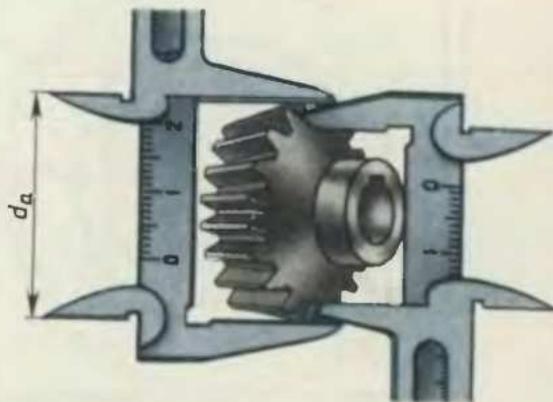
Для того чтобы выполнить с натуры чертеж конического прямозубого колеса ортогональной передачи, необходимо определить его внешний окружной модуль m_e .

В первую очередь следует измерить при помощи угломера угол φ (угол внешнего дополнительного конуса) (рис. 415, а): $\varphi = 90^{\circ} - \delta$,

затем подсчитывают угол δ (угол делительного конуса); $\delta = 90^{\circ} - \varphi$.



а)



б)

РИС. 415

Измерив диаметр окружности вершин зубьев d_{ae} (рис. 415, б) и подсчитав число зубьев z , определяют модуль m_e .

Для определения m_e рассмотрим прямоугольный треугольник ADF (рис. 412). Гипотенуза AD равна высоте головки зуба $h_{ae} = m_e$. Катет AF равен разности радиусов окружности вершин зубьев и делительной окружности:

$$AF = \frac{d_{ae} - d_e}{2}$$

Угол DAF равен углу δ (углы с соответственно перпендикулярными сторонами), поэтому

$$AF = AD \cos \delta = m_e \cos \delta = \frac{d_{ae} - d_e}{2}$$

Так как $d_e = m_e z$, то можно написать

$$m_e \cos \delta = \frac{d_{ae} - m_e z}{2}$$

Отсюда

$$m_e = \frac{d_{ae}}{z + 2 \cos \delta}$$

Округлив подсчитанное значение m_e , подберем по ГОСТ 9563—60 (СТ СЭВ 310—76) m_e и подсчитаем $d_e = m_e z$. Затем измеряем ширину венца b и остальные элементы зубчатого колеса, после чего приступаем к его вычерчиванию.

§ 4. ИЗОБРАЖЕНИЕ ОРТОГОНАЛЬНОЙ ПРЯМОЗУБОЙ КОНИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Коническая зубчатая передача (рис. 416, а) изображается по правилам, установленным ГОСТ 2.402—68.

Перед вычерчиванием ортогональной конической зубчатой передачи должны быть данные для определения параметров колес, замеренные с натуры или полученные расчетом:

- 1) внешний окружной модуль m_e , мм;
 - 2) числа зубьев z_1 и z_2 ;
 - 3) углы делительных конусов δ_1 и δ_2 ;
 - 4) диаметры валов D_{B1} и D_{B2} .
- Имея эти данные, можно определить:
- 1) высоту головки и ножки зуба h_{ar} и h_{fe} ;
 - 2) диаметры делительной окружности d_{e1} и d_{e2} ;
 - 3) ширину зубчатых венцов b_e ;
 - 4) диаметры и длины ступиц d_{c1} ; d_{c2} ; l_{ct1} ; l_{ct2} ;
 - 5) размеры шпоночных пазов;
 - 6) прочие элементы зубчатых колес, определяемые их конструкцией (толщины ободов, дисков и т. п.) (см. табл. 40).

Изображения ортогональной передачи обычно выполняются в следующей последовательности.

1. На главном виде, который в данном примере оформляется как фронтальный разрез передачи, про-

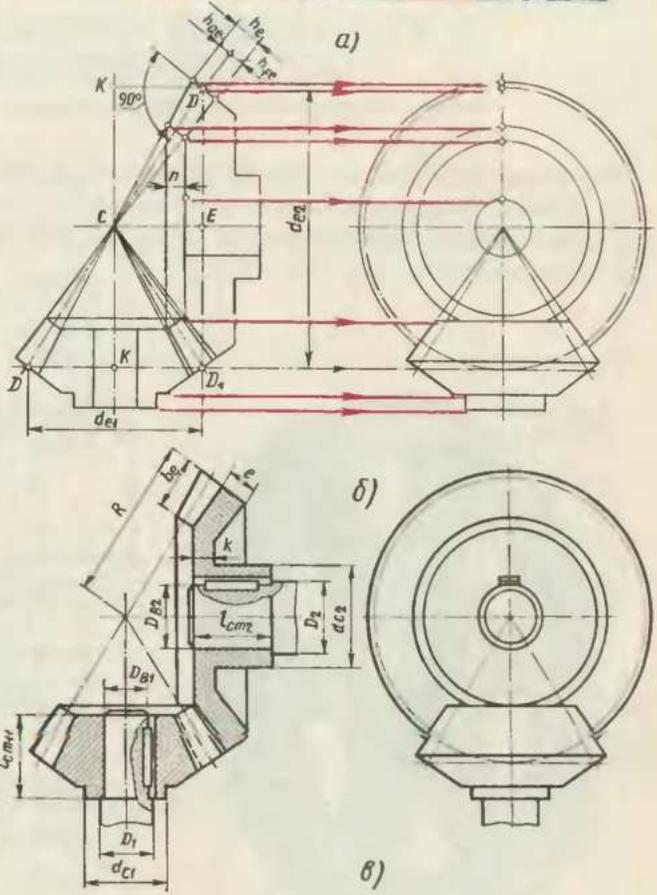
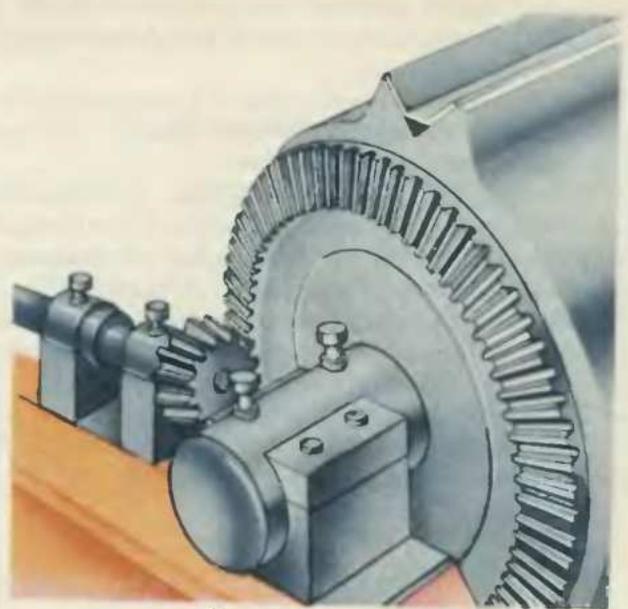


РИС. 416

водятся взаимно перпендикулярные линии, соответствующие оси шестерни (горизонтальная) и колеса (вертикальная) (рис. 416, б).

2. От точки пересечения C этих линий откладывают по осям: вверх и вниз отрезки CK , равные $\frac{d_{e2}}{2}$, а вправо отрезок CE , равный $\frac{d_{e1}}{2}$.

3. Через точки K проводят горизонтальные линии, а через точку E вертикальную линию до взаимного пересечения в точках D и D_1 .

Точки D и D_1 соединяют с точкой C линиями, которые являются образующими делительных конусов шестерни и колеса.

4. В точках D и D_1 к образующим делительных конусов восстанавливают перпендикуляры (образующие дополнительных конусов), на которых откладывают высоту головки зуба $h_{ac} = m_e$ и высоту ножки $h_{fe} = 1,2m_e$.

5. Концы отложенных отрезков соединяют с точкой C линиями, которые представляют собой образующие конусов вершин зубьев и впадин.

6. Вдоль образующих начальных конусов от точек D и D_1 по направлению к точке C откладывают ширину зубчатого венца и проводят границу зуба.

7. Наносят контуры конструктивных элементов колес (ступицы, отверстия в них и т. п.) (см. табл. 40).

8. При помощи горизонтальных линий связи строят вид слева. На изображении колеса на этом виде проводят делительную окружность штрихпунктирной линией и окружность вершин зубьев.

9. В заключение удаляют лишние линии построений (связи), производят обводку изображений и штриховку фигур сечений в разрезе. При этом следует учитывать:

а) на разрезе нерассеченный зуб ведущего колеса изображается перед зубом ведомого колеса (рис. 416, в);

б) на виде слева наносят штрихпунктирные линии, соответствующие делительной окружности одного зубчатого колеса и начальному конусу другого зубчатого колеса (рис. 416, б).

ГЛАВА 49

ИЗОБРАЖЕНИЕ ЧЕРВЯКА И ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА, ОБРАЗУЮЩИХ ЧЕРВЯЧНУЮ ПЕРЕДАЧУ

Червячная передача состоит из червяка и червячного колеса. Червячная передача применяется для передачи вращательного движения между валами со скрещивающимися осями (рис. 417, а).

Червяк представляет собой винт, который можно рассматривать как шестерню с винтовыми зубьями (витками).

Червячные передачи делятся на:

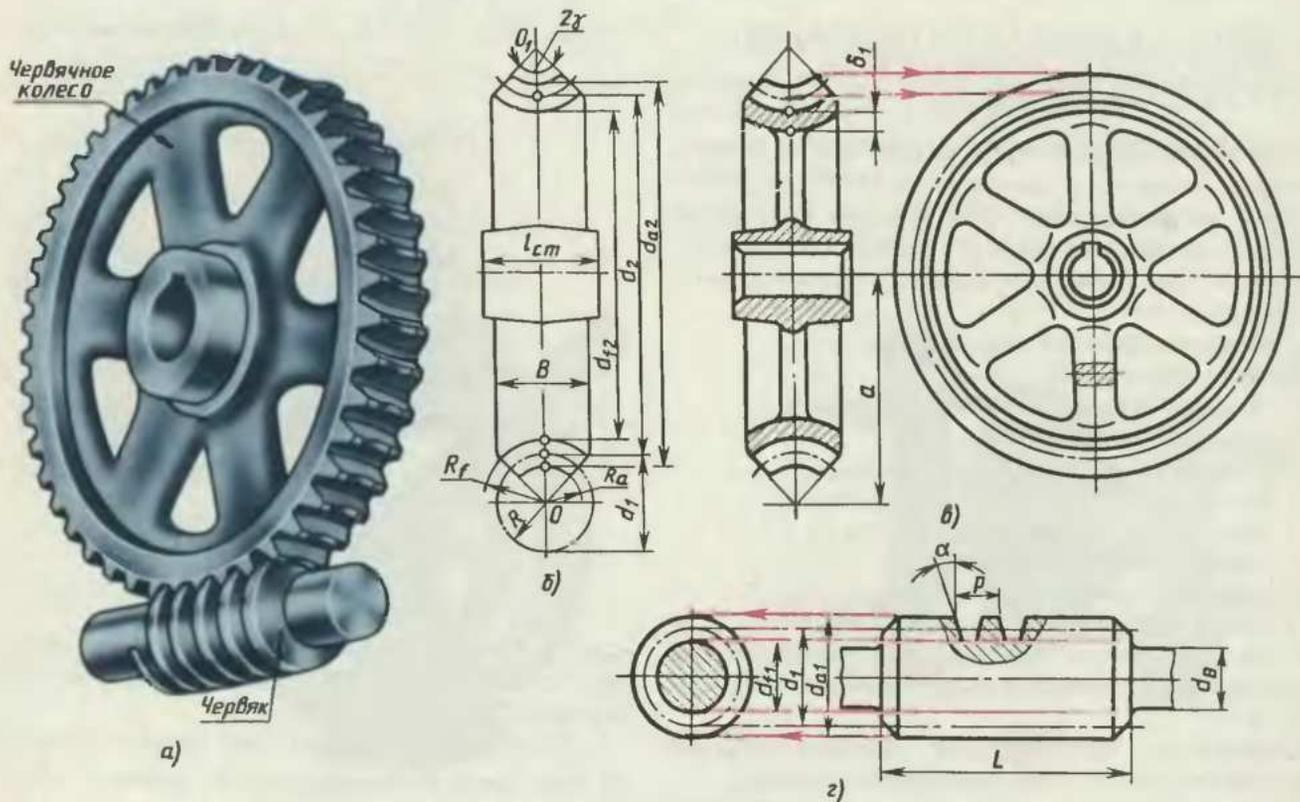


РИС. 417

а) передачи с цилиндрическим червяком, у которого винтовые зубья расположены на цилиндрической поверхности;

б) передачи с глобoidным червяком, у которого винтовые зубья расположены на поверхности, образованной вращением дуги окружности вокруг оси червяка.

Существуют различные типы цилиндрических червяков, из которых наибольшее распространение получил архимедов червяк. У архимедова червяка образующая винтовой поверхности пересекает ось червяка, благодаря чему винтовой зуб червяка ограничивается архимедовыми (наклонными) геликоидами.

В осевом сечении зуб архимедова червяка представляет собой равнобедренную трапецию, положение сторон которой характеризуется углом профиля α (рис. 417, з), обычно равным 20° . Значительно реже применяются червячные передачи с эвольвентным червяком и другими червяками, которые имеют более сложную поверхность винтового зуба. В учебной практике применяются главным образом червячные передачи с архимедовым червяком, в которых оси червяка и червячного колеса скрещиваются под углом 90° .

Червяки различаются по направлению хода винтовой линии на правые и левые, а по числу заходов — на одно-, двух-, трех- и более заходные.

Наибольшее распространение получили червяки, изготавливаемые заодно целое с валом. У таких червяков диаметр окружности впадин близок по величине к диаметру вала червяка.

§ 1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЧЕРВЯКА И ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА

Шаг червяка p представляет собой расстояние вдоль оси между двумя смежными выступами витков в осевом сечении червяка (см. рис. 417, з).

Ход зуба (витка) многозаходного червяка p_{z1} представляет собой расстояние вдоль оси между двумя смежными точками винтовой линии отдельного захода. Как и для любого многозаходного винта, между осевым шагом p и ходом p_{z1} имеет место следующая зависимость:

$$p_{z1} = z_1 p,$$

где z_1 — число заходов червяка.

Расчетному шагу p соответствует расчетный модуль

$$m = \frac{p}{\pi}.$$

Модуль m определяет основные параметры червяка. Модуль m выбирают по ГОСТ 9563—60. Как и у зубчатого колеса, у червяка имеется делительный диаметр d_1 (см. рис. 417, з). Величина делительного диаметра принимается в зависимости от модуля m : $d_1 = qm$, где коэффициент q представляет собой число модулей в делительном диаметре.

Величину коэффициента q выбирают по ГОСТ 2144—76 (СТ СЭВ 221—75, СТ СЭВ 267—76, СТ СЭВ 2820—80) в зависимости от заданной величины расчетного модуля (табл. 41).

В табл. 42 приведены основные параметры червяка и червячного колеса.

Таблица 41

Значение коэффициента q в зависимости от осевого модуля

$m, \text{ мм}$	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10
q		9		8			7		6	

Таблица 42

Параметры червячной передачи

Параметр	Обозначение	Червяк	Колесо
Число зубьев	z	—	z_c
Делительный диаметр	d	$d_1 = qm$	$d = z_c m$
Коэффициент диаметра червяка	q	$q = d_1/m$	—
Диаметр вершин витков и зубьев	d_a	$d_{a1} = m(q+2)$	$d_{a2} = m(z_c + 2)$
Диаметр впадин витков и зубьев	d_f	$d_{f1} = m(q-2,4)$	$d_{f2} = m(z_c - 2,4)$
Высота головки витка и зуба	h_a	$h_{a1} = m$	$h_{a2} = m$
Высота делительной ножки витка и зуба	h_f	$h_{f1} = 1,2m$	$h_{f2} = 1,2m$
Ширина венца червячного колеса	b_2	—	$b \geq 0,75d_{a1}$
Длина ступицы колеса	$l_{ст}$	—	$l_{cm} \approx 1,2D_B$
Толщина обода венца	e	—	$e \approx (2,5 \dots 3)m$
Толщина диска	k	—	$k \approx (3 \dots 3,6)m$
Межосевое расстояние червячной передачи	a	$a = \frac{d_1 + d_2}{2}$	

Если выбранный коэффициент q не соответствует значениям табл. 42, то делается перерасчет (с новым значением q).

Высота делительной головки витка (зуба червячного колеса) $h_{a1}=m$ ($h_{a2}=m$).

Высота делительной ножки витка (зуба) $h_{f1}=1,2m$ ($h_{f2}=1,2m$).

Высота витка (зуба) $h_1=h_{a1}+h_{f1} = 2,2m$ ($h_2=h_{a2}+h_{f2}=2,2m$).

С учетом принятых размеров зуба (витка) червяка можно определить (рис. 418) диаметр вершин витков червяка $d_a=d_1+2m$ и диаметр впадин червяка $d_f=d_1-2,4m$.

Длина резьбовой части червяка (по образующим цилиндра впадин) зависит от числа зубьев червячного колеса z_c и определяется по формуле

$$L=(11+0,06z_c)m.$$

Вершины зубьев червячного колеса расположены на поверхности кругового кольца, полученной вращением дуги окружности вокруг оси колеса (см. рис. 417, б и в). Параметры зуба червячного колеса определяются в сечении средней плоскостью венца (плоскостью симметрии зубчатого венца, перпендикулярной оси колеса). Модуль m_c , относящийся к этому сечению, называется окружным модулем и определяет размеры параметров и элементов червячного колеса. По своему значению модуль червячного колеса m_c принимается равным расчетному осевому модулю m сопряженного с червячным колесом червяка.

Размеры зуба червячного колеса равны размерам зуба червяка.

По заданным модулю m_c и числу зубьев червячного колеса подсчитывают его параметры:

- делительный диаметр колеса $d_2=m_c z_c$;
- диаметр вершин зубьев $d_{a2}=d_2+2h_a=m_c(z_c+2)$;
- диаметр впадин $d_{f2}=d_2-2h_f=m_c(z_c-2,4)$.

В ответственных быстроходных передачах венец червячного колеса изготавливают из антифрикционных материалов (бронзы, латуни). Если колесо имеет значительный диаметр, то в целях экономии цветных металлов ступицу и диск колеса выполняют из чугуна или стали. Соединение зубчатого венца со ступицей и диском осуществляется винтами (рис. 419), болтами или в пресс-формах, если ступица колеса выполнена из полимерных материалов (пластмассы).

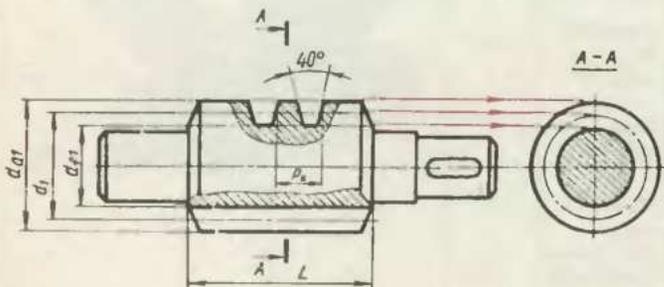


РИС. 418

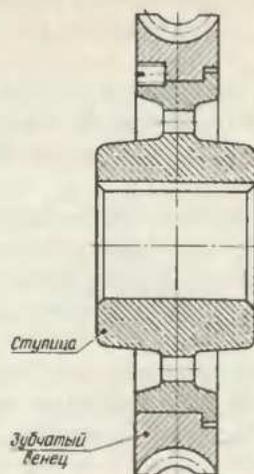


РИС. 419

§ 2. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЧЕРВЯКА И ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА, ОБРАЗУЮЩИХ ЧЕРВЯЧНУЮ ПЕРЕДАЧУ

Изображение червяка и червячного колеса выполняют в соответствии с ГОСТ 2.402—68.

Ниже приводится пример построения изображений червяка и червячного колеса, образующих червячную передачу (см. рис. 417, а), характеризуемую следующими исходными данными:

- 1) модули червяка и колеса $m=m_c=2$ мм;
- 2) число заходов червяка $z_1=1$ (однозаходный);
- 3) число зубьев червячного колеса $z_c=42$;
- 4) диаметр вала червяка $d_n=12$ мм;
- 5) диаметр червячного колеса $D_n=16$ мм;
- 6) червячное колесо изготовлено из стали и закрепляется на валу при помощи призматической шпонки.

Построения выполняются на основании расчетов параметров червяка и червячного колеса.

По исходным данным определяют размеры витков червяка и зубьев червячного колеса:

- высота головки $h_a=m=2$ мм;
- высота ножки $h_f=1,2m=1,2 \cdot 2=2,4$ мм;
- высота зуба $h=2,2m=2,2 \cdot 2=4,4$ мм.

Затем подсчитывают параметры червяка, предварительно определив по табл. 41 значение $q=9$.

Диаметры червяка:

$$d_{a1}=qm=2m=18+2 \cdot 2=22 \text{ мм};$$

$$d_{f1}=qm-2,4m=18-2,4 \cdot 2=18-4,8=13,2 \text{ мм}.$$

Длина резьбовой части червяка

$$L=(11+0,06z_c)m=(11+0,06 \cdot 42)2=27 \text{ мм} \\ \text{(или примерно } 1,5d).$$

По имеющимся данным выполняют главный вид червяка (см. рис. 417, з) с горизонтально расположенной осью червяка и местным разрезом, на котором показывают профиль витка червяка; границы впадин изображают сплошными тонкими линиями.

На поперечном разрезе червяка (на рис. 417, з, слева) заштриховывают только сечение червяка в пределах окружности впадин; винтовой зуб червяка условно показывают нерассеченным.

Линию, соответствующую начальной окружности, выполняют штрихпунктирной линией.

Для построения изображений червячного колеса предварительно определяют его параметры:

делительный диаметр $d_2 = mz_c = 2 \cdot 42 = 84$ мм;
диаметр вершин зубьев $d_{a2} = m(z_c + 2) = 2(42 + 2) = 88$ мм;

диаметр впадин $d_{f2} = m(z_c - 2,4) = 2(42 - 2,4) = 79,2$ мм.

Затем тонкими линиями чертят фронтальный разрез червячного колеса (см. рис. 417, б).

Сначала проводят горизонтально ось колеса, а перпендикулярно ей ось симметрии венца червячного колеса. На вертикальной оси откладывают отрезки $d_2 = 84$, $d_{a2} = 88$ и $d_{f2} = 79,2$ мм.

Через концы отрезка d_2 проводят дуги окружностей радиусом, равным половине делительного (начального) диаметра червяка:

$$R = \frac{d_1}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ мм.}$$

Из центров этих окружностей O и O_1 проводят дуги окружностей через концы отрезка d_{f2} (радиусом R_1) и отрезка d_{a2} (радиусом R_a). Эти дуги ограничивают соответственно впадины и вершины зубьев колеса.

Ширина зубчатого венца колеса определяется по формуле

$$B = 0,75d_{a1}.$$

В рассматриваемом примере $B = 0,75 \cdot 22 = 16,5$ мм.

Эта величина откладывается на изображении.

Червячные колеса обычно выполняются с фасками, характеризующимися углом обхвата 2γ (см. рис. 417, б).

Для определения угла обхвата вначале определяют величину $\sin \gamma$:

$$\sin \gamma = \frac{B}{d_{a1} - 0,5m}.$$

В данном случае

$$\sin \gamma = \frac{16,5}{22 - 0,5 \cdot 2} = 0,78 \text{ мм или угол } \gamma = 52^\circ.$$

Следовательно, угол обхвата в рассматриваемом примере $2\gamma = 104^\circ$.

Элементы червячного колеса выполняют на изображении в соответствии с их размерами, определенными по соотношениям, приведенным в табл. 42:

толщина обода $\delta_1 = 2,5m_1 = 2,5 \cdot 2 = 5$ мм;

диаметр ступицы $d_{c1} = 1,6D_{B2} \pm 1,6 \cdot 16 = 26$ мм;

длина ступицы $l_{c1} = 1,5D_{B2} = 1,5 \cdot 16 = 24$ мм.

По построению фронтальному разрезу (см. рис. 417, в) выполняют вид слева.

Размеры шпоночного паза определяют для вала $D_{B2} = 16$ мм по ГОСТ 23360—78 (СТ СЭВ 189—79).

Форма и размеры спиц обычно задаются.

На виде слева делительную окружность проводят штрихпунктирной линией.

§ 3. РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ ЧЕРВЯКА

Рабочие чертежи цилиндрических червяков и сопрягаемых с ними червячных колес выполняют в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.406—76.

Рабочий учебный чертеж червяка приведен на рис. 420. Ось червяка располагается параллельно основной надписи. На главном виде делается местный разрез, выявляющий профиль винтового зуба витка червяка в осевом сечении (или вычерчивают выносной элемент), как показано на рис. 420.

На чертеже червяка указывают:

- диаметр вершин витков;
- длину резьбовой части червяка;
- фаски (или радиусы галтелей) на торцовых кромках цилиндра вершин зубьев;
- радиусы закруглений (галтелей) на головке и ножке витка;
- прочие размеры, определяющие конструктивные элементы червяка;
- шероховатость боковых поверхностей витков, поверхностей вершин и впадин.

В таблице параметров на учебных чертежах (см. рис. 420) помещают основные данные для изготовления червяка.

§ 4. РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА

Чертежи червячных колес выполняются в соответствии с ГОСТ 2.406—76 (СТ СЭВ 859—78).

На рабочем чертеже червячного колеса (рис. 421) представлен фронтальный разрез, полностью определяющий конструкцию колеса, поэтому полный вид слева на чертеже не выполнен.

На рабочем чертеже червячного колеса указывают:

- диаметр вершин зубьев в средней плоскости зубчатого венца;
- наибольший диаметр зубчатого венца;
- ширину зубчатого венца;

г) данные, определяющие внешний контур зубчатого венца [например, радиус выточки поверхности вершин зубьев, размеры фасок или радиусы закруглений (галтелей) торцовых кромок];

д) прочие размеры, определяющие конструктивные формы червячного колеса.

Шероховатость боковых поверхностей зубьев указывается условными знаками, размещаемыми на дуге окружности, проведенной на фронтальном разрезе зуба штрихпунктирной линией.

Колесо червячной передачи сопрягается с червяком, поэтому при изготовлении колеса учитывают параметры сопряженного червяка и передачи. В связи с этим в таблицу параметров на чертеже заносят сведения о сопряженном червяке, а также указывают межосевое расстояние.

§ 5. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ЧЕРВЯКА И ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА С НАТУРЫ

Для того чтобы выполнить с натуры чертеж червяка или червячного колеса, необходимо определить соответствующие им значения модулей.

Расчетный осевой модуль червяка приблизительно определяется следующим образом:

1) измеряют в осевом направлении любой резьбовой участок червяка l ;

2) подсчитывают число осевых шагов n , приходящихся на длину l ;

3) определяют величину осевого шага

$$p = \frac{l}{n};$$

4) находят расчетный осевой модуль

$$m_x = \frac{p}{\pi}.$$

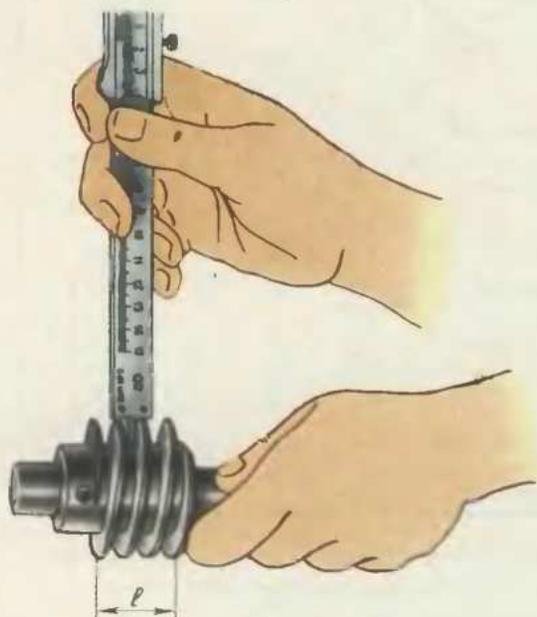


РИС. 422

Для определения окружного модуля m , червячного колеса подсчитывают число зубьев колеса z_c и измеряют наименьший диаметр вершин зубьев d_{a2} (см. рис. 417, б).

Затем подсчитывают окружной модуль

$$m = \frac{d_{a2}}{z_c + 2}.$$

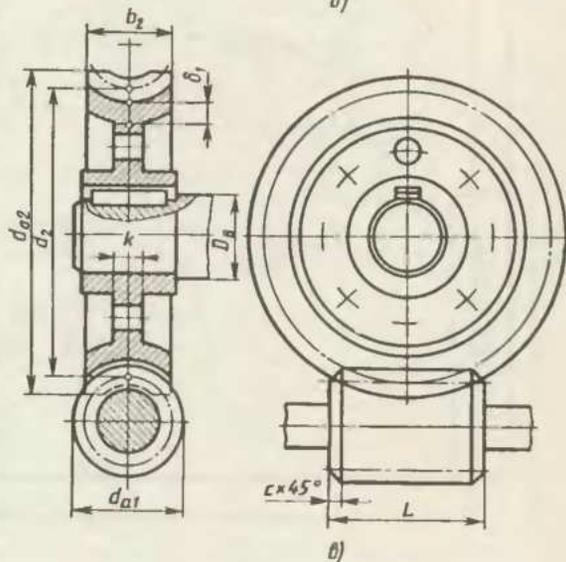
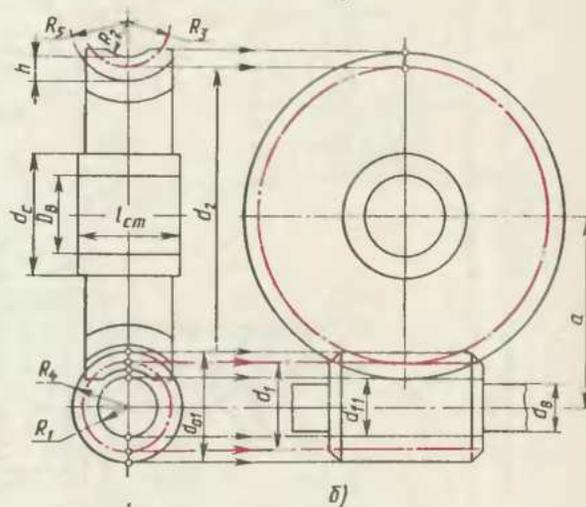
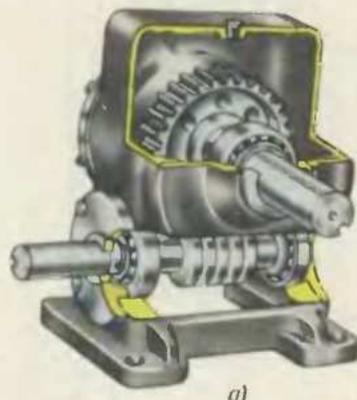


РИС. 423

Подсчитанные значения модулей m или m_i необходимо округлить до ближайшего стандартного значения (см. табл. 38).

Если червяк и червячное колесо принадлежат одной червячной передаче, то m_i должно быть равно m .

Можно измерить глубиномером штангенциркуля высоту h_1 винтового выступа червяка, которая равна высоте зуба h_2 (рис. 422).

Так как высота зуба $h_2 = 2,2m_i$, то осевой модуль

$$m = m_i = \frac{h}{2,2}$$

Остальные параметры и размеры элементов червяка или червячного колеса, необходимые для выполнения чертежей, определяют измерениями и подсчетом.

§ 6. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Рис. 423 иллюстрирует построение изображения червячной пары редуктора. Выполненное изображение червячной пары (рис. 423, в) отражает только взаимное расположение в ней червяка и червячного колеса без учета остальных деталей редуктора (рис. 423, а).

Для построения изображения червячной пары необходимы сведения, характеризующие червячную передачу: расчетный (осевой) модуль червяка m или окружной модуль червячного колеса m_i , число зубьев колеса z_c и др.

Необходимые данные для выполнения построений обычно рассчитывают или получают в результате измерений с натуры.

Построение изображений червяка и червячного колеса показано на рис. 417, а их параметры приведены в табл. 42.

Изображение червячной пары выполняется в следующей последовательности.

1. Для построения фронтального разреза определяют и откладывают межосевое расстояние $a_w = 0,5(d_1 + d_2)$.

2. Проводят дуги и окружности R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 , которые устанавливают границы начальных поверхностей, поверхностей вершин зубьев (витков) и впадин червяка и червячного колеса.

3. Выполняют построение вида слева в соответствии с нанесенными линиями связи. На этом виде проводят начальную окружность колеса и образующие начального цилиндра червяка, которые должны касаться друг друга. Определяют контуры остальных элементов зацепления.

Законченный чертеж зацепления представлен на рис. 423, в. На осевом разрезе колеса винтовой зуб червяка располагается перед зубом колеса.

На виде слева окружность вершин зубьев колеса и образующая цилиндра вершин витков червяка в зоне зацепления изображают сплошными основными линиями (взаимно пересекающимися), окружность впадин не изображают.

ГЛАВА 50

РАЗНОВИДНОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Кроме цилиндрических, конических и червячных зубчатых колес в отдельных случаях применяются колеса и детали других форм и с иной формой зубьев.

Например, цилиндрические зубчатые колеса в ряде случаев выполняются с косыми зубьями (рис. 424, а). Косой зуб представляет собой часть винтового зуба, расположенного на цилиндрической поверхности. Косой зуб характеризуется направлением (правое или левое) и углом наклона зуба β к оси, представляющим собой дополнительный угол до 90° к углу подъема винтовой линии на делительном цилиндре.

При расчете косозубых цилиндрических колес различают окружной шаг p_i и нормальный шаг p_n , которым соответствует окружной модуль:

$$m_i = \frac{p_i}{\pi}$$

и нормальный модуль

$$m_n = \frac{p_n}{\pi}$$

На рис. 424, б представлена развертка боковой поверхности делительного цилиндра косозубого колеса, на котором наглядно видно направление зуба и угол наклона зуба.

Окружной шаг p_i измеряется в торцовом сечении колеса. Нормальный шаг p_n измеряется в направлении, перпендикулярном направлению зуба.

Зависимость между окружным и нормальным шагом определяется из треугольника $ABC: BC = AC \cos \beta$ или $p_n = p_i \cos \beta$ (рис. 424, б).

Из последнего равенства, разделив обе его части на π , получаем $m_n = m_i \cos \beta$.

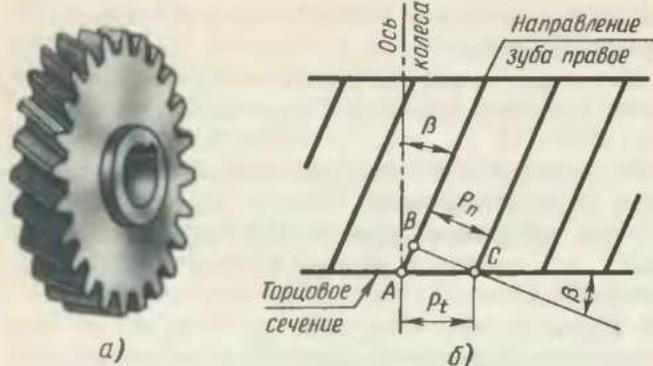


РИС. 424

Шевронные колеса (рис. 425, в) можно рассматривать как два совмещенных косозубых колеса с разным направлением зуба.

Кроме конических колес с прямыми зубьями приме-

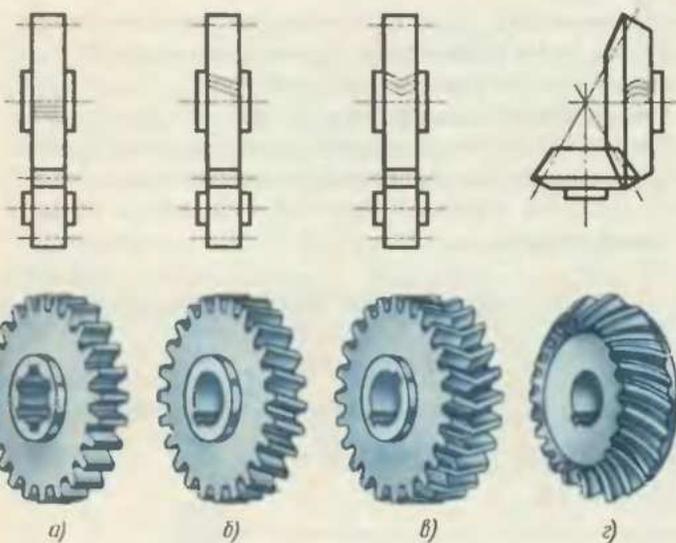


РИС. 425

няются колеса с косыми (тангенциальными), а также с круговыми зубьями (рис. 425, з).

Если необходимо показать на изображениях зубчатых зацеплений направление линии зуба, то на изображении наносят три сплошные тонкие линии (рис. 425). Условные изображения других зубчатых колес, червяков и т. п. выполняются по ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76).

Кроме цилиндрических зубчатых передач с внешним зацеплением зубьев применяются передачи с внутренним зацеплением зубьев (рис. 426, а).

Расчеты параметров этих колес и их рабочие чертежи выполняют так же, как и для колес с внешними зубьями. При этом необходимо учитывать, что у колеса с внешними зубьями высота головки зуба откладывается от делительной окружности радиально от центра к периферии, а у колеса с внутренними зубьями — наоборот, от периферии к центру.

Для преобразования вращательного движения в поступательное применяется реечная передача (рис. 426, б), которая состоит из цилиндрического зубчатого колеса и зубчатой рейки. Реечные передачи могут выполняться как с прямыми зубьями, так и с косыми.

Рабочие чертежи зубчатых реек выполняются в соответствии с ГОСТ 2.404—75 (СТ СЭВ 859—78).

На рис. 427 представлен учебный рабочий чертеж рейки. На чертеже показываются профили двух крайних впадин. Линия вершин так же, как и у зубчатых колес, изображается сплошной основной линией, линия впадин не указывается или показывается сплошной тонкой линией, линия делительной поверхности — штрихпунктирной тонкой линией. В правом верхнем углу чертежа приведена таблица параметров в том виде, как она обычно выполняется на учебных чертежах.

§ 1. ЦЕПНАЯ ПЕРЕДАЧА

Цепная передача состоит из ведущей и ведомой звездочек в охватывающей их цепи (рис. 426, в). Звездочки

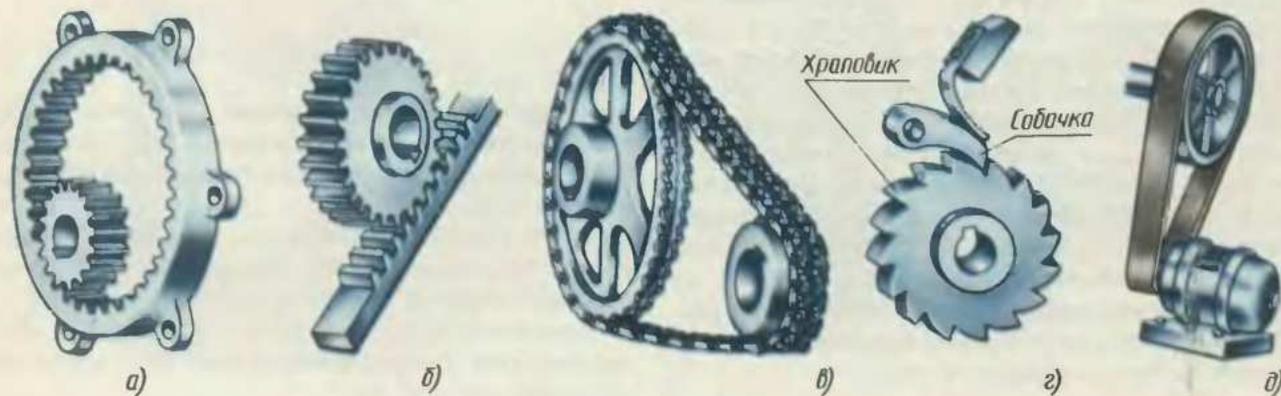


РИС. 426

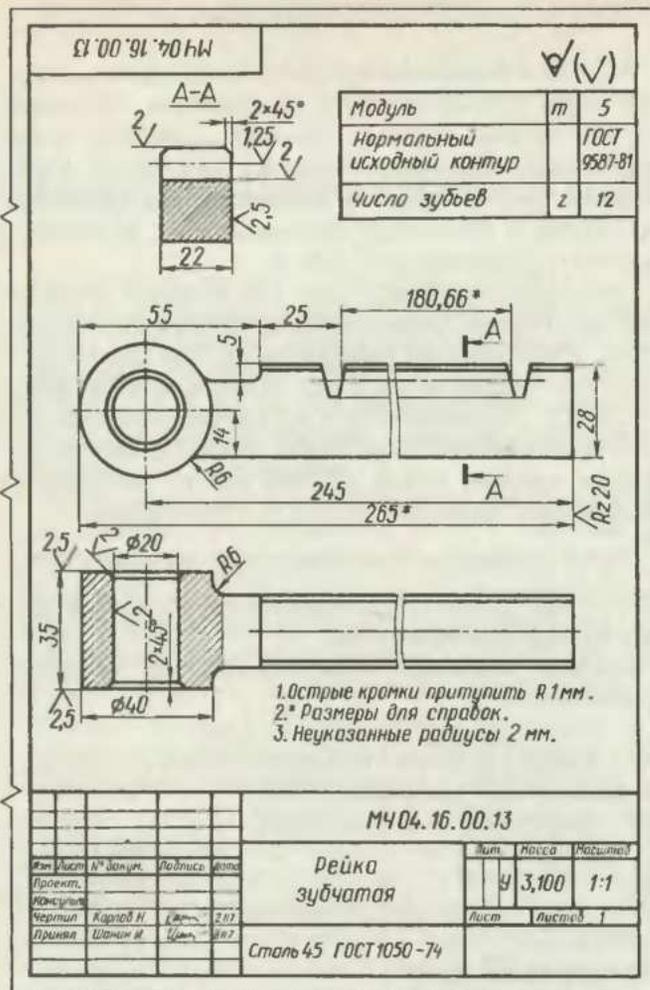


РИС. 427

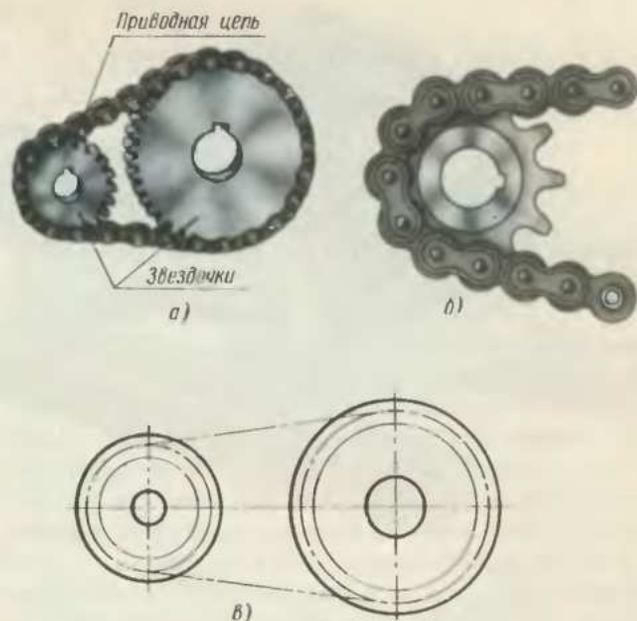


РИС. 428

закрепляются на валах при помощи шпонок. Передача движения от одного вала к другому осуществляется приводной цепью, надетой на звездочки.

В машиностроении применяются приводные цепи различных типов. Наибольшее распространение получили роликовые приводные цепи (рис. 428).

Профиль зубьев звездочек отличается от профиля зубьев колес зубчатых передач. Он очерчен дугами окружностей, размеры радиусов которых определяют по таблицам ГОСТ 591—69 (СТ СЭВ 2641—80).

Согласно ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) цепь на чертежах передачи изображается тонкими штрихпунктирными линиями (рис. 428, в), касающимися делительных окружностей звездочек.

Рабочие чертежи звездочек цепной передачи оформляются по ГОСТ 2.408—68.

На рис. 429 представлен пример рабочего чертежа звездочки для роликовой цепи, выполненной с некоторыми упрощениями.

На изображении звездочки указывают:

а) ширину зуба;

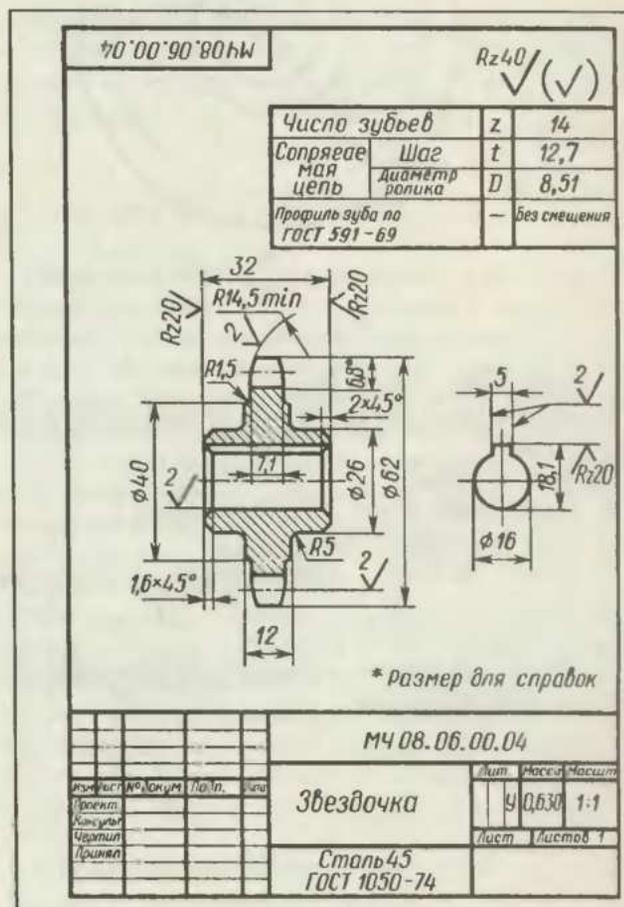
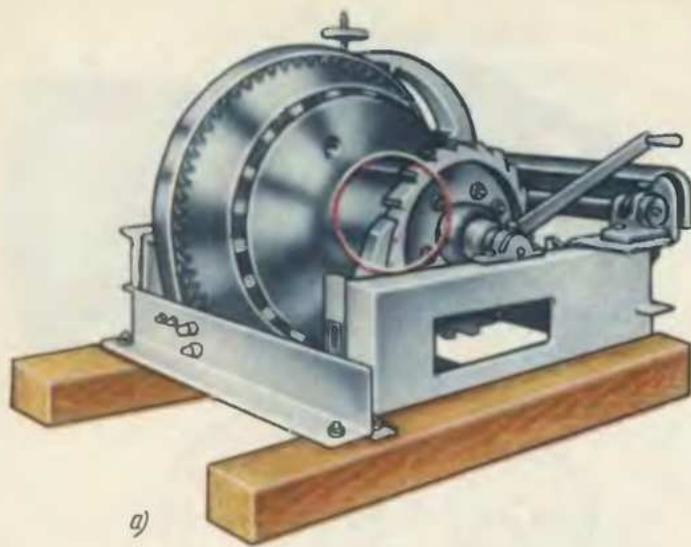


РИС. 429

§ 2. ХРАПОВОЙ МЕХАНИЗМ



Храповой механизм позволяет осуществлять вращение вала только в одном направлении. Механизм состоит из двух основных деталей: зубчатого храпового колеса (храповика) и собачки (рис. 426, з). Конец собачки, располагаясь во впадине зубьев храповика, препятствует обратному вращению вала, на котором закреплен храповик (рис. 430, а).

Зуб храпового колеса (рис. 430, б) имеет прямолинейный профиль, отличный от профиля зуба зубчатых колес. Расположение рабочей части зуба храповика, в которую упирается собачка, характеризуется углом $\beta = 12 \dots 15^\circ$. Величина этого угла и расположение оси собачки выбираются так, чтобы собачка свободно входила во впадину между зубьями и в то же время не выскакивала самопроизвольно из этой впадины.

Зубья храповика характеризуются модулем $m = \frac{t}{\pi}$,

где t — шаг зубьев (расстояние между соседними зубьями по окружности вершин).

Размеры храповика определяются из следующих соотношений.

1. Высота зуба храповика $h = 0,75m$.
2. Диаметр окружности вершин зубьев $d_a = mz$, где z — число зубьев храповика.
3. Диаметр окружности впадин

$$d_f = d_a - 2h = m(z - 1,5).$$

Угол φ равен $55 \dots 60^\circ$.

На чертежах храповик изображается условно: указываются один-два зуба, окружность впадин проводится сплошной тонкой линией (рис. 430).

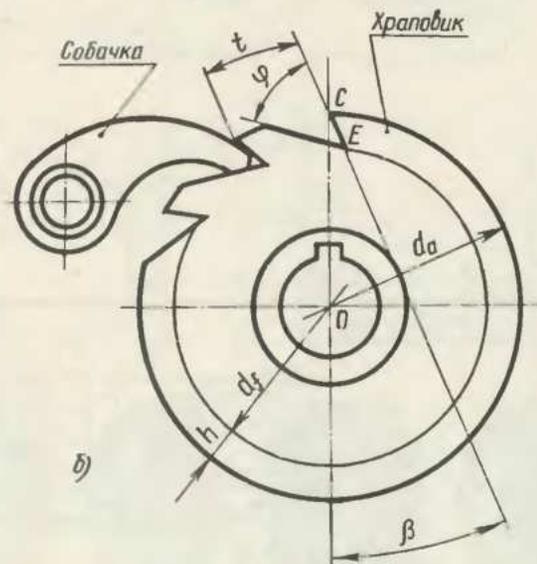


РИС. 430

- б) радиус закругления зуба;
- в) расстояние от вершины зуба до линии центров дуг закруглений;
- г) диаметр обода;
- д) радиус закругления у границы обода;
- е) диаметр окружности выступов;
- ж) прочие размеры, определяющие конструкцию звездочки;
- з) шероховатость поверхностей.

В таблице указывают параметры, необходимые для изготовления звездочки.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие виды передачи применяются в машиностроении?
2. Что называется модулем зубчатого зацепления?
3. Какая существует зависимость между модулем, числом зубьев и диаметром делительной окружности?
4. По какой формуле рассчитывают диаметр впадин цилиндрического зубчатого колеса?
5. Как изображается направление зубьев на чертежах зубчатых колес?
6. Какими линиями вычерчивают начальную и делительную окружности впадин и вершин зубчатых колес?

§ 1. КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, опрессовкой и т. п.). К таким изделиям относятся, например, станок, трактор, автомобиль, приемник, сварная или армированная конструкция и т. п.

На сборочную единицу создается конструкторская документация. В соответствии с ГОСТ 2.102—68 (СТ СЭВ 4768—84) конструкторские документы по стадии разработки подразделяются на комплект проектной документации и комплект рабочей документации.

В комплект проектной документации входят: 1) техническое задание, 2) техническое предложение, 3) эскизный проект, 4) технический проект.

Проектная документация выполняется в тех случаях, когда требуется предварительная конструктивная разработка изделия. Необходимость выполнения одной или всех трех стадий разработки проектной документации должна предусматриваться в техническом задании на опытно-конструкторские работы согласно ГОСТ 2.118—73 (техническое предложение), ГОСТ 2.119—73 (эскизный проект) и ГОСТ 2.120—73 (технический проект). На последней стадии разработки проектной документации — в техническом проекте — содержится и чертеж общего вида.

§ 2. ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА

Чертеж общего вида изделия — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Чертеж общего вида выполняется так, чтобы по нему можно было без дополнительных разъяснений разработать рабочую конструкторскую документацию: рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификацию.

Чертеж общего вида должен содержать изображение изделий с их видами, разрезами, сечениями, а также текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделий, взаимодействия его основных составных частей и принципа действия изделия, а также данные о составе изделия. Допускается помещать техническую характеристику изделия и пояснительные надписи, помога-

ющие уяснению устройства и действия изделия (рис. 431).

Изображения на чертежах общих видов выполняются с максимальными упрощениями, устанавливаемыми ЕСКД для рабочих чертежей.

Наименование и обозначения составных частей изделий на чертеже общего вида указываются на полках линий-выносок или в таблице, располагаемой на чертеже общего вида изделия. Таблица может быть выполнена и на отдельном листе формата А4 (по ГОСТ 2.301—68). При этом на полках линий-выносок указываются номера позиций составных частей, включенных в таблицу. В общем виде таблица состоит из граф: «Поз.», «Обозначение», «Кол.», «Дополнительные указания». Запись составных частей в таблицу рекомендуется производить в следующем порядке: заимствованные изделия, покупные изделия, вновь разработанные изделия. Примером чертежа общего вида с некоторыми упрощениями может служить несложный чертеж изделия — гидравлического прихвата, изображенного на рис. 431.

Характерный признак чертежа общего вида — отсутствие спецификации, которая будет разрабатываться во второй, рабочей части конструкторской документации для сборочного чертежа.

§ 3. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

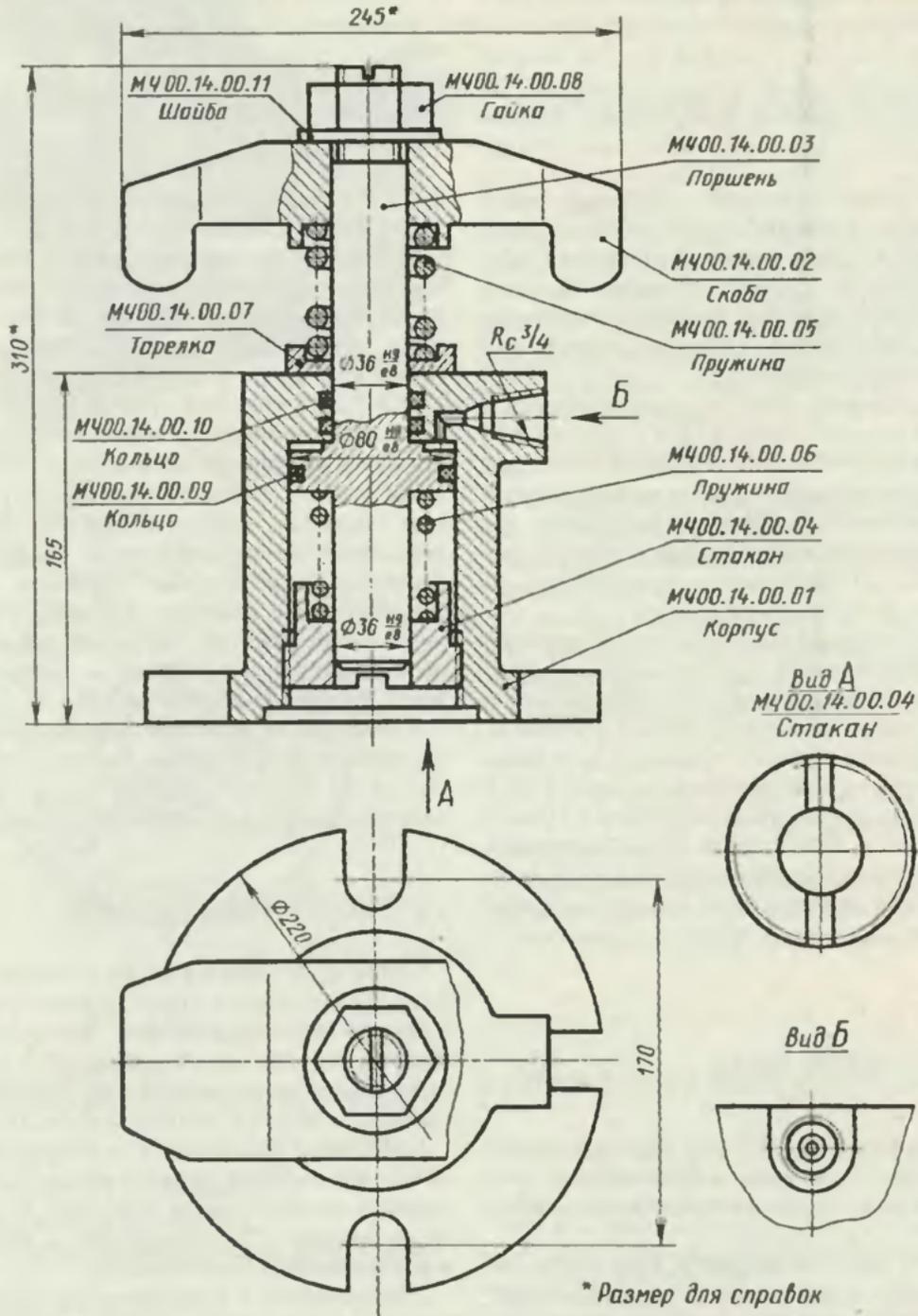
Сборочный чертеж разрабатывается на основе чертежа общего вида и входит в комплект рабочей конструкторской документации, предназначается непосредственно для производства. По сборочному чертежу определяется соединение деталей в сборочные единицы и детали в готовое законченное изделие.

Сборочный чертеж должен содержать изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей и способах их соединения, обеспечивающих возможность сборки и контроля сборочной единицы.

Для сравнения с проектным чертежом общего вида гидравлического прихвата (см. рис. 431) приведен его сборочный чертеж (рис. 432), относящийся к рабочей документации и служащий для сборки и контроля изделия. Этот чертеж не имеет таких подробностей изображения, как чертеж общего вида, и может содержать только два вида; к нему прилагается спецификация (рис. 433).

Гидравлический прихват служит для быстрого и надежного закрепления на столах фрезерных и строгальных станков обрабатываемых заготовок деталей (см. рис. 432).

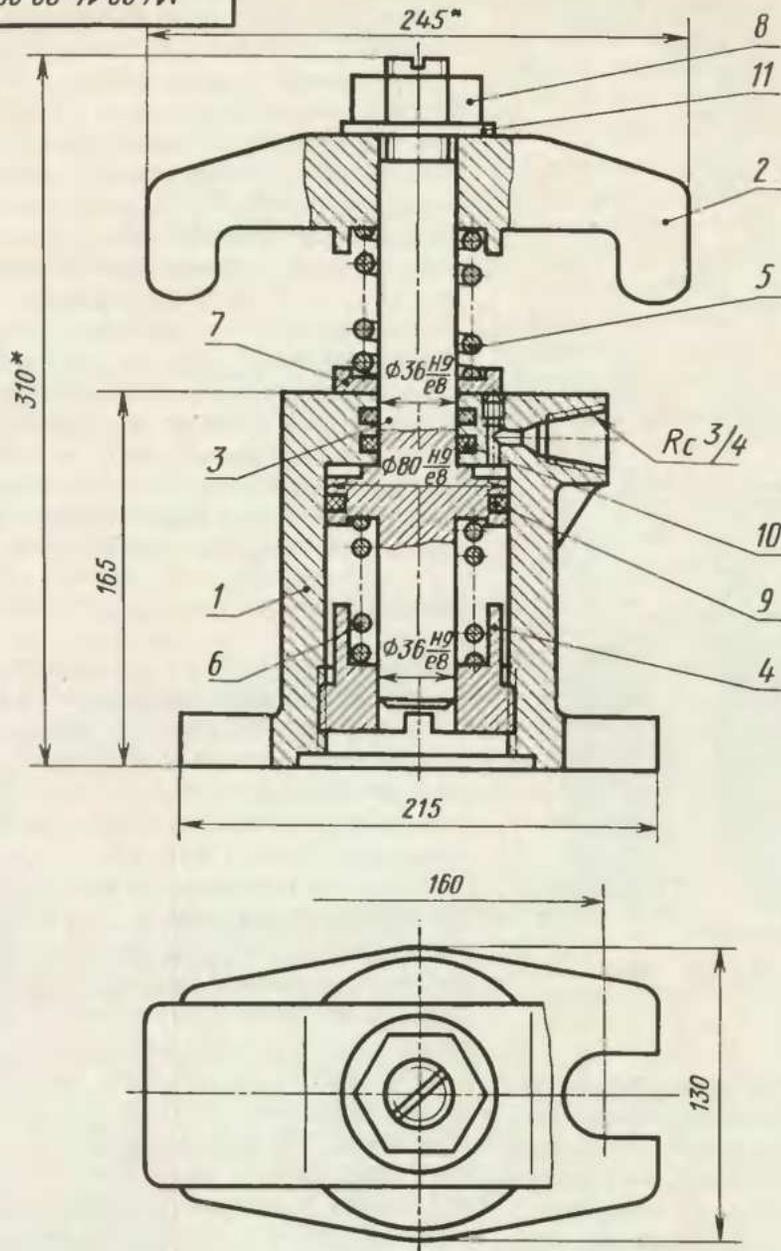
МЧ00.14.00.00



				МЧ00.14.00.00.00				
Изм.	Исполн.	№ докум.	Подпись	Дата	Прихват гидравлический Чертеж общего вида	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.						у		1:2
Проб.						Лист	Листов	1
Т. контр.								
И. контр.								
Утв.								

РИС. 431

M400.14.00.00.CB



*Размер для справок

					M400.14.00.00.CB			
Изм.	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Прихват гидравлический Сборочный чертёж	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						У		1:2
Пров.						Лист	Листов 1	
Т. контр.								
Н. контр.								
Утв.								

РИС. 432

Код документа	Лист	Листов	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A2			M400.14.00.00.CB	Сборочный чертёж		
				<u>Детали</u>		
A3	1		M400.14.00.01	Корпус	1	
A4	2		M400.14.00.02	Скоба	1	
A4	3		M400.14.00.03	Поршень	1	
A4	4		M400.14.00.04	Стакан	1	
A4	5		M400.14.00.05	Пружина	1	
A4	6		M400.14.00.06	Пружина	1	
A4	7		M400.14.00.07	Тарелка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Гайка М30.4		
				ГОСТ 5915-70	1	
				Кольцо Н1-80 x 70-1		
				ГОСТ 9832-77	2	
				Кольцо Н1-35 x 28		
				ГОСТ 9832-77	2	
				Шайба 30.01.019		
				ГОСТ 11371-78	1	
			M400.14.00.00			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разр.					Лит.	Лист
Проект.					У	1
И контр.						
Вит.						
				Прихват гидравлический		

РИС. 433

Прихват состоит из корпуса 1 со стаканом 4, поршня 3 со штоком, пружин 5 и 6, прижимной скобы 2 и других деталей. Масло из насоса под большим давлением поступает в полость корпуса 1, поршень 3 опускается вниз, и скоба 2 прижимает заготовку к столу станка (пружины 5 и 6 сжимаются). Для освобождения обработанной заготовки необходимо повернуть рукоятку крана-распределителя (на чертеже не указан), через который масло стекает в бак, тогда под действием пружин 5 и 6 скоба 2 поднимается вверх. Как видно из чертежа общего вида (см. рис. 431), на чертеже помимо главного вида и вида сверху имеются два дополнительных изображения отдельных деталей и их частей, уточняющие их формы, а также даны обозначения посадок и основные размеры элементов изделия.

Если чертеж общего вида техническим заданием не предусмотрен (например, при проектировании некоторых приспособлений, простых сварных, армированных и других несложных изделий), то сборочный чертёж должен служить не только для процесса сборки изделия, но и для разработки по нему рабочих чертежей деталей.

Комплект проектной документации хотя и даёт исчерпывающие сведения о принципиально-конструктивном решении разрабатываемого изделия, но не позволяет осуществить его изготовление.

Изготовление, испытание и контроль опытного образца изделия производится по рабочей документации, в которую при её разработке часто вносят коррективы в зависимости от условий производства и результатов испытаний. После этого уже устанавливается серийное или массовое производство изделий. Таким образом, на всех стадиях разработки проектной и рабочей конструкторской документации изделие постепенно изменяется и совершенствуется. Эти изменения можно наблюдать как на чертежах общих видов проектной документации, так и на сборочных и детальных чертежах рабочей документации. На примере несколько упрощённого чертежа общего вида гидравлического прихвата (см. рис. 431) и его сборочном чертеже (см. рис. 432) видно конструктивное изменение нижней части корпуса, скобы и др.

§ 4. СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Для всех отраслей машиностроения и приборостроения по ГОСТ 2.201-80 установлены две системы обозначения чертежей: первая — обезличенная, вторая — предметно-обезличенная. Основой обезличенной системы является единый классификатор, в котором каждое изделие, деталь, сборочная единица закодированы определённым номером.

Первые четыре знака (рис. 434) определяют индекс организации-разработчика. Этот индекс может состоять из букв или букв и цифр. Последующие шесть знаков дают классификационную характеристику изделия, определяемую по классификатору. Три последних знака — порядковый регистрационный номер.

В предметно-обезличенном варианте обозначений вместо индекса организации-разработчика проставляется индекс изделия. Как видно из схемы (рис. 434), классификационная характеристика по единому классификатору остаётся та же. Она позволяет быстро находить изделия с данной характеристикой, а также обеспечивает использование документации на ранее выпущенные изделия. Подробные сведения о системе обозначения чертежей в ГОСТ 2.201-80.

В учебных условиях на сборочном чертеже рекомендуется в соответствии с обозначениями всего изделия в целом присвоить обозначения и составным частям.

Для чертежей деталей и спецификаций к сборочным чертежам 13 знаков

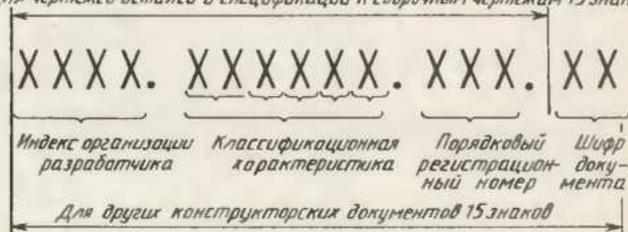


РИС. 434

ИЗОБРАЖЕНИЕ ТИПОВЫХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЙ

При выполнении чертежей помимо вычерчивания различных соединений, выполненных при помощи крепежных резьбовых изделий, шпонок, штифтов, пленки, сварки, часто приходится изображать такие распространенные изделия, как подшипники, уплотнительные и смазочные устройства и т. п.

§ 1. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

В современном машиностроении широкое применение находят подшипники качения, типы и размеры которых определяются соответствующими стандартами. Наиболее распространенные типы подшипников показаны на рис. 435, а. Размеры этих подшипников даны в соответствующих стандартах.

Подшипники качения состоят из следующих основных частей: колец (наружного и внутреннего), шариков (или роликов) и сепаратора, отделяющего шарики (или ролики) друг от друга.

На чертежах общих видов и сборочных чертежах подшипники качения в осевых разрезах изображаются, как правило, упрощенно по ГОСТ 2.420—69 без указания типа и особенностей конструкции. Контурное очертание подшипника здесь выполняется сплошными основными линиями по его контуру, внутри которого проводятся сплошными тонкими линиями диагонали (рис. 435, б).

Если на чертеже общего вида и сборочном чертеже необходимо указать тип подшипника, то в контуре его изображения наносится условное графическое изображение по ГОСТ 2.770—68 (СТ СЭВ 2519—80) (рис. 435, в).

В разрезе или сечении подшипники допускается изображать в соответствии с рис. 435, г. В этом случае конструкция подшипника обычно показывается упрощенно: фаски и сепараторы не изображаются.

§ 2. ИЗОБРАЖЕНИЕ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Места соединения деталей, находящихся под воздействием избыточного давления какой-либо среды, должны быть уплотнены (герметизированы).

Для уплотнения зазоров между плоскими торцовыми поверхностями соединения деталей применяются торцовые уплотнения. В качестве торцовых уплотнений обычно применяются уплотнительные прокладки из соответствующего листового материала (рис. 436, а). Форма и очертание уплотнительной прокладки опреде-

ляются формой торцевой поверхности, которую необходимо уплотнить. Торцовые уплотнения закладываются под крышки, фланцы, корпуса клапанов, вентиля и т. п. В зависимости от свойств среды, создающей избыточное давление, и условий эксплуатации того или иного устройства уплотнительные прокладки выполняются из различных материалов (текстолита, технической резины, паронита, асбестового картона).

Для уплотнения зазоров между сопряженными цилиндрическими поверхностями применяются радиаль-

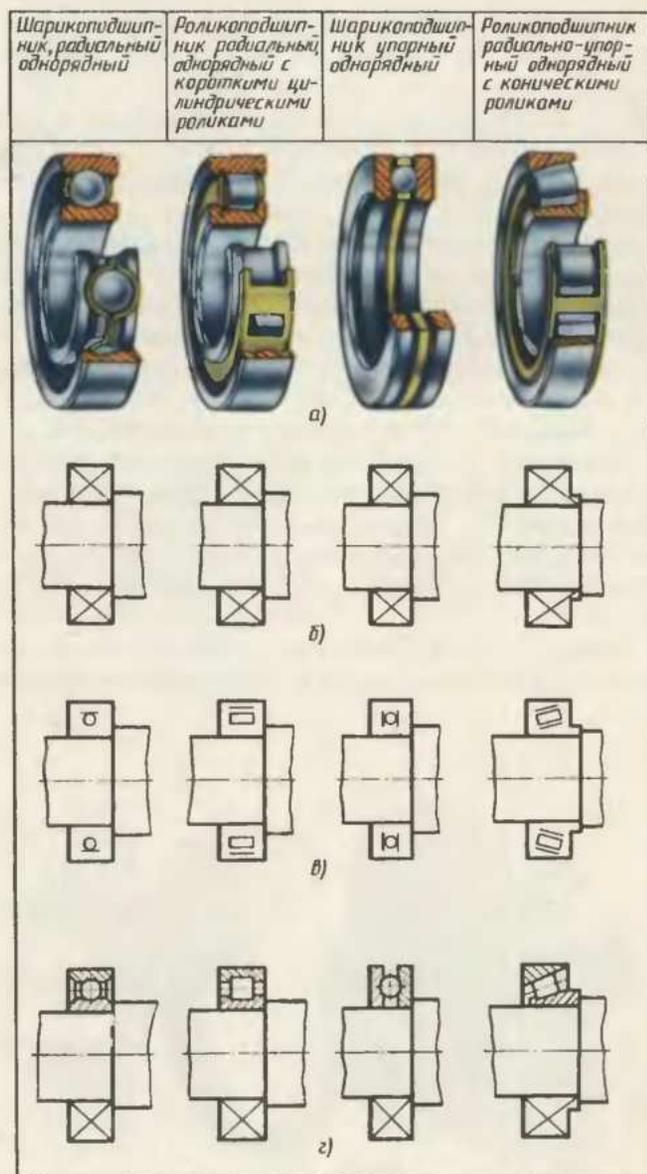


РИС. 435

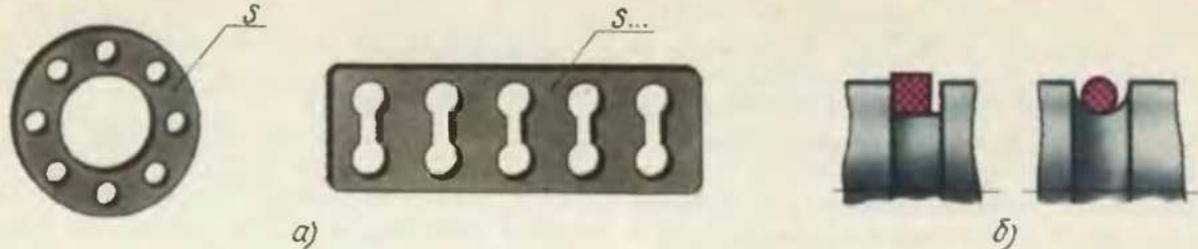


РИС. 436

ные уплотнения. В простейшем случае такое уплотнение осуществляется уплотнительными кольцами, закладываемыми в кольцевые проточки, выполненные в одной из сопрягаемых деталей (рис. 436, б и 437, а). Размеры колец выбирают так, чтобы кольца немного выступали из проточек, в которые они заложены, в результате чего и создается соответствующее уплотнение. Уплотнительные кольца могут иметь различную форму поперечного сечения и изготавливаться из различных материалов (технической резины, технического войлока, фетра, графитизированного асбестового шнура и др.).

Кольца из технического войлока или фетра предохраняют также и от вытекания смазки через зазор между валом и корпусом (или крышкой) подшипника. Кольцо прямоугольного сечения устанавливается в проточку трапецеидального сечения и деформируется по форме проточки (рис. 437, а), обеспечивая достаточно плотный контакт кольца с поверхностью вала.

В некоторых случаях в качестве уплотнения используются кольцевые проточки, заполняемые густой смазкой. На рис. 437, б в крышке, в месте выхода конца вала, выполнены три кольцевые проточки, заполненные густой смазкой, которая и создает необходимое уплотнение.

Широко распространены уплотнения манжетами различных поперечных сечений. Например, уплотнение

между штоком и крышкой гидравлического цилиндра (рис. 438) справа осуществляется манжетами. Плотное прилегание манжет к штоку и цилиндрическим стенкам крышки обеспечивается распорным кольцом, устанавливаемым внутри манжеты. Манжеты изготавливаются из маслостойкой резины, заменителя кожи (севанита), капрона, винипласта, полиэтилена и других аналогичных полимерных материалов.

На рис. 438 представлены также примеры и других уплотнений. Уплотнение между поршнем и цилиндром осуществляется кольцами прямоугольного сечения; уплотнение же между цилиндром и его крышками — торцовыми прокладками. Прокладка предусмотрена также для уплотнения между штоком и поршнем (на рисунке не показана).

При медленно и редко перемещающихся относительно друг друга цилиндрических поверхностях деталей арматуры для жидкостей и газа может применяться сальниковое уплотнение с мягкой набивкой. Набивка осуществляется шнурами из хлопчатобумажной, льняной, джутовой, пеньковой и асбестовой пряжи. Шнуры пропитывают густой смазкой, техническим жиром и графитовым порошком; они обычно изготавливаются круглого или прямоугольного поперечного сечения.

На рис. 439, а показано сальниковое уплотнение шпинделя 1 шнуром прямоугольного сечения. При навинчивании накидной гайки 3 она воздействует на

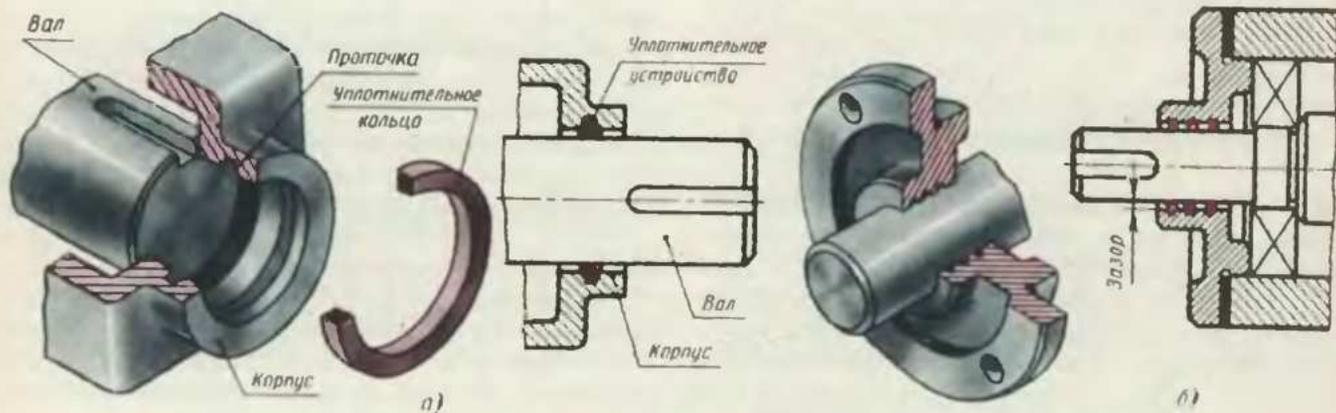


РИС. 437

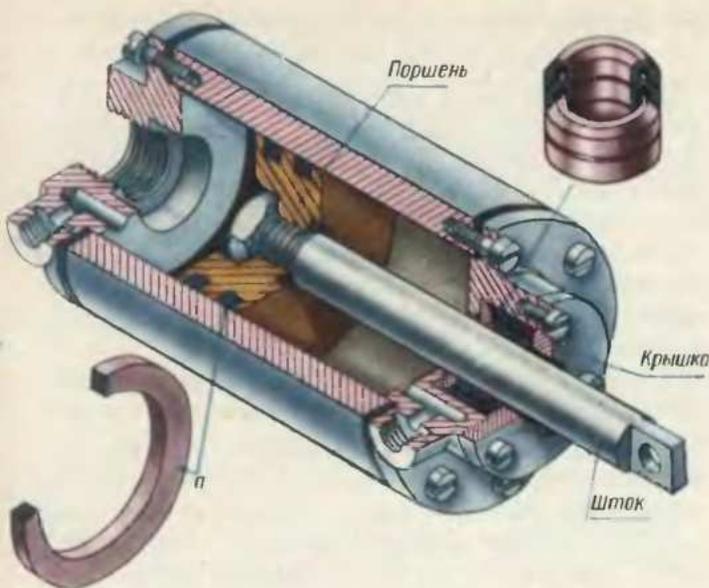


РИС. 438

втулку 4, которая сжимает шнур 2. Благодаря сжатию шнуров втулкой достигается их плотное прилегание к шпинделю 1 и корпусу 5. На чертеже сальникового уплотнения втулка выдвинута из гнезда вверх до соприкосновения с накидной гайкой, которую, в свою очередь, показывают навинченной только на 2—3 витка резьбы корпуса. Такое изображение наглядно показывает, что по мере утери упругих свойств шнуров уплотнение можно регулировать подтяжкой накидной гайки. Довольно часто для упрощения сальниковую набивку изображают на чертежах сплошной (рис. 439, б), не отражая форму сечения шнуров, используемых для набивки. На рис. 439, в показано шарнирное крепление клапана на шпинделе, обеспечивающее плотное прилегание клапана к седлу.

§ 3. ИЗОБРАЖЕНИЕ СМАЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

В большинстве машин и механизмов предусматривается специальная, надежно действующая система смазки.

Недостаточная смазка может привести к быстрому нагреванию и износу трущихся поверхностей, в результате чего машина выходит из строя.

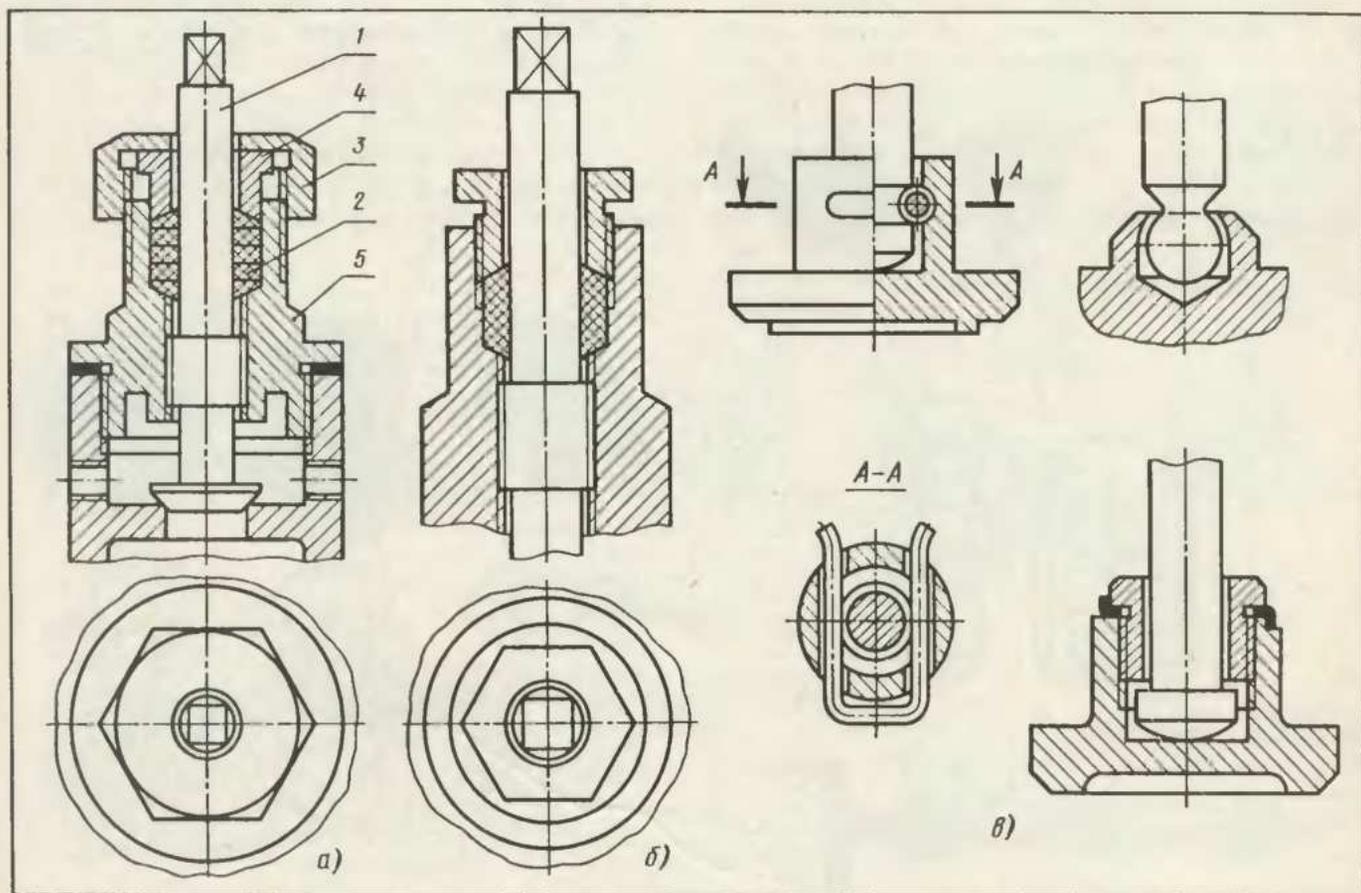


РИС. 439

При выполнении чертежа общего вида и сборочного чертежа изделия на нем необходимо отразить систему смазки трущихся поверхностей деталей и правильно изобразить элементы смазочных устройств.

Для периодической смазки трущихся поверхностей цапфы (опорной части вала) и вкладыша подшипника применяется колпачковая масленка (рис. 440, а), которая состоит из резервуара, заполняемого густой (консистентной) смазкой, и колпачка, навинчиваемого на резервуар (рис. 440, б). Резервуар завинчивается в крышку подшипника. При повороте (вручную) колпачка он навинчивается на резервуар, выдавливая часть смазки из масленки. Смазка проходит через отверстие во вкладыш подшипника и распределяется по трущейся поверхности по продольной А (рис. 440, а) или винтовой В канавке (рис. 440, в).

Размеры колпачковых масленок устанавливает ГОСТ 20905—75Е. ГОСТ 19853—74 определяет размеры пресс-масленок (рис. 441, а и б), имеющих шариковый обратный клапан. Заправка смазки через такие масленки осуществляется шприцем (рис. 441, в).

Корпус пресс-масленки может быть с резьбой (рис. 441, б) или гладким цилиндрическим под запрессовку (рис. 441, а).



Рис. 440

§ 4. ИЗОБРАЖЕНИЕ СТОПОРНЫХ И УСТАНОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

На чертежах общих видов и сборочных чертежах изделия с резьбой, подвергающиеся при эксплуатации действию вибрации, толчков и ударов, изображают совместно с деталями, предупреждающими их самоотвинчивание.

Детали, предназначенные для стопорения резьбовых изделий, стандартизованы, поэтому при вычерчивании таких деталей необходимо пользоваться соответствующими ГОСТами.

Для фиксации положения (установки) деталей относительно друг друга широко применяются установочные винты. Наиболее распространенные формы установочных винтов и примеры их применения представлены на рис. 442.

Конструктивные формы и размеры установочных винтов определяются соответствующими стандартами.

На рис. 443, а и б показано применение стопорных шайб с лапками. После затяжки ключом винта одна лапка загибается до соприкосновения с плоской ча-

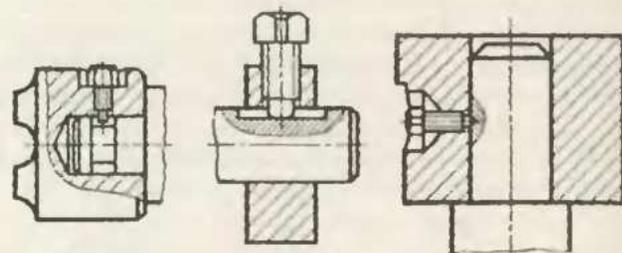


РИС. 442

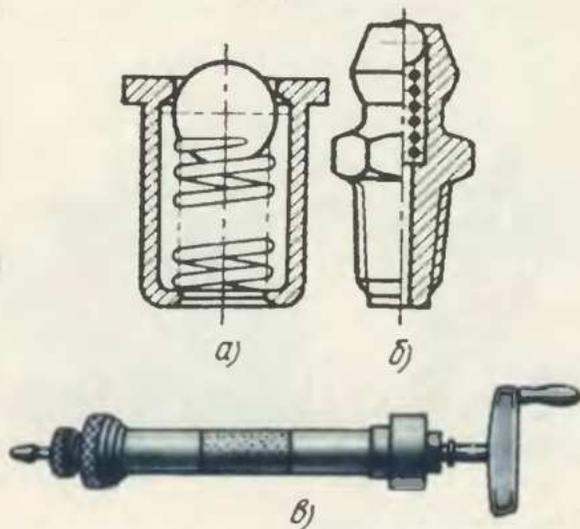


РИС. 441

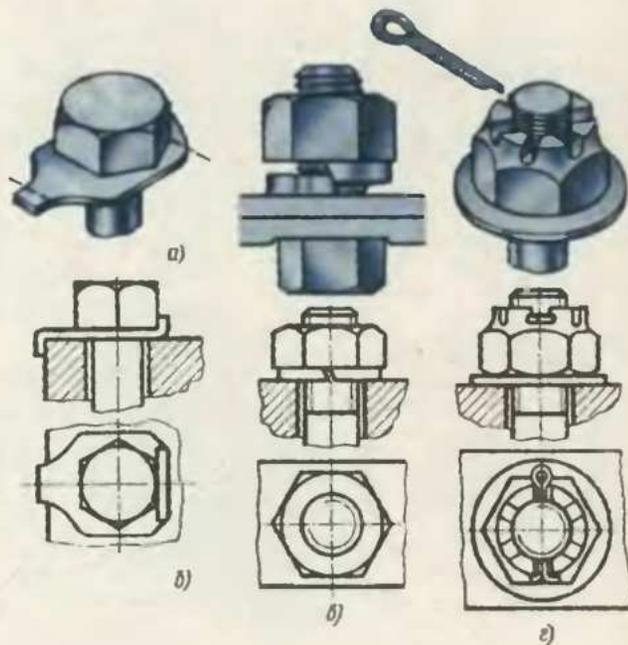


РИС. 443

стью детали, другая до контакта с какой-либо гранью шестигранной головки винта.

На рис. 443, *в* изображена пружинная стопорная шайба, широко применяемая в машиностроении. Действие названной шайбы было описано ранее.

На рис. 443, *г* показано стопорение с применением шплинтов; о них также было сказано выше.

§ 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ОТРАЖЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖЕ

Если деталь (втулки на рис. 444, *а* и *в* или вал на рис. 444, *б*) при сборке вставляется в соответствующее отверстие, то на торце детали и в отверстии должна быть фаска. Аналогичная фаска выполняется и в отверстии, предназначенном для этой детали. Эти фаски облегчают процесс сборки.

На ступенчатых валах и осях в месте перехода от одной ступени вала (с меньшим диаметром) к другой его ступени (с большим диаметром) обычно выполняется галтель (скругление), которая повышает прочность вала (рис. 444, *б*). Если галтель располагается внутри отверстия, то величина фаски в отверстии выполняется так, чтобы поверхность галтели не касалась поверхности фаски.

Внутри корпуса (рис. 444, *а*) необработанная поверхность (характерным признаком ее на чертеже являются скругленные углы) выполняется больше диаметра запрессованных втулок. Это позволяет упростить и ускорить обработку отверстий под втулки.

Во избежание перекоса и для обеспечения точности центрирования соединения двух деталей одна из них

должна упираться в единственную, заранее выбранную поверхность другой детали. Это гарантируется, если предусмотреть зазор, исключающий соприкосновение деталей по какой-либо другой поверхности (рис. 444, *в*).

Для того чтобы недорез резьбы рым-болта (рис. 444, *г*) не препятствовал завертыванию его до упора заплечиком в корпус, часть отверстия в корпусе выполняют без резьбы, чем обеспечивается свободный вход недореза резьбы рым-болта в корпус.

При обработке плоскости, на которой располагается головка болта, следует оставлять уступ, в который должна упираться головка. Это предупредит поворот болта при его затяжке гайкой (рис. 444, *д*).

§ 6. ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ, ВХОДЯЩИХ В СБОРОЧНУЮ ЕДИНИЦУ

Процесс сборки изделия обычно состоит из выполнения различных соединений: разъемных (соединения болтами, винтами, шпильками и прочими деталями с резьбой, а также штифтами, шпонками) и неразъемных (соединения запрессовкой, клепкой, сваркой, пайкой, склеиванием).

На рабочих чертежах деталей изделия детали должны изображаться в том виде, в котором поступают на сборку. Если при сборке деталей выполняется дополнительная обработка их совместно с другими деталями (например, выполнение сверления отверстий под штифты и стопорные винты), то все сведения об этой обработке отражаются на сборочном чертеже (рис. 445, *а*). На рабочих чертежах этих деталей (рис.

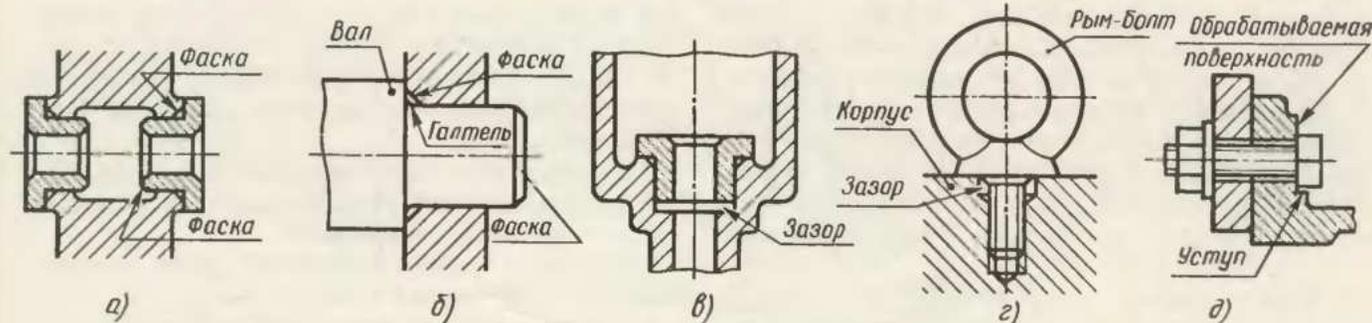


РИС. 444

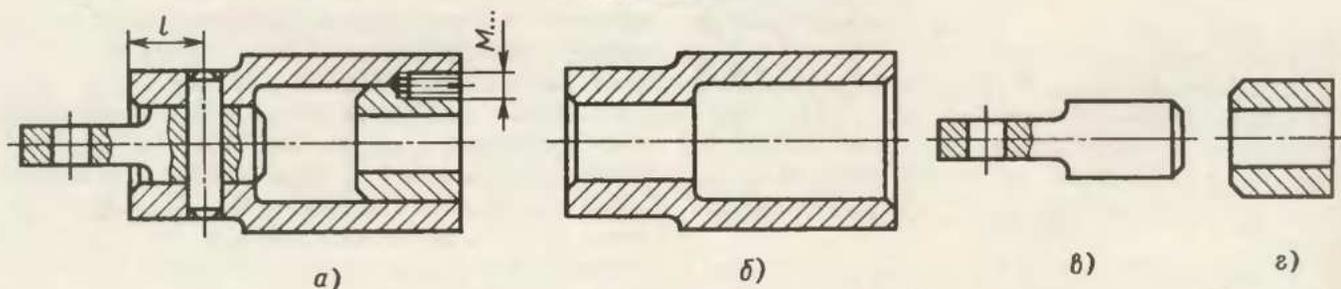


РИС. 445

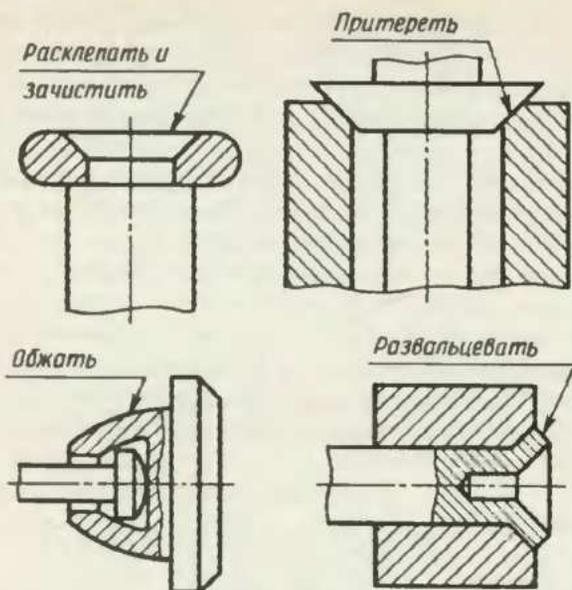


РИС. 446

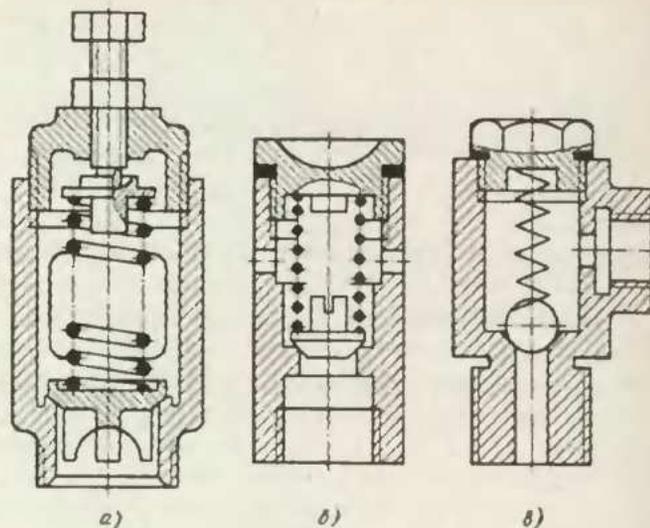


РИС. 447

445, б-г) отверстия не изображаются, и сведения о них в технических требованиях не помещаются.

На чертежах общих видов и сборочных чертежах допускается помещать специальные технологические указания, если они являются единственными, гарантирующими качество изделия (рис. 446).

§ 7. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРУЖИН

Большей частью при сборке пружина предварительно деформируется: сжимается (пружина сжатия) или растягивается (пружина растяжения). Для регулирования величины этой деформации применяются различные устройства, например винт установочный (рис. 447, а). Вычерчивая сборочные чертежи, содержащие пружины, следует учитывать их предварительные деформации и изображать пружины соответственно с измененными расстояниями между витками (в отличие от рабочих чертежей, на которых пружины изображаются в свободном состоянии).

Винтовые пружины изображаются, как правило, с правой навивкой. Если число витков изображаемой пружины больше четырех, то на каждом конце пружины изображают по 1—2 витка (кроме опорных) и проводят осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины. Если пружина рассечена, то она изображается в соответствии с рис. 447, а. Допускается в разрезе изображать пружину только сечениями витков (рис. 447, б). Если сечения витков на чертеже не превышают 2 мм, то их показывают зачерченными.

Пружина, изображенная на чертеже общего вида и сборочном чертеже лишь сечениями ее витков (рис.

447, б), условно считается закрывающей расположенные за ней предметы до контура сечений витков или до осевых линий сечений витков.

Если диаметр проволоки или толщина сечения пружины на чертеже не более 2 мм, то пружину можно изображать прямыми линиями, толщина которых принимается несколько больше толщины сплошной основной линии, принятой на чертеже (рис. 447, в).

§ 8. УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

В целях экономии времени на сборочных чертежах по ГОСТ 2. 109—73 (СТ СЭВ 858—78, СТ СЭВ 1182—78, СТ СЭВ 4769—84, СТ СЭВ 5045—85) допускается применять упрощения и условности (дополнительно к указанным ранее).

Например, фаски и галтели (рис. 448, III), а также скругления, проточки, рифление, насечку, мелкие выступы и впадины не показывают.

Пружины в разрезе изображают двумя витками с каждого конца (рис. 448).

Сварное, паяное, клееное изделие в сборке с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют как монолитное тело (в одну сторону), изображая границы между деталями такого изделия сплошными основными линиями (рис. 448, Г).

Составные части изделия, на которые выполнены самостоятельные чертежи, а также покупные изделия изображают на разрезах нерассеченными (например, масла, шарики, шпонки, гайки, а также валы, зубья зубчатых колес) (рис. 449).

Зазоры между стержнем и отверстием допускается не показывать.

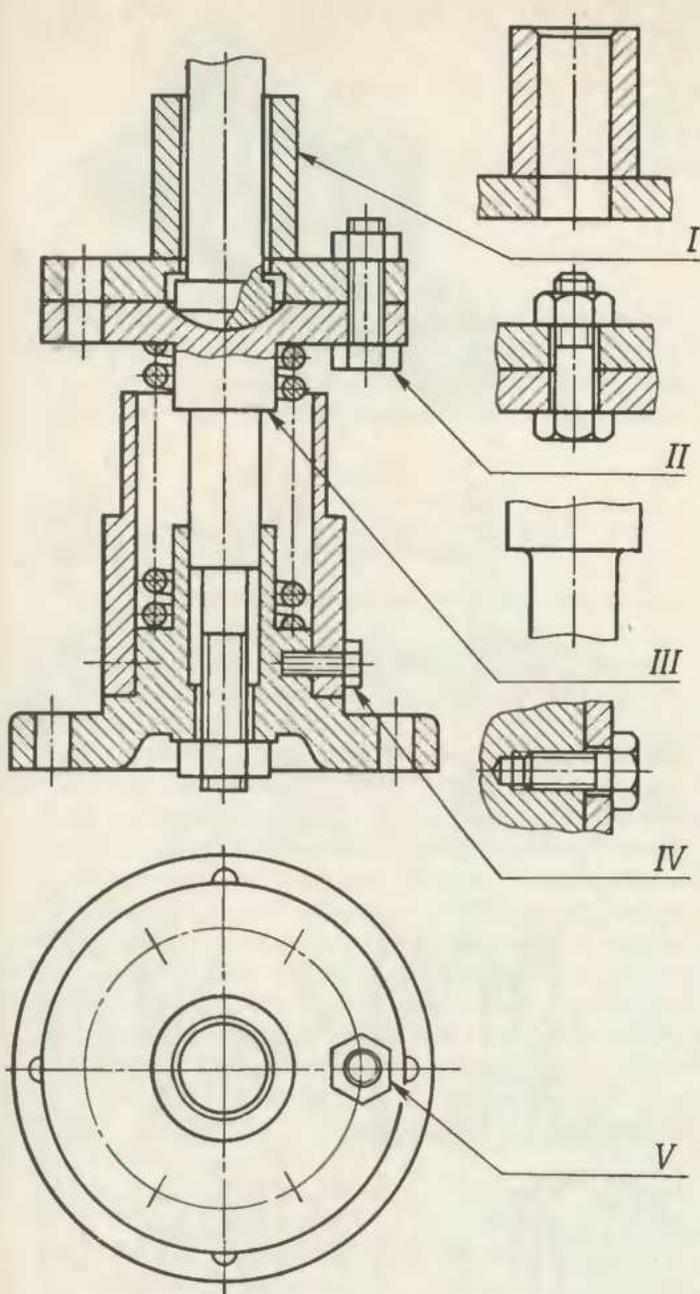


РИС. 448

Болты (рис. 448, II), винты (рис. 448, IV) и шпильки изображаются на сборочных чертежах упрощенно.

Одинаковые по форме и размерам равномерно расположенные элементы или детали на чертеже общего вида и сборочном чертеже не вычерчивают, а изображают лишь один элемент или одну деталь (например, отверстие или болт) (рис. 448, V).

Покупные детали или изделия (например, подшипники качения) допускается изображать в виде контурного очертания, без небольших выступов, впадин и других мелких элементов.

Крышки, щиты и кожухи допускается не изображать, если необходимо показать закрытые ими состав-

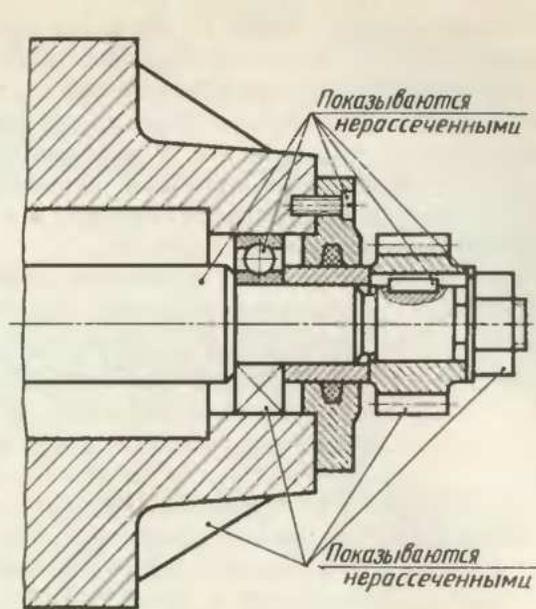


РИС. 449

ные части изделия. Над изображением делают соответствующую надпись (например, «Крышка поз. 4 не показана»).

Линии перехода вычерчивают упрощенно, заменяя лекальные кривые дугами окружностей или прямыми линиями.

На чертежах общих видов и сборочных чертежах допускается оставлять часть изображения нерассеченной, как показано на чертеже клапана (рис. 450, А).

Крайние или промежуточные положения детали, перемещающейся при работе, при необходимости показывают на сборочном чертеже штрихпунктирной

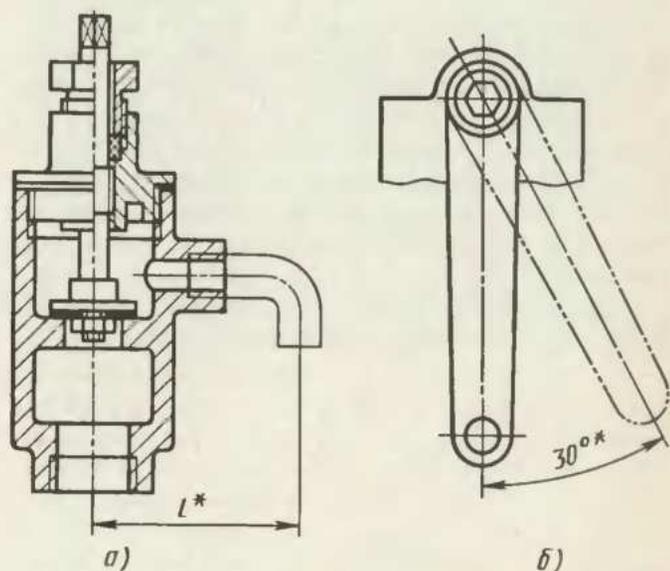
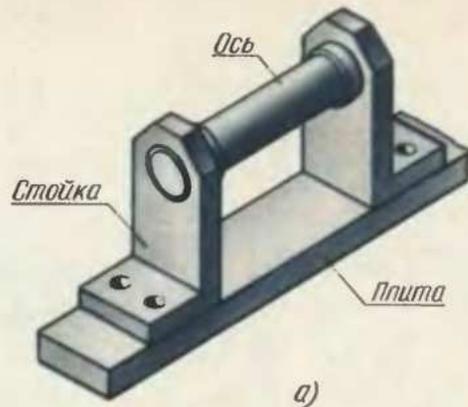


РИС. 450

тонкой линией с двумя точками (с соответствующими размерами) (рис. 450, б), причем наносят только контурные очертания детали (без подробностей).

Изделия, изготовленные из прозрачного материала, изображаются как непрозрачные. В отдельных случаях допускается изображать видимыми такие детали, как шкалы, циферблаты, стрелки приборов и т. п., расположенные за прозрачным предметом.

Более подробные сведения об упрощениях, допускаемых на чертежах общих видов и сборочных чертежах, приведены в ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—78, СТ СЭВ 1182—78, СТ СЭВ 4769—84, СТ СЭВ 5045—85).



§ 9. ОСОБЕННОСТИ НАНЕСЕНИЯ РАЗМЕРОВ

Ранее было сказано, что у каждой детали, входящей в сборочную единицу, существуют поверхности, определяющие положение сопрягаемых с ней деталей, входящих в ту же сборочную единицу. Эти поверхности называют конструкторскими базами. В качестве конструкторских баз могут быть условно выбраны и поверхности, отсутствующие на самой детали (например, плоскости симметрии детали). Такие поверхности называются скрытыми конструкторскими базами.

Чтобы ось (рис. 451, а) не зажималась и не заклинивалась в результате ее перекоса относительно стоек, необходимо обеспечить размеры, приведенные на рис. 451, б. В данном случае положение оси определяется конструкторскими базами А, Б и скрытой конструкторской базой.

На чертеже стойки (рис. 451, в) от конструкторских баз наносятся все размеры, определяющие форму и расположение элементов стойки (с учетом рис. 451, б). Если размеры на чертеже стойки нанести не от конструкторских баз (рис. 451, г), то стойки, изготовленные по такому чертежу, могут не обеспечить необходимое положение оси в сборочной единице (рис. 451, б).

Следует иметь в виду, что на рис. 451, б нанесены не все размеры, необходимые для изготовления стойки, а главным образом те размеры, которые влияют на положение стойки, а следовательно, и оси в сборочной единице (рис. 451, а).

Из изложенного следует, что размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей,

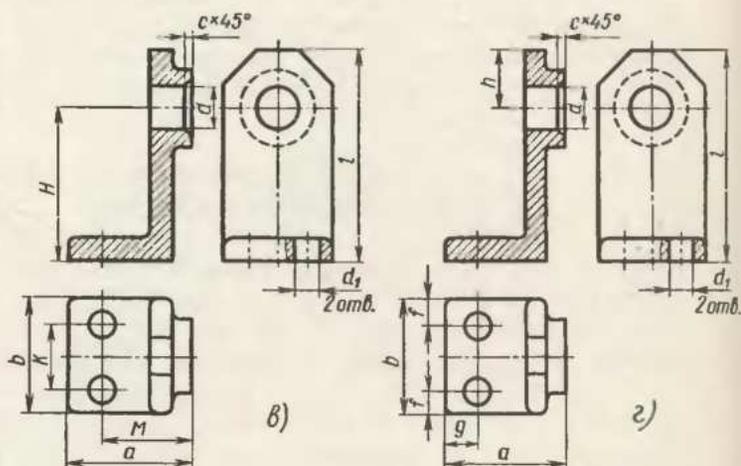
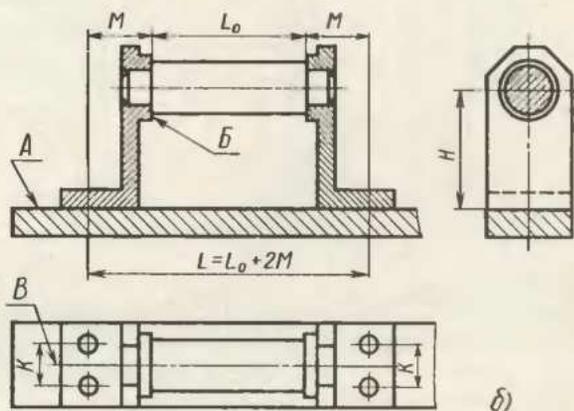


РИС. 451

должны, как правило, наноситься от конструкторских баз с учетом возможностей выполнения и контроля этих размеров.

Сборочный чертеж — документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля (ГОСТ 2.102—68). Каждый сборочный чертеж сопровождается спецификацией.

§ 1. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

На рис. 452 представлен сборочный чертеж регулятора давления.

Регулятор давления устанавливается на трубопроводах для предотвращения аварии в случае избыточного давления газа или воздуха.

При нормальном давлении газ или воздух, поступающий через штуцер 6, давит на клапан 3, но под действием пружины 8 клапан 3 не открывает отверстие верхнего седла 12. При возрастании давления выше нормального клапан 3 опускается вниз, газ или воздух по каналам корпуса 2 выходит в атмосферу. Иглой 11 регулируют величину выхода газа или воздуха при резком изменении давления, что предотвращает аварию в трубопроводной сети. При большем возрастании давления клапан 3 перекрывает нижнее седло 9. Во время продувки трубопроводной сети необходимо полностью открыть отверстие седла 12 путем подвинчивания гаек 17, шток 7, опираясь на торец стакана 4, начинает оттягивать книзу клапан 3.

Правила оформления сборочных чертежей устанавливает ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—78, СТ СЭВ 1182—78, СТ СЭВ 4769—84, СТ СЭВ 5045—85).

Сборочный чертеж должен содержать:

- 1) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;
- 2) сведения, обеспечивающие возможность сборки и контроля сборочной единицы;
- 3) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть проконтролированы или выполнены по сборочному чертежу;
- 4) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подбор деталей, их пригонка и т. д.);
- 5) указания о способе выполнения неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);
- 6) номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- 7) основные характеристики изделия;

8) габаритные размеры, определяющие предельные внешние или внутренние очертания изделия;

9) установочные размеры, по которым изделие устанавливается на месте монтажа;

10) присоединительные размеры, по которым изделие присоединяется к другим изделиям;

11) необходимые справочные размеры.

При изображении изделия на сборочном чертеже помимо видов могут применяться разрезы и сечения, поясняющие форму и расположение деталей, входящих в изделие.

Правила выполнения изображений (видов, разрезов, сечений) на сборочных чертежах имеют много общего с правилами изображений деталей, изложенными в гл. 27.

На сборочном чертеже регулятора давления (см. рис. 452) приведены следующие изображения: главный вид, вид сверху, профильный разрез и разрез АА.

Изображения и штриховка сечений в разрезах выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД ГОСТ 2.306—68 (СТ СЭВ 860—78).

На сборочном чертеже, как правило, изображения располагают в проекционной связи, что облегчает чтение чертежа. Отдельные изображения могут размещаться на свободном месте поля чертежа.

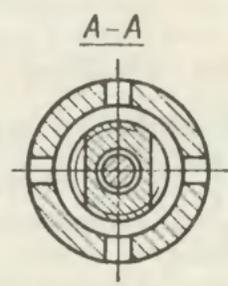
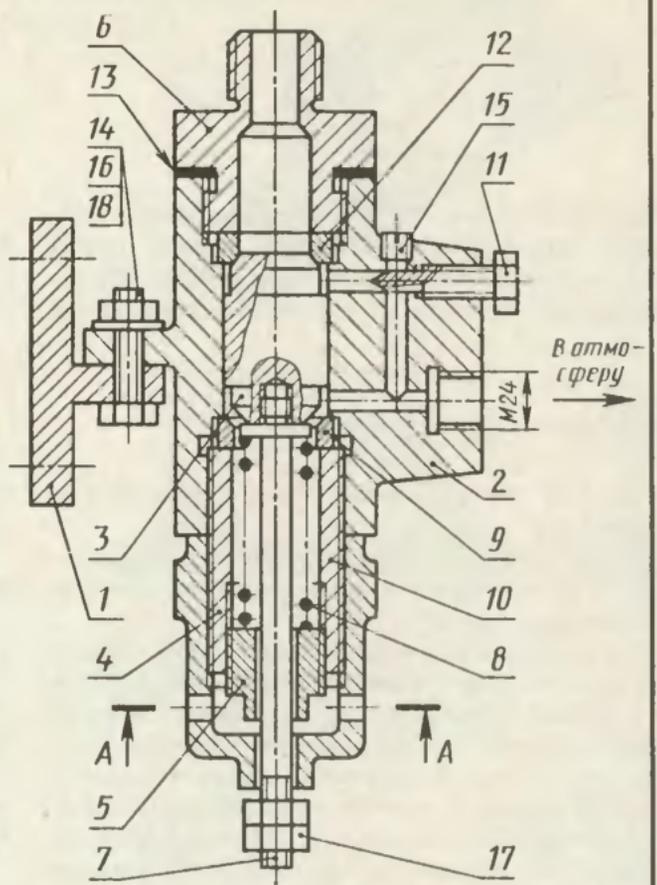
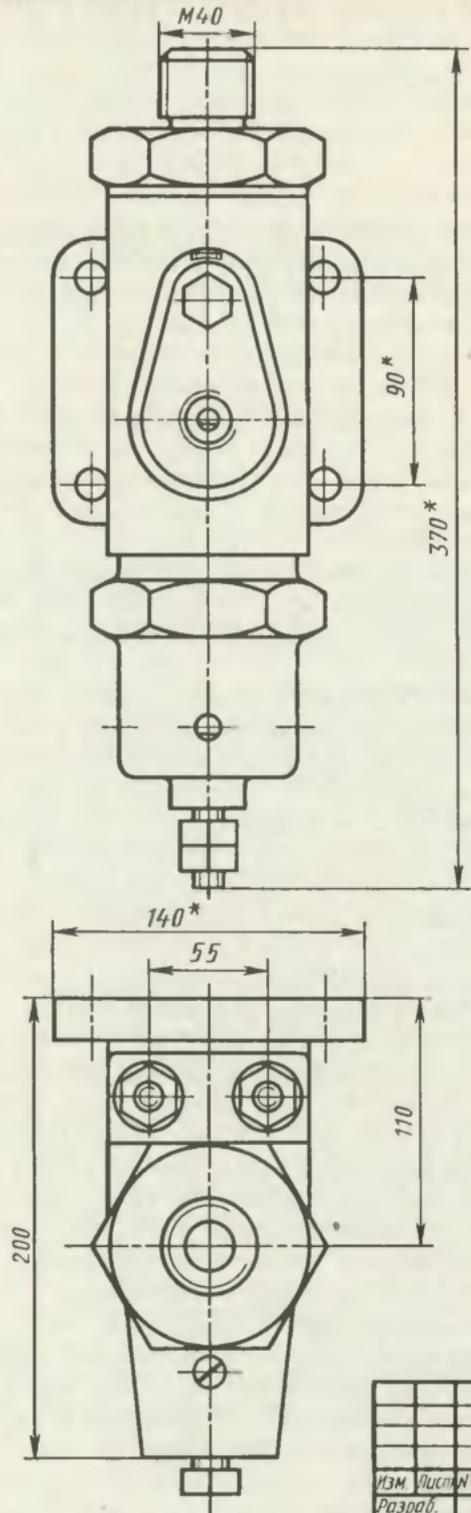
Основная надпись сборочного чертежа выполняется по ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 140—74, СТ СЭВ 365—76). Сборочный чертеж (см. рис. 452) имеет то же наименование, которое записано в спецификации (рис. 453). Обозначения сборочного чертежа и его спецификации идентичны; только в конце обозначения сборочного чертежа записан шифр «СБ» (сборочный).

Для каждой составной части регулятора давления в спецификации указан номер позиции (рис. 453). На сборочном чертеже (см. рис. 452) все составные части регулятора давления нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации (рис. 453).

Номера позиций на сборочном чертеже наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Линии-выноски пересекают контур изображения составной части и заканчиваются точкой. Номера позиций следует указывать на том изображении, на котором часть изделия проецируется как видимая. Линии-выноски не должны пересекаться между собой, не должны быть параллельны линиям штриховки, по возможности не должны пересекать изображение других составных частей, а также размерных линий чертежа.

Номера позиций наносят на чертеже, как правило,

97'00'00'81'XXXX'



* Размеры для справок

				...XXXX.18.00.00.СБ				
Изм.	Листы	* документа	Подпись	Дата	Регулятор давления Сборочный чертёж	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						У	7,4	1:2
Провер.						Лист	Листов 1	
Т.контр.								
И.контр.								
Этв.								

РИС. 452

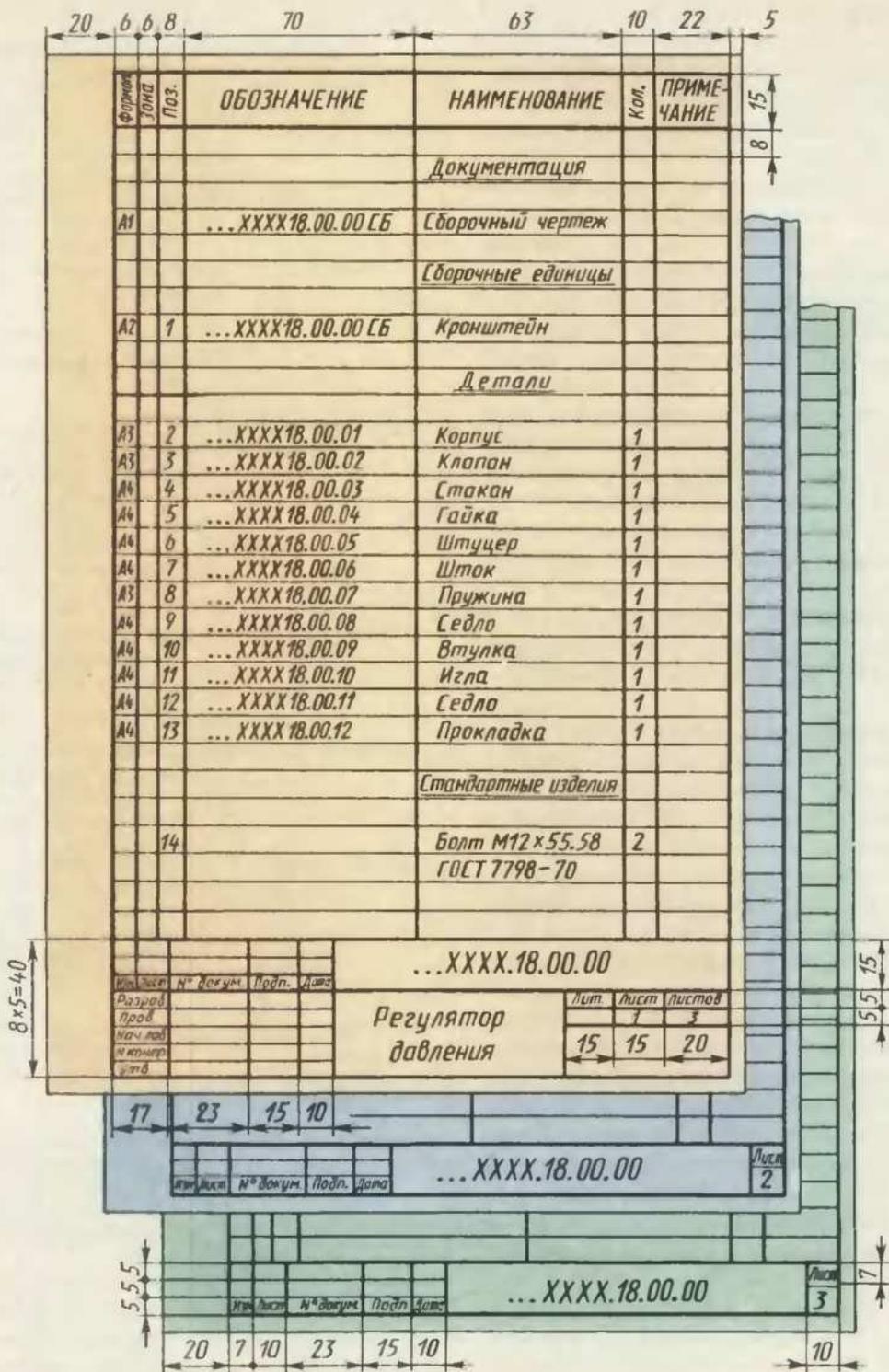


РИС. 453

один раз. Допускается указывать повторно номера позиций одинаковых составных частей. При этом все повторяющиеся номера позиций проставляются на двойной полке.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа и группируют их в колонку или строку, т. е. по вертикальной или горизонтальной прямой. Размер полок 10...12 мм.

Размер шрифта номеров позиций должен быть больше размера шрифта размерных чисел в 1,5 раза.

Для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, допускается проводить общую линию-выноску. В этом случае полки для номеров позиций должны располагаться колонкой и соединяться тонкой линией (рис. 452, болт 14, гайка 16, шайба 18).

Спецификация представляет собой текстовый документ, определяющий состав изделия, состоящего из двух и более частей. Составляют спецификацию на каждую сборочную единицу.

Спецификация выполняется и оформляется на отдельных листах формата А4 по форме, определяемой ГОСТ 2.108—68 (СТ СЭВ 2516—80). Если сборочный чертеж выполнен на листе формата А4, допускается совмещать спецификацию с чертежом.

В спецификации выполняются графы, размеры, расположение и содержание которых приведены на рис. 453.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- 1) документация;
- 2) комплексы;
- 3) сборочные единицы;
- 4) детали;
- 5) стандартные изделия;
- 6) прочие изделия;
- 7) материалы;
- 8) комплекты.

При большом количестве составных частей изделия спецификация может располагаться на нескольких листах; в нижней части первого листа должна быть основная надпись по форме 2 (ГОСТ 2.104—68), а на всех последующих — по упрощенной форме (рис. 453, листы 2 и 3). Спецификация состоит из разделов, последовательность расположения и характер содержания которых представлены в табл. 43.

Наличие тех или иных разделов в спецификации определяется составом специфицируемого изделия. При изучении курса «Черчение» спецификация обычно состоит из следующих разделов: «Документация», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы». Ниже приводятся основные сведения о заполнении граф спецификации для этих разделов.

Наименование каждого раздела записывается в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивается. Перед наименованием каждого раздела, а также после наименования оставляется по одной свободной строке.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей.

В графе «Наименование» указывается:

а) В разделе «Документация» — наименование документа, например: «Сборочный чертеж», «Габаритный чертеж», «Пояснительная записка», «Технические условия» и т. п.

б) В разделах «Сборочные единицы» и «Детали» — наименование изделия или детали в соответствии с основной надписью его чертежа. Записи в каждом из этих разделов выполняют в алфавитном порядке букв, входящих в индекс обозначения, и далее в порядке воз-

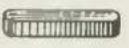
Разделы спецификации и их содержание

Наименование раздела	Характер содержания раздела
Документация	Документы, составляющие комплект конструкторских документов специфицируемого изделия (кроме его спецификации), например: сборочный чертеж, монтажный чертеж, схема, пояснительная записка, паспорт, технические условия и т. п.
Комплексы	Комплексы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие
Сборочные единицы	Сборочные единицы (их спецификации), входящие в специфицируемое изделие и на которые выполнены чертежи, например: соединения, выполненные запрессовкой, сваркой, пайкой, армированные и другие виды соединений
Детали	Детали, входящие непосредственно в специфицируемое изделие и на которые выполнены чертежи
Стандартные изделия	Изделия, примененные по следующим категориям стандартов: государственным, отраслевым, республиканским и стандартам предприятий
Прочие изделия	Изделия, примененные не по стандартам, а по техническим условиям, каталогам, прейскурантам. Примеры: лимб, нониус по нормам станкостроения
Материалы	Материалы, применяемые при сборке. Примеры: проволока, ткань, сталь угловая, набивка — шнур и т. п.
Комплекты	Комплекты, непосредственно входящие в специфицируемое изделие, например: комплекс монтажных частей, комплект инструмента и принадлежностей и т. п.

растания цифр, входящих в обозначение.

в) В разделе «Стандартные изделия» записывают условное обозначение изделия (табл. 44). Изделия записывают в последовательности категорий стандартов. В пределах каждой категории стандартов обозначения изделий записывают по однородным группам, например: крепежные изделия, арматура, изделия разные (подшипники, ремни и т. п.), смазочные устройства, гидравлика, электрооборудование. В пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименования изделия (например, «Болт», «Винт», «Гайка», «Шайба»). В пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандарта (напри-

Условные обозначения стандартных изделий на учебных чертежах

Стандартное изделие	Пример условного обозначения
	<i>Болт М10×60 ГОСТ 7798—70</i>
	<i>Шпилька М16×120 ГОСТ 2034—76</i>
	<i>Шайба 12.01 ГОСТ 11371—78</i>
	<i>Шайба 20, 65Г ГОСТ 6402—70</i>
	<i>Гайка М12 ГОСТ 5915—70</i>
	<i>Шплинт 5×28, 2 ГОСТ 397—79</i>
	<i>Винт М12×50 ГОСТ 17475—80</i>
	<i>Штифт 12h8×60 ГОСТ 3128—70</i>
	<i>Шпонка 18×11×100 ГОСТ 23360—78</i>
	<i>Шарикоподшипник 208 СТ СЭВ</i>
	<i>Масленка 25 ГОСТ 20905—75 Е</i>

мер, Болт М10, Болт М12 и т. д.). В пределах каждого обозначения стандарта — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия (например диаметра). В пределах основного параметра или размера изделия — в порядке возрастания прочих параметров или размеров (например длины). Если стандартные изделия изготавливаются по одному стандарту и основные параметры и размеры их обозначаются одним числом или буквой, то в обозначении их по ГОСТ 2.108—68 допускаются упрощения (не указывается номер стандарта), например шайбы: *Шайба 3*, *Шайба 4* и т. д.

г) В разделе «Прочие изделия» указывают наименование и условные обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку, с указанием обозначений этих документов. Изделия записывают по однородным группам, в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах

каждого наименования — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

д) В разделе «Материалы» указывают обозначения материалов, установленные стандартами на эти материалы. Материалы записывают по видам в последовательности, определяемой ГОСТ 2.108—68 (СТ СЭВ 2516—80): металлы черные, магнитоэлектрические и ферромагнитные, цветные, благородные, редкие и т. д.

Детали сборочных единиц изготавливают из материалов, которые указаны в основных надписях рабочих чертежей этих деталей. Материал деталей, на которые рабочие чертежи не изготавливаются, указывают в спецификации в разделе «Материалы».

В графе «Поз.» (позиция) указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в спецификации. Составным частям раздела «Документация» номера позиций не присваивают.

В графе «Кол.» (количество) указывают:

а) в разделе «Материалы» — общее количество материала конкретной позиции на одно специфицируемое изделие с указанием единиц измерения;

б) в разделе «Документация» эта графа не заполняется;

в) во всех остальных разделах — количество каждого изделия, записанного в спецификацию, на одно специфицируемое изделие.

В графе «Примечание» указываются дополнительные сведения, относящиеся к изделиям, записанным в спецификацию. Например, для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают массу.

В графе «Формат» записывают обозначение формата листа конструкторского документа. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, проставляют шифр «БЧ» (без чертежа).

В графе «Зона» указывают обозначение зоны чертежа, в которой находится записываемая составная часть изделия. Разбивка поля чертежа на зоны (см. гл. 2) производится при выполнении сборочного чертежа на формате сравнительно большого размера.

В графе «Обозначение» указывают обозначение документов, сборочных единиц деталей.

Более подробные сведения о заполнении спецификации приведены в ГОСТ 2.105—79 (СТ СЭВ 2667—80) и ГОСТ 2.108—68 (СТ СЭВ 2516—80).

На рис. 453 представлены три листа спецификации на регулятор давления, которому присвоено обозначение ПК 04.08.00.00. В данном случае спецификация состоит из разделов: «Документация», «Сборочные единицы», «Детали» и «Стандартные изделия». Спецификация выполнена на двух листах, так как ее содержание не размещается на одном листе. Если наименование отдельных позиций не размещается на одной строке, то его следует располагать на двух (или нескольких) строках.

Текст спецификации может быть написан от руки чертежным шрифтом, напечатан на машинке или

выполнен типографским способом [ГОСТ 2.105—79 (СТ СЭВ 2667—80)].

Спецификация к сборочному чертежу регулятора давления (см. рис. 452) приведена на рис. 453, она содержит раздел «Сборочные единицы», в который внесена сборочная единица сварная деталь «Кронштейн» (данная сборочная единица имеет свой сборочный процесс). Это означает, что на «Кронштейн» выполнены отдельная спецификация и самостоятельный сборочный чертеж. Так как этот сборочный чертеж выполнен на листе формата А4, спецификация может быть помещена на сборочном чертеже, при этом шифр «СБ» в обозначении сборочного чертежа не проставляется. Каждому конструкторскому документу должно быть присвоено обозначение, записываемое в основную надпись. ГОСТ 2.201—80 устанавливает систему обозначений, которая в учебных условиях вызывает значительные трудности. В связи с этим при изучении курса «Черчение» обозначение конструкторских документов может осуществляться упрощенно, например обозначение каждого конструкторского документа состоит из буквенно-цифрового индекса, определяющего изделие (например, ТШ-30), и трех пар чисел — ТШ-30.00.00.00. Первая пара чисел обозначает порядковый номер сборочной единицы, входящей в изделие; вторая — порядковый номер сборочной единицы, входящей в предыдущие сборочные единицы; третья — порядковый номер деталей, входящих в изделие или сборочную единицу.

Обозначение сборочного чертежа изделия идентично обозначению в соответствующей спецификации, но в конце этого обозначения записывается шифр «СБ» (сборочный).

§ 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ГОТОВОГО ИЗДЕЛИЯ

В учебной практике широко применяется выполнение учебного сборочного чертежа готового изделия. В этом случае рекомендуются следующие этапы выполнения работы:

- 1) ознакомление с изделием;
- 2) распределение составных частей изделия по разделам спецификации и присвоение им обозначений;
- 3) эскизирование всех деталей, которые должны быть выполнены при изготовлении изделия (детали, которые могут быть отнесены к «Стандартным изделиям» или к «Прочим изделиям», обычно не эскизируют);
- 4) выполнение спецификации и сборочного чертежа изделия.

1. Ознакомление с изделием

Приступая к выполнению сборочного чертежа изделия (или его части — сборочной единицы), необходимо подробно ознакомиться с назначением, устройством и взаимодействием отдельных частей этого изделия.

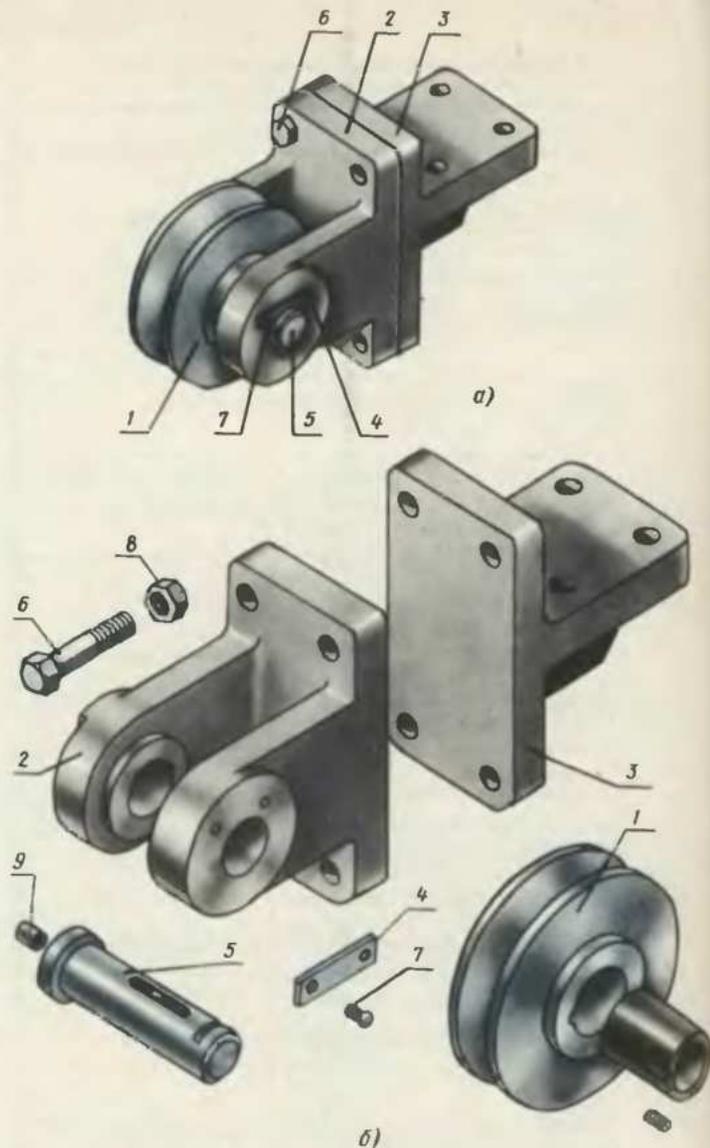


РИС. 454

Рассмотрим последовательность выполнения сборочного чертежа направляющего блока (рис. 454, а). Эта сборочная единица устанавливается на одной из частей металлоконструкции подъемного крана и служит для направления троса (стального каната).

Трос входит в желобок ролика (рис. 454) и огибает ролик под определенным углом. Ролик 1 свободно вращается на оси 5, которая неподвижно закреплена в ушках вилки 2 планкой 4, входящей в прорезь оси 5. Планка 4 крепится к вилке 2 двумя винтами 7.

Для смазки оси 5 ролика 1 служит пресс-масленка 9, через которую по цилиндрическим каналам к оси 5 на поверхность трения подается густая смазка.

Вилка 2 соединяется четырьмя болтами 6 и гайками 8 с кронштейном 3, который также болтами крепится к металлоконструкции крана.

Перед выполнением чертежа надо самостоятельно разобрать блок, уяснить геометрические формы дета-

лей, установить виды соединений деталей и последовательность сборочных операций (см. рис. 454).

2. Распределение составных частей изделия по разделам спецификации и присвоение им обозначений

На рис. 454, б представлены составные части «Направляющего блока», которые должны быть распределены по разделам спецификации.

а) «Ролик» представляет собой сборочную единицу, состоящую из ролика с запрессованной в него втулкой. Следовательно, «Ролик» относится к разделу спецификации «Сборочные единицы», поэтому необходимо по эскизам входящих в него деталей («Ролик» и «Втулка») выполнить сборочный чертеж и составить его спецификацию.

б) Составные части: «Вилка», «Кронштейн», «Планка» и «Ось» относятся к разделу спецификации «Детали». На каждую из этих составных частей выполняется эскиз.

в) Составные части: болты, гайки, масленка относятся к разделу спецификации «Стандартные изделия».

На сборочном чертеже в условиях учебного заведения рекомендуется в соответствии с обозначениями всего изделия в целом присвоить обозначения и составным частям.

Например, подъемный кран с индексом ПКО2 обозначается ПКО2.00.00.00; одна из сборочных единиц подъемного крана — блок направляющий — с номером 06 обозначается ПКО2.06.00.00; одна из деталей блока направляющего — планка — с номером 04 обозначается ПКО2.06.00.04; одна из сборочных единиц блока направляющего — ролик с запрессованной в него втулкой — с номером 01 обозначается ПКО2.06.01.02.

Если трудно определить, какому изделию принадлежит сборочная единица, то обозначение изделия

ПКО2.00.00 рекомендуется заменить индексом МЧ.02 («Машиностроительное черчение»).

На рис. 455 приведена схема составных частей «Блока направляющего», на которые должны быть выполнены чертежи или эскизы. На этой же схеме указаны обозначения, присвоенные этим составным частям.

3. Эскизирование деталей

Эскизирование деталей осуществляется в соответствии с рекомендациями и правилами, приведенными в гл. 42. Эскизы деталей следует выполнять на листах стандартного формата. Для эскизирования желательно применять бумагу, графленную в клетку.

Расположение изображений на эскизах должно обеспечивать удобство пользования эскизами при изготовлении по ним деталей.

Особое внимание следует обратить на соответствие размеров сопрягаемых поверхностей деталей. Выбор материала каждой детали должен по возможности отражать требования, предъявляемые к ее функциям (назначению) в сборочной единице.

На рис. 456 представлен эскиз вилки (рис. 454, б, поз. 2), а на рис. 457 кронштейна (рис. 454, б, поз. 3). Они содержат по три изображения: главный вид, вид сверху и вид слева, полностью выявляющие форму этих деталей. Отверстия в деталях показывают, применяя местные разрезы. Для выявления формы вилки 2 дан местный вид А.

Эскиз планки 4 имеет фронтальный разрез и вид сверху (рис. 458, б). Для изображения оси 5 достаточно одного главного вида с частью фронтального разреза и сечения А—А, показывающего форму и расположение смазочного канала (рис. 458, а).

Ролик 1 блока направляющего является сборочной единицей. Поэтому выполняются эскизы его деталей: ролика (рис. 459, а) и втулки (рис. 459, б). Эскиз стандартной детали (винта 7) не выполняется.

Отверстие для стопорного винта выполнено после сборки ролика с втулкой, поэтому на эскизах деталей (рис. 459) оно не показано.

На рис. 460 представлен сборочный чертеж ролика, по которому выполняются запрессовка втулки и резьбовое отверстие под винт. Здесь достаточно одного изображения сборочной единицы, которое может быть размещено на листе формата А4.

Если сборочный чертеж выполнен на листе формата А4, то ГОСТ 2.108—68 допускает располагать на этом же листе и спецификацию.

Основная надпись сборочного чертежа, совмещенного со спецификацией, выполняется по ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 140—74, СТ СЭВ 365—76). В обозначении сборочного чертежа, имеющего спецификацию, шифр «СБ» не записывается.

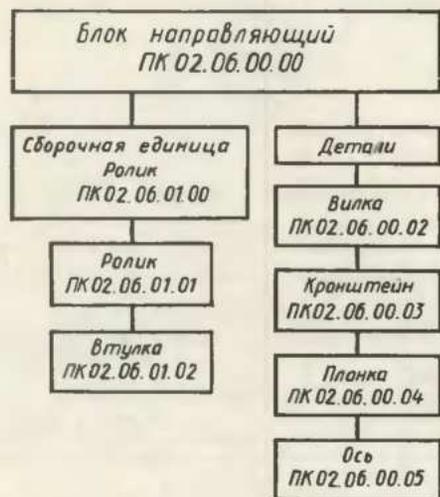


РИС. 455

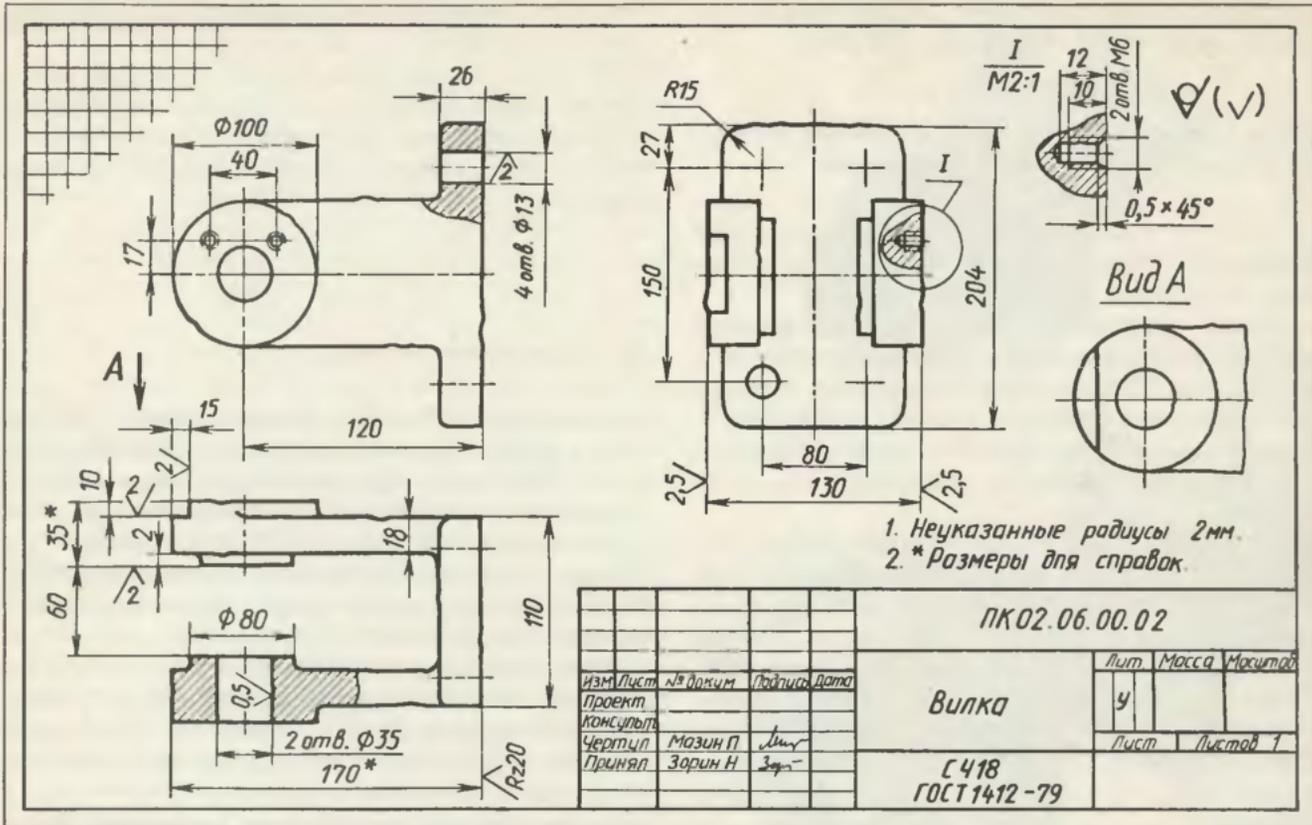


РИС. 456

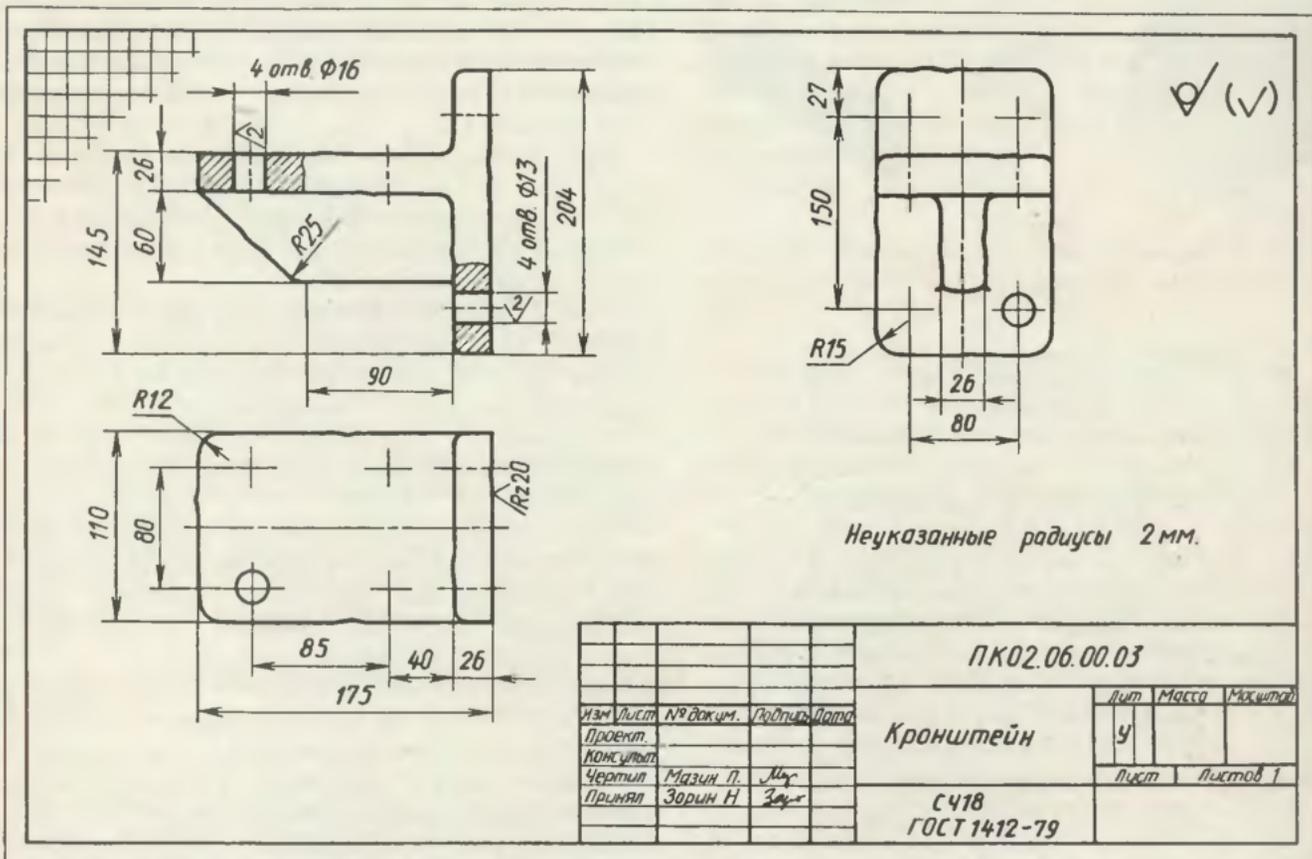
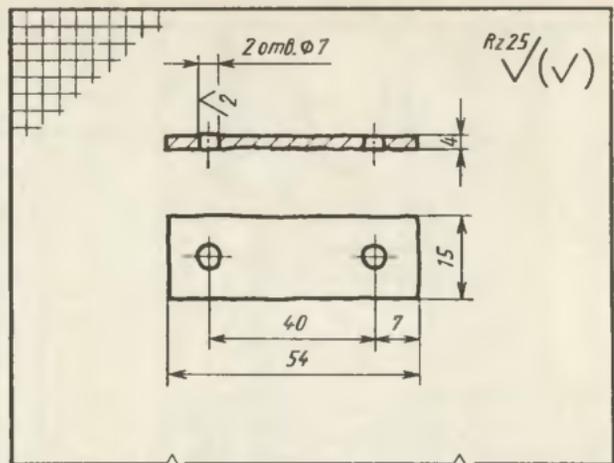
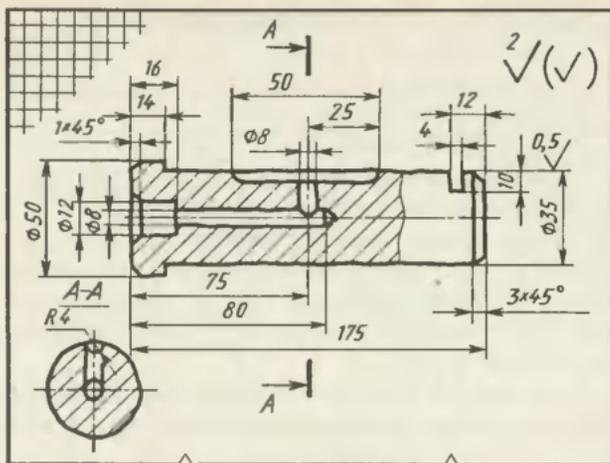


РИС. 457



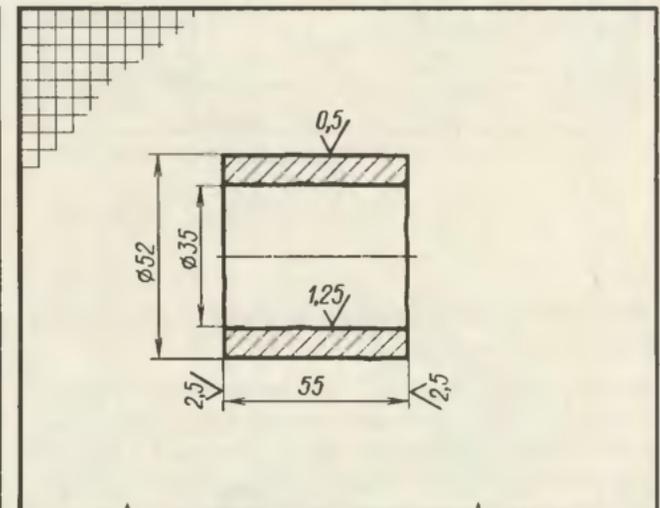
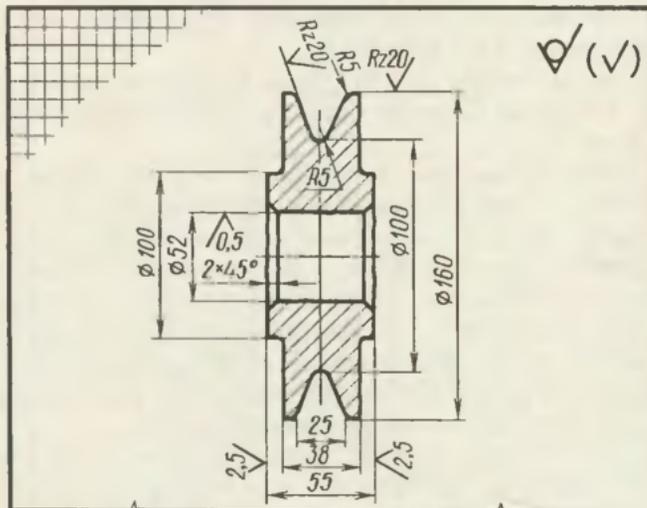
				ПК02.06.00.05		
Ось				Лит.	Масса	Масштаб
				у		
Сталь 45 ГОСТ 1050-74				Лист	Листов 1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Проект						
Консульт.						
Чертил	Сизов И	Синь	04.79			
Принял	Осипов В	Вашин	04.79			

				ПК02.06.00.04		
Планка				Лит.	Масса	Масштаб
				у		
Ст 5 ГОСТ 380-71				Лист	Листов 1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Проект						
Консульт.						
Чертил						
Принял						

а)

б)

РИС. 458



				ПК02.06.01.01		
Ролик				Лит.	Масса	Масштаб
				у		
Сталь 45 ГОСТ 1050-74				Лист	Листов 1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Проект						
Консульт.						
Чертил						
Принял						

				ПК02.06.01.02		
Втулка				Лит.	Масса	Масштаб
				у		
Бр 05Ц5С5 ГОСТ 613-79				Лист	Листов 1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Проект						
Консульт.						
Чертил						
Принял						

а)

б)

РИС. 459

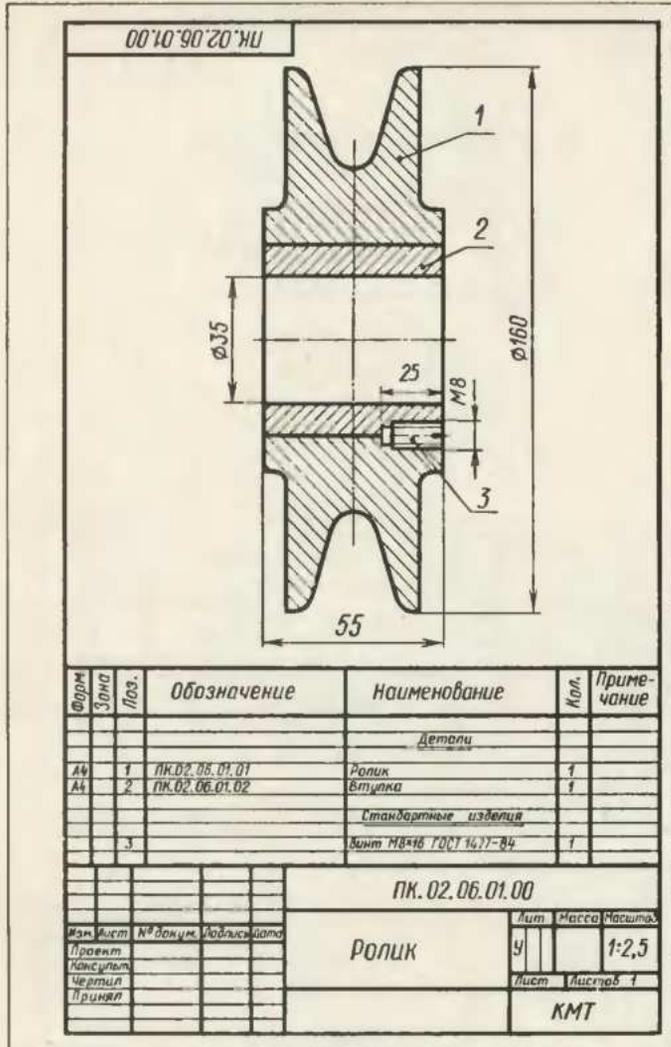


РИС. 460

4. Выполнение спецификации и сборочного чертежа «Блока направляющего»

На сборочном чертеже составные части изделия обозначают номерами позиций в той последовательности, в которой они записаны в спецификации. Следовательно, спецификация должна быть выполнена до простановки позиций на сборочном чертеже.

В учебной практике спецификацию можно располагать на свободном месте поля учебного сборочного чертежа даже в том случае, если этот чертеж выполнен на листе, формат которого отличается от формата А4 (рис. 461).

На рис. 461 спецификация заполнена по правилам, приведенным в §1, с учетом обозначений, присвоенных составным частям изделия, в соответствии со схемой на рис. 455.

Сборочный чертеж (см. рис. 461) выполняют в следующей последовательности:

- 1) выбор количества изображений;

- 2) выбор масштаба изображений;
- 3) выбор формата листа;
- 4) компоновка изображений;
- 5) выполнение изображений;
- 6) нанесение размеров;
- 7) нанесение номеров позиций;
- 8) выполнение текстового материала;
- 9) заполнение основной надписи.

Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы получить полное представление о форме и размерах изделия и его составных частей.

При выборе масштаба предпочтение отдается изображению изделия в действительном виде в масштабе 1:1.

Однако для изделий небольших или весьма больших размеров следует масштаб увеличивать или уменьшать согласно ГОСТ 2.302—68.

Формат чертежа должен быть выбран с таким расчетом, чтобы поле чертежа использовалось рационально.

На сборочном чертеже (см. рис. 461) «Блок направляющий» изображен в рабочем положении. На чертеже имеются главный вид, вид сверху, вид слева, сечения Б—Б и В—В и местный вид А.

Для того чтобы показать соединение деталей 2 и 3 болтами, на главном виде сделан местный разрез.

Часть разреза на виде сверху показывает соединение деталей 1, 2 и 5.

Местный разрез на виде слева показывает соединение детали 2 и 4 винтами 7.

Форма выреза детали 2 видна на местном виде А.

Отверстия и каналы для смазки показаны на сечении В—В.

После измерения габаритных размеров сборочной единицы выбирают масштаб изображения и формат листа. На листе сплошными тонкими линиями вычерчивают прямоугольники со сторонами, равными соответствующим габаритным размерам изображений. Между прямоугольниками оставляют место для расположения линий-выносок и размерных линий. С правой стороны внизу листа помещают основную надпись и спецификацию (см. рис. 461).

Выполнение чертежа начинают с вычерчивания главного вида кронштейна 3 и вилки 2, размеры которых берутся с эскизов.

В большинстве случаев последовательность сборки изделия определяет порядок вычерчивания его частей. При сборке детали 2 и 3 соединяют болтами, затем в ролик запрессовывают втулку, которую стопорят винтом. Отверстие для винта сверлят одновременно (совместно) в обеих деталях после их сборки.

Сборочную единицу из трех деталей (поз. 1) вставляют в раствор вилки 2 и соединяют с ней осью 5. Ось 5 планкой 4 и болтами 7 с гайкой 8 крепят к вилке 2. Масленку 9 запрессовывают в ось 5 заранее.

После вычерчивания изображений наносят габаритные и присоединительные размеры, проставляют

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
А2			ПК02.06.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
А4	1		ПК02.06.01.00	Ролик	1	
				Детали		
А4	2		ПК02.06.00.01	Вилка	1	
А4	3		ПК02.06.00.02	Кронштейн	1	
А4	4		ПК02.06.00.03	Планка	1	
А4	5		ПК02.06.00.04	Ось	1	
				Стандартные изделия		
	6			Болт М2-80.50 ГОСТ 7805-76	4	
	7			Болт М2-20.50 ГОСТ 7811-76	2	
	8			Гайка М16.5 ГОСТ 5915-70	4	
	9			Пресс-масленка V-2		
				ГОСТ 19853-74	1	
				ПК02.06.00.00		
				Лист	Листов	
				Блок	1	
				направляющий		
				* Размер для справок		
				ПК02.06.00.00.СБ		
				Блок		
				направляющий		
				Сборочный чертеж		
				Лист	Листов	
				1:2		
				Лист	Листов	
				1		

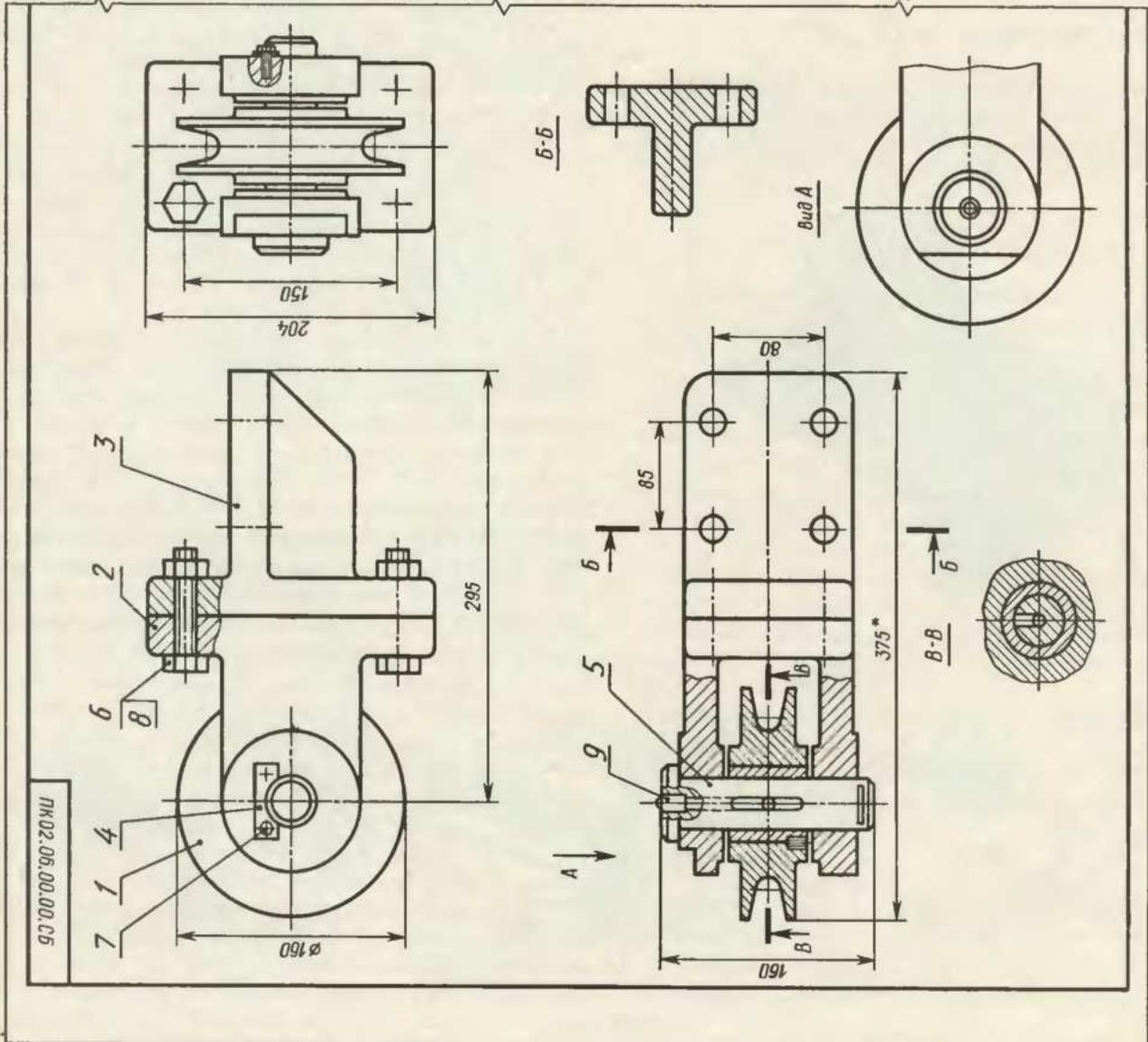


РИС. 461

условные обозначения допусков и посадок (на учебных чертежах допуски и посадки не проставляют). На полках линий-выносок наносят номера позиций соответственно указанным в спецификации. Шрифт номеров

позиций должен быть в 1,5 раза больше шрифта размерных чисел.

Размеры для справок, отмеченные на сборочных чертежах знаком «*», не требуются для сборки или контроля изделия.

ГЛАВА 54

СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

§ 1. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ

К сборочным чертежам неразъемных соединений относятся чертежи сборочных единиц, изготовляемых сваркой, пайкой, склеиванием, клепкой, опрессовкой металлической арматуры полимером (пластмассой) и т. п. В ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—78, СТ СЭВ 1182—78, СТ СЭВ 4769—84) подробно разбираются различные варианты оформления спецификации и сборочных чертежей неразъемных соединений.

§ 2. СОЕДИНЕНИЯ СВАРКОЙ

В современной технике широко применяются соединения деталей, выполненные при помощи сварки. Сварка успешно заменяет поковки, отливки, клепаные

соединения, упрощая технологический процесс, снижая трудоемкость и уменьшая вес изделия.

На рис. 462 показано соединение деталей, выполненное при помощи сварки.

§ 3. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ СВАРКИ

В зависимости от процессов, происходящих при сварке, различают сварку плавлением и сварку давлением.

Сварка плавлением характерна тем, что поверхности кромок свариваемых деталей плавятся и после остывания образуют прочный сварной шов. К такой сварке относятся газовая и дуговая сварки.

При газовой сварке горючий газ (например, ацетилен), сгорая в атмосфере кислорода, образует пламя, используемое для плавления. В зону плавления вводится прутковый присадочный материал, в результате плавления которого образуется сварной шов (рис. 463, а). Газовая сварка применяется для сварки как металлов, так и пластмасс (полимеров).

При дуговой сварке источником тепла является электрическая дуга, которая образуется между кромками свариваемых деталей («основной металл») и электродом. Дуговая сварка может производиться неплавящимся (угольный или вольфрамовый) электродом (рис. 463, б). В этом случае в зону образующейся дуги вводится присадочный материал, который плавится и образует шов. Дуговая сварка может выполняться также и плавящимся электродом (рис. 463, в): сварной шов образуется в результате плавления самого электрода. Дуговая сварка применяется только для сварки металлов и их сплавов.

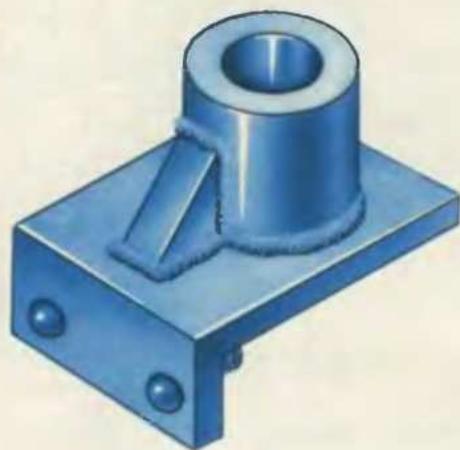


РИС. 462

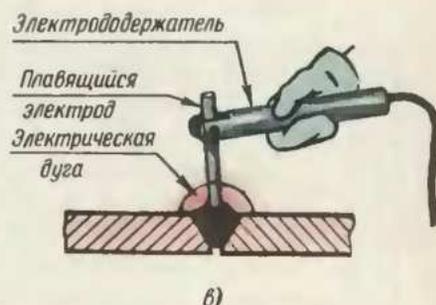
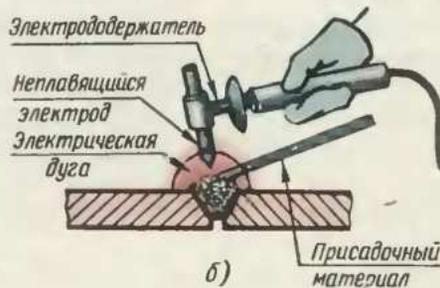


РИС. 463

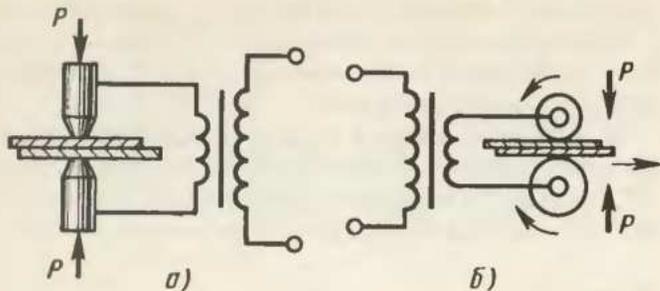


РИС. 464

Сварка давлением осуществляется при совместной пластической деформации предварительно нагретых поверхностей свариваемых деталей. Эта деформация происходит за счет воздействия внешней силы. Сварка давлением осуществляется, как правило, одним из видов контактной электросварки: точечной (рис. 464, а), шовной — роликовой (рис. 464, б) и др.

Помимо упомянутых способов в современной технике применяются и многие другие способы сварки (электрошлаковая, в защитных газах, ультразвуковая, лазером, индукционная и др.).

По способу осуществления механизации технологического процесса различают ручную, полуавтоматическую и автоматическую сварку. Соответствующие стандарты устанавливают условные обозначения способов сварки. Например: П — полуавтоматическая сварка под флюсом; А — автоматическая сварка под флюсом; П-З — полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в защитных газах; А-Н-З — автоматическая неплавящимся электродом в защитных газах; А-З — автоматическая сварка плавящимся электродом в защитных газах и др.

§ 4. УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ СВАРНЫХ ШВОВ

ГОСТ 2.312—72 устанавливает условные изображения и обозначения на чертежах швов сварных соединений.

В случае необходимости показать форму и размеры сварного шва (например, нестандартного шва) поперечное сечение шва выполняется в соответствии с рис. 465. Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва сплошными тонкими линиями. Штриховка свариваемых деталей выполняется в разные стороны. При необходимости на чертеже указываются размеры конструктивных элементов швов (рис. 465, а).

Сварные швы делятся на однопроходные и многопроходные в зависимости от числа проходов сварочной дуги. На изображении сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, обозначая их прописными буквами русского алфавита (например, А, Б, В на рис. 465, б).

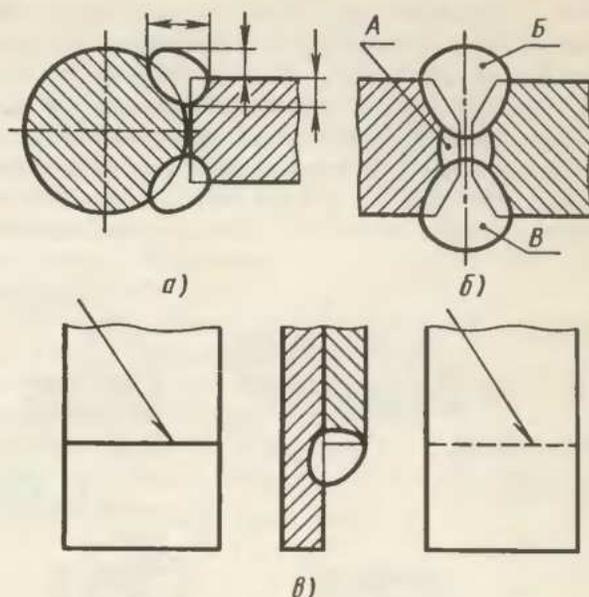


РИС. 465

Независимо от способа сварки видимый шов изображается условно сплошной основной линией, а невидимый — штриховой линией (рис. 465, в). От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.

§ 5. СТАНДАРТНЫЕ СВАРНЫЕ ШВЫ

В сварочном производстве применяются, как правило, стандартные сварные швы, параметры которых определяются соответствующими стандартами.

В курсе «Черчение» обычно рассматривается сварка деталей из углеродистых сталей с применением швов, выполняемых ручной дуговой сваркой. Типы швов определяет ГОСТ 5264—80. Сварные соединения из алюминия и алюминиевых сплавов выполняются швами по ГОСТ 14806—80. Кроме того, существует еще ряд стандартов, определяющих типы и конструктивные элементы швов иных сварных соединений, а также способы их сварки.

Каждый стандартный шов имеет буквенно-цифровое обозначение, полностью определяющее конструктивные элементы шва.

Буквенная часть обозначения определяется видом сварного соединения.

Различают следующие виды сварных соединений:

1. Стыковое соединение (С) — свариваемые детали соединяются по своим торцовым поверхностям (рис. 466, а).

2. Угловое соединение (У) — свариваемые детали расположены под углом и соединяются по кромкам (рис. 466, б).

3. Тавровое соединение (Т) — торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали (рис. 466, в).

4. Соединение внахлестку (Н) — поверхности соединяемых деталей частично перекрывают друг друга (рис. 466, з).

Между кромками свариваемых деталей предусматривается зазор величиной 0...5 мм. В зависимости от требований, предъявляемых к сварному соединению, кромки свариваемых деталей подготавливаются по-разному. Сварка может выполняться во всех четырех

видах сварного соединения без скоса кромок (С2) и со скосом одной или двух кромок (С5; Т9). Скосы могут быть симметричными и несимметричными, прямолинейными и криволинейными.

По расположению швы разделяются на односторонние и двусторонние. Шов выполняется сплошным (рис. 467, а и б) или прерывистым (рис. 467, в и з), характеризуемым длиной l провариваемых участков, которые

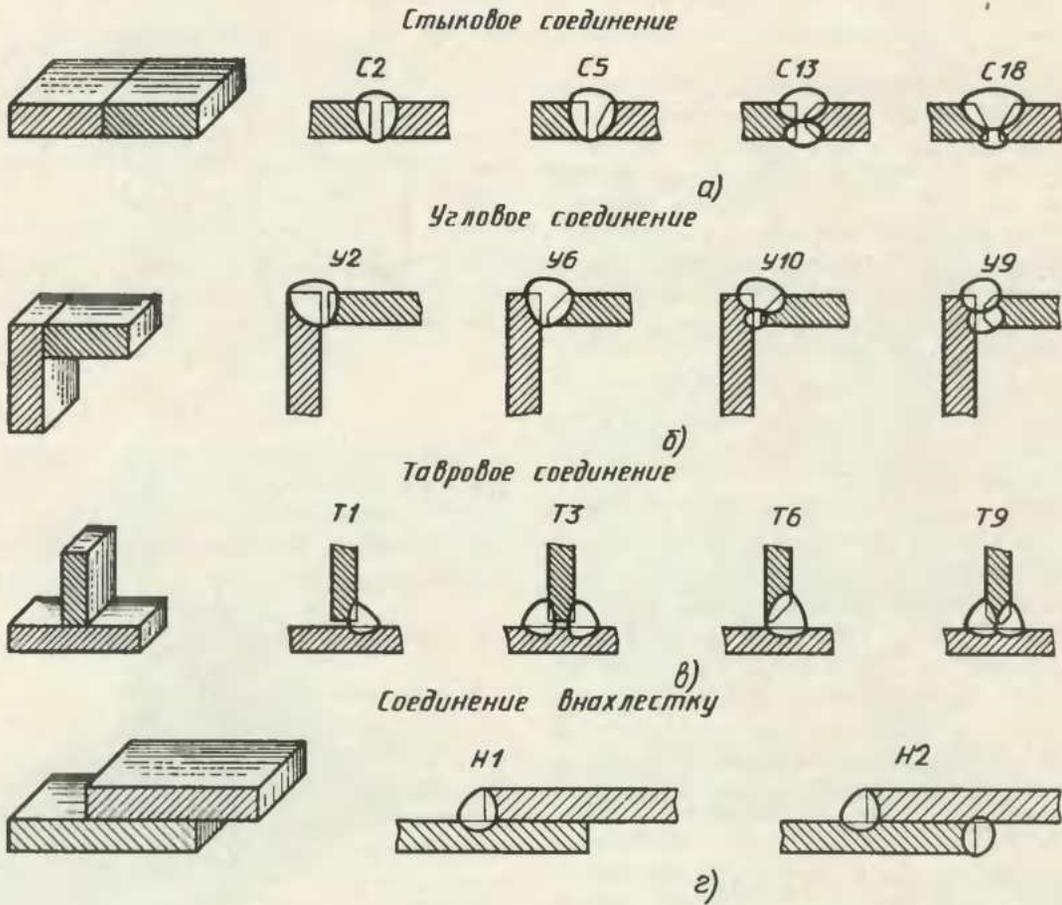
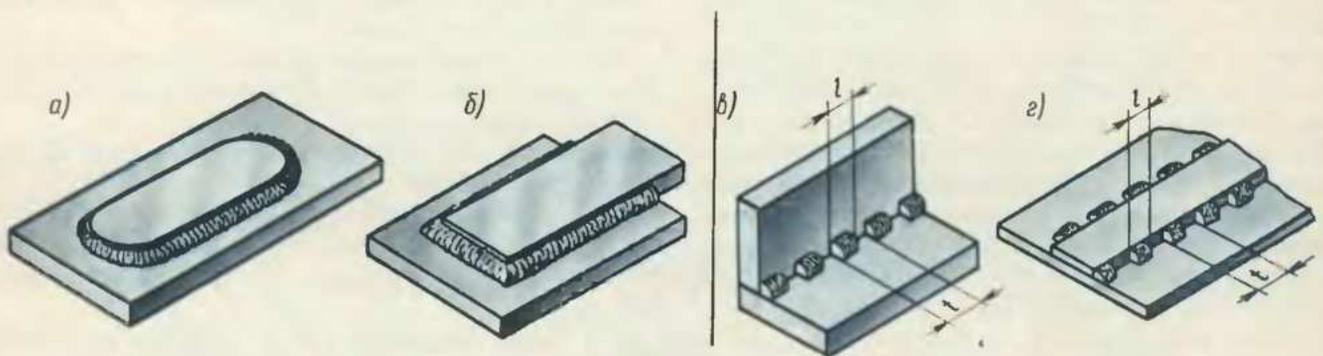


РИС. 466



Знаки обозначения сварных швов

○ по замкнутой линии

□ по незамкнутой линии

/ точечный шов

z прерывистый в шахматном расположении

РИС. 467

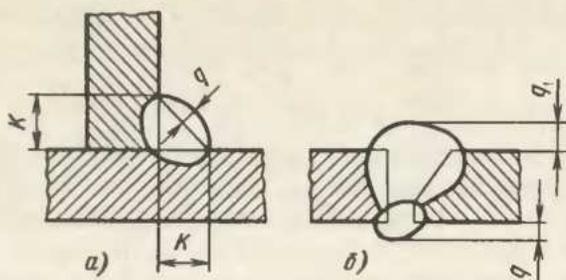


РИС. 468

расположены с определенным шагом t . Двусторонние прерывистые швы выполняются с цепным или шахматным расположением проваренных участков.

Швы сварных соединений могут выполняться усиленными (рис. 468). Усиление (выпуклость) шва определяется величиной q . Некоторые типы швов (отдельные швы тавровых, нахлесточных и угловых соединений) характеризуются величиной K (рис. 468, а), называемой катетом шва.

Совокупность всех конструкторских особенностей стандартного шва обозначается цифрой, которая совместно с буквенным обозначением вида сварного соединения определяет буквенно-цифровое обозначение типа шва по соответствующему стандарту, например: С1, С2, С3..., У1, У2, У3..., Т1, Т2, Т3..., Н1, Н2, ... (см. рис. 466).

§ 6. ОБОЗНАЧЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ СТАНДАРТНЫХ СВАРНЫХ ШВОВ

На изображении сварного шва различают его лицевую и оборотную стороны. Лицевой стороной одностороннего шва считают ту сторону, с которой произво-

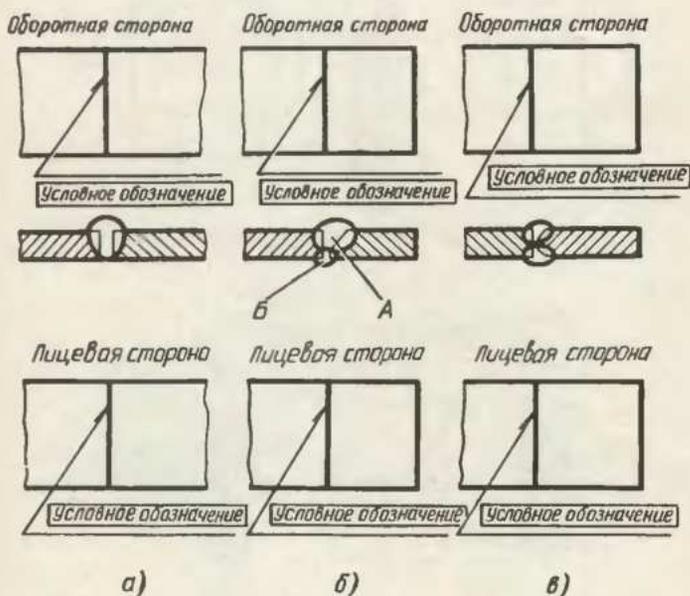


РИС. 469

дится сварка (рис. 469, а); лицевой стороной двустороннего шва с несимметричной подготовкой (скосом) кромок деталей считают сторону, с которой производится сварка основного шва А (рис. 469, б). При симметричной подготовке кромок двустороннего шва за лицевую сторону можно принять любую сторону шва (рис. 469, в).

Каждый шов сварного соединения имеет определенное условное обозначение, которое наносят в соответствии с рис. 469:

а) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны;

б) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с обратной стороны.

ГОСТ 2.312—72 устанавливает вспомогательные знаки, входящие в обозначение шва и характеризующие его (табл. 45).

Таблица 45

Вспомогательные знаки, характеризующие сварной шов и входящие в его обозначение (выдержка из ГОСТ 2.312-72)

Значение вспомогательного знака	Изображение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с обратной стороны
1. Знак, проставляемый перед размером катета			
2. Шов прерывистый с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$			
3. Шов прерывистый с шахматным расположением			
4. Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва не ясно из чертежа			
5. Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм			
6. Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения			
7. Усиление шва снять			

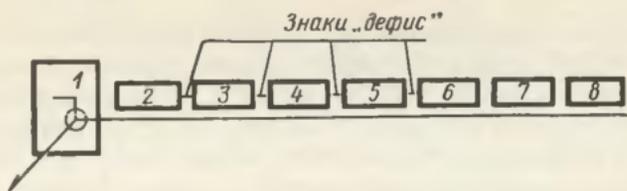


РИС. 470

Знаки выполняются сплошными тонкими линиями.

Знаки (за исключением знака 5) должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

Структура условного обозначения стандартного сварного шва (рис. 470):

1. Вспомогательные знаки шва по замкнутой линии \bigcirc и монтажного шва \perp (см. табл. 45 и рис. 470).

2. Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

3. Буквенно-цифровое обозначение шва.

4. Условное обозначение способа сварки (допускается не указывать).

5. Для швов, тип которых характеризуется катетом шва (см. рис. 465, а), проставляют: знак I (табл. 45) и размер катета в миллиметрах.

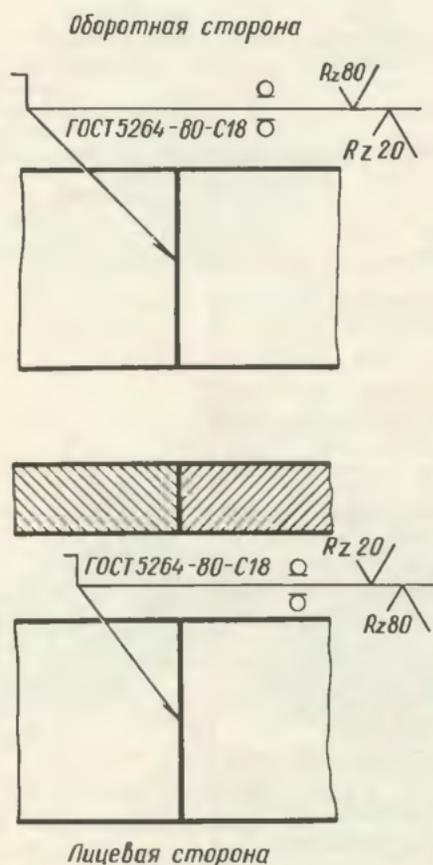


РИС. 471

6. Для прерывистого шва — размер длины провариваемого участка, знак / и знак Z (размер шага).

7. Вспомогательные знаки (усиление шва снять, наплывы, неровности) (см. табл. 45).

8. Шероховатость механической обработки поверхности шва.

В обозначении шва проставляются только те параметры и знаки, которыми характеризуется обозначаемый шов. Учитывая, что условное обозначение стандартного шва дает исчерпывающие сведения о нем, на поперечных сечениях сварных швов подготовка кромок, зазор между ними и контур шва не изображаются, а свариваемые детали штрихуются в разные стороны (см. рис. 466 и 471).

На рис. 471 и 472 приведены изображения сварных швов с условными обозначениями, которые расшифровываются с учетом того, что ГОСТ 2.312—72 допускает не указывать способ сварки. На этих рисунках в качестве примера дано условное изображение шва как на лицевой стороне, так и на его обратной стороне. Очевидно, что на рабочих чертежах условное изображение шва должно наноситься только на одной стороне (предпочтительно на лицевой).

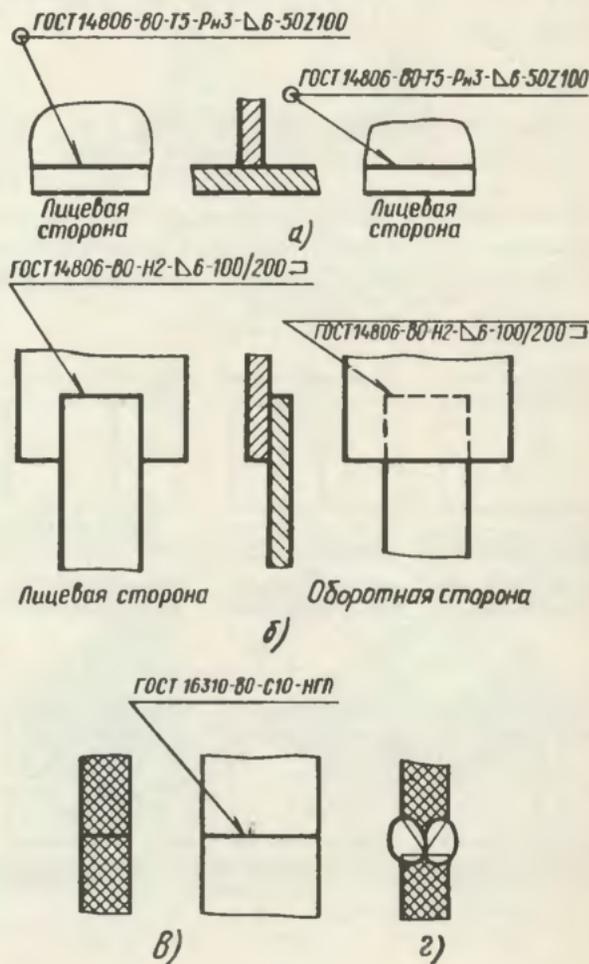


РИС. 472

Условное обозначение шва, изображаемого на рис. 471, расшифровывается следующим образом:

- 1)  — шов выполняется при монтаже изделия;
 - 2) ГОСТ 5264—80 — шов для сварки деталей из углеродистой стали ручной дуговой сваркой (в условном обозначении шва способ сварки не указан);
 - 3) С18 — стыковой двусторонний шов со скосом двух кромок. Размеры скоса кромок приведены в ГОСТ 5264—80, который устанавливает форму кромок;
 - 4) знаки 7 (табл. 45) указывают, что усиление снято с обеих сторон;
 - 5) шероховатость поверхности шва: с лицевой стороны — Rz20, с обратной стороны — Rz80.
- На рис. 472, а представлен сварной шов, характеризуемый следующими данными:

- 1)  — шов выполнен по замкнутой линии;
- 2) ГОСТ 14806—80 — шов для сварки алюминия;
- 3) Т5 — тавровый двусторонний шахматный шов без скоса кромок (любая сторона принимается за лицевую);
- 4) P_н3 — ручная сварка неплавящимся электродом в защитных газах (допускается не указывать);
- 5)  6 — катет шва 6 мм;
- 6) длина провариваемого участка 50 мм;
- 7) шаг 100 мм.

Рис. 472, б иллюстрирует изображение и обозначение шва со следующими характеристиками:

- 1) ГОСТ 14806—80 — шов для сварки алюминия;
- 2) Н2 — шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, прерывистый. Шов выполняется полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом (в обозначение сварного шва способ сварки не внесен);
- 3)  6 — катет шва 6 мм;
- 4) длина провариваемого участка 100 мм;
- 5) шаг 200 мм;
- 6)  — шов выполняется по незамкнутой линии.

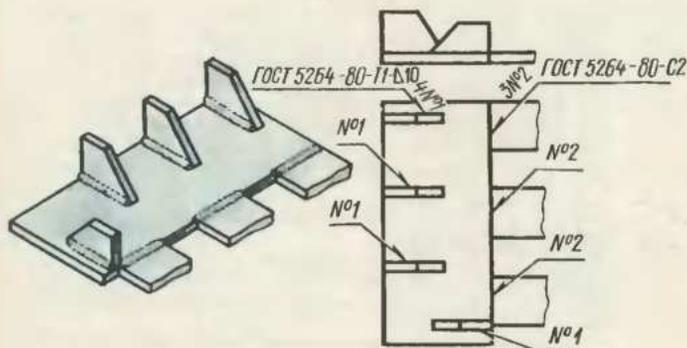


РИС. 473

§ 7. УПРОЩЕНИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ СВАРНЫХ ШВОВ

На рис. 472, в представлено изображение и обозначение сварного шва при сварке полимеров (пластмасс). Параметры шва:

- 1) ГОСТ 16310—80 — шов сварных соединений из винилпласта или полиэтилена;
- 2) С10 — двусторонний шов стыкового соединения с двумя симметричными скосами одной кромки: ГОСТ 16310—80 устанавливает форму кромок (рис. 472, з), за лицевую сторону можно принять любую сторону шва;
- 3) НГП — сварка нагретым газом с присадкой (допускается не указывать).

При выполнении сварных соединений все швы могут быть одинаковыми.

Швы считаются одинаковыми в том случае, если:

- 1) их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении одинаковы;
- 2) к ним предъявляются одинаковые технические требования;
- 3) они имеют одинаковое условное обозначение.

Когда на чертеже имеются изображения нескольких одинаковых швов, то условное обозначение шва наносится у одного из них, а от остальных проводят только линии-выноски с полками (рис. 473).

Всем одинаковым швам присваивается один порядковый номер. Этот номер наносится:

- а) на линии-выноски, имеющей полку с нанесенным условным обозначением шва (перед этим номером допускается указывать количество одинаковых швов);
- б) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны;
- в) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с обратной стороны (на рис. 473 не показано).

Если на чертеже все швы одинаковые и изображены с одной стороны (лицевой или обратной), то им допускается не присваивать порядковых номеров. При этом

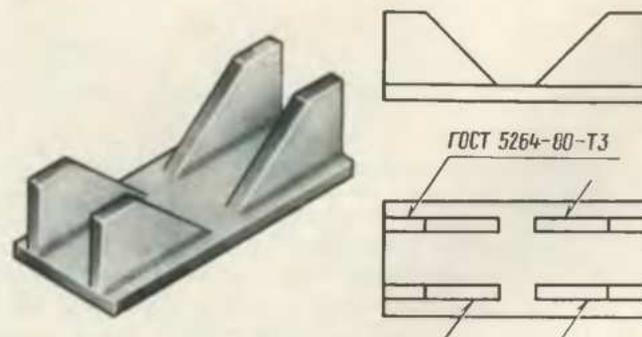


РИС. 474

швы, не имеющие обозначения, отмечаются только линиями-выносками без полок (рис. 474).

На изображении изделия, имеющего ось симметрии, разрешается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изображения.

Допускается швы сварных соединений на чертежах не отмечать линиями-выносками, а приводить указания по сварке в технических требованиях чертежа. Эти указания должны определять места сварки, способы сварки, типы швов сварных соединений, их конструктивные элементы и расположение.

§ 8. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ СВАРНЫХ ШВОВ

В ряде случаев применяются нестандартные швы, конструктивные размеры которых не установлены стандартом. Пример изображения и нанесения условного обозначения нестандартного шва представлен на рис. 475. Конструктивные размеры нестандартного шва указываются на его поперечном сечении.

Условное обозначение нестандартного шва выполняется в соответствии со схемой, представленной на рис. 475. Для простейших нестандартных швов сварки плавлением в их условные обозначения записывают:

1. Для прерывистого шва:
 - а) размер длины провариваемого участка;
 - б) знак 2 или 3 (табл. 45);
 - в) размер шага.
2. Знаки 4, 5 и 6 (табл. 45).

Расположение условного обозначения относительно полки линии-выноски, применение знаков 5 и 6 (табл. 45) и обозначение шероховатости поверхности нестандартного шва (при его механической обработке) осуществляются по аналогии со стандартным швом.

В технических требованиях необходимо указать способ сварки, которым должен быть выполнен нестандартный шов. На учебных чертежах обозначения стандартных и нестандартных швов можно значительно упростить, указывая только буквенно-цифровое обозначение типа шва [например, T10, см. рис. 476, номер стандарта и величину катета $\triangle 7$].

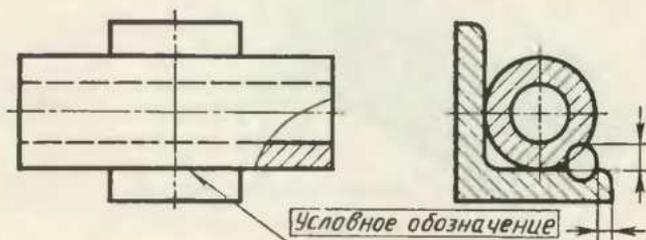


РИС. 475

§ 9. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ

На рис. 476 представлен пример сборочного чертежа изделия — опоры, состоящей из сварного соединения деталей.

При выполнении чертежа сварной сборочной единицы предварительно выполняют рабочие чертежи деталей, входящих в состав сварной сборочной единицы. При выполнении рабочих чертежей деталей необходимо определить вид кромок под сварку и указать на чертежах необходимые данные для изготовления деталей. Допускается не изготавливать рабочие чертежи на детали, изготовленные из сортового или фасонного проката. В этом случае деталь изготавливается непосредственно по сборочному чертежу. Для этой детали в графе спецификации «Формат» проставляют буквы «БЧ» (без чертежа).

На сборочном чертеже (рис. 476) нанесены обозначения сварных швов в соответствии с правилами, изложенным в §§ 1—9. Для приварки ушка 3 к плите 1 применен шов T10 (по ГОСТ 5264—80). Для выполнения

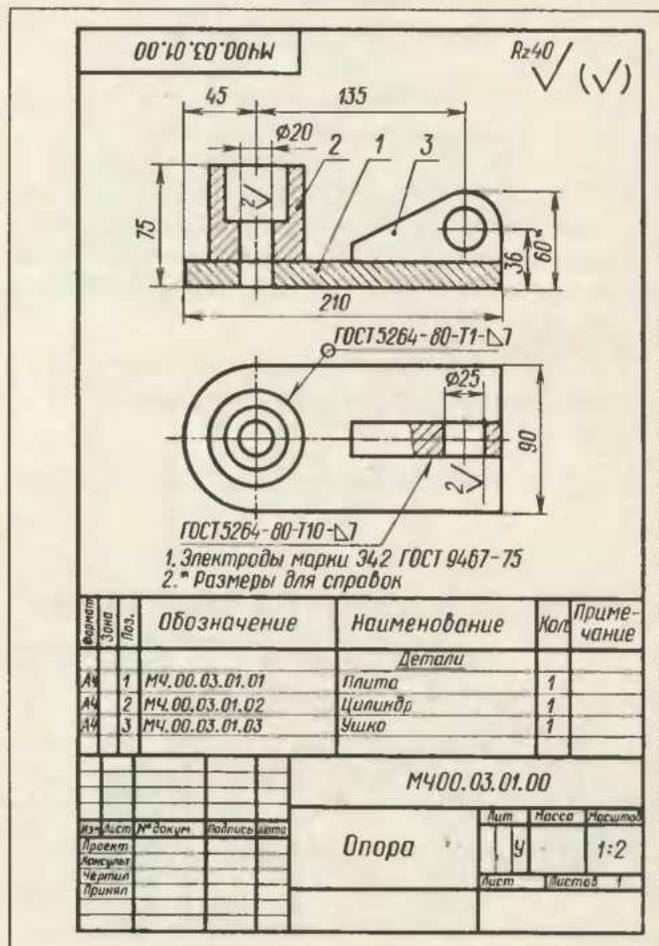


РИС. 476

такого шва должны быть осуществлены два симметричных скоса одной кромки ушка. Размеры скосов кромки определяет ГОСТ 5264—80 для шва Т10. Для обеспечения необходимой точности взаимного расположения отверстий в цилиндре 2 и ушке 3 эти отверстия выполняют по сборочному чертежу после сварки деталей, поэтому на чертежах деталей цилиндра и ушка упомянутые отверстия не были изображены.

§ 10. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ АРМИРОВАННОГО ИЗДЕЛИЯ

Изделия, изготовляемые с применением наплавки или заливки каких-либо поверхностей деталей металлом, полимером (пластмассой), резиной и т. п., называются армированными.

Чертежи армированных изделий оформляют как сборочные.

На наплавляемый металл, сплав, полимер (пластмассу), резину, а также на отливки, с которыми соединяются в процессе литья одна или несколько деталей, чертежи не выпускаются, и обозначения им не присваивают. Их записывают в спецификацию как материал с указанием в графе «Кол.» его массы, а в графе «Примечание» единицы ее измерения.

Деталь, подвергающаяся наплавке или заливке, обычно изготавливается по специальному чертежу. Однако по ГОСТ 2.109—73 для несложных изделий допускается не выполнять такого чертежа отдельно. В этом случае деталь изготавливается непосредственно по сборочному чертежу, на котором должны быть указаны: размеры поверхностей или элементов под наплавку, заливку и т. п., размеры готовой сборочной единицы, данные о материале и другие сведения, необходимые для изготовления и контроля изделия. Для этой детали в графе спецификации «Формат» вместо размера формата проставляют буквы «БЧ» (без черте-

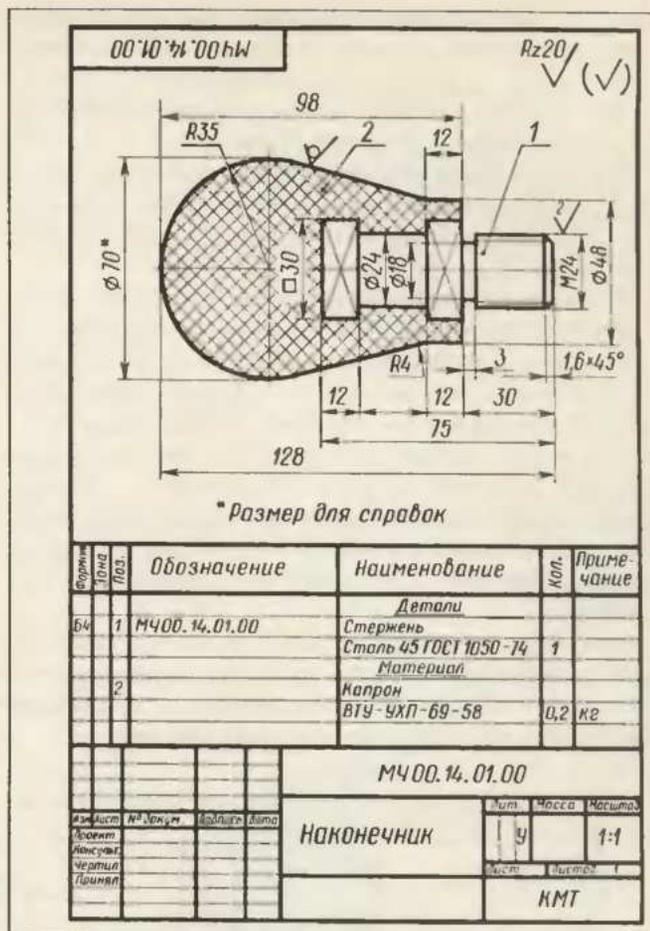


РИС. 477

жа), а в графе «Наименование» под наименованием детали указываются сведения о материале детали. Чертеж наконечника (рис. 477) предусматривает выполнение по нему стержня 1, последующее покрытие этого стержня капроном 2 и окончательную обработку изделия.

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 располо-

жение 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 сбороч-

ного 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 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 изделия 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 чертежей 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 детализированием.

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

В производственных условиях при детализировании чертежей общих видов на рабочем чертеже детали

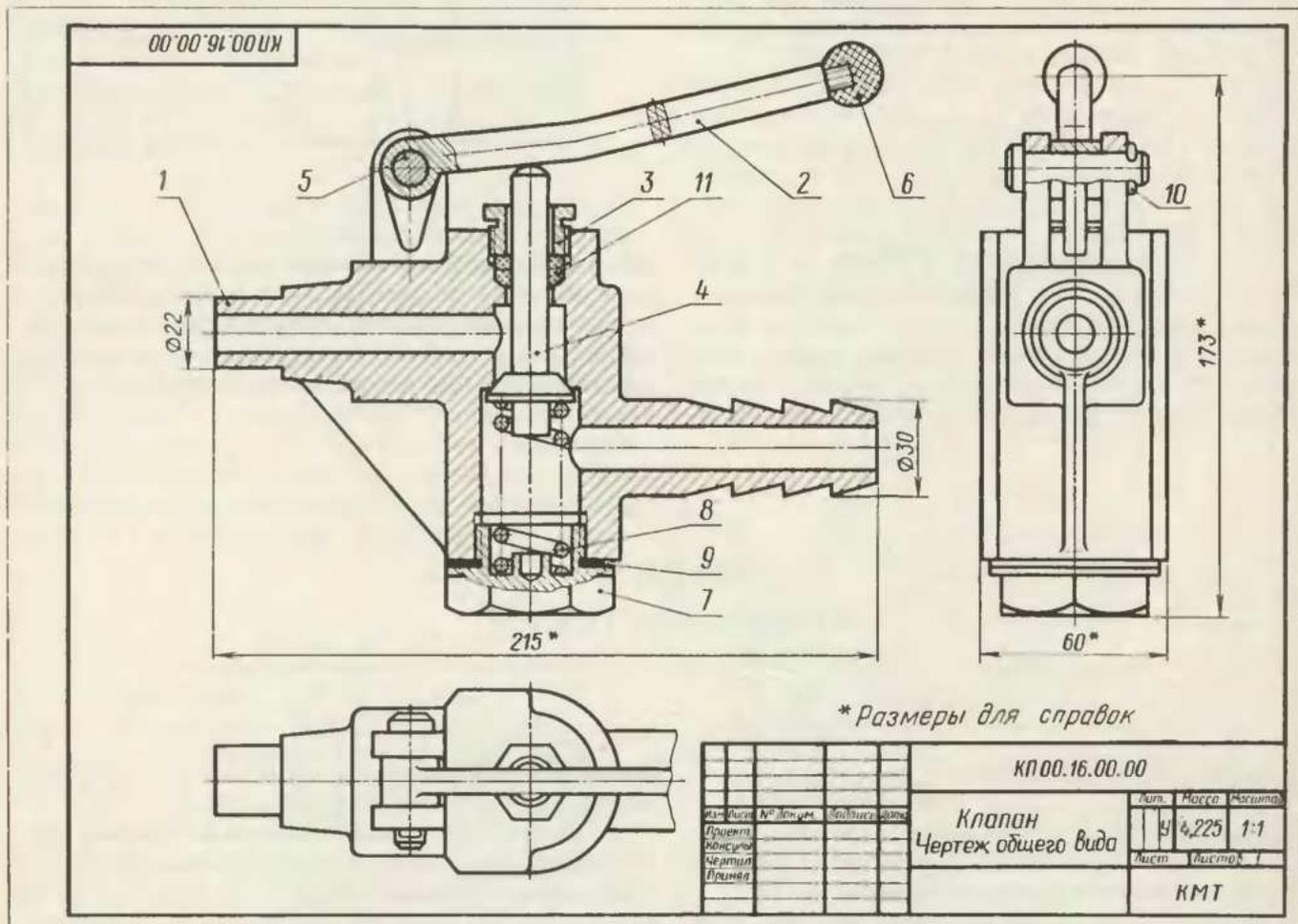


РИС. 478

Код	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			<u>Документация</u>		
A1		КП.00.16.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Детали</u>		
A3	1	КП.00.16.00.01	Корпус	1	
A4	2	КП.00.16.00.02	Рукоятка	1	
A4	3	КП.00.16.00.03	Гайка накидная	1	
A4	4	КП.00.16.00.04	Клапан	1	
A4	5	КП.00.16.00.05	Палец	1	
A4	6	КП.00.16.00.06	Наконечник	1	
A4	7	КП.00.16.00.07	Гайка регулировочная	1	
A4	8	КП.00.16.00.08	Пружина	1	
A4	9	КП.00.16.00.09	Прокладка	1	
			<u>Стандартные изделия</u>		
	10		Шплинт 5 × 20 ГОСТ 397-71	1	
			<u>Материал</u>		
	11		Кольцо ГОСТ 6306-71	2	
КП. 00. 16. 00. 00					
Исполн.	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	Листов
				1	1
Клапан					

РИС. 479

нужно иметь не только изображение детали, но и все данные для ее изготовления и контроля, 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 этих целей.

Рассмотрим порядок чтения чертежа сборочной единицы.

На чертеже (рис. 478) изображен клапан для обдувки отливков, а на рис. 479 — его спецификация. Прежде чем приступить к детализованию, надо прочитать описание устройства и действия изделия, ознакомиться с содержанием спецификации и получить представление о его форме и форме составных частей (рис. 480).

В данном примере (рис. 480) корпус присоединяется правым патрубком через резиновый шланг к баллону с углекислым газом. Углекислый газ через открытый клапан 4 и левый патрубок направляется на обдуваемую поверхность. В закрытом положении клапан 4

прижат к конической поверхности корпуса 1 пружиной 8.

Для открытия клапана надо нажать на рукоятку 2 с наконечником 6, преодолевая действие пружины 8.

Рукоятка 2 поворачивается вокруг пальца 5, входящего в отверстия ушков корпуса 1. Язычок рукоятки, упираясь в корпус 1, ограничивает величину подъема рукоятки. Палец 5 фиксируется разводным шплинтом 10.

Поворотом регулировочной гайки 7 можно изменять силу давления пружины 8 на клапан 4.

Уплотнительная прокладка 9 ставится между корпусом 1 и гайкой 7.

Для предупреждения утечки углекислого газа через зазор между хвостовиком клапана 4 и отверстием в корпусе 1 служат пластмассовые кольца 11, которые создают уплотнение при завинчивании накидной гайки 3.

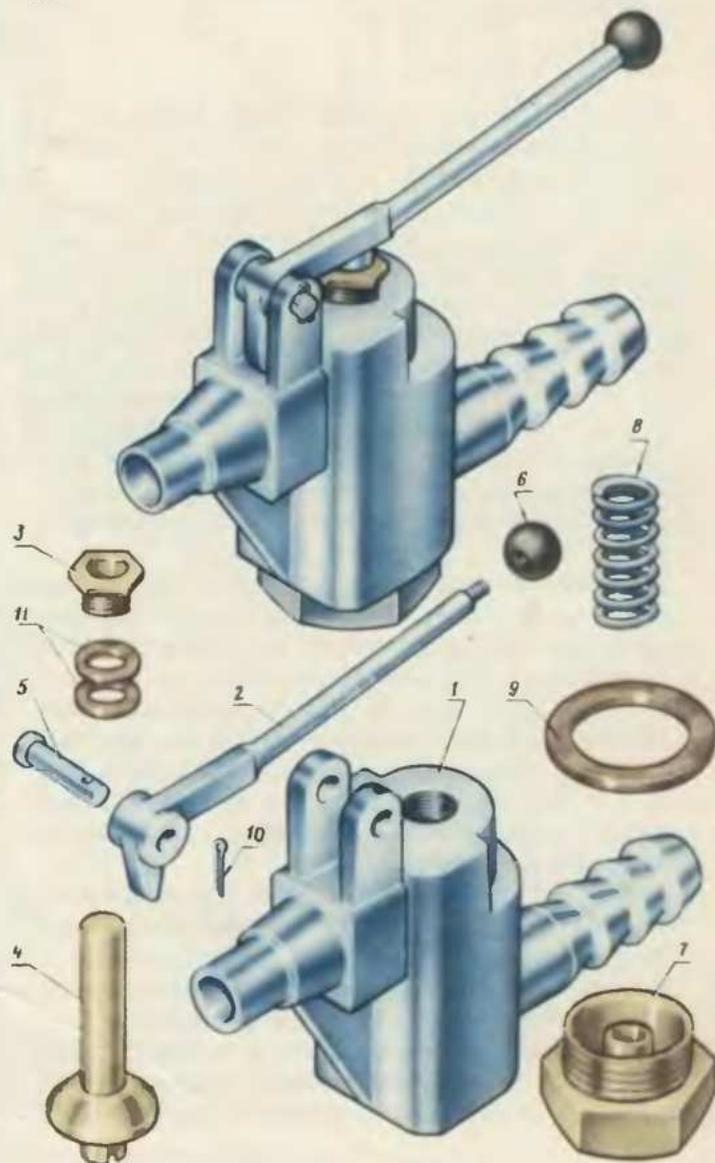


РИС. 480

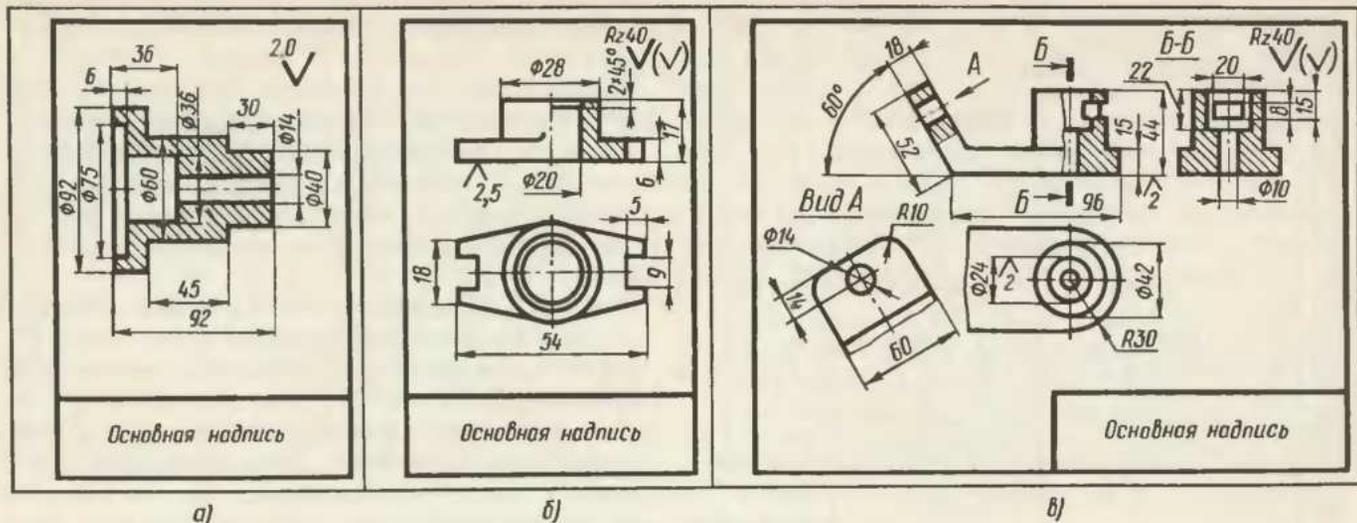


РИС. 481

Вырез (штиль) внизу клапана 4 предназначен для законечника инструмента, используемого при протирке конических поверхностей клапана и корпуса.

Уяснив назначение и устройство сборочной единицы (см. рис. 478) и представив форму каждой детали (см. рис. 480), можно приступить к выполнению рабочих чертежей деталей. Начинать следует с определения необходимого (наименьшего) количества изображений каждой детали. Например, для изготовления втулки (рис. 481, а) достаточно одного ее изображения: главного вида с фронтальным разрезом; для крышки сальника (рис. 481, б) необходимо иметь два изображения; для изготовления кронштейна (рис. 481, в) следует выполнить три основных и один дополнительный вид и т. д.

Расположение изображений деталей на рабочих чертежах не должно быть обязательно таким же, как на учебном чертеже общего вида. Все виды, разрезы, сечения и другие изображения выполняются по рекомендациям ГОСТ 2.305—68. Для каждой детали выбирается масштаб изображений с учетом ее формы и размеров. Чем сложнее форма, тем больше разных контурных и размерных линий будет на чертеже, поэтому подобное изображение деталей следует вычерчивать в более крупном масштабе.

Небольшие проточки, углубления, выступы и т. п. желательно изображать в виде выносных элементов в большом масштабе.

Все рабочие чертежи деталей обязательно выполняются на листах бумаги стандартных форматов.

Рабочий чертеж корпуса клапана представлен на рис. 482. Для полного представления о форме детали на рабочем чертеже нужно вычертить фронтальный

разрез, вид слева и вид сверху. На фронтальном разрезе видны полости и отверстия. Вид слева сделан с местным разрезом у отверстия в ушках.

Все указанные изображения можно разместить на листе формата А3 в масштабе 1:1.

После вычерчивания изображений наносят обозначения шероховатости поверхностей, проводят размерные и выносные линии, проставляют размерные числа. В основной надписи чертежа записывают обозначения материала детали.

Аналогично выполняют чертежи остальных деталей сборочной единицы.

Чертежи стандартных изделий обычно не выполняют. Если же это потребуются, то размеры таких изделий подбирают по соответствующим стандартам, пользуясь условными обозначениями, записанными в спецификации.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Каковы правила нанесения номеров позиций на сборочных чертежах?
2. Как штрихуются граничные детали на сборочных чертежах в разрезе?
3. Как оформляют чертежи сварных, клепаных и армированных изделий?
4. В чем заключается условность изображения деталей, находящихся за пружиной?
5. Как штрихуют в разрезе соприкасающиеся детали?
6. Какие размеры наносят на сборочном чертеже?
7. Что называется детализированием?
8. Должно ли соответствовать количество изображений детали на сборочном чертеже количеству изображений этой же детали на рабочем чертеже?
9. Что подразумевается под чтением чертежа общего вида?

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СХЕМАХ

Схемами называются конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними показаны в виде условных графических изображений.

В современной технике широко используются механические, пневматические, гидравлические и электрические устройства. Изучение принципа и последовательности действия таких устройств по чертежам общих видов и сборочным чертежам часто весьма затруднительно. Поэтому кроме чертежей часто составляются специальные схемы, позволяющие значительно быстрее разобраться в принципе и последовательности действия того или иного устройства.

Схемы просты по выполнению и достаточно наглядны; они могут быть выполнены в прямоугольных или аксонометрических проекциях.

§ 2. РАЗНОВИДНОСТИ СХЕМ

ГОСТ 2.701—84 (СТ СЭВ 651—77) устанавливает виды и типы схем, их обозначение и общие требования к выполнению схем (кроме электрических схем).

В зависимости от характера элементов и линий связей, входящих в состав устройства, схемы подразделяются на виды, каждый из которых часто обозначается буквой: кинематические (К), гидравлические (Г), пневматические (П), электрические (Э), оптические (О) и др.

Схемы в зависимости от основного назначения делятся на типы, каждый из которых часто обозначается цифрой: 1 — структурные; 2 — функциональные; 3 — принципиальные; 4 — соединения (монтажные); 5 — подключения; 6 — общие; 7 — расположения и др.:

а) **структурные схемы** служат для общего ознакомления с изделием и определяют взаимосвязь составных частей изделия и их назначение; элементы схемы вычерчиваются простыми геометрическими фигурами (прямоугольниками) и прямыми линиями;

б) **функциональные схемы** поясняют процессы, протекающие в изделии или в его функциональной части;

в) **принципиальные схемы (полные)** определяют полный состав элементов изделия и связей между ними, давая детальное представление о принципах действия изделия;

г) **схемы соединений (монтажные)** показывают соединения составных частей изделия, а также места присоединений и вводов и выявляют провода, кабели, трубопроводы и их арматуру;

д) **схемы подключения** показывают внешнее подключение изделия.

Наименование схемы определяется ее видом и типом, например, схема гидравлическая принципиальная, схема электрическая функциональная и т. п. Шифр схемы, входящий в состав ее обозначения, состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей ее тип. Например, схема гидравлическая принципиальная имеет шифр ГЗ, схема электрическая структурная — Э1.

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов, может быть разработана комбинированная схема, содержащая элементы и связи разных видов. Комбинированная схема обозначается буквой С, а ее наименование определяется комбинированными видами и типом (например, схема принципиальная гидрокинематическая).

При составлении схем применяются следующие термины:

1. **Элементы схемы** — составная часть схемы, выполняющая определенную функцию (назначение) в изделии, которая не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, насос, соединительная муфта, конденсатор, резистор и т. п.).

2. **Устройство** — совокупность элементов, представляющая одну конструкцию (например, механизм храповой, печатная плата, шкаф).

3. **Функциональная группа** — совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в одну конструкцию.

4. **Функциональная часть** — элемент, оборудование или функциональная группа.

5. **Линия взаимосвязи** — отрезок линии на схеме, показывающей связь между функциональными частями изделия.

При выполнении схемы не соблюдаются масштабы. Действительное пространственное расположение составных частей изделия может на схеме не учитываться или учитываться приближенно.

Элементы, входящие в состав изделия, изображаются на схемах, как правило, в виде условных графических обозначений, устанавливаемых стандартами ЕСКД. Связь между элементами схемы показывается линиями взаимосвязи, которые условно представляют собой трубопроводы, провода, кабели, валы.

Условные обозначения элементов общего применения устанавливает ГОСТ 2.721—74.

Условные графические обозначения общего применения для использования в электрических, гидравлических, пневматических и комбинированных схемах

приведены в табл. 46. На схемах должно быть наименьшее количество изломов и пересечений линий связи, изображаемых горизонтальными и вертикальными участками. Схемы следует выполнять компактно, но без ущерба для ясности и удобства их чтения.

Элементы, составляющие отдельное устройство, допускается выделять на схемах штрихпунктирными тонкими линиями с указанием этого устройства.

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на действие изделия. Эти элементы и их связи изображаются тоже тонкими штрихпунктирными линиями.

Схеме присваивается обозначение того изделия, действие которого отражено на схеме. После этого обо-

значения записывается шифр схемы. Наименование схемы указывается в основной надписи после наименования изделия.

§ 3. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Кинематические схемы устанавливают состав механизмов и поясняют взаимодействия их элементов.

На рис. 483 изображен привод автомата, а на рис. 484 — упрощенная кинематическая схема привода авто-

Таблица 46

Условные графические обозначения общего применения для использования в электрических, гидравлических, пневматических и комбинированных схемах (выдержка из ГОСТ 2.721—74)

Наименование	Обозначение
Поток электромагнитной энергии, сигнал электрический в одном направлении	
Поток жидкости в одном направлении	
Поток газа (воздуха) в одном направлении	
Движение прямолинейное одностороннее	
Движение вращательное одностороннее	
Движение винтовое	
Линии механической связи в гидравлических и пневматических схемах	
Линии механической связи в электрических схемах	
Регулирование. Общее обозначение	
Примеры обозначения регулируемых элементов: передача ременная с изменением передаточного отношения	
резистор регулируемый	

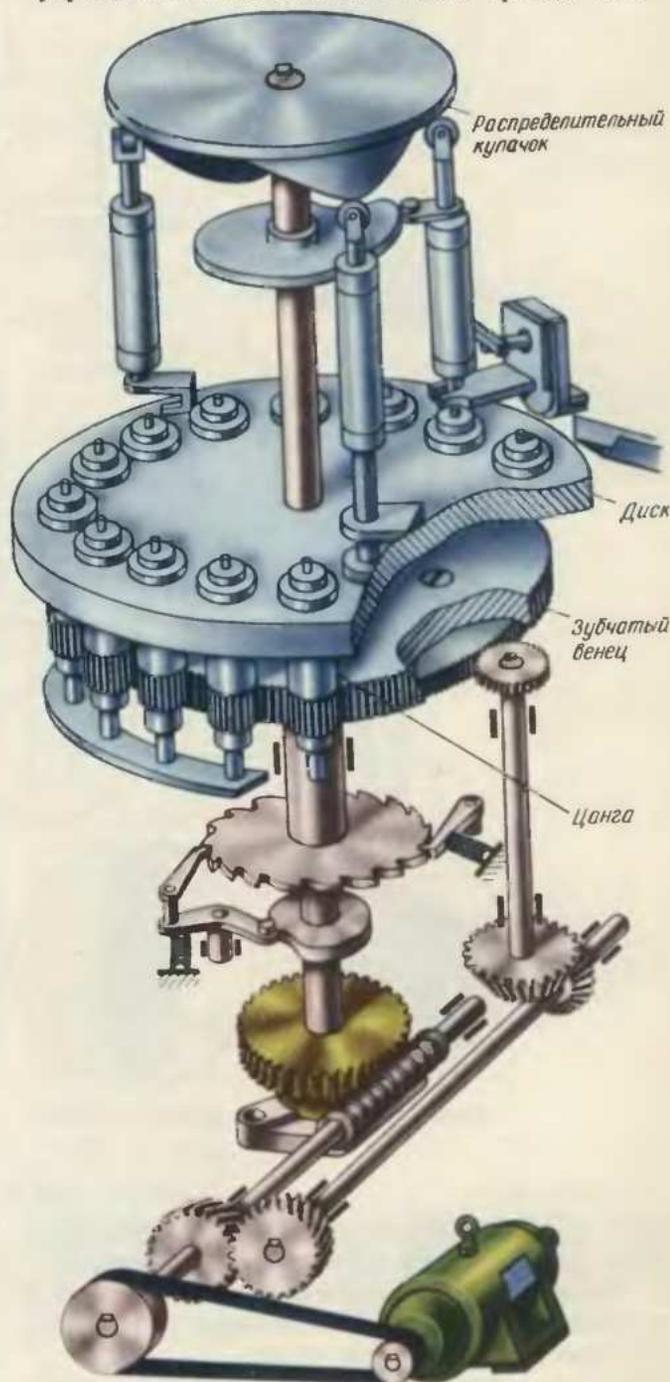


РИС. 483

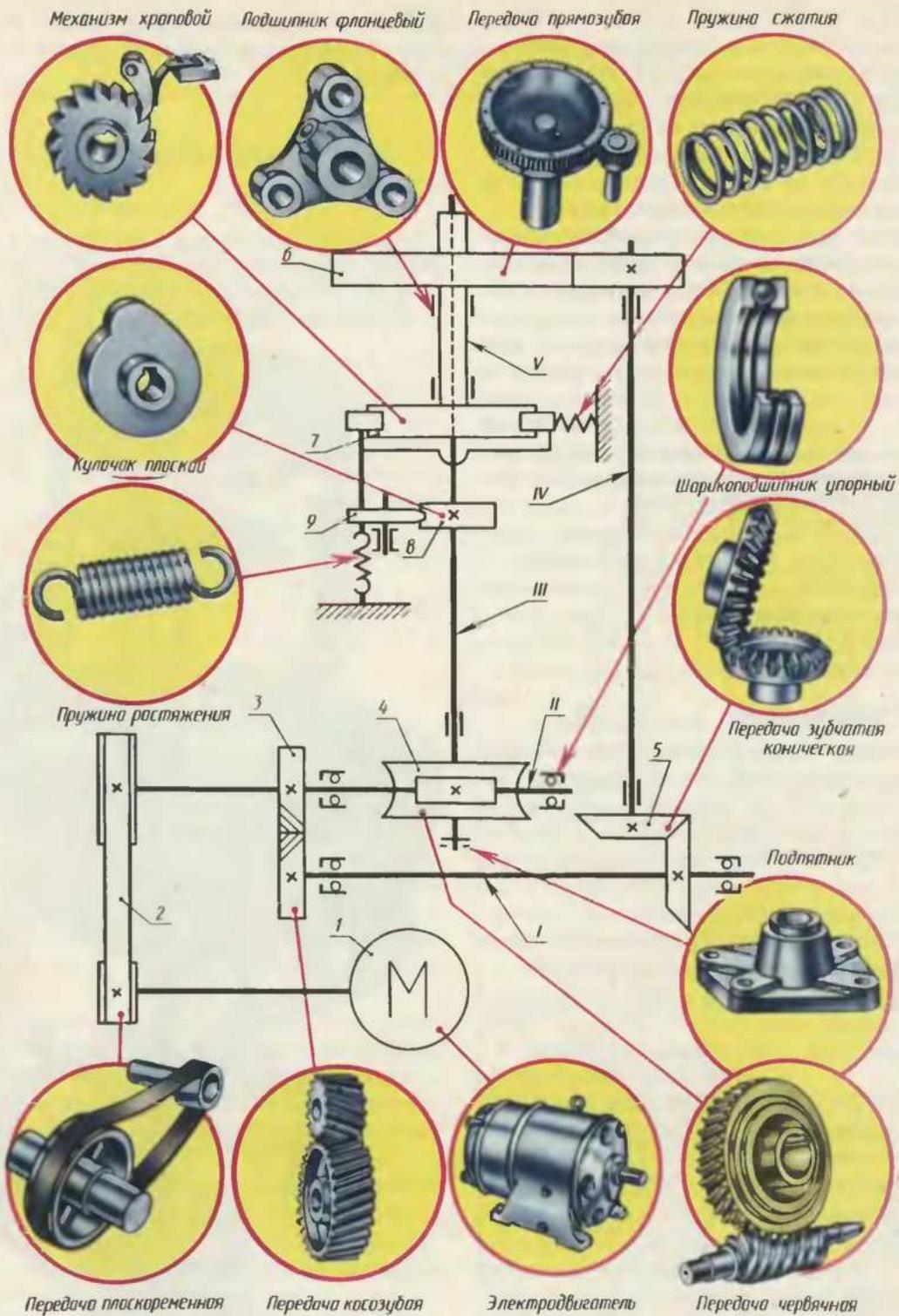


РИС. 484

мата с наглядным пояснением условных графических обозначений элементов схемы. Из этого примера видно, что условные обозначения представляют собой изображения механизмов и их составных частей, напоминающие их лишь в общих чертах.

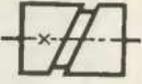
Некоторые условные графические обозначения в кинематических схемах приведены в табл. 47.

Рассмотрим пример чтения кинематической схемы. На рис. 484 показана кинематическая схема (с наглядными изображениями отдельных элементов), которая содержит: электродвигатель 1, передающий вращение червячному редуктору (передачи) 4 через ремennую передачу 2. Выходной вал III редуктора 4 вращает передачу 5. Выходной вал III редуктора 4 вращает закрепленный на нем распределительный диск 6. На

Условные графические обозначения в схемах кинематики
[выдержка из ГОСТ 2.770—68 (СТ СЭВ 2519—80)]

Наименование	Обозначение	Назначение
1. Вал, ось, стержень и т. п.		Для поддержания вращающихся деталей: зубчатых колес, шкивов, роликов и т. п. и для передачи крутящего момента (вал)
2. Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): а) радиальные б) упорные		Для поддержания вращающегося вала или оси
3. Подшипники скольжения радиальные		
4. Подшипники качения: а) радиальные б) радиально-упорные		
5. Муфта. Общее обозначение без уточнения типа Муфта упругая Муфта сцепления (управляемая). Общее обозначение		Для соединения и разъединения двух валов и предохранения от поломки при перегрузке
6. Тормоз. Общее обозначение		Для снижения скорости вращения вала или прекращения его вращения
7. Маховик на валу		Для сообщения вращения валу или винту вручную
8. Храповой зубчатый механизм с наружным зацеплением		Для осуществления периодического вращения в одном направлении

Наименование	Обозначение	Назначение
9. Передача ремнем без уточнения типа ремня		Для передачи вращения от одного вала к другому при значительном расстоянии между ними
10. Передача цепью. Общее обозначение без уточнения типа цепи		Для создания усилия, действующего на какую-либо деталь
11. Пружины: а) цилиндрические сжатия б) цилиндрические растяжения		
12. Передачи зубчатые цилиндрические: внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев) внутреннее зацепление		Для передачи вращения от одного вала к другому: а) при параллельных валах
13. Передачи зубчатые с пересекающимися валами и конические (общее обозначение без уточнения типа зубьев)		б) при пересекающихся валах
14. Передачи с цилиндрическим червяком (скрещивающиеся валь)		в) при скрещивающихся валах
15. Передачи зубчатые реечные (общее обозначение без уточнения типа зубьев)		Для преобразования вращательного движения в поступательное или наоборот

Наименование	Обозначение	Назначение
16. Кулачки барабанные, цилиндрические		Для осуществления криволинейного движения
17. Кулачки вращающиеся		Для осуществления криволинейного движения

валу III установлен (на шпонке) плоский дисковый кулачок 8, который с помощью зубчатого колеса 7 храпового механизма, установленного на полом валу V, передает периодические вращения диска 6. На валу II установлено косозубое цилиндрическое колесо 3, зацепляющееся с парным колесом, соединенным с валом I шпонкой. На конце вала I также на шпонке установлено коническое зубчатое колесо, зацепляющееся с колесом 5, которое вращает вал IV с цилиндрическим зубчатым колесом. Далее вращение сооб-

щается зубчатому диску-венцу, поворачивающему зажимные цанги.

Каждый элемент, изображенный на схеме условно, должен иметь свое обозначение: порядковый номер или буквенно-цифровое позиционное обозначение. Для каждого вида схем установлены правила нанесения таких обозначений.

На гидравлических, пневматических и электрических схемах обозначения заносятся в перечень элементов, оформляемый в виде таблицы, заполняемой сверху вниз.

На рис. 485 представлена кинематическая принципиальная схема (с более подробным оформлением) механизма подачи сверла силовой головки.

В схеме применены условные графические обозначения элементов машин и механизмов по ГОСТ 2.770—68 (СТ СЭВ 2519—80).

Правила выполнения кинематических схем изложены в ГОСТ 2.703—68 (СТ СЭВ 1187—78).

Соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов на схеме должно примерно соответствовать действительному соотношению размеров этих элементов в изделии.

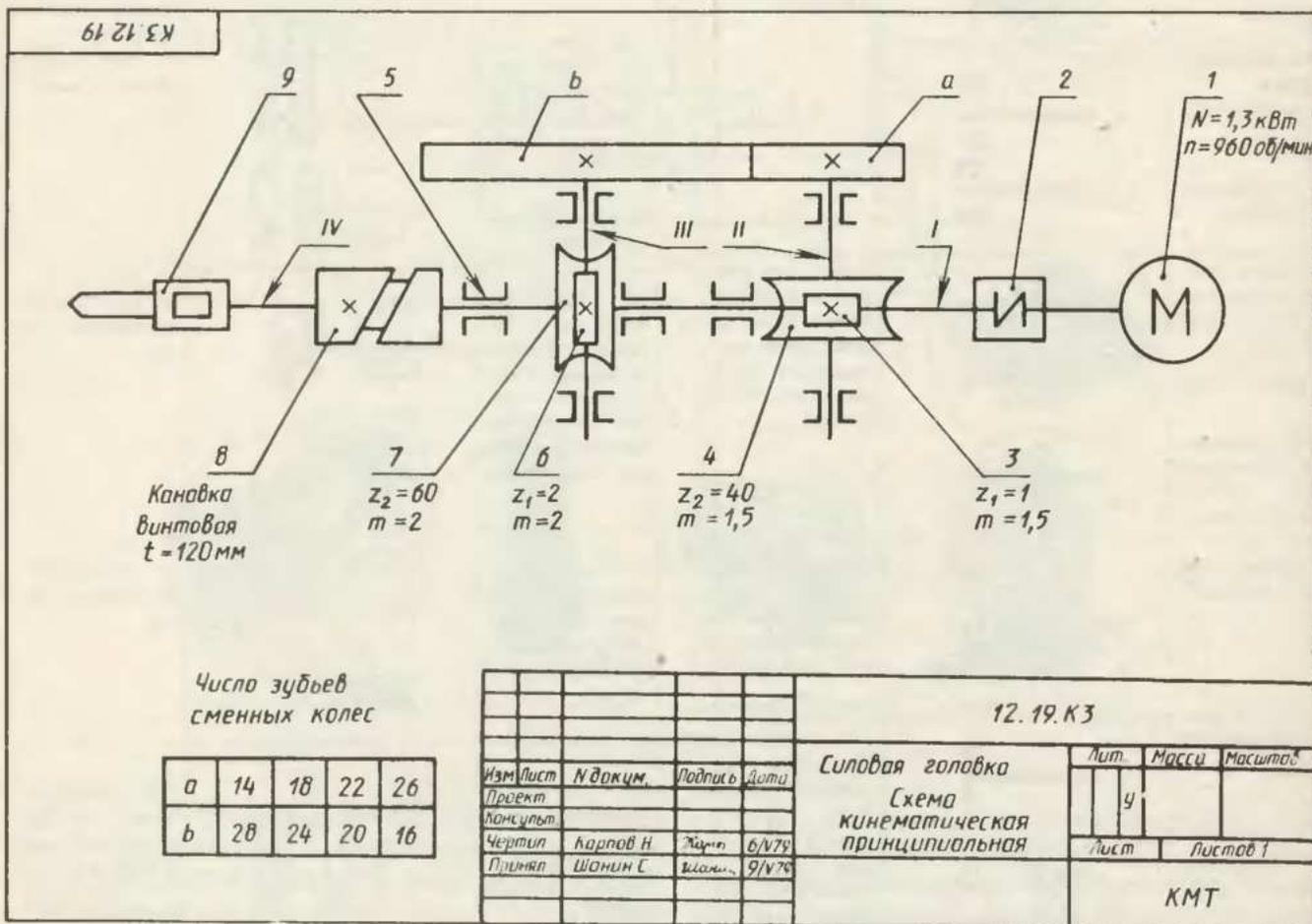


РИС. 485

На кинематических схемах валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы и т. п. изображают сплошными основными линиями толщиной s . Элементы, изображаемые условно и упрощенно, выполняют сплошными линиями толщиной $s/2$.

Кинематические схемы выполняют, как правило, в виде развертки: все геометрические оси условно считаются расположенными в одной плоскости или в параллельных плоскостях.

Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, как правило, присваивают порядковый номер, начиная от источника движения. Валы нумеруются римскими цифрами, остальные элементы — арабскими. Порядковый номер элемента представляют на полке линии-выноски. Под полкой линии-выноски указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента.

В соответствии с ГОСТ 2.703—68 ниже приводятся некоторые элементы кинематических схем и их характеристики и параметры, которые следует указывать на схеме:

- а) источник движения — наименование, тип, характеристика;
- б) шкив ременной передачи — диаметр шкива;
- в) зубчатое колесо — число зубьев, модуль, а для косозубых колес — также направление и угол наклона зубьев;
- г) червяк — модуль осевой, число заходов;
- д) ходовой винт — ход винтовой линии, число заходов, надпись «лев.» (только для левых резьб).

Чтение кинематической схемы механизма подачи силовой головки, изображенной на рис. 485, начинают с нахождения электродвигателя 1. Упругая муфта 2 соединяет вал электродвигателя 1 с валом червяка 3 первой червячной передачи. На схеме также изображены два цилиндрических сменных зубчатых колеса a и b , вторая червячная передача 6 и 7, барабанный кулачок 8, вал (шпинделя) IV и радиальный подшипник скольжения 5.

На чертеже имеется таблица, в которой указаны числа зубьев сменных колес a и b .

В основной надписи указывают наименование и обозначение схемы.

На учебных чертежах схемы обозначают упрощенно. Так, например, на рис. 485 схема обозначается: 12. 19. КЗ, где КЗ — шифр кинематической принципиальной схемы, 12 — вариант задания, 19 — номер задания.

§ 4. ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ И ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

На рис. 486 и 487 даны примеры выполнения принципиальных гидравлической и пневматической схем.

Элементы и устройства изображают на схемах, как правило, в исходном положении (например, пружины в состоянии предварительного сжатия, обратный клапан в закрытом положении и т. п.).

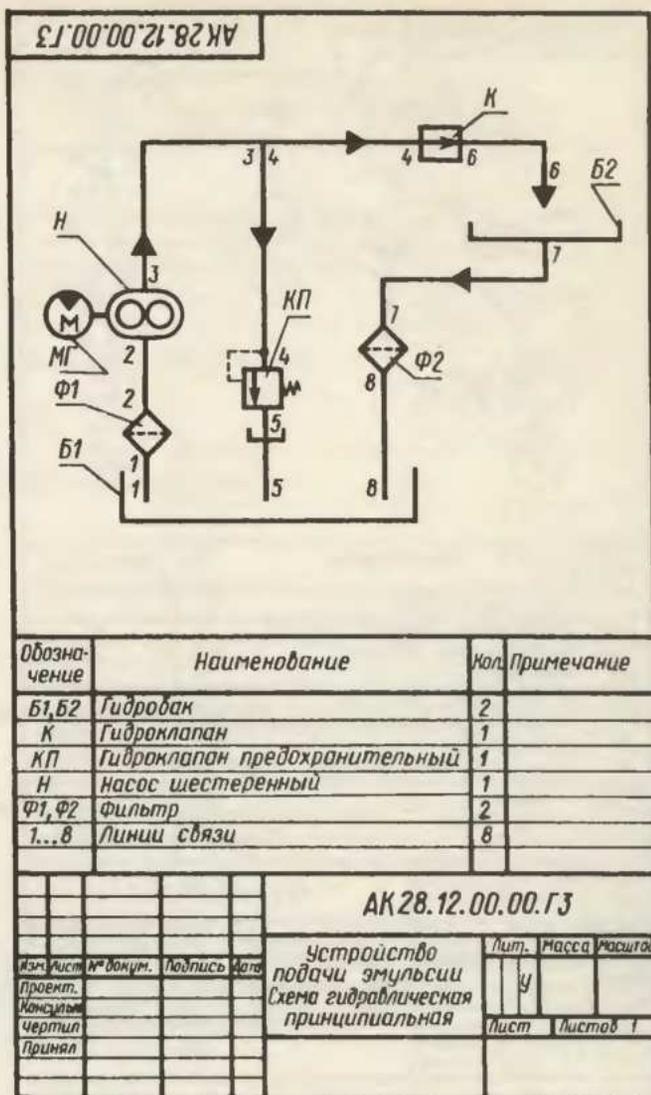


РИС. 486

Правила выполнения гидравлических и пневматических схем устанавливает ГОСТ 2.704—76 (СТ СЭВ 1981—79). Условные графические обозначения элементов, применяемых в этих схемах, выполняют по ГОСТ 2.780—68, ГОСТ 2.781—68, ГОСТ 2.782—68, ГОСТ 2.784—70 и ГОСТ 2.785—70 (табл. 48).

Каждый элемент или устройство, входящее в изделие и изображенное на схеме, имеет позиционное обозначение, состоящее из прописной буквы русского алфавита и цифры. Буквы и цифры выполняют одним размером стандартного шрифта.

Буквенное обозначение состоит из одной или двух букв: начальных или характерных в названии элемента. Например, бак — Б, клапан обратный — КО.

Таблица буквенных обозначений помещена в обязательном приложении к ГОСТ 2.704—76 (СТ СЭВ 1981—79) — «Правила выполнения гидравлических и пневматических схем» (например, гидробак — Б, гидро (пнеumo) клапан — К, гидро (пнеumo) клапан предохранительный — КП, фильтр — Ф, насос — Н и т. п.).



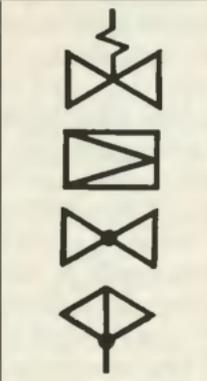
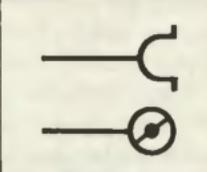
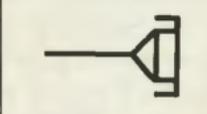
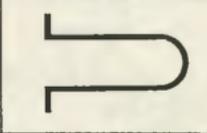
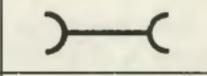
РИС. 487

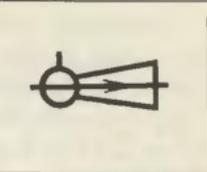
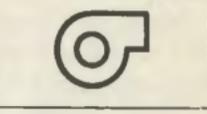
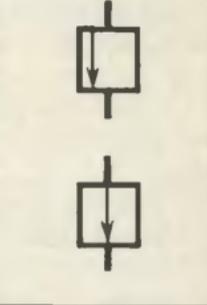
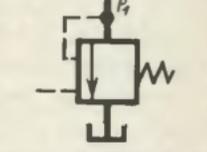
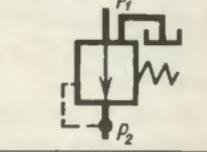
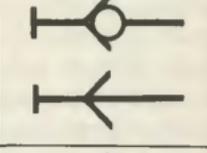
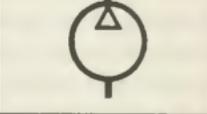
Таблица 48

Условные графические обозначения гидравлических и пневматических элементов (выдержки из ГОСТ 2.780—68, ГОСТ 2.781—68, ГОСТ 2.782—68, ГОСТ 2.784—70 и ГОСТ 2.785—70)

Наименование	Обозначение
1. Линии связи: всасывания, напора, слива управления дренажные (отвод утечек)	
2. Соединений линий связи	
3. Перекрещивание линий связи (без соединений)	
4. Подвод жидкости под давлением (без указания источника питания)	

Наименование	Обозначение
5. Слив жидкости из системы: без возможности присоединения элемента для слива с возможностью подсоединения элемента для слива	
6. Подвод воздуха (газа) под давлением (без указания источника питания)	
7. Место выпуска воздуха (газа): без возможности присоединения элемента для отвода с возможностью подсоединения элемента для отвода	
8. Детали соединений трубопроводов: тройники различные крестовины различные колена отвода с различными углами	
9. Аккумулятор гидравлический или пневматический (ресивер). Общее обозначение	
10. Гидробак: открытый под атмосферным давлением закрытый с давлением выше атмосферного закрытый с давлением ниже атмосферного	
11. Форсунка	
12. Соединение элементов трубопроводов: фланцевое муфтовое резьбовое	
13. Вентиль (клапан) запорный проходной Вентиль (клапан) регулирующий проходной Клапан обратный (клапан невозвратный) проходной (движение рабочей среды через клапан должно быть направлено от белого треугольника к черному)	

Наименование	Обозначение
14. Клапан предохранительный проходной Клапан редукционный (вершина треугольника должна быть направлена в сторону повышенного давления) Кран проходной Смеситель. Общее обозначение	
15. Заборник воздуха: из атмосферы от двигателя	
16. Присоединительное устройство к другим системам (к испытательным и промывочным машинам, кондиционерам и т. п.)	
17. Компенсатор. Общее обозначение	
18. Муфта. Общее обозначение	
19. Насос ручной	
20. Насос лопастной центробежный	
21. Насос ротационный лопастной (пластинчатый)	
22. Цилиндр пневматический. Общее обозначение	
23. Насос шестеренный	

Наименование	Обозначение
24. Насос струйный (эжектор, инжектор, элеватор водоструйный и пароструйный). Общее обозначение	
25. Вентилятор центробежный	
26. Регулирующий орган: нормально закрытый нормально открытый	
27. Клапан предохранительный с собственным управлением	
28. Клапан редукционный (клапан, поддерживающий постоянное давление на выходе)	
29. Быстроразъемное соединение в разъединенном положении: без запорного элемента с запорным элементом	
30. Компрессор	
31. Гидромотор (общее обозначение)	
32. Пневмомотор (общее обозначение)	
33. Фильтр для жидкости или воздуха	

Порядковый номер, входящий в цифровое обозначение элемента, назначается с единицы в пределах группы одинаковых элементов с одинаковыми буквенными обозначениями. Например, фильтр — Ф1, Ф2 (см. рис. 486 и 487).

Порядковые номера обозначаются большей частью в зависимости от расположения элементов на схеме, а именно: сверху вниз и слева направо.

Позиционное обозначение наносят на схеме рядом, справа или над условным графическим изображением элемента.

Данные об элементах записываются, как было сказано, в таблицу перечня элементов, размещаемую над основной надписью схемы на расстоянии не менее 8...12 мм. Форму и размеры таблицы см. на рис. 487.

Если вся таблица перечня не помещается над основной надписью, то часть ее размещается слева, с повторением «головки» таблицы.

При большом количестве различных элементов таблицу перечня выполняют на отдельном листе формата А4.

В графах перечня указывают:

1) В графе «Обозначение» — позиционное буквенно-цифровое обозначение элемента на схеме (например, КО на рис. 487) в алфавитном порядке.

2) В графе «Наименование» — наименование элемента с его краткой характеристикой, которую можно записывать в графе «Примечание».

Одинаковые элементы допускается записывать в таблицу в одну строку (например, «Фильтр» на рис. 486 и 487), тогда в графу «Обозначение» заносят два буквенно-цифровых обозначения.

3) В графе «Кол.» заносят количество одинаковых элементов.

Линии связи (трубопроводы) на схеме обозначают порядковыми номерами (начиная с единицы), которые на схеме проставляют около концов изображения этих линий. На линиях связи допускается указывать направление потока рабочей среды (жидкости, воздуха) в виде треугольников.

Если линия связи представляет собой внутренний канал в каком-либо элементе, то перед порядковым номером линии связи через точку ставят номер этого элемента (например, линии связи в предохранительном клапане КП на рис. 487 не показаны).

На рис. 486 представлена принципиальная гидравлическая схема устройства подачи эмульсии. Эмульсия представляет собой специальную жидкость, предназначенную для охлаждения инструмента и деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках.

Эмульсия из бака Б1 всасывается через фильтр Ф1 посредством шестеренного насоса Н и подается через клапан К к месту слива, где происходит охлаждение обрабатываемой детали. После осуществления охлаждения эмульсия попадает в бак Б2 и через фильтр Ф2 возвращается в бак Б1. Прекращение подачи эмульсии на охлаждение обеспечивается закрытием клапана К.

При закрытом клапане К и продолжающейся работе

насоса Н может возникнуть избыточное давление, в результате чего откроется предохранительный клапан КП, через который эмульсия будет сливаться обратно в бак Б1.

На рис. 487 представлена принципиальная пневматическая схема устройства подачи сжатого воздуха к пневматическому инструменту. Атмосферный воздух через заборник З попадает в компрессор КМ. Сжатый воздух из компрессора КМ поступает через фильтр-влагодетелитель Ф1 и через обратный клапан КО в воздухохоборник РС, где создается запас сжатого воздуха с относительно высоким давлением.

Через фильтр-влагодетелитель Ф2 сжатый воздух давлением p_1 поступает в регулятор давления КД, который понижает давление до постоянной величины p_2 , при которой должен работать пневмомотор М.

При открывании клапана управления КВ (клапан выдержки времени) сжатый воздух давлением p_2 попадает к пневмомотору М, который и приводит в действие пневматический инструмент.

При подъеме давления воздуха в воздухохоборнике РС выше допустимой величины срабатывает предохранительный клапан КП. При этом часть воздуха из воздухозаборника выпускается в атмосферу, благодаря чему давление в воздухозаборнике понижается до допустимой величины. Обратный клапан КО предотвращает утечку воздуха из воздухохоборника в случае прекращения работы компрессора КМ.

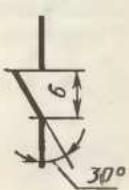
§ 5. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА

Электрические схемы имеют классификацию, термины и определения, которые устанавливает ГОСТ 2.701—84. Они выполняются в соответствии с ГОСТ 2.702—75 — «Схемы электрические. Общие требования к выполнению». Существует значительное количество стандартов, содержащих условные графические обозначения элементов, применяемых в электрических схемах (примеры некоторых обозначений приведены в табл. 49).

Таблица 49

Условные графические обозначения электрических элементов

[выдержки из ГОСТ 2.722—68, ГОСТ 2.723—68 (СТ СЭВ 869—78), ГОСТ 2.727—68 (СТ СЭВ 862—78), ГОСТ 2.728—74 (СТ СЭВ 863—78, СТ СЭВ 864—78), ГОСТ 2.729—68 (СТ СЭВ 2830—80), ГОСТ 2.730—73 (СТ СЭВ 661—77)]

Наименование	Обозначение
Выключатель однополюсный	

Наименование	Обозначение
Выключатель трехполюсный	
Спектр электрической машины	
Ротор электрической машины	
Машина электрическая. Общее обозначение (например, двигатель)	
Контакт коммутационного устройства переключающий	
Линии электрической связи пересекающиеся, электрически несоединенные	
Катушка электромеханического устройства	
Воспринимающая часть электротеплового реле	
Выключатель кнопочный нажимной с контактом замыкающим (а) и размыкающим (б)	
Реле электротепловое без самовозврата, с возвратом нажатием кнопки	

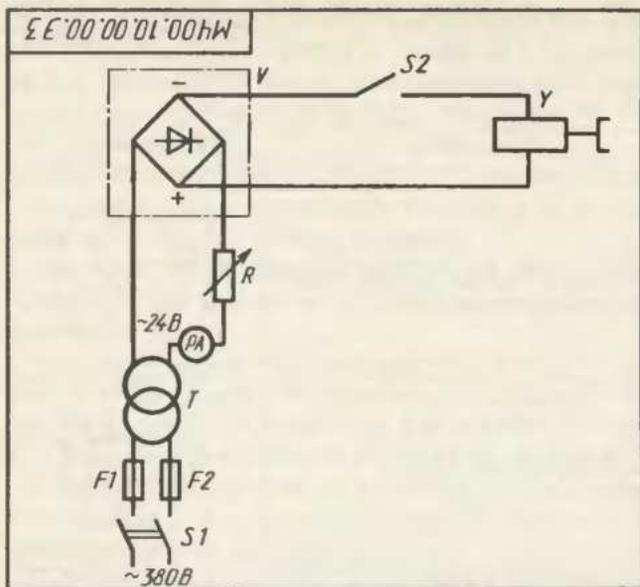
Наименование	Обозначение
Трансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником	
Муфта электромагнитная	
Выпрямитель	
Амперметр	
Предохранитель плавкий	
Резистор (активное сопротивление)	

На рис. 488 приведена принципиальная электрическая схема питания электроэнергией электромагнитной муфты.

Линии электрической связи (проводов) должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков, обычно выполняемых толщиной 0,3...0,4 мм. Промежуток между любыми двумя параллельными линиями должен быть не менее 2 мм. Условные графические обозначения элементов вычерчивают на схеме линиями 1,8...1,4 мм.

На схеме рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей изделия (род тока, напряжение, частота и т. п.). Схемы вычерчивают для изделий, находящихся в отключенном положении.

Каждый элемент, входящий в изделие и изображенный на схеме, имеет буквенно-цифровое позиционное обозначение, составленное из буквенного обозначения и порядкового номера, проставленного после буквенного обозначения.



Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
F1, F2	Предохранитель	2	
PA	Амперметр	1	
R	Резистор	1	
S1, S2	Выключатель	2	
VD	Устройство выпрямительное	1	
T	Трансформатор	1	
Y	Муфта электромагнитная	1	

M400.10.00.00.33			
Муфта электромагнитная			
Схема электрическая принципиальная			
Лит.	Масса	Машинов.	
У			
Лист	Листов 1		

РИС. 488

Стандарты устанавливают буквенно-цифровые позиционные обозначения для наиболее распространенных элементов. Например, резистор — R; конденса-

тор — C; дроссель и катушка индуктивности — L; амперметр — PA; вольтметр — VP; батарея аккумуляторная (или гальваническая) — GB; выключатель (переключатель, ключ, контроллер и т. п.) — S; генератор — G; транзистор и диод полупроводниковый, выпрямительное устройство — VD; двигатель (мотор) — M; предохранитель — F; трансформатор — VT; электромагнит (или муфта электромагнитная) — Y.

Порядковые номера элементам присваивают, начиная с единицы в пределах группы элементов с одинаковым буквенным обозначением (например, B1, B2, B3 и т. п.). Если в изделие входит только один элемент данной группы, то порядковый номер в его позиционном обозначении может не указываться. Цифры порядковых номеров элементов и их буквенные позиционные обозначения выполняются шрифтом одного размера.

Позиционные обозначения заносятся в перечень элементов; последовательность и порядок записи позиционных обозначений устанавливает ГОСТ 2.710—81 (СТ СЭВ 2182—80).

Электромагнитная муфта (см. рис. 488) питается постоянным током, напряжение которого по условиям техники безопасности не должно превышать 24 В. При напряжении сети переменного тока 380 В питание электромагнитной муфты Y осуществляется через однофазный трансформатор T (с ферромагнитным сердечником) и выпрямительное устройство (выполненное с применением полупроводниковых диодов). При подключении первичной обмотки трансформатора T к сети переменного тока напряжением 380 В (при помощи двухполюсного выключателя S1) напряжение на его вторичной обмотке будет равно 24 В. При помощи выпрямительного устройства переменный ток преобразуется в постоянный. Для приведения в действие электромагнитной муфты Y в цепи ее питания установлен выключатель S2. Необходимый режим работы устанавливается при помощи регулируемого резистора R и амперметра PA. Для защиты основных элементов схемы от перегрузок или от тока короткого замыкания предусмотрены плавкие предохранители F1 и F2.

ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В данной главе даны некоторые сведения о строительном черчении.

Строительное черчение разделяется на инженерно-строительное и архитектурно-строительное.

К инженерно-строительным чертежам относятся чертежи мостов, тоннелей, плотин, каналов, шахт, оборонных сооружений и т. п., а к архитектурно-строительным чертежам — чертежи зданий гражданских и промышленных сооружений.

Чертежи зданий содержат изображения фасадов, планов и частей: крыш, междуэтажных перекрытий, фундаментов, стен, колонн, лестничных клеток, металлоконструкций и т. п. Комплекс зданий и сооружений архитектурно-строительного объекта изображается на чертежах генеральных планов. Строительные чертежи, с которыми встречаются учащиеся машиностроительного техникума при курсовом и дипломном проектировании, имеют много общего с машиностроительными.

Учащемуся в основном придется выполнять архитектурно-строительные чертежи (при дипломном проектировании цехов машиностроительных заводов) и чертежи генеральных планов.

Хорошо усвоив правила выполнения и чтения машиностроительных чертежей, а также ГОСТы ЕСКД и СТ СЭВ, легко овладеть основами строительного черчения.

§ 2. СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Строительство инженерных сооружений производится по утвержденным проектам и сметам.

Обычно проектирование состоит из двух стадий.

Первая стадия проектирования — **технический проект**. В состав технического проекта входят архитектурно-строительные чертежи: генеральные планы,

фасады, планы этажей, вертикальные разрезы зданий без детальной проработки.

Вторая стадия проектирования — **рабочие чертежи**, которые разрабатываются на основе утвержденного технического проекта.

§ 3. ЧЕРТЕЖИ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ

На рис. 489 представлен (в упрощенном виде) генеральный план реконструкции техникума. Генеральный план является основным документом, на котором показаны размеры и конфигурация территории объекта, размещение и габариты имеющихся или проектируемых зданий и сооружений, расположение санитарно-защитных зон, благоустройство территории. Чертеж генерального плана предприятия должен быть увязан с чертежами районной планировки строительных объектов.

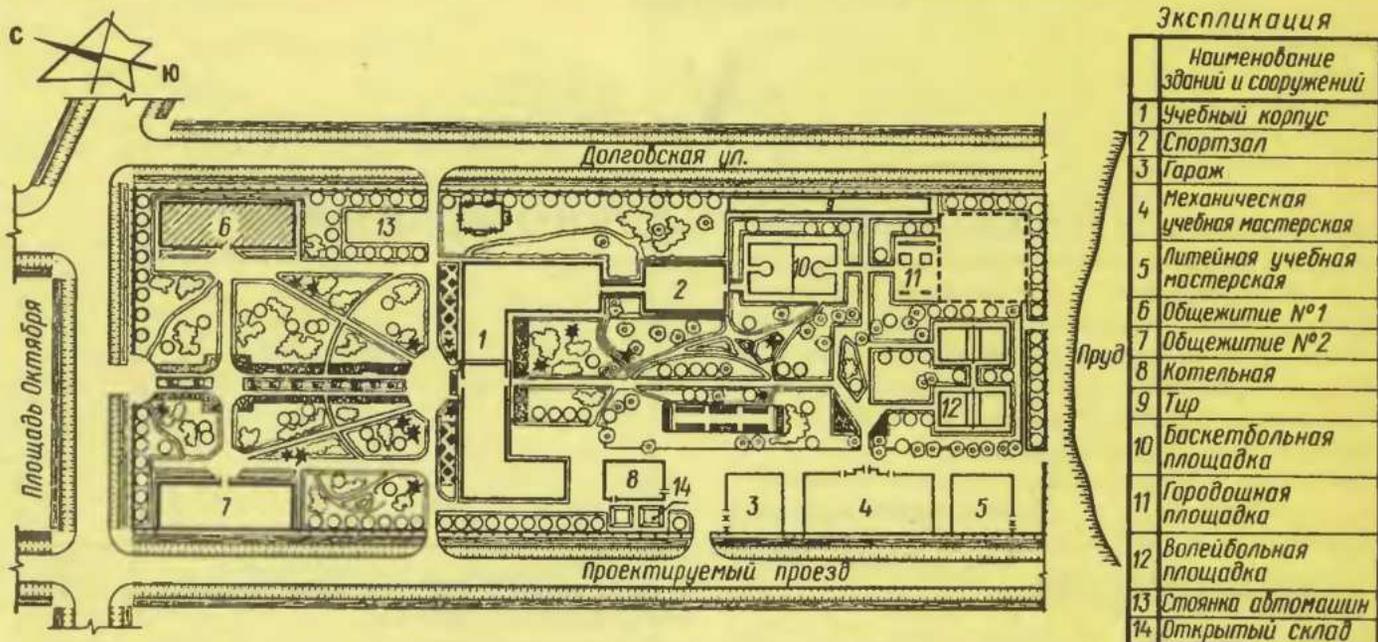
В некоторых случаях генеральный план выполняют в перспективе (рис. 490).

При выполнении чертежей генеральных планов необходимо пользоваться стандартными условными изображениями элементов данного объекта (табл. 50).

Так, например, на генеральном плане (рис. 489) видно, что существующие корпуса изображены сплошными толстыми линиями, проектируемые здания и пристройки — сплошными тонкими линиями; намеченное к сносу здание жилого дома — сплошными утолщенными линиями с крестиками.

На чертеже генерального плана сверху слева стрелками и буквами указывается направление сторон света; здесь же изображается фигура в виде многоугольника, показывающая направление господствующих ветров (роза ветров).

На генеральном плане помещают экспликацию объектов с указанием порядкового номера объекта и его наименования (номера объектов идут сверху вниз), а также линейный масштаб.



Экспликация

Номер	Наименование зданий и сооружений
1	Учебный корпус
2	Спортзал
3	Гараж
4	Механическая учебная мастерская
5	Литейная учебная мастерская
6	Общежитие №1
7	Общежитие №2
8	Котельная
9	Тир
10	баскетбольная площадка
11	Городишная площадка
12	волейбольная площадка
13	Стоянка автомашин
14	Открытый склад

М 1:500

РИС. 489

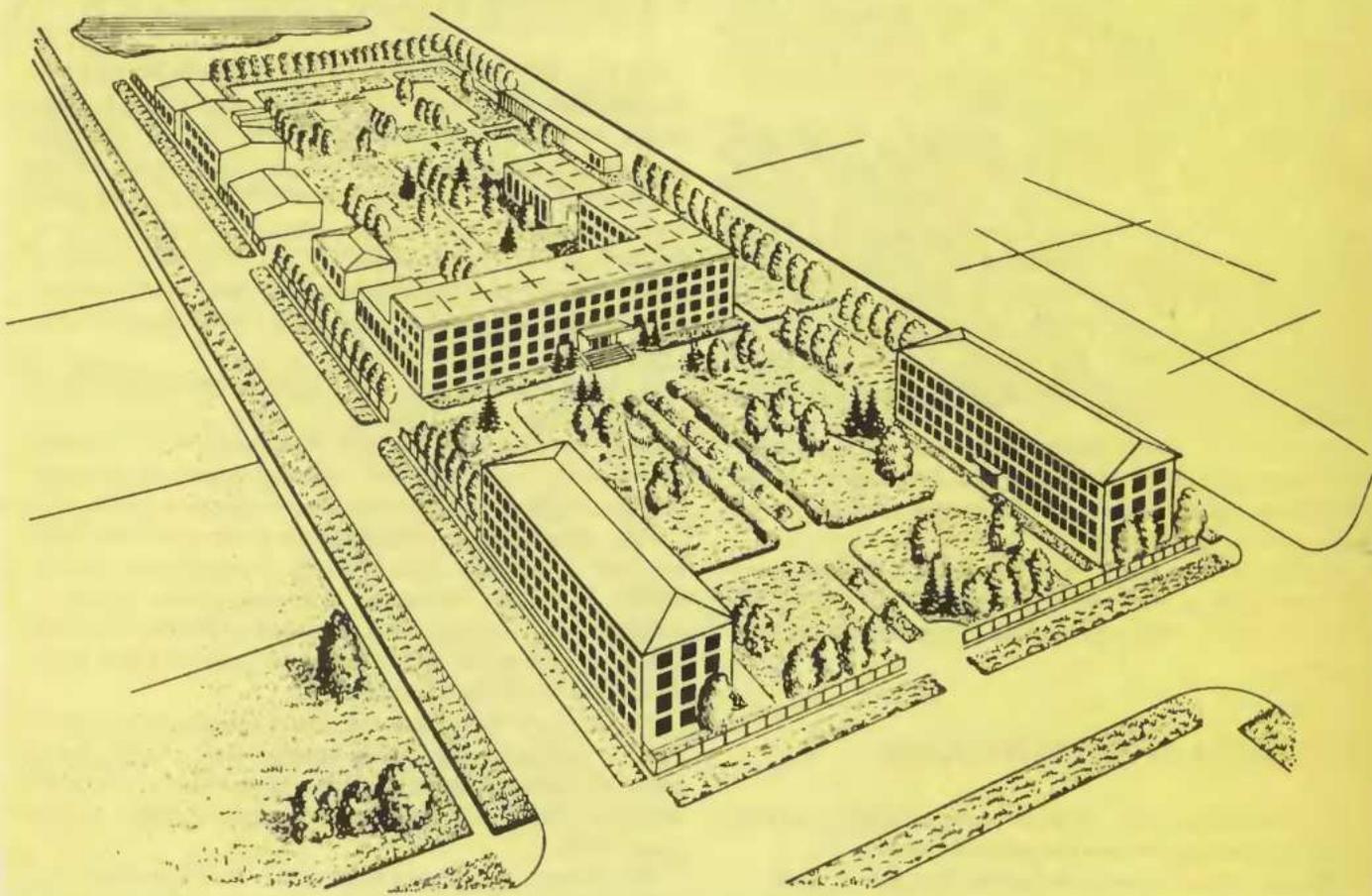


РИС. 490

Условные обозначения элементов генерального плана

Наименование	Обозначение
Здание проектируемое	
Здание существующее сохраняемое	
Здание существующее разбираемое	
Здание существующее реконструируемое	
Площадка резервная для строительства здания	
Ограда (независимо от материала)	
Путь рельсовый проектируемый, нормальной колеи	
Дорога безрельсовая	
Площадка открытого склада (сыпучих материалов)	

Конструктивными элементами называются отдельные самостоятельные части здания или сооружения: фундамент, перекрытие, лестничный марш, оконный и дверной блок, стена и т. п.

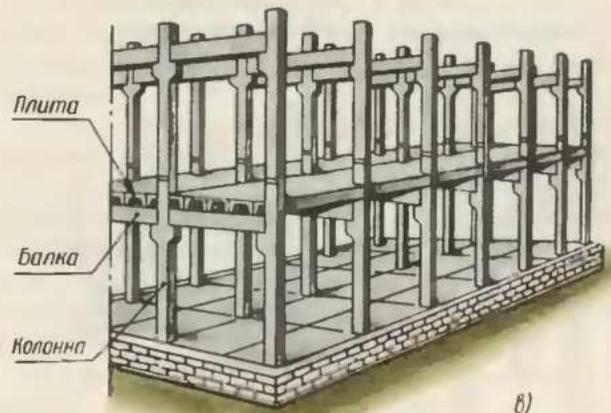
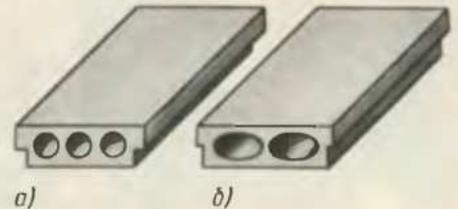
В нашей стране за короткий срок была создана мощная строительная индустрия. В настоящее время наиболее прогрессивным методом строительства является монтаж (сборка) здания из элементов или деталей, изготовленных на заводах и домостроительных комбинатах. Типовые изделия в готовом виде поступают на строительную площадку, где из них монтируется здание.

Основными конструктивными элементами здания являются типовые железобетонные изделия (рис. 491 и 492).

Рассмотрим отдельные части зданий.

Фундаментом называется подземная часть здания, которая передает нагрузку от веса здания на грунт. Фундаменты выполняют из камня, кирпича, бетона, а также из типовых железобетонных блоков.

В зависимости от конструкции различают фундаменты ленточные, свайные, стального типа, сплошные (рис. 493). Ленточные непрерывные фундаменты укладывают под здания с несущими стенами. Свайный



На генеральных планах ввиду больших размеров изображаемых зданий и сооружений применяют масштабы уменьшения: 1:200, 1:400, 1:1000 и др.

РИС. 491

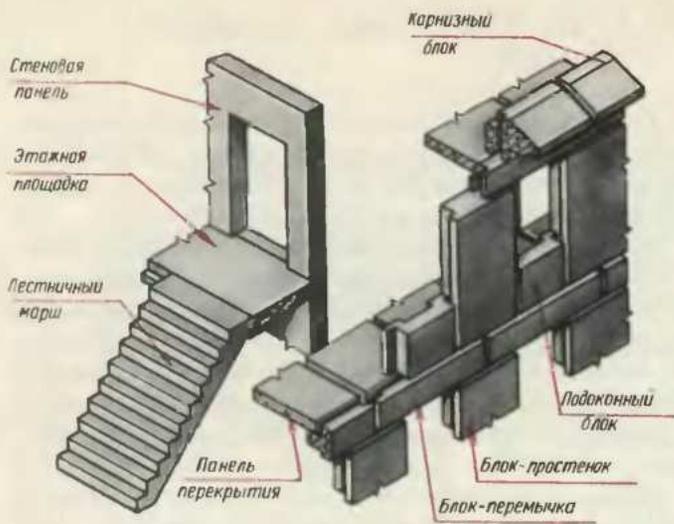
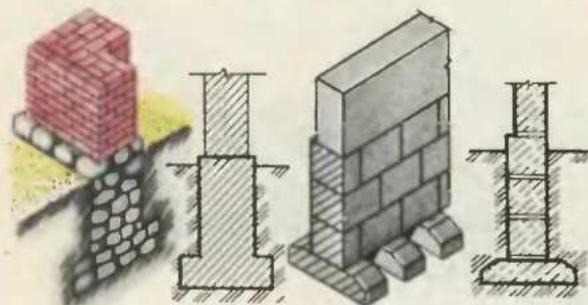


РИС. 492

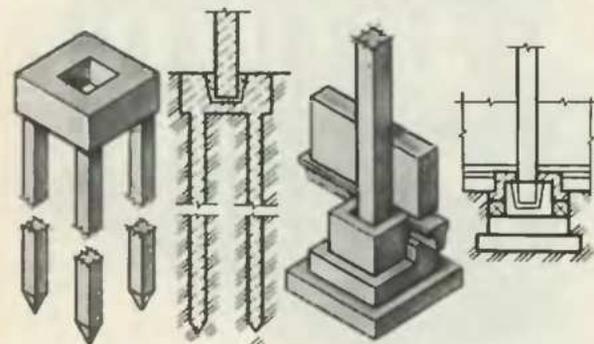
фундамент применяется при строительстве на слабом грунте; в таких случаях сваи забивают в грунт при помощи вибраторов и других механизмов.

Стены здания могут быть наружными и внутренними. Стены, воспринимающие нагрузки от перекрытий, крыши, оборудования, называются несущими. Стены



Фундамент ленточный из бутового камня

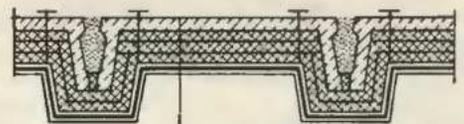
Фундамент ленточный облегченный сборный



Фундамент свайный монолитный

Фундамент ступенчатый столбчатого типа

РИС. 493

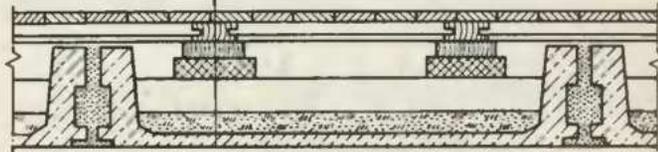


Плита перекрытия
Лакокраска холодным битумом
3 слоя изоляции на горячей мастике
Стержень $\Phi 6$ через 60 см
Штукатурка по сетке

а)

Щитовой паркет

Непрерывная лага сеч. 8×16 через 70 см
Упругая прокладка 10×20 см
Просеянный шлак
Промазка битумом
Железобетонная ребристая плита



б)



Релин или цинклеум на мастике
Полутвердые древесно-слоистые плиты на битумной мастике
Шлакобетон 40 мм
Бетонная подготовка
Грунт со щебнем

в)

РИС. 494

зданий состоят из кирпича или железобетонных блоков.

В лестничной клетке здания расположены лестничные марши (набор ступеней), заделанные концами в этажные площадки (см. рис. 492).

Перекрытия разделяют внутреннюю часть здания на этажи. В зависимости от расположения различают перекрытия чердачные (рис. 494, а), междуэтажные (рис. 494, б) и надподвальные (рис. 494, в).

§ 5. ЧЕРТЕЖИ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

Проекция здания на вертикальную (фронтальную) плоскость называется фасадом. Он должен давать представление о внешнем виде сооружения.

На фасаде показывают: координационные оси, проходящие в характерных местах фасадов, отметки уровня земли, входных площадок, этажей и других элементов фасадов, расположенных в разных уровнях. На рис. 495 выполнен учебный чертеж фасада здания.

Фасады именуются по крайним разбивочным осям, например, фасад 1—6; фасад 6—1; фасад Г—А; фасад А—Г.

На рис. 495 изображен и обозначен фасад 1—6.

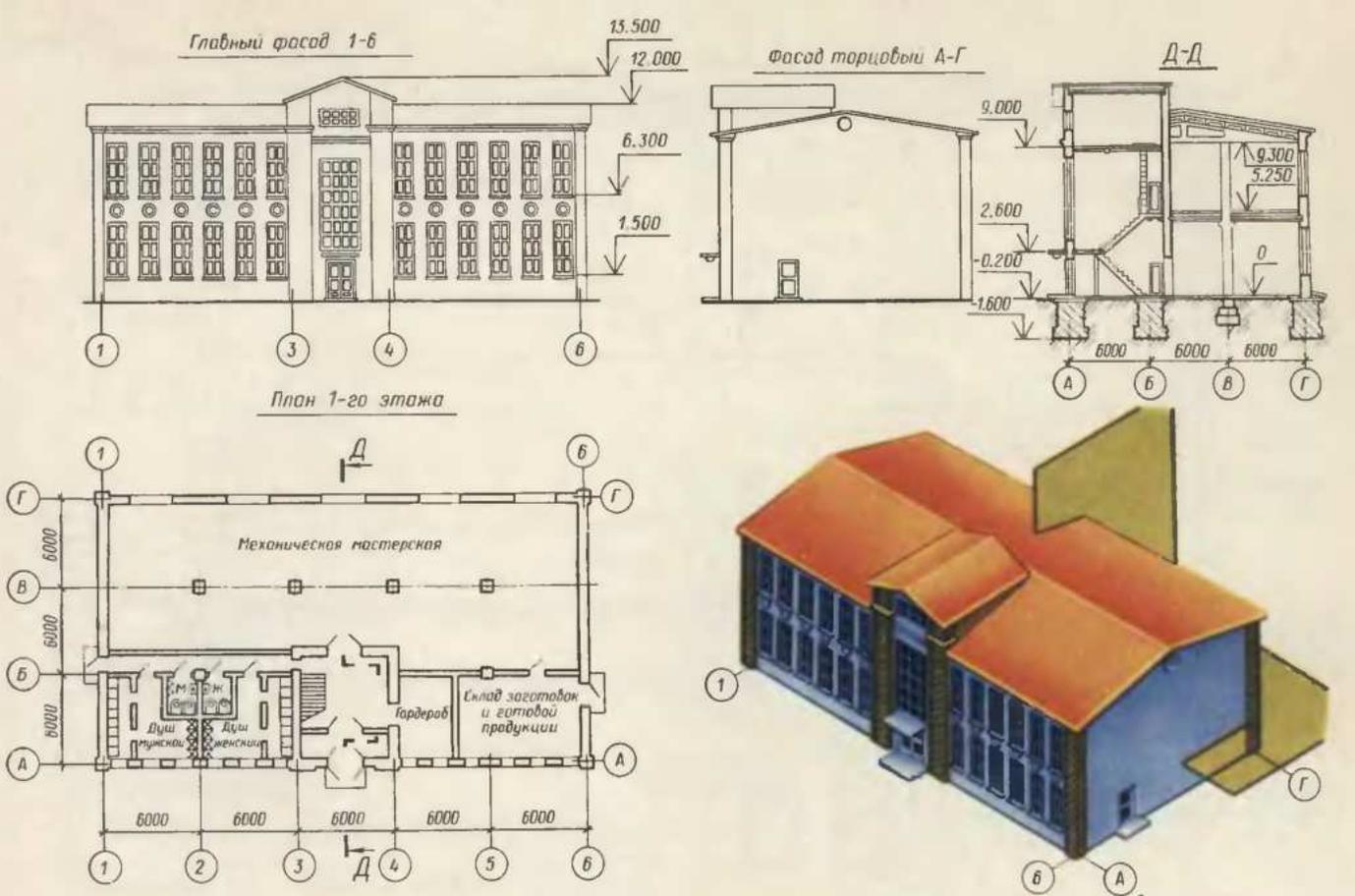


РИС. 495

§ 6. ЧЕРТЕЖИ ПЛАНОВ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЙ

План этажа изображается как разрез горизонтальной плоскостью, проходящей в пределах дверных и оконных проемов (рис. 495).

По плану этажей судят о размерах и расположении помещений, дверей, окон, толщине стен и других конструктивных элементах.

Вычерчивание планов начинают с изображения разбивочных осей, которые определяют расположение стен и колонн в здании.

Расстояния между разбивочными осями берутся по единой модульной системе и должны быть кратными основному модулю М, который равен 100 мм.

Для шагов разбивочных осей применяются и укрупненные модули, равные 200, 300, 500, 1200, 1500, 3000 и 6000 мм и обозначаемые соответственно 2М, 3М, 5М, 12М, 30М и 60М.

Для назначения размеров сечений колонн, балок

и плит используются дробные модули: 1/2М, 1/5М, 1/10М.

Модульная система размеров способствует типизации и стандартизации в строительстве.

Оси, расположенные поперек здания, обозначаются слева направо цифрами, а оси, расположенные вдоль здания, обозначаются снизу вверх буквами русского алфавита.

На рис. 495 выполнен учебный чертеж плана первого этажа здания.

Стены, попавшие в разрез, обычно не заштриховывают. Контуры наружных и капитальных внутренних стен и колонн, лежащих в секущей плоскости, изображают сплошной толстой линией, а контуры междуконнатных перегородок, дверей и окон — сплошной тонкой линией.

При вычерчивании окон, дверей, ворот и других элементов зданий применяются условные стандартные графические обозначения, которые показывают, в какую сторону открываются окна, двери и ворота.

Примеры условных графических обозначений приведены в табл. 51.

Условные изображения окон и дверей
(ГОСТ 21.107—78)

Наименование	Изображение	Наименование	Изображение
Проем без четвертей в стене или перегородке		Дверь складчатая в проеме с четвертями в плане	
Проем оконный без четвертей в плане и разрезе		Дверь откатная однопольная в плане	
Проем оконный с четвертями в плане и разрезе		Дверь вращающаяся в плане	
Переплет оконный одинарный и спаренный с боковым подвесом на фасаде, открывающийся наружу и внутрь		Перегорodka в плане и разрезе	
Переплет оконный одинарный и спаренный с верхним подвесом на фасаде, открывающийся наружу и внутрь		Перегорodka сборная щитовая в плане	
Дверь однопольная в проеме без четвертей в плане		Перегорodka из стеклоблоков в плане	
Дверь двупольная в проеме без четвертей в плане		Кабины душевые в плане	
Дверь однопольная в проеме с четвертями в плане		Кабины уборных в плане:	
Дверь двупольная в проеме с четвертями в плане		а) в масштабе до 1:200	
Дверь однопольная с качающимся полотном в плане		б) в масштабе более 1:200	
		Шкаф встроенный в плане	

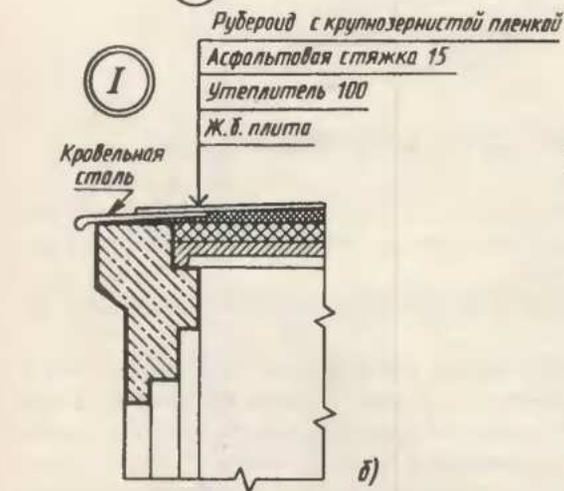
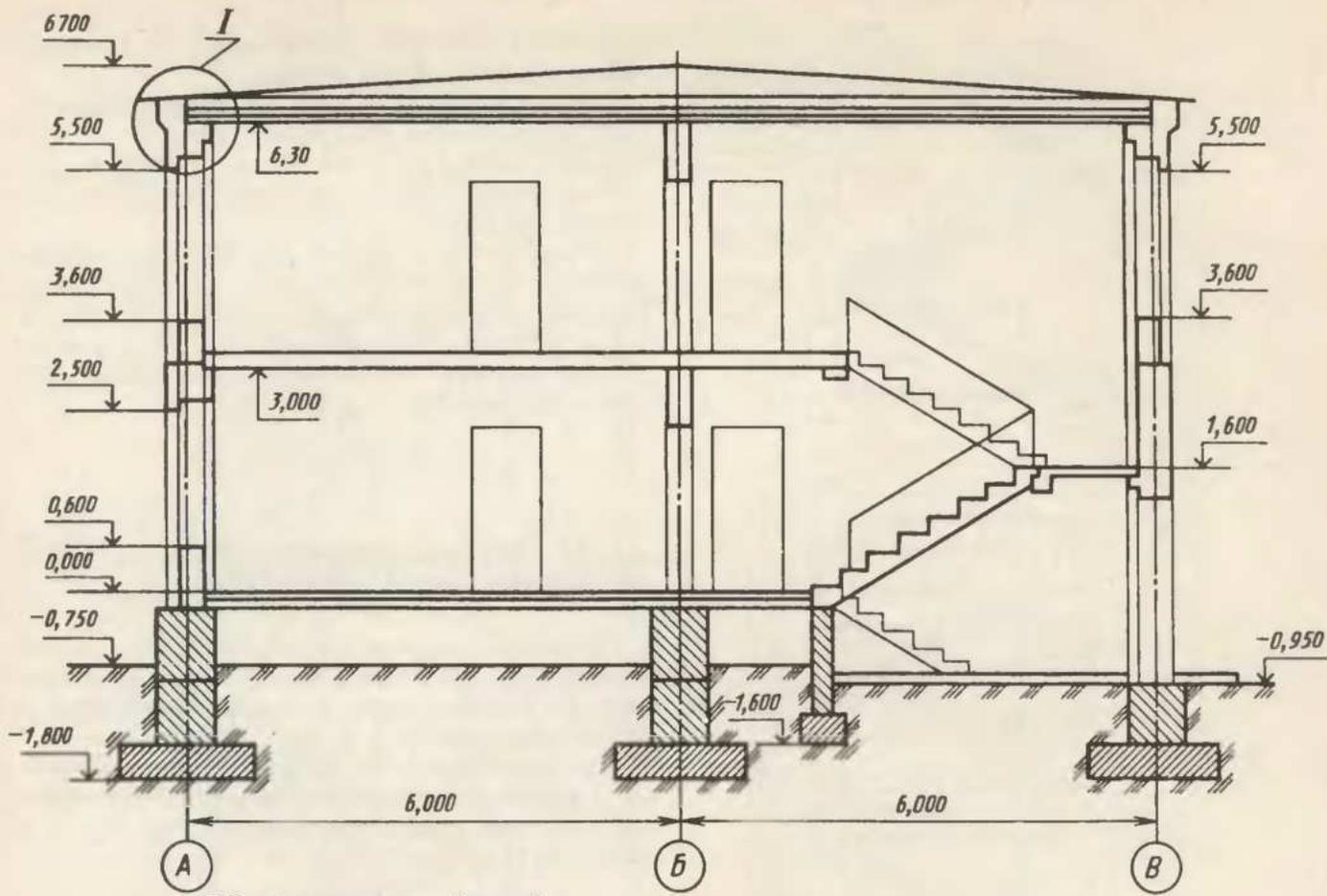


РИС. 496

в другую группу — чертежи для строительства надземной части здания.

Элементы здания, попавшие в разрез, подробно не вычерчивают, а изображают лишь их контуры, которые обводят утолщенной линией.

При необходимости отдельные участки фасадов или разрезов выполняют в более крупном масштабе в виде выносных элементов (см., например, выносные элементы I на рис. 496, б).

Условные графические обозначения материалов в разрезах и на фасадах, а также правила их нанесения на чертежах одинаковы с обозначениями, применяемыми на машиностроительных чертежах.

На строительных чертежах штриховку грунта в сечении наносят узкой полосой равномерной ширины (рис. 496, а).

На рис. 495 выполнен учебный чертеж здания с применением сложного вертикального разреза Д—Д.

При выполнении разрезов на чертежах зданий лестничные клетки показывают условно (рис. 496, а).

Лестничную клетку пересекают фронтальной (вертикальной) плоскостью; на полученном разрезе А—А марши, пересеченные плоскостью, заштриховывают и вычерчивают более толстой линией (рис. 497).

В условных изображениях наклонных спусков стрел-

§ 7. ЧЕРТЕЖИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ ЗДАНИЙ

Для выявления внутреннего вида здания и расположения архитектурных элементов интерьера выполняют простые и сложные вертикальные разрезы. На вертикальных разрезах зданий наносят высоты этажей, дверных и оконных проемов, а также высотные отметки уровней полов, площадок лестницы (рис. 496). Архитектурно-строительные чертежи зданий обычно разделяют на две группы: в одну группу входят чертежи (нулевой цикл) для строительства подземной части здания, например фундамента, подвала и т. п., а

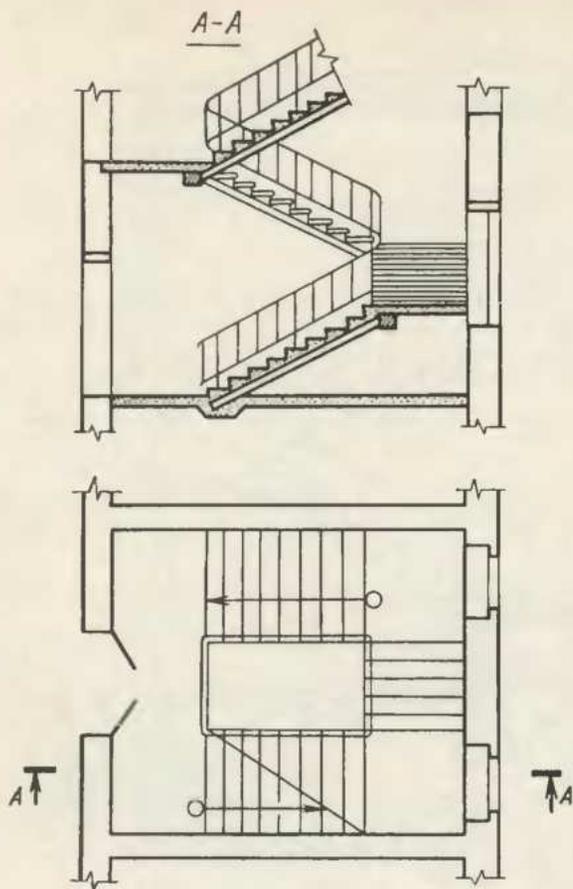


РИС. 497

кой показывают направление спуска. Кружки у начала стрелки и концы стрелок ставят у края площадки этажа, к которому относится план (рис. 497).

§ 8. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

По ГОСТ 21.105—79 размеры на строительных чертежах наносят на планах и разрезах зданий в миллиметрах. Допускается наносить размеры в сантиметрах и метрах с обозначением единицы измерения.

Размеры на строительных чертежах наносят в виде замкнутой цепи. Чтобы ограничить размерные линии, на пересечении размерных линий с выносными линиями допускается вместо стрелок применять засечки под углом 45° к размерной линии (см. рис. 495). По ГОСТ 21.105—79 отметки уровня (высоты, глубины)

берутся от какого-либо отсчетного уровня — элемента здания, принимаемого за нулевой.

В качестве нулевой отметки для зданий принимают, как правило, уровень пола первого этажа.

Знаки отметки уровня представляют собой стрелку с горизонтальной полкой, на которую наносится размер (см. рис. 495 и 496).

Размеры высот от уровня пола наносятся с плюсовым знаком, а размеры глубины — со знаком минус, например, отметка 1,200 показывает, что элемент здания расположен выше уровня пола на 1,200 м; отметка $-0,200$ означает, что элемент расположен ниже уровня пола на 0,200 м (см. рис. 496 и 497).

§ 9. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ, ТЕПЛО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Техническая документация строительного объекта содержит чертежи и схемы водопровода, канализации, системы газоснабжения, отопления, вентиляции и электрооборудования.

При выполнении этих чертежей и схем используются условные изображения элементов перечисленных устройств, приведенные в ГОСТ 2.780—68; ГОСТ 2.784—70; ГОСТ 2.785—70.

§ 10. ЧЕРТЕЖ ПЛАНА ЦЕХА

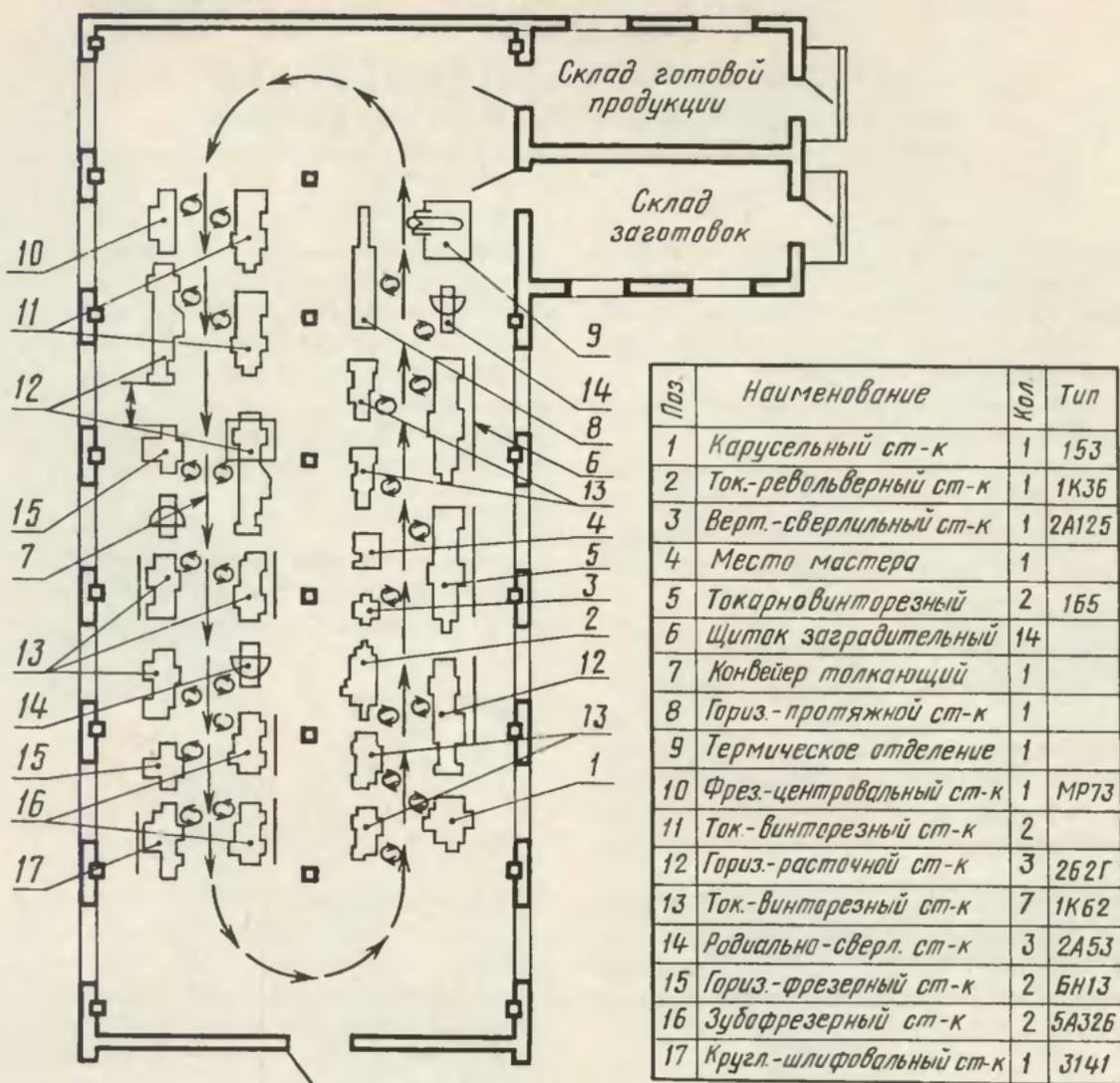
Оборудование в производственных цехах размещают в соответствии с требованиями технологического процесса.

На каждом рабочем месте должна быть хорошая освещенность.

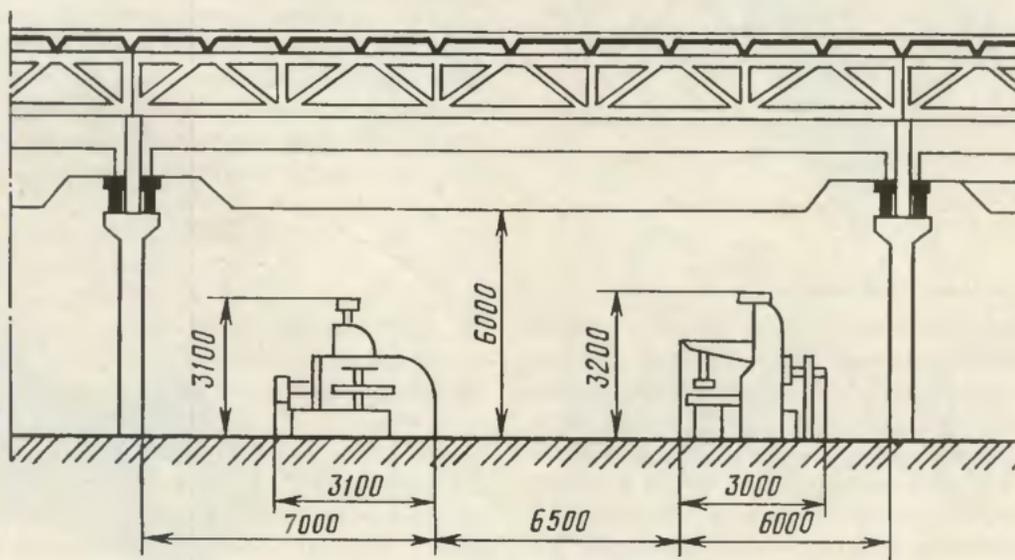
Расстояние между станками, а также между станками и стенами в цехе должно быть выбрано с учетом удобства обслуживания, наладки и ремонта оборудования, а также свободного проезда цехового транспорта.

Габаритные размеры и условные обозначения оборудования, а также нормы проектирования имеются в соответствующих справочниках.

На рис. 498, а изображен (упрощенно) план цеха с размещением оборудования. Вертикальный разрез цеха показан на рис. 498, б.



а)



б)

РИС. 498

На предприятиях инженерам и техникам приходится выполнять большое количество чертежей. В эпоху научно-технического прогресса возрастает степень сложности проектно-конструкторской документации, что вызывает увеличение сроков работ.

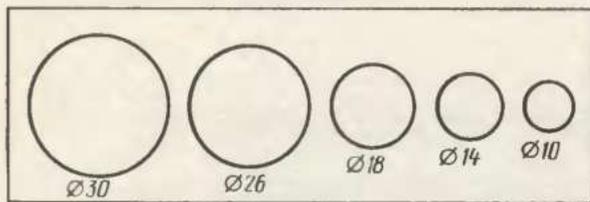
Сроки выпуска новых изделий зависят от быстроты изготовления и размножения чертежей.

Поэтому постоянно ведется работа по совершенствованию чертежных инструментов и приборов. Создаются новые приборы и автоматы, облегчающие и ускоряющие производительность труда конструкторского бюро.

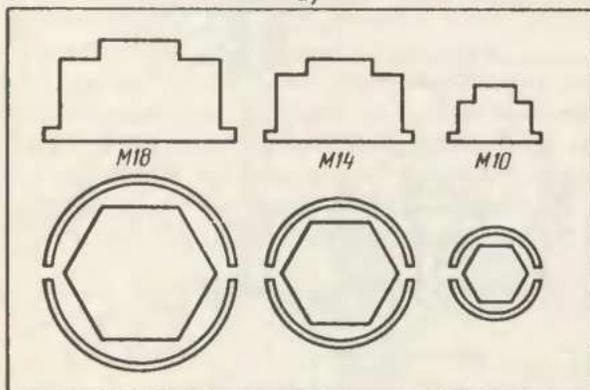
§ 1. ПРИМЕНЕНИЕ ТРАФАРЕТОВ И АППЛИКАЦИЙ

Для ускорения выполнения графических работ в конструкторских бюро широко применяют такие простые и широко доступные традиционные технические средства, как трафареты, штриховальные приборы, шаблоны.

Для вычерчивания часто повторяющихся условных изображений стандартных деталей применяются трафареты, что облегчает процесс черчения, повышает качество графических работ, сокращает время выполнения чертежа.



а)



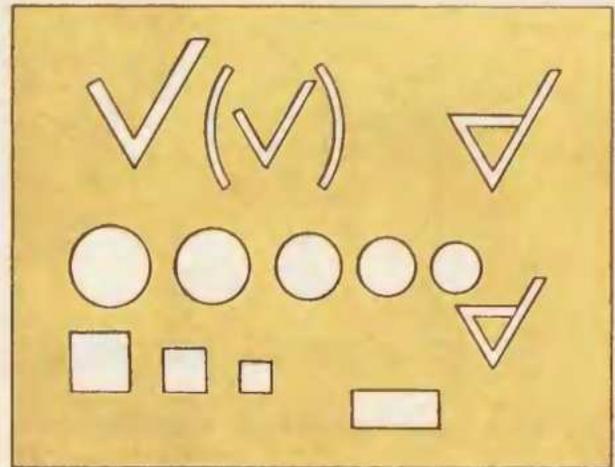
б)

РИС. 499

Трафарет представляет собой пластинку из прозрачного материала (целлулоида, плексигласа) с прорезями. С помощью трафарета, показанного на рис. 499, а, можно вычертить окружности пяти разных диаметров, а по трафарету на рис. 499, б — гайки и шайбы трех разных диаметров.

На рис. 500, а представлен трафарет, с помощью которого можно вычертить многократно повторяющиеся знаки Φ , ∇ , \checkmark .

Для вычерчивания различных сопряжений служит трафарет-радиусник (рис. 500, б), с его помощью можно проводить дуги окружностей различных радиусов.



а)



б)

РИС. 500

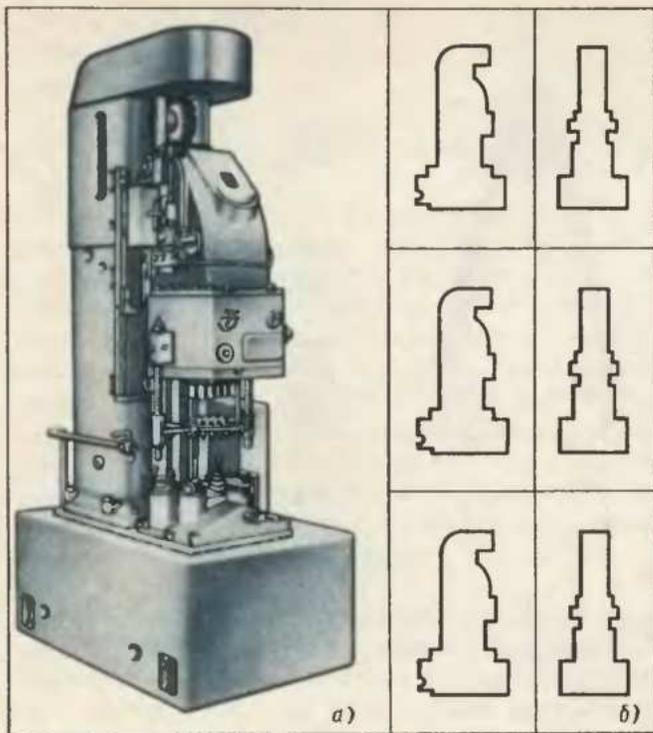


РИС. 501

В настоящее время широко применяют аппликации, изготавливаемые типографским способом. Аппликации представляют собой изображения различных проекций (видов) наиболее часто применяемых изделий, деталей или их элементов. Конструктор или чертежник вместо вычерчивания каждый раз одних и тех же деталей или изделий наклеивает их изображения на чертеж. Используя аппликации, можно выполнять сборочные чертежи или чертежи сложных деталей. Аппликации размножают также и светокопированием.

На рис. 501, а изображен вертикально-сверлильный станок, а на рис. 501, б — аппликации, которые представляют собой контурные очертания станка в двух видах. Такие аппликации применяются при вычерчивании схем расстановки оборудования в цехах.

§ 2. ЧЕРТЕЖНЫЕ ПРИБОРЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Приспособление, изображенное на рис. 502, а, позволяет быстро и точно делить отрезки линий на две равные части, проводить нормали к кривым, а также находить центры друг окружностей.

Если, например, нужно разделить данный отрезок прямой линии АВ на две равные части и к середине его восстановить перпендикуляр, то шкалу трафарета прикладывают к отрезку АВ так, чтобы нулевая точка деления шкалы находилась примерно в середине отрезка. Затем трафарет перемещают по линии АВ так, чтобы размер от нуля шкалы до точки А стал равным

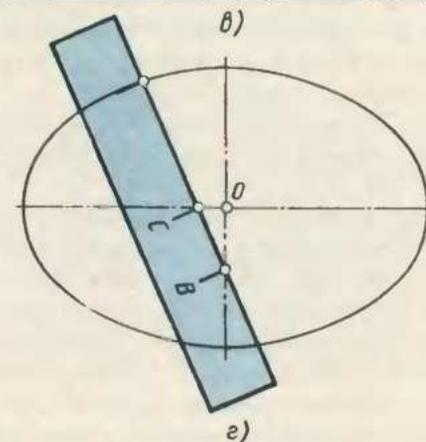
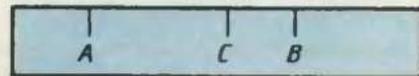
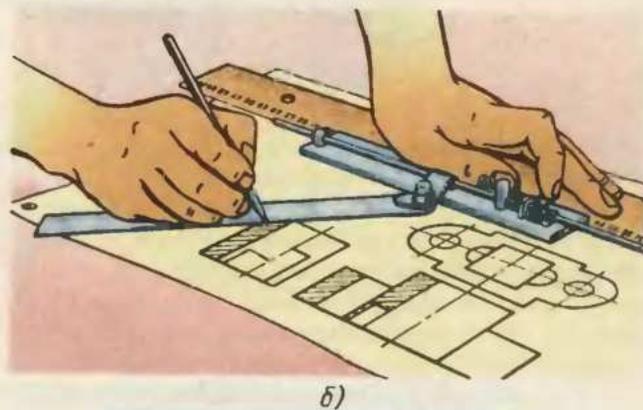
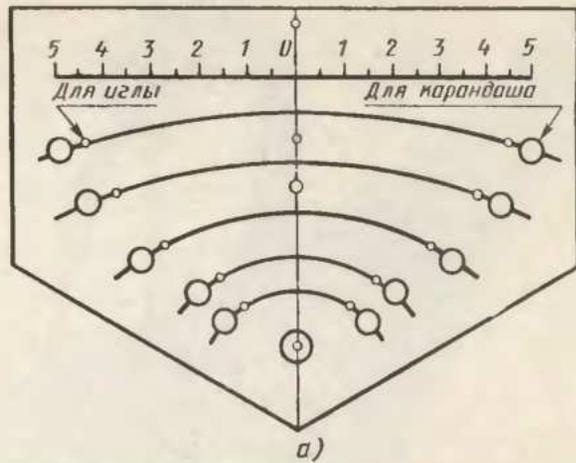


РИС. 502

размеру до точки В. По нулевой точке иглой отмечают середину отрезка АВ, а с помощью отверстий на осевой линии наколом иглы отмечают две точки, принадлежащие искомому перпендикуляру. С помощью этого трафарета можно провести перпендикуляр к отрезку прямой в любой точке, лежащей на этом отрезке.

На рис. 502, б представлен штриховальный прибор для нанесения на чертежах параллельных линий (штриховки) на одинаковом расстоянии (от 2 до 10 мм).

После каждой проведенной линии штриховки стержень, а вместе с ним линейку передвигают при помощи

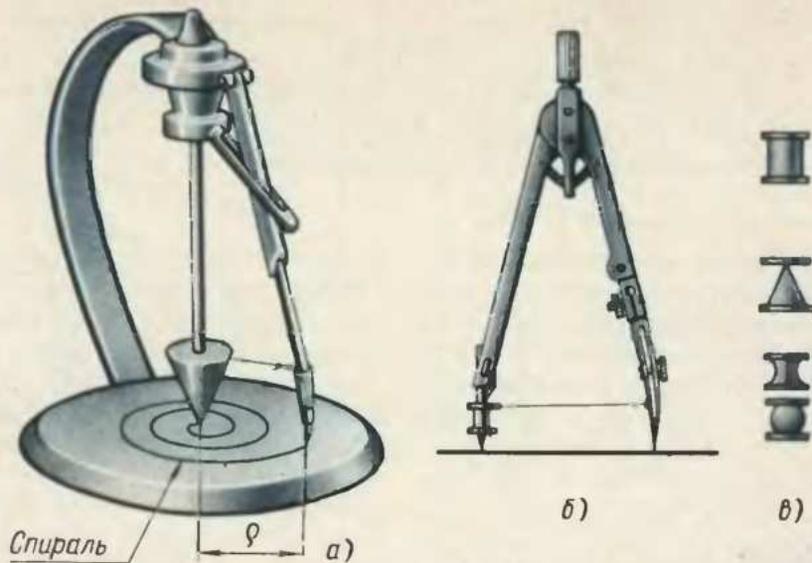


РИС. 503

нажима на рычажок с пружиной на одинаковое расстояние, регулируемое упорным винтом.

При выполнении чертежей применяют преобразующие приборы. Эти приборы служат для преобразования ортогональных проекций в центральные и аксонометрические. К преобразующим приборам относятся приборы для вычерчивания кривых по заданным параметрам.

Для вычерчивания кривых применяют эллипсографы, гиперболографы, коникографы и др.

Простейший эллипсограф может быть сделан самим учеником. Для этого достаточно взять полоску плотной бумаги или картона и начертить на ней отрезок AB , равный большой полуоси эллипса, и отрезок AC , равный малой полуоси эллипса (рис. 502, a).

Если точку C заставить скользить вдоль большой оси эллипса, а точку B вдоль малой, то точка A опишет эллипс (рис. 502, z).

Спирограф применяют для вычерчивания спиралей Архимеда. Ножка циркуля с карандашом (рис. 503, a) или рейсфедером (рис. 503, b) соединена нитью с неподвижным барабанчиком. При повороте ножки циркуля сокращается радиус-вектор ρ , что соответствует закономерности спирали Архимеда. Поворот ножки циркуля осуществляется вручную (рис. 503, b) или от миниатюрного электродвигателя с редуктором (рис. 503, a). В зависимости от формы барабанчика (рис. 503, a) можно вычертить спирали различных видов.

Для механизации процесса построения аксонометрических проекций предмета по его ортогональным проекциям применяют аксонографы.

Наиболее простой аксонограф состоит из двух рейсшин — обыкновенной и специальной (сдвоенной). Однако с помощью этого прибора можно строить только характерные точки изображения, через которые приходится проводить линии по линейке или лекалу.

Аксонограф рычажного типа позволяет полностью механизировать длительные и кропотливые постро-

ения наглядных изображений предметов в любой аксонометрической проекции. Если один штифт аксонографа перемещать по контурным линиям горизонтальной проекции комплексного чертежа, а другой — по линиям фронтальной проекции, то пишущий штифт при этом автоматически вычерчивает аксонометрическую проекцию предмета.

В настоящее время разработана конструкция автоматического аксонографа.

§ 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЧЕРТЕЖНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ

Чертеж является завершающей стадией творческой деятельности конструктора, которой предшествует трудоемкая и напряженная работа, связанная с разработкой различных вариантов конструктивного решения, многочисленными расчетами, выбором оптимального варианта.

Использование разнообразных приборов и приспособлений, о которых шла речь в предыдущих параграфах, может лишь частично облегчить труд чертежника.

Работа конструктора над чертежом, сопровождаемая расчетами, весьма трудоемка. Низкая производительность инженерно-технического труда тормозит технический прогресс.

В настоящее время разрыв между уровнем механизации и автоматизации производственных процессов и инженерно-технического труда становится все меньше благодаря использованию ЭВМ (электронная вычислительная машина).

В настоящее время широко используются машины семейства ЕС ЭВМ (Единой системы ЭВМ).

Эти машины выполняют миллион и более операций в секунду. Кроме этого, машина может обслуживать несколько абонентов одновременно и дистанционно.

Появилась возможность повысить производитель-

ность труда конструкторов в сотни раз благодаря интенсификации всех работ по выпуску конструкторской документации.

Созданы графические дисплеи, с помощью которых можно быстро получить рабочий чертеж, оформленный по ГОСТам ЕСКД и СТ СЭВ.

Действие ЭВМ сводится к последовательному выполнению элементарных вычислительных операций, на которые расчленяется решение любой сложной задачи. При этом в ЭВМ используется не десятичная, а двоичная система счисления. Это объясняется тем, что для электронных элементов, применяемых в машине (триггеров, регистров), характерно наличие двух устойчивых состояний. Для изображения числами таких элементов и необходима система счисления только с двумя цифрами 0 и 1. Таким образом, для использования ЭВМ числа из десятичной системы переводятся в двоичную. Например,

число в десятичной системе 0 1 2 3 4 5 6 7
число в двоичной системе 1 1 10 11 100 101 110 111
и т. д.

В современных ЭВМ для графического отображения информации используется такое устройство, как дисплей. На экране электронно-лучевой трубки дисплея высвечивается информация в виде цифр, букв, целых фраз, графиков, чертежей.

Электронно-лучевая трубка устроена следующим образом. Изображение (информация), выдаваемое ЭВМ, воспроизводится на экране, покрытом с внутренней стороны люминофором — материалом, в котором под воздействием электронов возникает свечение, образующее черные и белые элементы изображения. Пучок электронов фокусируется электрическими или магнитными полями в острый электронный луч, который и заставляет светиться ту или другую точку экрана (на рис. 504).

В электронно-лучевой трубке дисплея — кинескопе — имеются две системы управления электронным лучом: 1 — система управления интенсивностью луча, а следовательно, и яркостью светящейся на экране точки; 2 — система управления перемещением луча в пространстве.

1. Интенсивность луча изменяется в зависимости от напряжения на управляющем электроде.

2. Перемещение луча в пространстве, а следовательно, движение светящейся точки на экране происходит под действием электрических полей (или магнитных) на пластинке горизонтальных и вертикальных отклонений (ГО и ВО на рис. 504). На рис. 504 показана трубка. Если, меняя напряжение на отклоняющих луч пластинках ГО и ВО, очень быстро двигать светящуюся точку по экрану, то можно создать на нем светящуюся линию, фигуру или цифры, буквы. На рис. 505, а показано, как, изменяя напряжения, а следовательно, передвигая луч вправо, влево, вверх и вниз, можно создать на экране несколько отрезков прямых

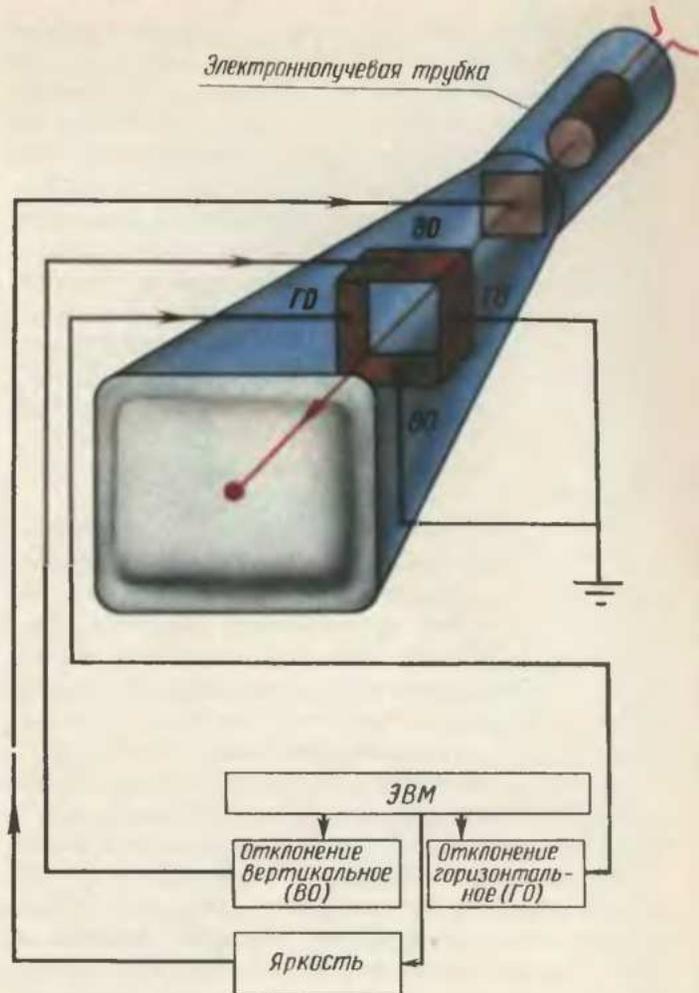


РИС. 504

линий, составляющих, например, букву *E*. Заметим, что когда луч должен двигаться по вертикальному участку *d*, чтобы перейти от отрезка *z* к отрезку *e*, на экране светящаяся линия отсутствует. В это время на управляющий электрод вместо напряжения «+» подается напряжение «-»; луч на экран не попадает.

Таким способом можно получить любые знаки и фигуры. Имеется второй способ «рисования», более удобный для ЭВМ. Здесь луч очень быстро и непре-

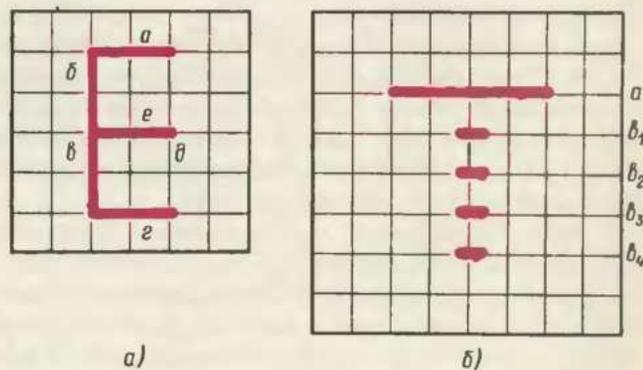


РИС. 505

рывать прочерчивает весь экран, совершая горизонтальные возвратно-поступательные движения. Луч смещается слева направо и сверху вниз, заставляя прочерчивать на экране невидимые горизонтальные линии, если из устройства управления яркостью луча на управляющий электрод подается соответствующее напряжение и луч до экрана не доходит. В определенные моменты времени яркость луча усиливается. На экране появятся горизонтальные отрезки прямых, коротких или длинных в зависимости от длительности сигнала. На рис. 505, б показано, как серия таких сигналов $a, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ «рисует» на экране букву Т. При большом количестве горизонтальных строк на экране получаются очень четкие знаки и фигуры. В дисплее серии ЕС луч прочерчивает по экрану 1024 строки (в 1,5 раза больше, чем в телевизоре).

У нас в стране с помощью ЭВМ разработаны основы конструирования центробежных насосов, зубчатых редукторов и передач, инструментов, штампов. За рубежом выполнена автоматизация проектирования систем трубопроводов. По заданной программе ЭВМ вычисляет рациональное расположение трасс трубопроводов. Дисплей вычерчивает в аксонометрии монтажно-установочные изображения с размерами и условными обозначениями, выполняет спецификацию.

По чертежам проекта автомобиля создана его математическая модель. Чертежи, будучи помещены на координатно-управляемый стол с помощью телевизионной установки, превращаются в цифровую форму, кодируемую на перфокартах, которые вводятся в ЭВМ. Машина решает ряд вопросов; выданное решение корректируется (изменяется) и через некоторое время «автоматический чертежник» — графический дисплей — выполняет несколько видов автомобиля. Такая работа ранее занимала у чертежников-конструкторов около 3 месяцев.

Рассмотрим, как происходит на ЭВМ автоматическое конструирование силовой головки, применяемой для сверления отверстий и фрезерования поверхностей деталей, обрабатываемых на агрегатных станках и автоматических линиях.

1. Определяется необходимая информация для проектирования: координаты будущих осей шпинделей, определяемых местами обработки детали; скорость резания и подачи и др.

2. Эта информация заносится в таблицы и перфорируется. Такой процесс осуществляется так называемым «автоматическим кодировщиком». Автоматический кодировщик представляет собой автомат, «читающий» текст или чертеж и передающий их в цифровом виде на перфокарты, вводимые в ЭВМ.

3. ЭВМ обрабатывает информацию и решает ряд поставленных задач, например, расчет зубчатых и других передач головки, вычисление координат осей валов, размещение валов и их опор. Если при этом обнаружатся несоответствия, вычисление приостанавливается, и на выходе у машины появляется соответствующий сигнал. В этом случае проектировщик дол-

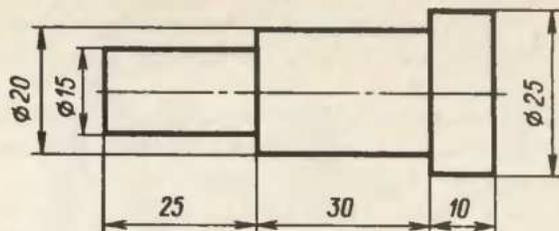


РИС. 506

жен изменить данные для проектирования и вновь задать их машине. При положительном ответе машина продолжает делать проверочные расчеты.

4. На выходном устройстве ЭВМ печатаются ответы — данные о координатах и размерах всех отверстий в корпусе головки и крышках, о размерах всех деталей, выдается спецификация.

Дисплеем эти результаты могут быть представлены в графическом виде (чертежом) и затем сфотографированы.

В машинах, приборах, аппаратах имеется значительное количество простых по форме (нестандартных) деталей (валиков, пальцев, крышек и др.), форму которых можно представить в виде символической записи, без чертежа, и эту запись передать изготовителям этой детали или ЭВМ. Так, например, вместо чертежа детали (валика) (рис. 506) дается символическая запись на карте в таком виде:

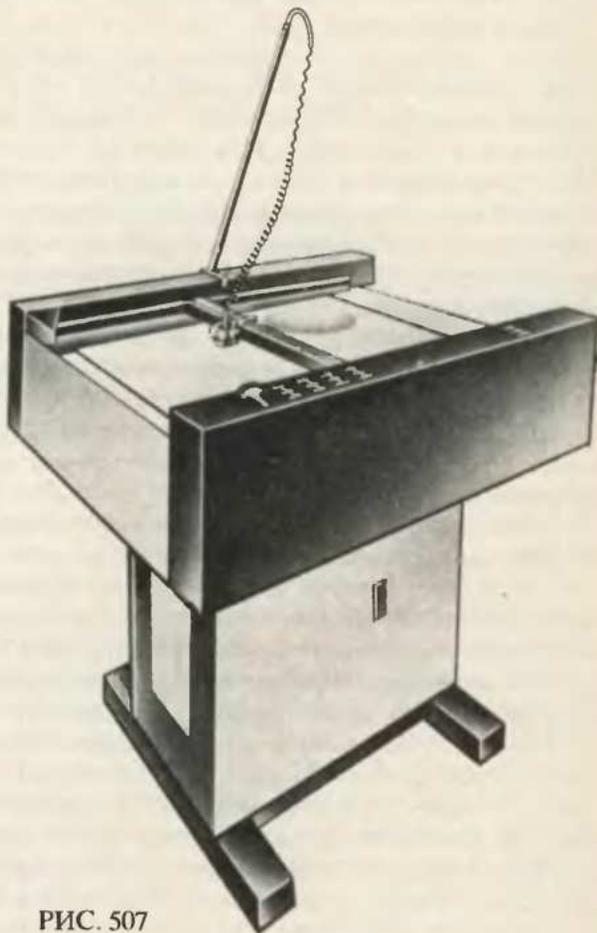


РИС. 507

$$Rz 20 / \left(\frac{\varnothing 15}{25} + \frac{\varnothing 20}{30} + \frac{\varnothing 25}{10} \right).$$

Если ввести различные обозначения для элементов деталей: резьбы фасок, галтелей, выточек и других, то можно охватить символической записью еще большее количество различных по форме деталей, не вычерчивая их изображений. Такая запись ликвидирует трудоемкий процесс черчения при детализации и, кроме того, намного ускоряет кодирование чертежа для ЭВМ.

В вычислительном центре Сибирского отделения АН СССР разработано устройство для автоматизиро-

ванного проектирования. Программы устройства с помощью ЭВМ позволяют строить на экране несуществующую пока деталь, «повернуть» ее трехмерное изображение, посмотреть на нее в разрезе и с помощью все той же ЭВМ рассчитать ее параметры.

Созданы разной конструкции графопостроители, которые выполняют сложные графические работы: вычерчивание чертежей деталей, построение линий пересечения поверхностей. Например, графопостроитель типа СМП 6408 (рис. 507) предназначен для вывода информации, представленной в виде графического изображения в прямоугольной системе координат: чертежей, схем, графиков, символов.

ГЛАВА 58 СПОСОБЫ РАЗМНОЖЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Для работы любого промышленного предприятия требуется техническая документация: чертежи, спецификации, технические условия, инструкции, отраслевые нормы и т. п.

На предприятии должно иметься столько экземпляров технической документации, сколько требуется для организации нормальной работы предприятия.

При необходимости документацию можно размножать в количестве от нескольких десятков до нескольких тысяч.

Для этих целей используются различные способы размножения: 1) светокопирование на диазобумагах, 2) электрография, 3) микрофотокопирование, 4) термокопирование, 5) оперативная полиграфия.

В настоящей главе даны лишь общие сведения о способах размножения технической документации. Более подробно эта тема изложена в книге В. Д. Засова и В. Н. Юрина «Размножение технической документации».

§ 1. СВЕТОКОПИРОВАНИЕ НА ДИАЗОБУМАГАХ

Чертеж, выполненный конструктором на бумаге, называется оригиналом. С оригинала вручную снимают копию на кальку. Копия на кальке должна быть тщательно проверена конструктором и подписана им и другими должностными лицами. Такая копия называется подлинником и является основным документом на производстве. Получение копий на светочувствительных диазобумагах возможно лишь при наличии подлинника, выполненного на прозрачной основе (например, на кальке).

В светокопировальном аппарате подлинник совмещается с диазобумагой. При освещении (экспонировании) лучи света проходят через прозрачную бумагу подлинника и разлагают светочувствительный слой диазобумаги. Под линиями чертежа, сквозь которые не могут пройти лучи света, разложения светочувствительного слоя не происходит. В результате экспониро-

вания на диазобумаге получается скрытое изображение.

В проявочном устройстве светокопировального аппарата скрытое изображение проявляется парами аммиака, в результате чего получается копия чертежа. С подлинника, выполненного на кальке, можно получить 100—200 экземпляров светокопий (рис. 508, а).

Изготовление подлинников на кальке путем ручного копирования очень трудоемкий процесс. Одним из наиболее экономичных и доступных способов, позволяющих исключить процесс ручного изготовления подлинников тушью, является выполнение чертежа карандашом сразу на прозрачной бумаге марок Ч и Д. Наилучшее качество чертежей получается при работе карандашами «Светокопия» и «Люмограф», дающими плотные, четкие линии. Во избежание порчи бумаги рекомендуется работать притупленным карандашом.

Иногда под чертеж подкладывают копировальную бумагу копировальным слоем к чертежной бумаге. Это увеличивает непроницаемость линий чертежа, изображение на подлиннике получается более четкое.

При работе недопустимы многократные подчистки резинкой во избежание появления пятен на копиях. При длительном хранении оригинала применяется защитное покрытие его лаком.

Непосредственное выполнение оригинала конструктором на кальке ликвидирует кропотливый и длительный труд копировщика, а также время, затрачиваемое конструктором на проверку копии чертежа.

Иногда приходится изготавливать несколько калек-дубликатов, например, при рассылке одних и тех же чертежей на разные заводы, изготавливающие одинаковую серийную продукцию. В таких случаях на заводы высылают комплекты калек-дубликатов, с которых уже на месте изготавливают светокопии. Для того чтобы избежать изготовления калек-дубликатов вручную, применяют специальную полупрозрачную диазокальку, покрытую с одной стороны светочувствительным слоем. Принцип получения изображения на диазокальке такой же, как и на диазобумаге.

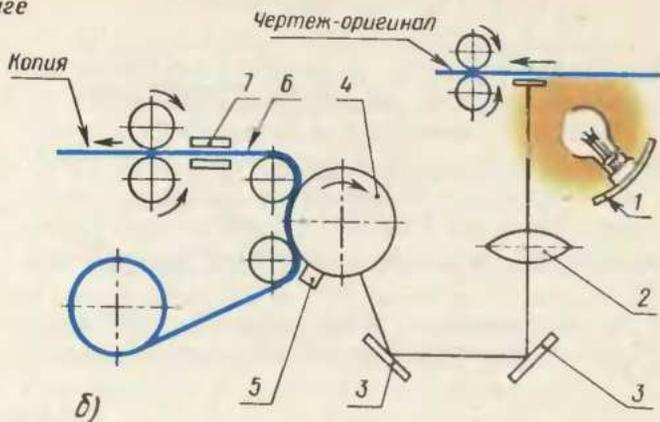
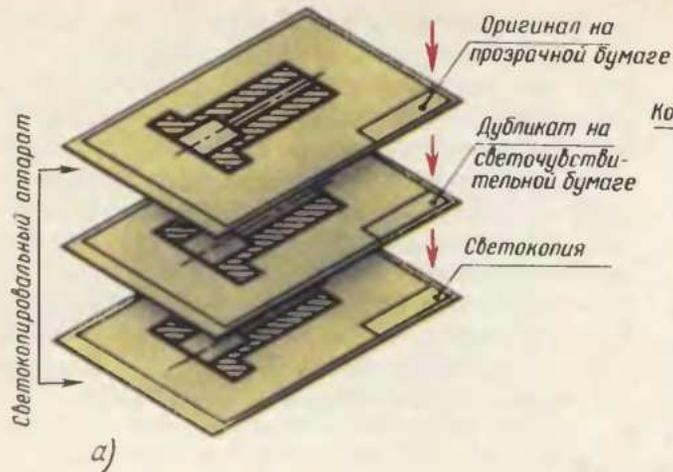


РИС. 508

§ 2. ЭЛЕКТРОГРАФИЯ

Электрографический способ копирования документов основан на свойстве фотополупроводниковых материалов (селена или окиси цинка) оставаться в темноте диэлектриками, а при освещении благодаря внутреннему фотоэффекту становятся проводниками электричества.

Электрография позволяет получать копии изображений с прозрачных и непрозрачных материалов на любую бумагу, пленку, фольгу и другой материал. Копии можно получать в любом масштабе.

Принцип работы электрографического аппарата показан на рис. 508, б.

Чертеж-оригинал, освещаемый источником света 1, движется перед объективом 2. Через систему зеркал 3 изображение с оригинала проецируется на заряженную поверхность барабана 4, покрытую слоем селена. Барабан вращается синхронно с движением оригинала.

В слое селена получается скрытое электростатическое изображение, которое проявляется в устройстве 5, где зерна порошкового красителя протягиваются в местах полученного изображения.

При дальнейшем вращении барабана изображение с него переносится контактным методом на бумажное полотно 6, которое имеет заряд, противоположный заряду порошкового изображения.

Изображение на бумажном полотне закрепляется в устройстве 7, порошок оплавляється и прочно фиксируется на бумаге.

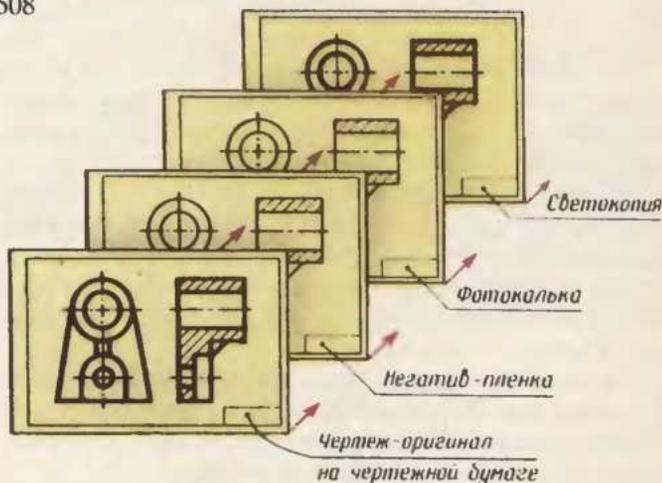


РИС. 509

пий появилась возможность комплексного решения задачи механизации процессов размножения, хранения и поиска технической документации.

Для получения микрофотокопий оригинал фотографируют на специальных установках для микрофотокопирования (РУСТ-2 и др.).

Для получения с микрофотокопии увеличенных изображений применяют увеличительные установки (УУ-2 и др.).

Схема получения светоконии с микрофотокопии показана на рис. 509. С оригинала получен негатив на микропленке, с негатива на увеличительной установке отпечатана фотокалька, с которой в светокопировальном аппарате получена светокония чертежа.

§ 3. МИКРОФОТОКОПИРОВАНИЕ

Микрофотокопированием называют способ получения фотографическим путем уменьшенных изображений оригиналов и изготовления с них копий нужных размеров. Микрофотокопии изготавливают в виде микрофильмов и микрокарт.

Микрофотокопии изготавливают с целью сокращения площадей технических архивов. Кроме того, благодаря малым размерам и единой форме микрофотоко-

§ 4. ТЕРМОКОПИРОВАНИЕ

Термокопирование применяется для оперативного размножения документации, не требующей длительного хранения; этот способ целесообразен для получения 10—12 копий.

Термокопировальный аппарат «Термокопир», схема которого показана на рис. 510, предназначен для полу-

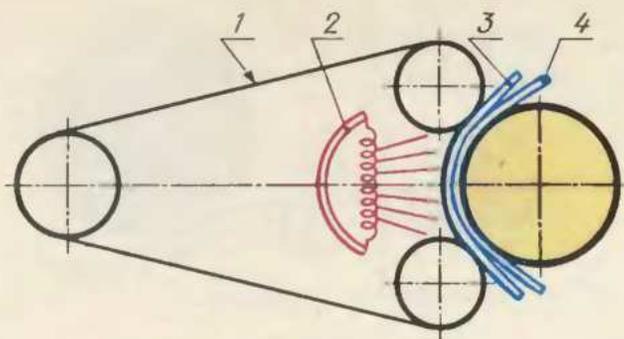


РИС. 510

чения копий с листовых оригиналов, выполненных карандашом, тушью, машинописным или типографским способом.

Процесс термокопирования осуществляется следующим образом. Лист специальной термокопировальной бумаги 3, наложенной термочувствительным слоем на изображение оригинала 4, перемещается при помощи валиков и ленты 1 мимо термоизлучателя 2. Инфракрасные лучи проходят через копировальную бумагу и падают на оригинал. Темные места оригинала (линии изображения) поглощают тепло в большей степени, чем светлые. Под действием тепла в термочувствительном слое бумаги происходит мгновенная избирательная реакция, в результате которой получается изображение — копия чертежа. Готовая копия может быть получена за 4—7 с. Количество копий не ограничено.

§ 5. ОПЕРАТИВНАЯ ПОЛИГРАФИЯ

Для массового размножения чертежей и других технических документов применяют аппараты оперативной полиграфии.

В зависимости от характера выпускаемой продукции применяются три способа оперативной полиграфии: офсетная, трафаретная и гектографическая печать.

Офсетная печать является наиболее производительным способом.

Для получения оттиска при офсетном способе печати вначале изготавливают печатную форму, которая представляет собой металлическую или бумажную пластину с нанесенным на нее изображением.

Особенностью офсетной печатной формы является способность пробельных (т. е. не покрытых линиями) элементов абсорбировать (поглощать) воду, в то время как печатающие элементы восприимчивы к жирной краске. Используя это свойство, форму сначала смачивают водой, а затем на нее наносят жирную краску. Пробельные элементы отталкивают краску, которая покрывает только элементы изображения.

С такой формы изображение можно передать на бумагу или кальку.

Весь процесс печати выполняется на малогабаритных офсетных машинах — ротацинтах. Схема ротацинта показана на рис. 511, а. Краска с печатной фор-

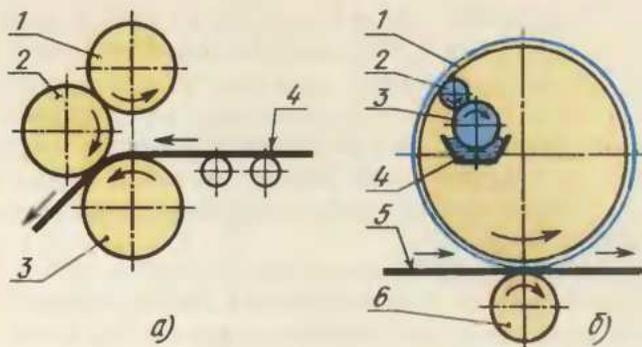


РИС. 511

мы, закрепленной на цилиндре 1, переносится на эластичную поверхность офсетного цилиндра 2, обтянутого резиной, а с нее на бумагу 4. Печатный цилиндр 3 прижимает бумагу к офсетному цилиндру. Производительность ротацинта до 6000 оттисков в час.

Трафаретная печать выполняется на ротаторах. Ротатор — копировально-множительный аппарат настольного типа; ротаторы более просты и портативны по сравнению с офсетными машинами.

Принцип трафаретной печати заключается в том, что на печатной форме в местах, соответствующих линиям оригинала, наносят различными способами сквозные мелкие отверстия. Через эти отверстия продавливается краска на подложенную бумагу, в результате чего получается оттиск изображения.

Если форма на многослойной специальной пластичной пленке изготовлена с помощью электроискрового аппарата, то с такой формы можно получить до 10 000 оттисков.

Ротатор (рис. 511, б) состоит из барабана 1, выполненного из металлической сетки и обтянутого снаружи тканью. На поверхности барабана закреплена печатная форма. Внутри барабана имеется красочный валик 3, смачиваемый краской из ванны 4. С поверхности валика 3 краска передается на поверхность распределительного валика 2, откуда через отверстия в барабане переходит на красящую ткань и далее на печатную форму.

При прохождении бумаги 5 между барабаном 1 и печатающим валиком 6 краска продавливается через отверстия формы на бумагу, в результате чего получается оттиск.

Гектографическая печать. Печатная форма для гектографической печати выполняется на мелованной бумаге или на прозрачной чертежной бумаге марки Д. При изготовлении печатной формы под бумагу подкладывают гектографическую копировальную бумагу копировальным слоем вверх. Изображение на форме выполняют вручную, а текст — на пишущей машинке. При этом с подложенной копировальной бумаги на обратную сторону формы в местах, соответствующих изображению, переходит краситель. В гектографическом аппарате краситель, постепенно растворяясь в этиловом спирте, переносится на бумагу, в результате чего получается копия. С одной формы можно получить до 200 оттисков.

Гектографическая бумага выпускается разных цветов, что позволяет изготавливать многоцветные печатные формы и получать на гектографе за один прогон многоцветные копии. Многоцветные изображения удобны, например, для совмещения на одном чертеже тепловых, гидравлических, пневматических и других сетей, что уменьшает объем проектно-конструкторской документации.

Основными частями гектографа (рис. 512) являются печатный барабан 3, на поверхности которого закреплена печатная форма, прижимной валик 6, ведущий валик 5, подающее бумагу устройство 1 и устройство 2, увлажняющее бумагу. Листы бумаги 4 поочередно вводятся в гектограф, где поверхность бумаги увлажняется этиловым спиртом. При контакте бумаги с печат-

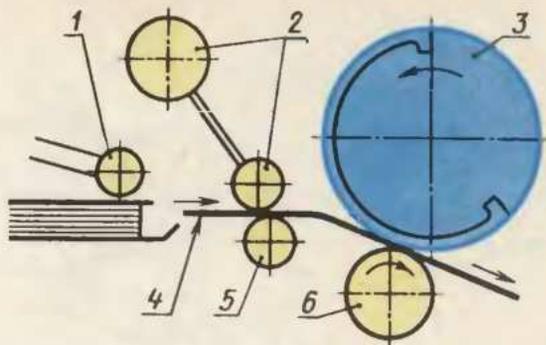


РИС. 512

ной формой спирт частично растворяет краситель, некоторое количество которого переходит с формы на бумагу.

ГЛАВА 59 САМОПРОВЕРКА ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ

После изучения разделов курса учащемуся необходимо самостоятельно проверить свои знания путем предлагаемых контрольных вопросов.

1. На чертеже детали (рис. 513) имеются 12 позиций, указывающие изображения. Прочитайте чертеж и занесите номера позиций в табл. 52.

2. Выполните упражнения трех заданий (стр. 319—321). Перечертите таблицу и занесите в нее номера ответов.

Таблица 52

Наименование	Позиция
Разрез сложный — ступенчатый	
Разрез сложный — ломаный	
Сечение вынесенное	
Сечение наложенное	
Выносной элемент	
Наклонный разрез	
Вид по стрелке	
Местный разрез	
Главный вид	

Задание 1		Задание 2		Задание 3	
Варианты	Ответы	Варианты	Ответы	Варианты	Ответы
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
и т. д.		и т. д.		и т. д.	

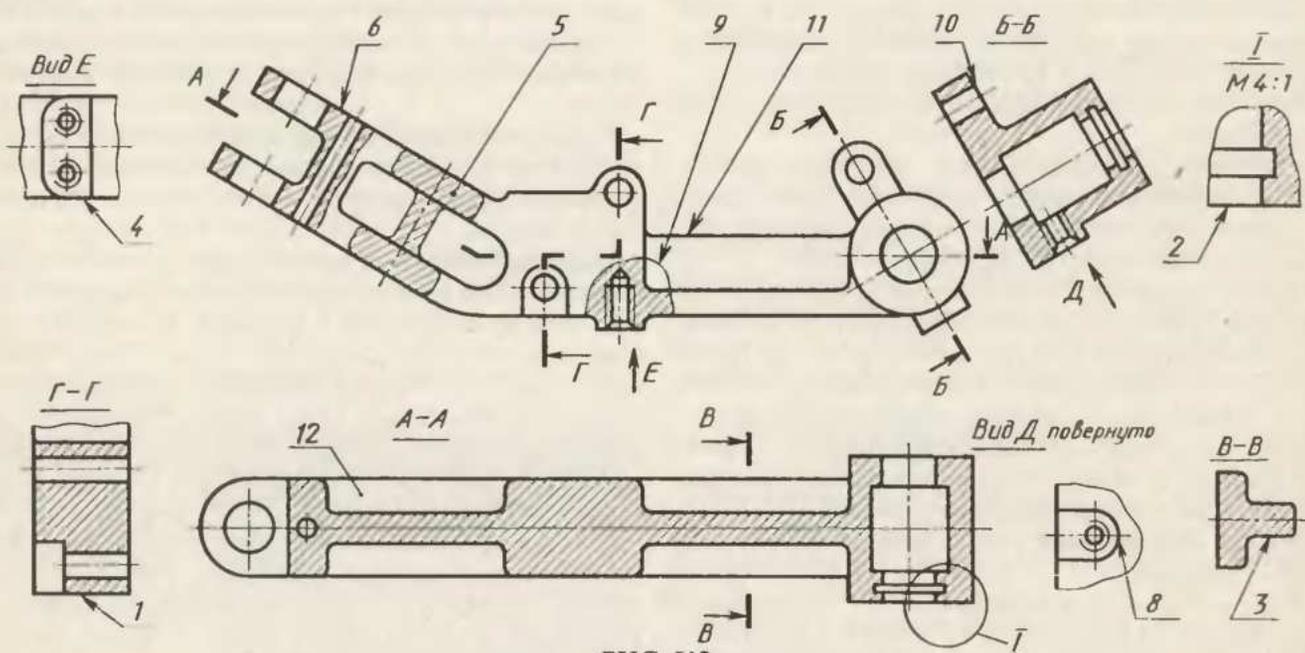
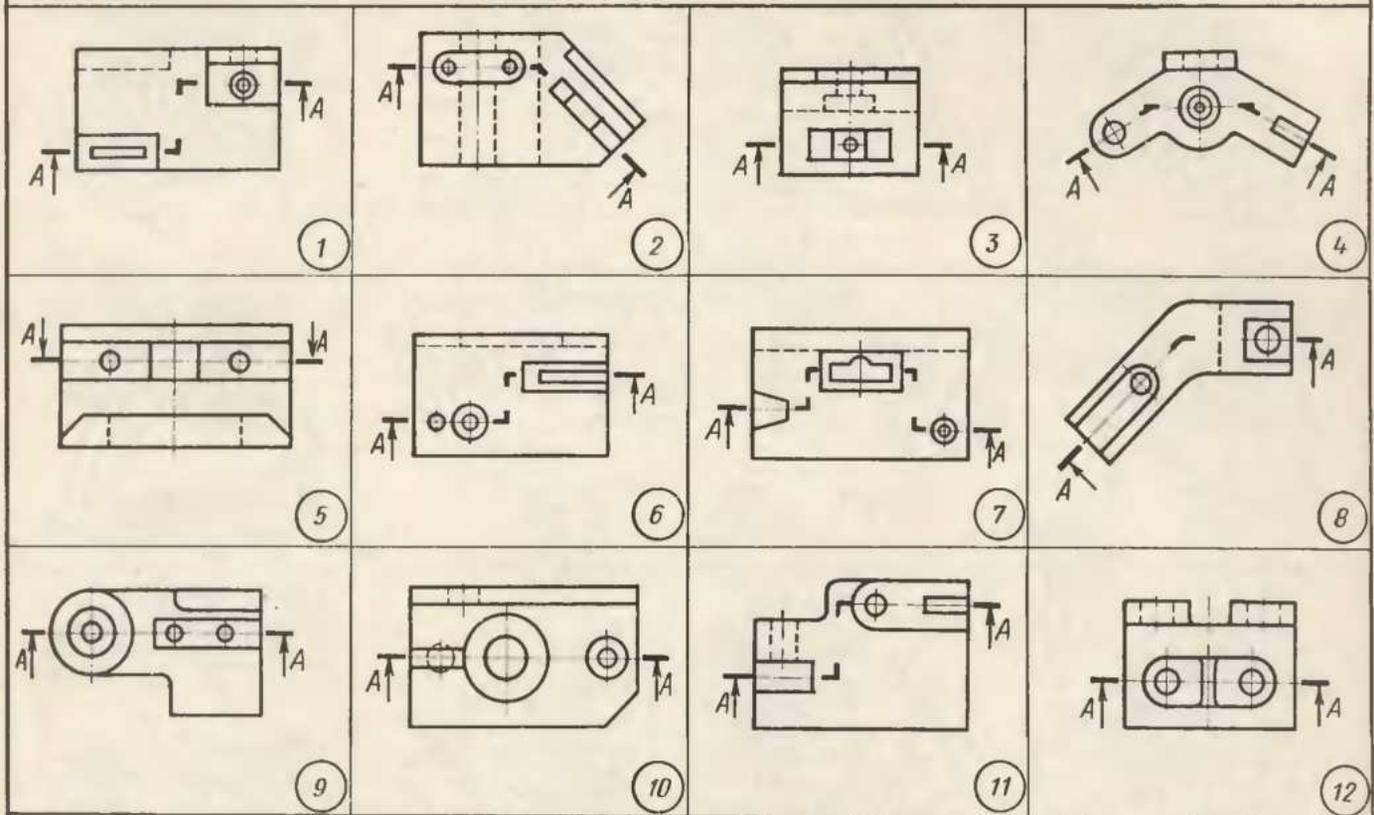


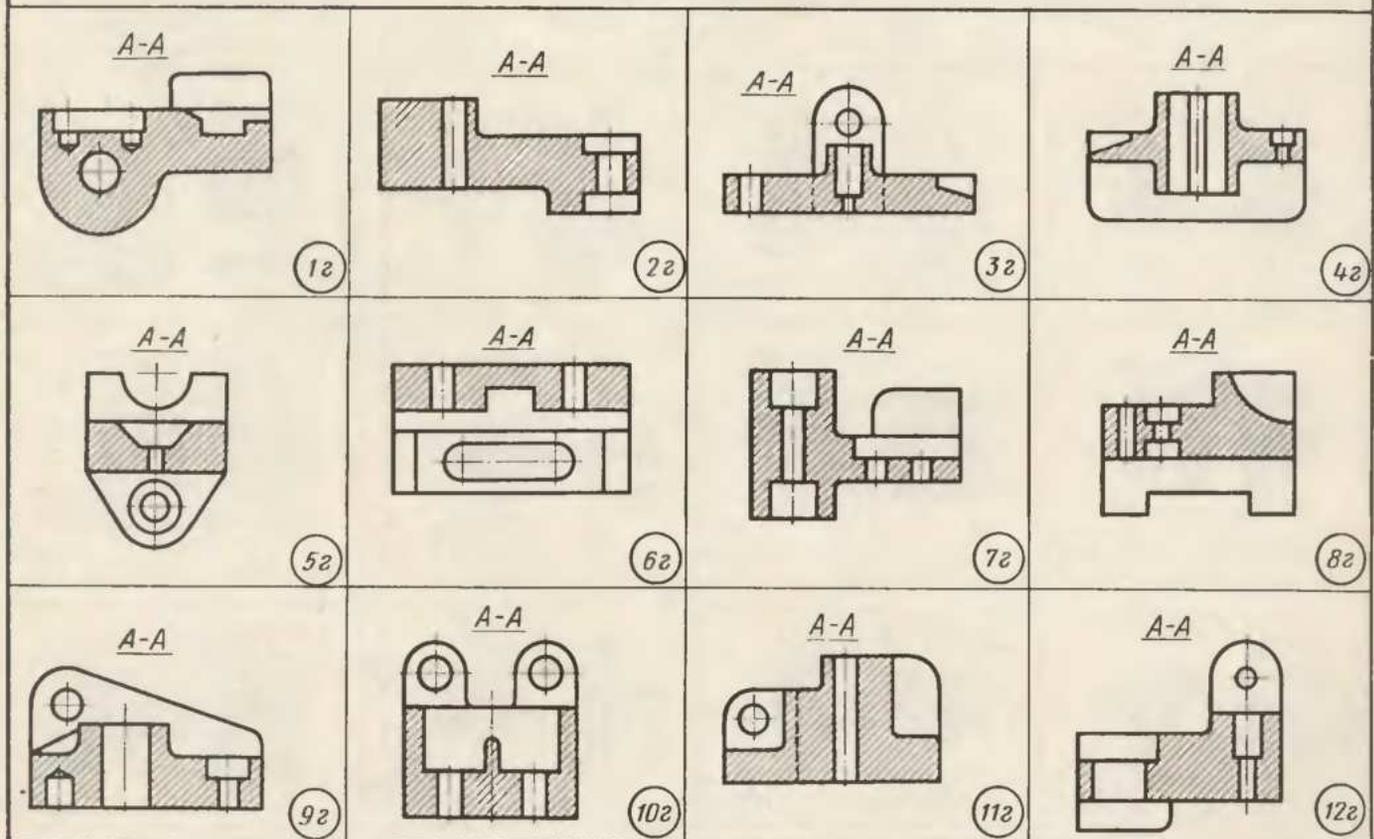
РИС. 513

Задание 4. ОПРЕДЕЛИТЬ ОБОЗНАЧЕННЫЙ РАЗРЕЗ ДЕТАЛИ

ВАРИАНТЫ

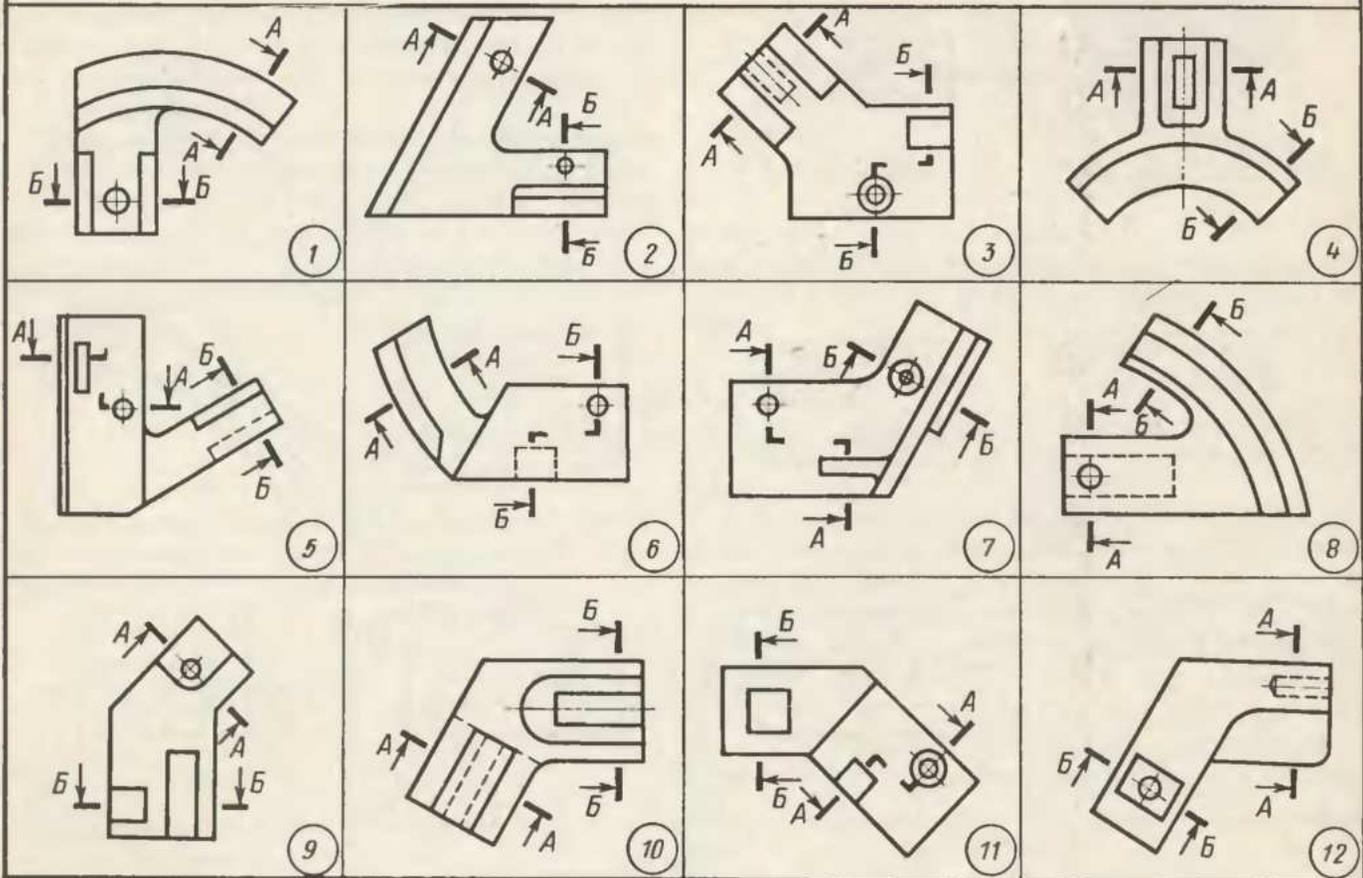


ОТВЕТЫ

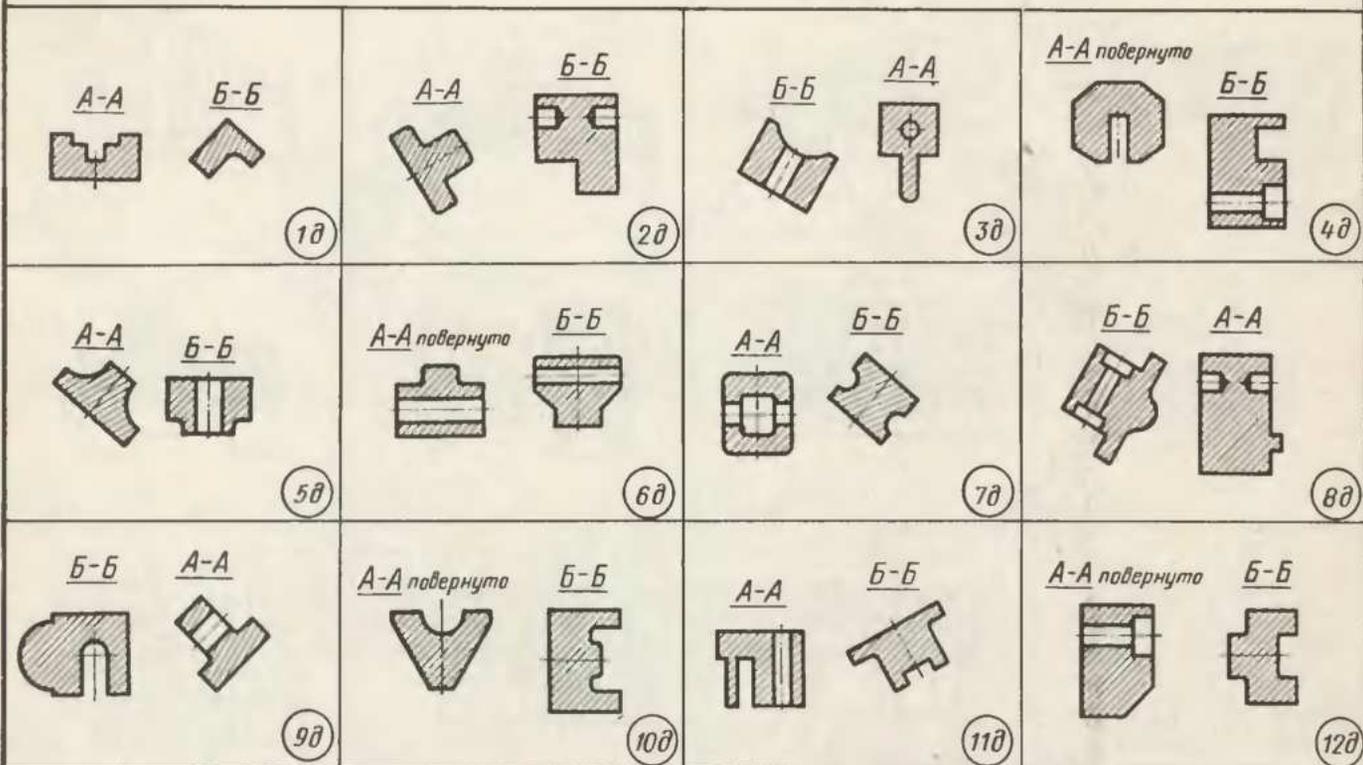


Задание 5. ОПРЕДЕЛИТЬ ОБОЗНАЧЕННЫЕ СЕЧЕНИЯ ДЕТАЛИ

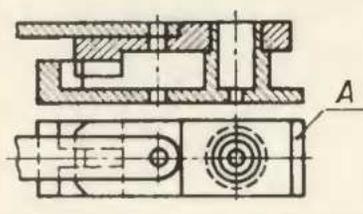
ВАРИАНТЫ



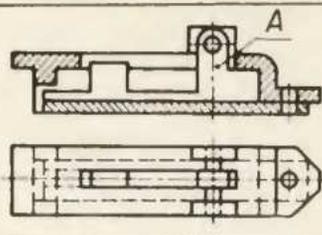
ОТВЕТЫ



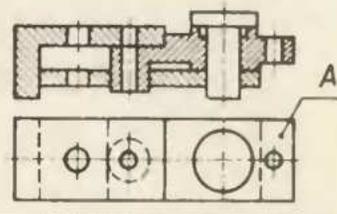
Варианты



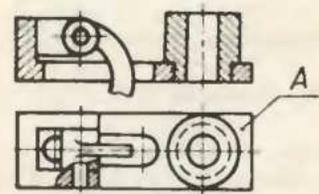
1



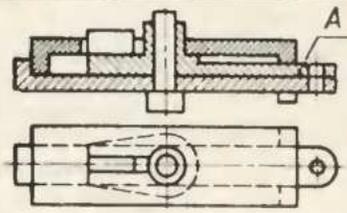
2



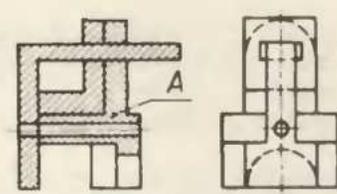
3



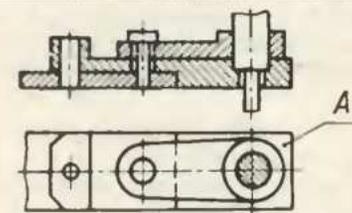
4



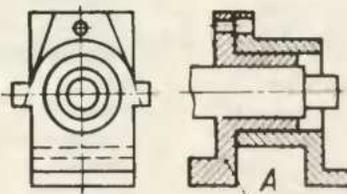
5



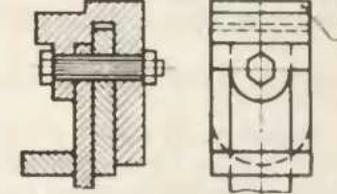
6



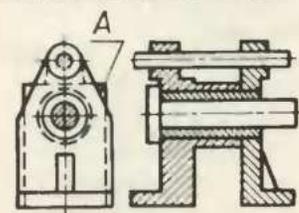
7



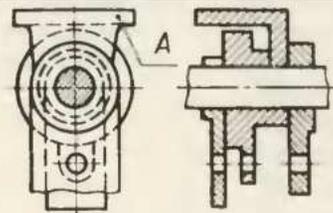
8



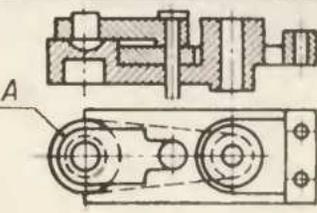
9



10

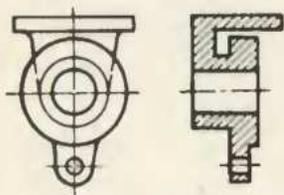


11

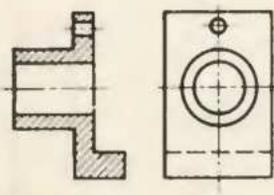


12

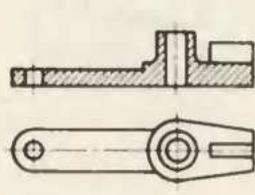
Ответы



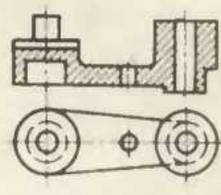
1



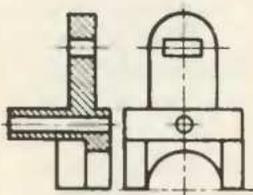
2



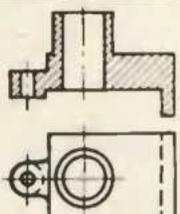
3



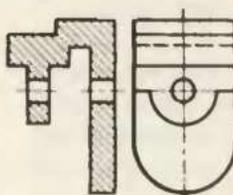
4



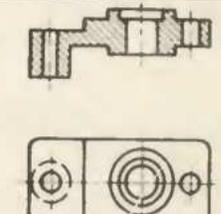
5



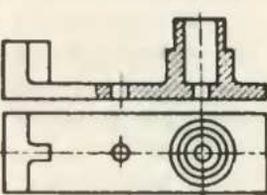
6



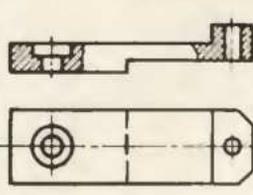
7



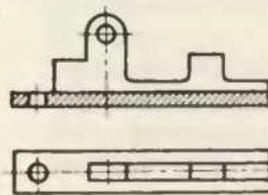
8



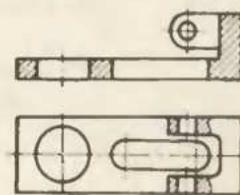
9



10



11



12

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боголюбов С. К., Воинов А. В. Черчение. М., 1981. 303 с.
2. Бабулин Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей. М., 1978. 366 с.
3. Баранова Л. А., Панкевич А. П. Основы черчения. М., 1978. 287 с.
4. Брилинг Н. С. Черчение. М., 1982. 471 с.
5. Годик Е. И., Хаскин А. М. Справочное руководство по черчению. М., 1974. 696 с.
6. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора. Л., 1983. 462 с.
7. Гугер Р. С., Полунов Ю. Л. Математические машины. М., 1975. 182 с.
8. Дружинин Н. С., Чувиков Н. Т. Черчение. М., 1982. 224 с.
9. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей: Сборник, 1984. 232 с.
10. Королев Ю. И. Черчение для строителей. М., 1982. 270 с.
11. Лагерь А. И., Колесникова Э. А. Инженерная графика. М., 1985. 171 с.
12. Засов В. Д., Юдин В. Н. Размножение технической документации. М., 1968. 140 с.
13. Матвеев А. А., Борисов Д. М., Богомолов П. И. Черчение. Л., 1978. 476 с.
14. Машиностроительное черчение / Г. П. Вяткин, А. Н. Андреева, А. К. Болтухин и др.; Под ред. Г. П. Вяткина. М., 1977. 304 с.
15. Миронова Р. С., Мионов Б. Г. Сборник заданий для графических работ и упражнений по черчению. М., 1977. 184 с.
16. Навичижина Л. И. Техническое черчение. Минск, 1983. 220 с.
17. Розов С. В. Курс черчения. М., 1980. 312 с.
18. Селиверстов М. М. Черчение. М., 1979. 412 с.
19. Фролов С. А. Кибернетика и инженерная графика. М., 1974. 222 с.
20. Фролов С. А., Воинов А. В., Феоктистова Е. Д. Машиностроительное черчение. М., 1981. 300 с.
21. Хаскин А. М. Черчение. Киев, 1972. 443 с.

А

Автоматизация чертежно-конструкторских работ 310, 312
 Аппликация 311

Б

База
 – конструкторская 187
 – обозначение 194
 – технологическая 187
 Биссектриса 29
 Болты 175
 Буквы 20
 Бумага ватманская 6
 Буртик 185

В

Вал 227
 Вершина
 – конуса 41
 – параболы 44
 – пирамиды 91
 – треугольника 30
 – угла 27, 29
 Вид 49
 – главный 142, 209
 – действительный 65, 74
 – дополнительный 144
 – местный 144
 Виды основные 142
 Винт многозаходный 165
 Винты цилиндрические
 – крепежные 177
 – установочные 177, 262

Виток (резьбы) 161
 Выносные элементы 155
 Высота зуба 230

Г

Гайки 176
 Гайки-барашки 176
 Галтель 185
 Гаспар Монж 4
 Геликоид 163
 Гипербола 45
 Гипоциклоида 47
 Головка зуба 230
 Горизонталь 54
 Готовальня 10
 Грань 89

Д

Деление
 – окружности 31
 – угла 29
 Детали 104, 138, 269
 Детали взаимозаменяемые 191
 Деталирование 286
 Директриса (параболы) 44
 Длина базовая 195
 Документы конструкторские 139
 Допуски
 – расположения поверхности 194
 – формы поверхностей 194
 Доска чертежная 6
 Дубликат 139

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) 11

Единица сборочная 263, 264

З

Зазор 191

Заклепки 225

Зацепление зубчатое 227

Знак

– градуса 25

– диаметра 25

– квадрата 25

– конусности 41

– радиуса 25

– уклона 41

Знаки

– допуска 194

– обозначения сварных швов 281, 282

– шероховатости поверхностей 196

Зубья колес 229

И

Изделие 138

Изделия

– армированные 285

– вспомогательного производства 138

– крепежные 160

– основного производства 138

– стандартные 271

– специального назначения 160

Изображения

– условные 308

– – дверей 306

– – окон 306

– – пружин 217

– – резьб 166

– – резьбовых соединений 182, 183

– – соединений заклепками 226

– – швов клеенных 227

– – швов паяных 227

– – швов сварных 280

– упрощенные

– – отверстий 190

– – пружин 264

– – подшипников 259

– – резьбовых соединений 183

– – швов сварных 284

Инструменты

– измерительные 201–205

– чертежные 6–11

К

Карандаши 6

Квадрат 26

Квалитеты 292

Колесо зубчатое 227

– ведомое 227, 237

– ведущее 227, 237

– коническое 237–244

– цилиндрическое 232–237

– червячное 244–251

Кольцо

– круговое 94

– уплотнительное 260

Компоновка чертежа 143

Комплексы 138, 270

Комплекты 139, 270

Контур

– видимый 16

– невидимый 17

Конус 93

Конусность 41

Координаты точки 53

Копия 139, 315

Коэффициент искажения 84

Кривые

– лекальные 42–48

– конических сечений 43

– коробовые 39

– циклоидальные 48

Кронциркуль 11, 201

Куб 27

Кульман 9

Л

Линейка измерительная 9, 201

Линии 16, 17

– взаимосвязи 290

– видимого контура 16

– винтовые 161

Линии-выноски

– позиций 271

– размеров

Линии

– обрыва 17

– осевые 17

– основные 16

– пересечения 11, 157

– – плоскостей 67

– – поверхностей 111–122

- перехода 111, 157
- проецирующие 52
- размерные 16, 24
- разомкнутые 17
- связи 52
- сгиба 17, 101
- сечения 17, 154
- сплошные
 - – волнистые 17
 - – основные 16
 - – тонкие 16
 - – тонкие с изломом 17
- среза 123
- толстые разомкнутые 17
- центровые 17
- чертежа 16, 17
- штриховки 16, 82, 131, 158, 159
- штриховые 17
- штрихпунктирные тонкие
 - – – с двумя точками 17
 - – – утолщенные 17
- Литера** 140
- Лучи проецирующие** 49
- Лыска** 186

М

- Манжеты** 260
- Масленка колпачковая** 262
- Масштаб** 24, 186
- Материалы** 205–209, 271
 - неметаллические 208
- Машина** 227
- Метод**
 - прямоугольных координат 30
 - триангуляции 30
- Метчик** 171
- Механизация чертежно-конструкторских работ** 310
- Механизм храповой** 229, 254
- Микрометр** 203
- Микрофотокопирование** 316
- Многогранник** 89
- Модуль**
 - зубчатого колеса 230
 - – – цилиндрического 230
 - – – конического 238
 - червячного колеса 246

Н

- Набор стеклянных трубочек** 9
- Надпись**

- на чертеже 200
- основная 140
- Наименование изделия** 140
- Нанесение размеров**
 - комбинированное 188
 - координатное 188
 - цепное 188
 - фасок 189
 - отверстий 189, 190
- Натяг** 192
- Недовод** 173
- Недорез (резьбы)** 173
- Ножка зуба** 230
- Номера позиций** 278
- Нутромер** 201

О

- Обод** 185
- Обозначение**
 - баз 194
 - конструкторских документов 272
 - крепежных деталей 175
 - материалов
 - – алюминия 208
 - – бронзы 208
 - – латуни 207
 - – меди 207
 - – стали 206, 207
 - – чугуна 207
 - покрытий 199
 - разрезов 147, 148
 - резьб 167, 168
 - сварных швов 281, 282
 - обработки термической 199
 - чертежей 15, 258
 - шероховатости 196
 - шлицевых соединений 223
- Обозначения**
 - в схемах
 - – гидравлических 296
 - – кинематических 292
 - – пневматических 296
 - – электрических 299
 - защитных покрытий 175
 - материалов в сечениях 158
 - отклонений
 - – расположения поверхностей 193
 - – форм поверхностей 193
 - резьб 171
 - сварных соединений 280
 - способов сварки 279
 - стандартных изделий 271
 - химических элементов 206
 - шероховатости 196

— элементов генеральных планов 302

Образование винтовой линии 161

Образующая 90

Овал 39

Овоид 39

Окружность

— делительная 230, 235

— начальная 235

Оперативная полиграфия 316

Оригинал 139, 315

Оси

— вращения 68

— овала 39

— проекций 52

— — аксонометрических 79

— — диметрических 84

Основная надпись 15

Ось (деталь) 227

Отверстия 190

Отклонения

— предельные 190, 191

— профиля 196

— размеров 191

Отрезки 27

П

Паз 185

Парабола 44

Параллельность (обозначение отклонений) 193

Параметры

— зацеплений 236

— зубчатых колес

— — цилиндрических 230, 231

— — конических 238, 239

— червячной передачи 245, 246

Передача

— зубчатая

— — коническая 243

— — цилиндрическая 236

— — червячная 229, 251

— реечная 229, 252

— ременная 229

— фрикционная 228

— цепная 229, 253

— червячная 229, 245

Передачи зубчатые 229

Перпендикулярность (обозначение отклонений) 193

Пирамида 92

План (цеха) 308, 309

Пластмассы 208

Плашка 171

Плоскость (обозначение отклонений) 193

Плоскость 49, 56

— вращения 69

— вспомогательная 66, 112

— горизонтальная 51, 58

— горизонтально-проецирующая 158, 97

— общего положения 59, 87

— профильная 51, 58

— профильно-проецирующая 58

— секущая 102, 111

— среза 123

— уровня 58

— фронтальная 51, 58

— фронтально-проецирующая 58, 97

Поверхности

— параллельные 65

— пересекающиеся 65

— сопрягаемые 193

Поверхность

— боковая 92

— винтовая 160–163

— коническая 49

— охватываемая 492

— охватывающая 192

— сферическая 49

— топографическая 51

— цилиндрическая 49

Подлинник 139, 315

Подшипники качения 259

Позиции 286, 270, 271, 278

Покрyтия защитные 199

Поле допуска 192

Поле чертежа 14

Посадки 192

Построение

— многоугольника 30

— угла 29

Предельные отклонения размеров 191

Преобразование проекций

— вращением 68

— переменной плоскостей 73

— совмещением 71

Пресс-масленка 261

Прибор штриховальный 8, 312

Призма

— наклонная 91

— прямая 90

— усеченная 100

Прилив 185

Принадлежности чертежные 6

Проект 139

— технический 139, 255, 301

— эскизный 139, 255

Проекций 49

— аксонометрические 50, 76

— — косоугольные 78

— — прямоугольные 78

— горизонтальные 52

- диметрические 78, 84
- – косоугольные 78
- – прямоугольные 78
- изометрические 78, 79
- – косоугольные 79
- – прямоугольные 78
- ортогональные 50
- отрезка 53
- профильные 52
- прямоугольные 50
- тел
- – кольца 94
- – конуса 93
- – пирамиды 91
- – призмы 89
- – тора 94
- – цилиндра 92
- – шара 94
- точки 49, 51
- фронтальные 52
- центральные 49

Проекционное черчение 29

Проецирование 49

- отрезка 53
- плоских фигур 57
- точки 51
- центральное 76

Проточки 173, 174, 185

Профиль резьбы 164–167

Пружины 215–219

- растяжения 217
- сжатия 218

Прямоугольники 97

Прямые

- вспомогательные 93
- общего положения 56
- проецирующие 53
- скрещающиеся 57

Р

Развертка 17, 99

- конуса 103
- пирамиды 100
- призмы 99
- сферической поверхности 104
- цилиндра 99

Радиусомер 203

Размеры 24

- диаметров 25
- действительные 190
- квадрата 25
- линейные 24, 87, 190
- номинальные 190, 191
- предельные 190, 191

- радиусов 25
- справочные 188
- угловые 25, 26, 187
- фасок 189
- шрифта 17

Размножение чертежей 315

Рамка допуска 194

Разрез 124, 145, 146

- вертикальный 124, 147
- горизонтальный 126, 147
- ломаный 152
- местный 149, 150
- наклонный 147, 149
- поперечный 126, 147
- продольный 126, 147
- простой 146
- профильный 125, 147
- сложный 146, 151
- ступенчатый 151
- фронтальный 126, 147

Ребро 90, 186

Резинка 6

Резьба 160

- квадратная 167
- коническая 167
- крепежная 167
- круглая 167
- левая 163
- метрическая 167, 169
- многозаходная 165
- правая 163, 169
- прямоугольная 167, 171
- трапецидальная 163, 167, 170
- треугольная 163
- трубная
- – цилиндрическая 169
- – коническая 170
- упорная 170, 171
- ходовая 167
- цилиндрическая 163

Резьбомер 204

Рейсфедер 11

Рейсмас 203

Рейшина 6

Рисунок 49, 76

- технический 127

Рифление 186

С

Сбег резьбы 173

Сборочная единица 255, 270

Светокопирование 315

Светокопия 315, 316

Сектор зубчатый 233

Сетка шрифтовая 20

Сечения 96, 153

– вынесенные 154

– наложенные 154

– тел

– – конуса 103

– – пирамиды 111

– – призмы 99

Синусоида 45

Симметричность (обозначение отклонений) 193

След

– плоскости 57

– прямой линии 56

– секущей плоскости 57

Соединение деталей

– заклепками 225

– запрессовкой 227

– заформовкой 227

– кливом 220

– пайкой 226

– склеиванием 226

Соединения 180

– деталей

– – неразъемные 219

– – разъемные 219

– резьбовые 167, 180, 220

– сварные 224, 278–284

– шлицевые 222

– шпоночные 220

– штифтовые 220

Соосность (обозначение отклонений) 193

Сопряжение

– внешнее 37

– внутреннее 37

– смешанное 39

Соргамент 208

Спецификация 139, 269

Спираль Архимеда 46

Стандарт 12

Стандартизация 12

Стол чертежный 9

Стрелки

– видов 148

– размерных линий 24

– разрезов 148

– сечений 148

Ступица 185, 224

Сфера 25

Схемы 139, 290

– гидравлические 295

– кинематические 291, 292

– монтажные 290

– пневматические 295

– подключения 290

– принципиальные 290

– структурные 290

– функциональные 290

– электрические 298

Т

Термокопирование 317

Техническое задание 255

Техническое предложение 255

Технический проект 139, 255

Тор 94

Торец 185

Точки

– очевидные 111

– пересечения 31

– промежуточные 111

– размерных линий 24

– схода

– – лучей 49

– – следов 57

– характерные 111

Транспортир 8, 27

Графарет 9, 310

Треангуляция 30

Тушь 11

У

Угломер 204

Угол многогранный 89

Угольник 6

Уклон 41

Упрощения 156–158

Условности 156–158

Устройства

– санитарно-технические 308

– смазочные 261

– стопорные 262

– уплотнительные 259

– установочные 262

Ф

Фасад 304

Фаска 172, 173

Фитинги 184

Форматы чертежей

– дополнительные 13

– основные 13

– производные 13

Формы геометрических тел 89

Фронталь 55

Ход винта 165

Ц

Центр

- вращения 69
- окружности 11

– проекций 49

Циклоида 48

Цилиндричность (обозначения отклонений) 193

Циркуль 11

Ч

Червяк

- глобоидальный 245
 - цилиндрический 245
- Чертеж** 4, 49, 76
- армированного изделия 285
 - архитектурно-строительный 301
 - габаритный 139
 - генерального плана 301
 - групповой 214
 - детали 139, 185, 186, 263
 - – из пластмассы 214
 - – литой 212
 - – точеной 213
 - инженерно-строительный 301
 - комплексный 51, 97
 - машиностроительный 137
 - модели 108
 - монтажный 139
 - общего вида 139, 212, 255, 256
 - рабочий 212
 - – зубчатого колеса 233
 - – зубчатой рейки 252
 - – пружины 217
 - – червяка 247
 - – червячного колеса 247-250
 - сборочный 139-255–258, 267–269
 - – сварного соединения 284
 - учебный 16
 - фасада здания 304

Черчение

- машиностроительное 137
- проекционное 49

Числа размерные 23–26

Чтение чертежей 285

Шаблон 204

Шаг

- винтовой линии 163
- зацепления 230
- резьбы 165

Шайба

- плоская 178, 179
- пружинная 179, 263
- стопорная 262

Шероховатость поверхности 195

Шестерня 237

Шлицы 185

Шов

- неразъемного соединения 226
- сварной 279
- – двусторонний 281
- – многопроходной 280
- – односторонней 280
- – односторонний 281

Шпильки 177

Шпилты 179

Шпонки

- клиновые 221
- призматические 221
- сегментные 222

Шраффировка 131

Шрифт чертежный 17–23

Штангенрейсмас 203

Штангенциркуль 202

Штифты 180

- конические 180, 220
- предохранительные 220
- соединительные 220
- установочные 220
- цилиндрические 180, 220

Штриховка 159

- сварных деталей 282

Шурупы 177

Э

Эвольвента 46

Электрография 316

Элементы

- выносные 155
- деталей 156
- зданий 302
- схем 291

Эллипс 44

Эпициклоида 48

Эскиз 209

Эскизирование деталей 273

Предисловие	3
Введение	4
Раздел I. ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ	6
<i>Глава 1. ЧЕРТЕЖНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ</i>	<i>6</i>
<i>Глава 2. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ</i>	<i>11</i>
§ 1. Стандарты	11
§ 2. Форматы	12
§ 3. Основная надпись чертежа	14
§ 4. Линии	16
<i>Глава 3. ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ</i>	<i>17</i>
<i>Глава 4. МАСШТАБЫ. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ</i>	<i>24</i>
§ 1. Масштабы	24
§ 2. Нанесение размеров на чертежах	24
<i>Глава 5. НЕКОТОРЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ</i>	<i>27</i>
§ 1. Деление отрезков прямых на равные части	27
§ 2. Построение и измерение углов транспортиром	27
§ 3. Построение и деление углов	29
§ 4. Способы построения многоугольников	30
§ 5. Определение центра дуги окружности	30
Вопросы для самопроверки	31
<i>Глава 6. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ</i>	<i>31</i>
<i>Глава 7. СОПРЯЖЕНИЕ ЛИНИЙ</i>	<i>35</i>
§ 1. Сопряжение двух сторон угла дугой окружности заданного радиуса	35
§ 2. Сопряжение прямой с дугой окружности	36
§ 3. Сопряжение дуги с дугой	37
<i>Глава 8. КОРОБОВЫЕ КРИВЫЕ ЛИНИИ</i>	<i>39</i>
§ 1. Построение овала и овоида	39
§ 2. Построение завитков	40
<i>Глава 9. ПОСТРОЕНИЕ УКЛОНА И КОНУСНОСТИ</i>	<i>41</i>
§ 1. Построение и обозначение уклона	41
§ 2. Построение и обозначение конусности	41

<i>Глава 10. ЛЕКАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ</i>	<i>42</i>
§ 1. Вычерчивание кривых по лекалу	42
§ 2. Кривые конических сечений	43
§ 3. Синусоида	45
§ 4. Спираль Архимеда	46
§ 5. Эвольвента	46
§ 6. Циклоидальные кривые	48
Вопросы для самопроверки	48
Раздел II. ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ	49
<i>Глава 11. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВИДАХ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ</i>	<i>49</i>
<i>Глава 12. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ</i>	<i>51</i>
§ 1. Проецирование точки на две плоскости проекций	51
§ 2. Проецирование точки на три плоскости проекций	52
<i>Глава 13. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ ЛИНИИ</i>	<i>53</i>
§ 1. Проецирование отрезка прямой линии на плоскости проекций	53
§ 2. Угол между прямой и плоскостью проекций	56
§ 3. Следы прямой линии	56
§ 4. Изображение взаимного положения двух прямых на комплексном чертеже	57
Вопросы для самопроверки	57
<i>Глава 14. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПЛОСКИХ ФИГУР</i>	<i>57</i>
§ 1. Изображение плоскости на комплексном чертеже	57
§ 2. Проецирующие плоскости и плоскость общего положения	58
§ 3. Проекции точки и прямой, расположенных на плоскости	59
§ 4. Проекции плоских фигур	63
§ 5. Взаимное расположение плоскостей	65
§ 6. Прямая, принадлежащая плоскости	65
§ 7. Пересечение прямой с плоскостью	66
§ 8. Пересечение плоскостей	67
Вопросы для самопроверки	67
<i>Глава 15. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОЕКЦИЙ</i>	<i>68</i>

§ 1. Способы преобразования проекций	68	§ 6. Пересечение поверхностей призм и пирамид	114
§ 2. Способ вращения	68	§ 7. Пересечение поверхностей цилиндра и конуса	117
§ 3. Способ совмещения	71	§ 8. Пересечение поверхностей сферы и цилиндра	119
§ 4. Способ перемены плоскостей проекций	73	§ 9. Пересечение поверхностей тора и цилиндра	119
Вопросы для самопроверки	75	§ 10. Построение линий пересечения поверхностей способом вспомогательных сфер	120
Глава 16. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ	76	Вопросы для самопроверки	121
§ 1. Общие сведения	76	Глава 22. СЕЧЕНИЕ ПОЛЫХ МОДЕЛЕЙ И ЛИНИИ СРЕЗА ДЕТАЛЕЙ	121
§ 2. Изометрическая проекция отрезков и плоских фигур	77	§ 1. Сечение полых моделей	121
§ 3. Изометрическая проекция окружности	79	§ 2. Линии среза детали	123
§ 4. Изометрические проекции геометрических тел	81	Глава 23. ПОНЯТИЯ О РАЗРЕЗАХ	124
§ 5. Диметрическая проекция	84	Вопросы для самопроверки	126
§ 6. Диметрическая проекция окружности	85	Раздел III. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РИСОВАНИЯ	127
§ 7. Выполнение диметрических проекций деталей	86	Вопросы для самопроверки	131
§ 8. Фронтальная изометрическая проекция	86	Глава 24. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ПО ОБЩЕЙ ЧАСТИ КУРСА	132
§ 9. Горизонтальная изометрическая проекция	87	Раздел IV. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ	137
§ 10. Фронтальная диметрическая проекция	88	Глава 25. ЧЕРТЕЖ КАК ДОКУМЕНТ ЕСКД	137
Вопросы для самопроверки	89	§ 1. Особенности машиностроительного чертежа	137
Глава 17. ПРОЕКЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ	89	§ 2. Виды изделий	138
§ 1. Формы геометрических тел	89	§ 3. Виды конструкторских документов	139
§ 2. Проекция призм	89	§ 4. Основная надпись на машиностроительных чертежах	140
§ 3. Проекция пирамид	91	Глава 26. ИЗОБРАЖЕНИЕ — ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ	141
§ 4. Проекция цилиндров	92	§ 1. Системы расположения изображений	141
§ 5. Проекция конусов	93	§ 2. Основные виды	142
§ 6. Проекция шара	94	§ 3. Местные виды	144
§ 7. Проекция кольца и тора	94	§ 4. Дополнительные виды	144
§ 8. Комплексные чертежи группы геометрических тел и моделей	95	§ 5. Разрезы	145
Вопросы для самопроверки	96	§ 6. Простые разрезы — вертикальные и горизонтальные	147
Глава 18. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ ПЛОСКОСТЯМИ И РАЗВЕРТКИ ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	96	§ 7. Обозначение разрезов	147
§ 1. Понятие о сечениях геометрических тел	96	§ 8. Наклонный разрез	149
§ 2. Сечение призмы плоскостью	98	§ 9. Местные разрезы	149
§ 3. Сечение цилиндра плоскостью	99	§ 10. Сложные разрезы — ступенчатые и ломаные	151
§ 4. Сечение пирамиды плоскостью	100	§ 11. Сечения	153
§ 5. Сечение прямого кругового конуса плоскостью	102	§ 12. Выносные элементы	155
§ 6. Развертка сферической поверхности	104	Глава 27. УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ	156
Глава 19. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА КАК ЭЛЕМЕНТЫ МОДЕЛЕЙ И ДЕТАЛЕЙ МАШИН	104	Глава 28. ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В СЕЧЕНИЯХ	158
§ 1. Комплексный чертеж модели	104	Вопросы для самопроверки	160
Глава 20. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ МОДЕЛЕЙ	107	Глава 29. ВИНТОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ И ИЗДЕЛИЯ С РЕЗЬБОЙ	160
Вопросы для самопроверки	108	§ 1. Виды изделий с винтовой поверхностью	160
Глава 21. ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕЛ	108	§ 2. Образование винтовой линии	161
§ 1. Пересечение прямой линии с поверхностями тел	108	§ 3. Винтовая лента	163
§ 2. Линии пересечения и перехода	111	§ 4. Прямой геликоид	163
§ 3. Общие правила построения линий пересечения поверхностей	111		
§ 4. Пересечение поверхностей цилиндра и призмы	111		
§ 5. Пересечение цилиндрических поверхностей	113		

§ 5. Наклонный геликоид	163	§ 2. Сталь	205
§ 6. Построение винтовой поверхности	163	§ 3. Чугун	207
§ 7. Многозаходные винты и резьбы	165	§ 4. Медь и медные сплавы	207
§ 8. Условное изображение резьбы на чертежах	166	§ 5. Алюминиевые сплавы	208
Глава 30. ВИДЫ РЕЗЬБ И ИХ ОБОЗНАЧЕНИЕ	167	§ 6. Неметаллические материалы	208
§ 1. Основные сведения о резьбах	167	§ 7. Сортамент	208
§ 2. Метрическая резьба	167	Глава 41. ВЫПОЛНЕНИЕ ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ	209
§ 3. Трубная цилиндрическая резьба	169	Глава 42. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ	212
§ 4. Трубная коническая резьба	170	§ 1. Общие требования к чертежу деталей	212
§ 5. Трапецеидальная резьба	170	§ 2. Чертеж детали, изготовленной литьем	212
§ 6. Упорная резьба	171	§ 3. Чертеж детали, изготовленной на металлорежущих станках	212
§ 7. Прямоугольная резьба	171	§ 4. Чертеж детали, изготовленной гибкой	212
Глава 31. СБЕГ РЕЗЬБЫ, ФАСКИ, ПРОТОЧКИ	171	§ 5. Чертеж детали, изготовленной из пластмассы	214
Глава 32. СТАНДАРТНЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	174	§ 6. Групповой чертеж	214
§ 1. Болты	175	§ 7. Чертежи пружин	215
§ 2. Гайки	176	Вопросы для самопроверки	219
§ 3. Винты	176	Глава 43. РАЗЪЕМНЫЕ И НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ	219
§ 4. Шурупы	177	§ 1. Резьбовое соединение	220
§ 5. Шпильки	177	§ 2. Соединение клином	220
§ 6. Шайбы	178	§ 3. Соединение с применением штифтов	220
§ 7. Шплинты	179	§ 4. Шпоночное соединение	221
§ 8. Штифты	180	§ 5. Зубчатое (шлицевое) соединение	222
Глава 33. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	180	§ 6. Сварные соединения	224
§ 1. Соединение деталей болтом	181	§ 7. Соединения заклепками	225
§ 2. Соединение деталей шпилькой	181	§ 8. Соединения пайкой и склеиванием	226
§ 3. Соединение деталей винтами	182	§ 9. Соединение заформовкой и опрессовкой	227
§ 4. Упрощение и условные изображения резьбовых соединений болтом, шпилькой и винтом	183	Глава 44. ПЕРЕДАЧИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ	227
§ 5. Резьбовые соединения труб	183	§ 1. Основные определения	227
Вопросы для самопроверки	184	§ 2. Передачи	228
Глава 34. ТРЕБОВАНИЯ К ЧЕРТЕЖАМ ДЕТАЛЕЙ	185	Глава 45. НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС	229
§ 1. Общие сведения	185	Глава 46. РАЗНОВИДНОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС И ИХ ПАРАМЕТРЫ	230
§ 2. Форма детали и ее элементы	185	§ 1. Основные параметры зубчатых колес	230
§ 3. Графическая часть чертежа	186	§ 2. Конструктивные разновидности зубчатых колес	231
Глава 35. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ	187	Глава 47. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС И ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ	232
Глава 36. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ	190	§ 1. Построение изображений прямозубых цилиндрических зубчатых колес	232
§ 1. Предельные отклонения размеров	190	§ 2. Рабочий чертеж прямозубого цилиндрического зубчатого колеса	232
§ 2. Допуски формы и расположения поверхностей	194	§ 3. Выполнение чертежа прямозубого цилиндрического зубчатого колеса с натуры	234
Глава 37. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ПОКРЫТИЙ	195	§ 4. Изображение цилиндрической зубчатой передачи	235
§ 1. Нанесение на чертежах деталей обозначений шероховатостей поверхностей	195	Глава 48. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРЯМОЗУБЫХ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС И КОНИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ	237
§ 2. Нанесение на чертежах деталей обозначений покрытий и термической обработки	198	§ 1. Построение изображений прямозубых конических зубчатых колес	238
Глава 38. ТЕКСТОВЫЕ НАДПИСИ НА ЧЕРТЕЖАХ	200		
Глава 39. ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	201		
Глава 40. ОБОЗНАЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ	205		
§ 1. Общие сведения	205		

§ 2. Рабочий чертеж прямозубого конического зубчатого колеса	240
§ 3. Выполнение чертежа прямозубого конического зубчатого колеса с натуры	242
§ 4. Изображение ортогональной прямозубой конической зубчатой передачи	243
Глава 49. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЧЕРВЯКА И ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА, ОБРАЗУЮЩИХ ЧЕРВЯЧНУЮ ПЕРЕДАЧУ	244
§ 1. Основные параметры червяка и червячного колеса	245
§ 2. Построение изображений червяка и червячного колеса, образующих червячную передачу	246
§ 3. Рабочий чертеж червяка	247
§ 4. Рабочий чертеж червячного колеса	247
§ 5. Выполнение чертежей червяка и червячного колеса с натуры	250
§ 6. Изображение червячной передачи	251
Глава 50. РАЗНОВИДНОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ	251
§ 1. Цепная передача	252
§ 2. Храповой механизм	254
Вопросы для самопроверки	254
Глава 51. ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА И СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ	255
§ 1. Конструкторская документация	255
§ 2. Чертеж общего вида	255
§ 3. Сборочный чертеж	255
§ 4. Система обозначения чертежей	258
Глава 52. ИЗОБРАЖЕНИЕ ТИПОВЫХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЙ	259
§ 1. Изображение подшипников качения	259
§ 2. Изображение уплотнительных устройств	259
§ 3. Изображение смазочных устройств	261
§ 4. Изображение стопорных и установочных устройств	262
§ 5. Технологические особенности сборочных процессов и их отражение на чертеже	263
§ 6. Особенности оформления чертежей деталей, входящих в сборочную единицу	263
§ 7. Изображение пружин	264
§ 8. Условности и упрощения на сборочных чертежах	264
§ 9. Особенности нанесения размеров	266
Глава 53. ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА. СПЕЦИФИКАЦИЯ	267
§ 1. Сборочные чертежи	267
§ 2. Спецификация	270
§ 3. Последовательность выполнения сборочного чертежа готового изделия	272
Глава 54. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ	278
§ 1. Виды соединений	278

§ 2. Соединения сваркой	278
§ 3. Основные способы сварки	278
§ 4. Условные изображения сварных швов	279
§ 5. Стандартные сварные швы	279
§ 6. Обозначение на чертежах стандартных сварных швов	281
§ 7. Упрощения обозначений сварных швов	283
§ 8. Изображение и обозначение нестандартных сварных швов	284
§ 9. Сборочный чертеж сварного соединения	284
§ 10. Сборочный чертеж армированного изделия	285
Глава 55. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ	285
§ 1. Общие сведения	285
§ 2. Чтение и детализирование чертежей общих видов и сборочных чертежей	286
Вопросы для самопроверки	288
Глава 56. СХЕМЫ И ИХ ВЫПОЛНЕНИЕ	290
§ 1. Общие сведения о схемах	290
§ 2. Разновидности схем	290
§ 3. Кинематическая принципиальная схема	291
§ 4. Гидравлическая и пневматическая принципиальные схемы	295
§ 5. Электрическая принципиальная схема	298
Раздел V. ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ	301
§ 1. Общие сведения	301
§ 2. Стадии проектирования	301
§ 3. Чертежи генеральных планов	301
§ 4. Конструктивные элементы зданий	303
§ 5. Чертежи фасадов зданий	304
§ 6. Чертежи планов этажей зданий	305
§ 7. Чертежи вертикальных разрезов зданий	307
§ 8. Нанесение размеров на строительных чертежах	308
§ 9. Санитарно-технические, теплотехнические устройства	308
§ 10. Чертеж плана цеха	308
Глава 57. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЧЕРТЕЖНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ	310
§ 1. Применение трафаретов и аппликаций	310
§ 2. Чертежные приборы и приспособления	311
§ 3. Автоматизация чертежно-конструкторских работ	312
Глава 58. СПОСОБЫ РАЗМНОЖЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ	315
§ 1. Светокопирование на диазобумагах	315
§ 2. Электрография	316
§ 3. Микрофотокопирование	316
§ 4. Термокопирование	316
§ 5. Оперативная полиграфия	317
Глава 59. САМОПРОВЕРКА ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ	318
Список литературы	322
Предметный указатель	323

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

БОГОЛЮБОВ СЕРГЕЙ КОНСТАНТИНОВИЧ

ЧЕРЧЕНИЕ

Редактор *Н. В. Скугаревская*

Обложка художника *С. С. Водчиц*

Оформление и художественное редактирование *С. С. Водчиц*

Технический редактор *О. В. Куперман*

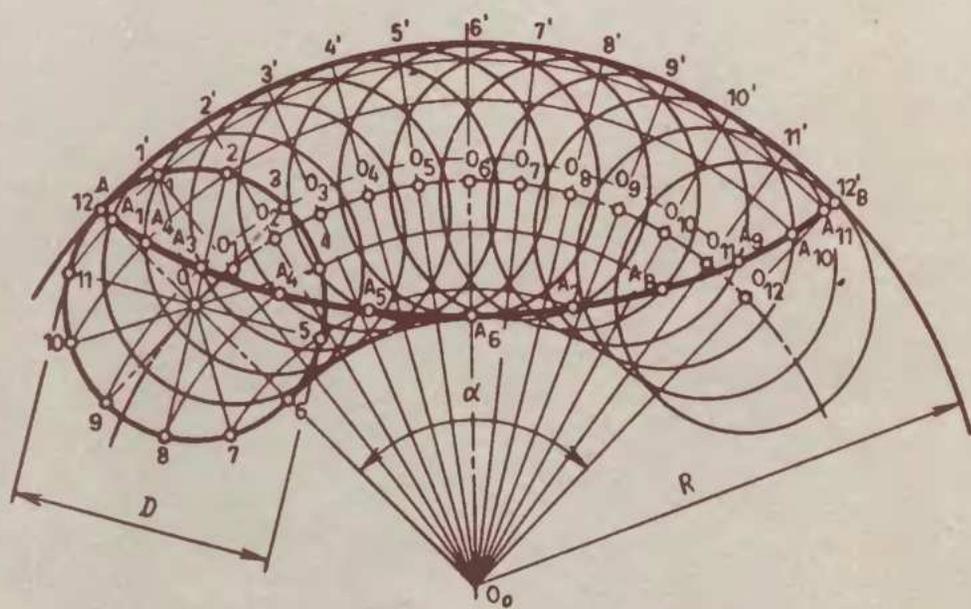
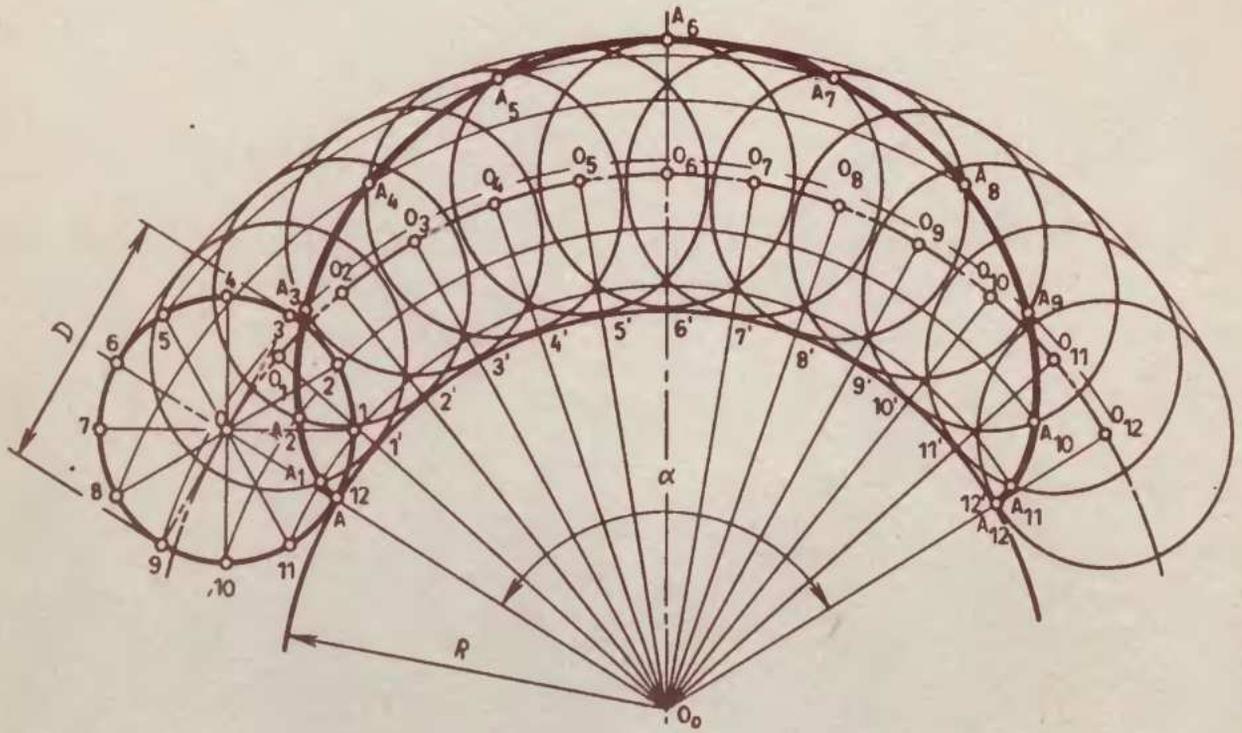
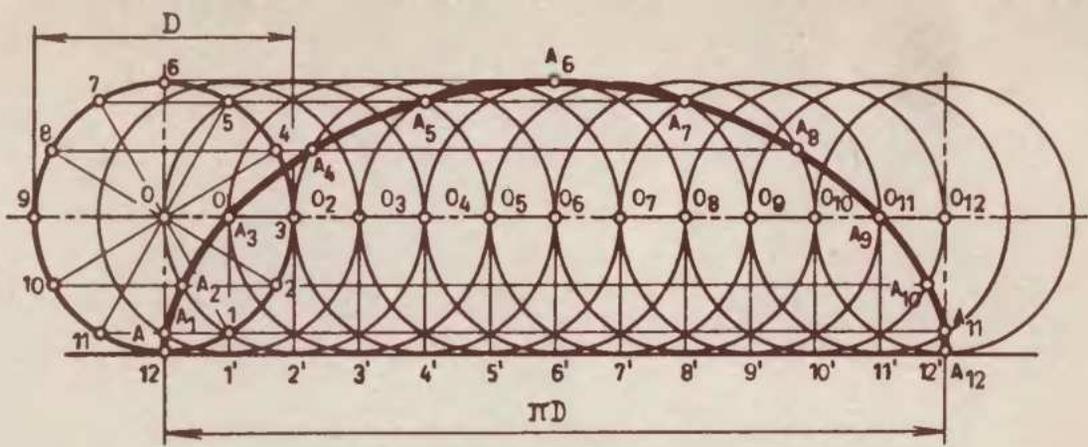
Корректоры *Т. В. Багдасарян, И. М. Борейша, А. П. Сизова*

ИБ № 5416

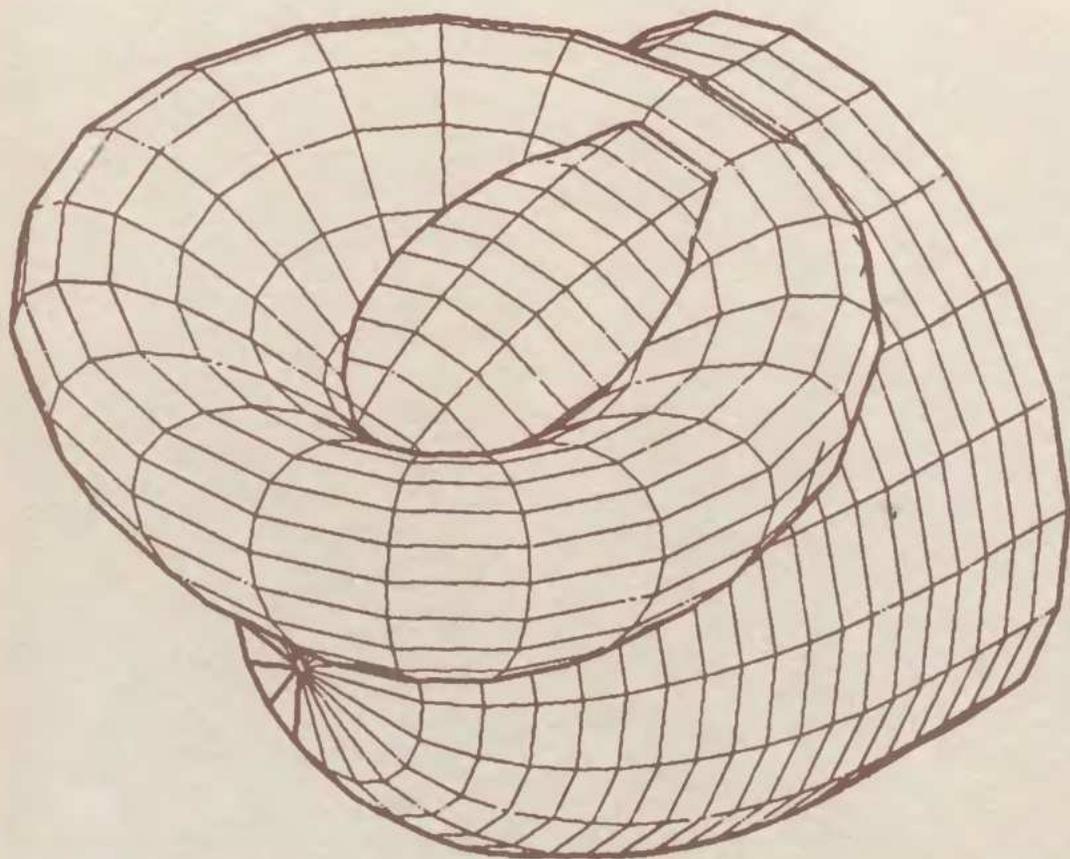
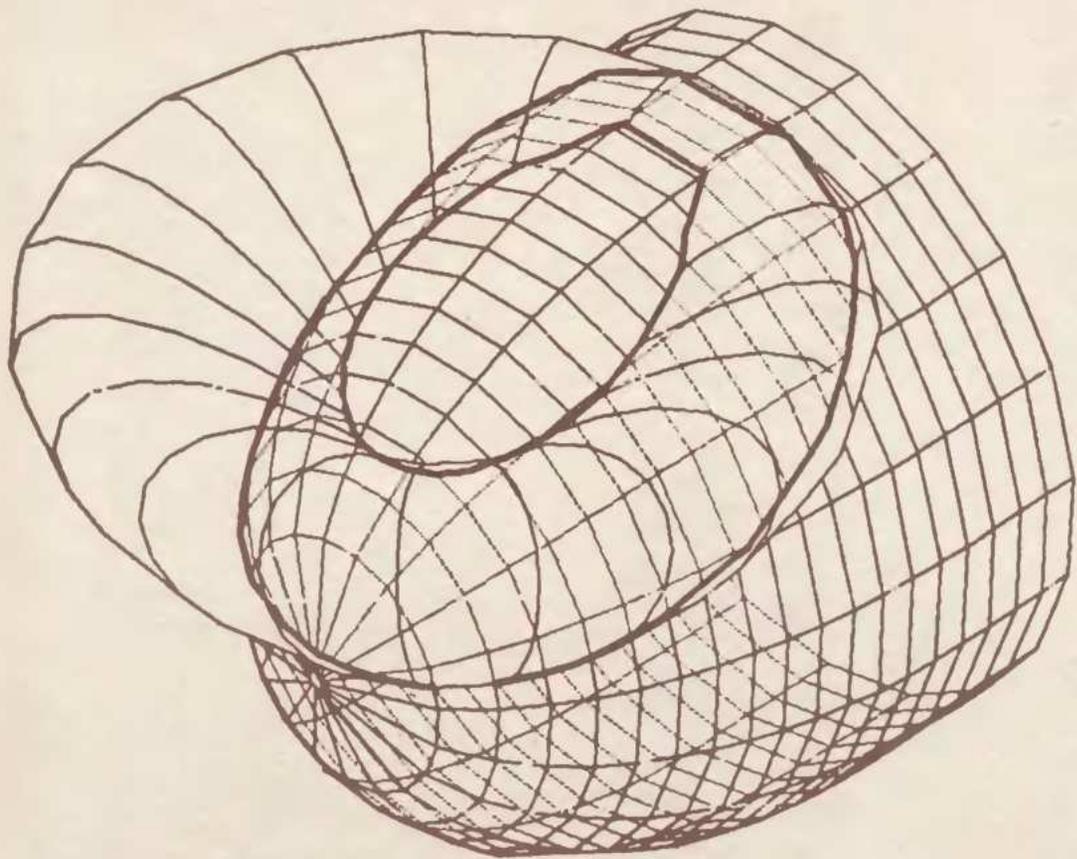
Сдано в набор 16.02.88. Подписано в печать 05.01.89. Формат
84×108¹/₁₆. Бумага офсетная 1. Гарнитура «таймс». Печать
офсетная. Усл. печ. л. 35,28. Усл. кр.-отт. 141,96. Уч.-изд. л. 36,88.
Тираж 200 000 экз. Заказ 1933. Цена 2 р.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство
«Машиностроение», 107076, Москва, Стромынский пер., 4

Ордена Трудового Красного Знамени Калининский
полиграфический комбинат Союзполиграфпрома при
Государственном комитете СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли. г. Калинин, пр. Ленина, 5.



Построение циклоиды, эпициклоиды и гипоциклоиды



Чертеж пересечения сложных поверхностей, выполненный на графопостроителе
(изображен на переплете)

БЕСПЛАТНЫЕ УЧЕБНИКИ ВРЕМЕН СССР

**БОЛЬШАЯ БИБЛИОТЕКА
НА САЙТЕ
«СОВЕТСКОЕ ВРЕМЯ»**

SOVIETIME.RU

СКАЧАТЬ