
ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Л.А. Чекурина

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

У Ч Е Б Н И К



ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

серия основана в 1996 г.



А.А. ЧЕКМАРЕВ

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

УЧЕБНИК

*Допущено
Научно-методическим советом
по начертательной геометрии, инженерной
и компьютерной графике Министерства образования
и науки Российской Федерации в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки дипломированных
специалистов высшего образования в машиностроении*

Москва
ИНФРА-М
2014

УДК 744(075.8)
ББК 30.11я73
Ч37

Ч37 **Чекмарев А.А.**
Инженерная графика. Машиностроительное черчение: Учебник.—
М.: ИНФРА-М, 2014. — 396 с. — (Высшее образование).
ISBN 978-5-16-003571-0

В учебнике в соответствии с программой изложены правила изображения на чертеже деталей и собираемых из них изделий. Широко использован производственный опыт. Приведены сведения по смежным вопросам конструирования, технологии, измерений. Даны примеры использования персональных ЭВМ. Рассмотрены примеры и даны предложения, облегчающие выполнение самостоятельных работ студентами.

Для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений.

ББК 30.11я73

ISBN 978-5-16-003571-0

© Чекмарев А.А., 2009

Формат 60x90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Newton.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 25,0. Уч.-изд. л. 24,09.
Доп. тираж 500 экз. Заказ №

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика — это вторая часть дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика», являющейся фундаментальной дисциплиной в подготовке бакалавра и дипломированного специалиста широкого профиля.

Проектирование, изготовление и эксплуатация машин, механизмов, приборов связаны с изображениями — рисунками, эскизами, чертежами. Это ставит перед графическими дисциплинами ряд важных задач. Они должны обеспечить будущим бакалаврам и инженерам знание общих приемов построения и чтения чертежей, решения большого числа разнообразных инженерно-геометрических задач, возникающих в процессе проектирования, конструирования, изготовления и эксплуатации различных технических и других объектов. Методики начертательной геометрии и инженерной графики необходимы для создания машин, приборов и комплексов, отвечающих современным требованиям точности, эффективности, надежности, экономичности.

Инженерная графика призвана дать умение и навыки для изложения технических идей с помощью чертежа, а также понимания по чертежу объектов машиностроения и принципа действия изображаемого технического изделия.

Основная цель курса — выработка знаний и навыков, необходимых студентам для выполнения и чтения технических чертежей, выполнения эскизов деталей, конструкторской и технической документации производства.

Инженерная графика — первая ступень обучения, на которой изучаются основные правила выполнения и оформления конструкторской документации. Полное овладение чертежом как средством выражения технической мысли и производственными документами, а также приобретение устойчивых навыков в черчении достигаются в результате усвоения всего комплекса технических дисциплин соответствующего профиля, подкрепленного практикой курсового и дипломного проектирования.

Изучение курса инженерной графики основывается на теоретических положениях курса начертательной геометрии, а также нормативных документов, государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Это обеспечивает минимум фундаментальных инженерно-геометрических зна-

ний, на базе которых можно успешно изучать сопромат, теорию машин и механизмов, детали машин и другие конструкторско-технологические и специальные дисциплины, а также овладевать новыми знаниями в области компьютерной графики, геометрического моделирования и др.

В результате изучения курса инженерной графики бакалавр и дипломированный инженер должны знать способы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений деталей и сборочных единиц, построение и чтение чертежей общего вида и сборочных чертежей различного уровня сложности и назначения. Они должны иметь опыт снятия эскизов и выполнения чертежей технических деталей и элементов конструкции узлов изделий своей будущей специальности. Они должны иметь представление о принципе работы показанной на чертеже конструкции (или схемы), об основных технических процессах изготовления деталей, о возможностях компьютерного выполнения чертежей, о международных стандартах.

В процессе изучения инженерной графики студенты осваивают основные положения ЕСКД, в которых установлены взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения к конструкторской документации, которые обязательны для всех организаций и предприятий России.

Установленные в ЕСКД единые правила обеспечивают:

- возможность взаимообмена конструкторскими документами между организациями и предприятиями без их переформления;
- стабилизацию комплектности, исключая 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.

Установленные стандартами ЕСКД объем и содержание данных и технических показателей, включаемых в конструкторские документы, служат основанием для разработки:

- систем и программ механизированной их обработки;
- цифровых кодов, шифрующих данные, содержащиеся в конструкторских документах;
- стандартных программ для статистической обработки информации, содержащейся в конструкторских документах и их классификационных обозначениях;
- систем регистрации конструкторских документов на машинных носителях, обеспечивающих ускоренную выдачу требуемой информации и ее обработку с использованием ЭВМ.

1. КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

1.1. ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В Российской Федерации действует Единая система конструкторской документации (ЕСКД), созданная еще в Советском Союзе. Она изложена в виде системы государственных стандартов.

Конструкторскую документацию во всех организациях страны разрабатывают и оформляют по взаимосвязанным правилам и положениям, установленным в государственных стандартах Единой системы конструкторской документации. Определенные правила установлены и для обращения конструкторской документации. Основное назначение стандартов ЕСКД подробно рассмотрено во введении.

Стандартами ЕСКД установлены виды всех изделий, виды и комплектность конструкторской документации и стадии ее разработки.

Стандарты ЕСКД отнесены ко второму классу и распределены по следующим группам:

<i>Содержание стандартов в группе</i>	<i>Номер стандарта</i>
Общие положения	ГОСТ 2.001–70 ... ГОСТ 2.004–83
Основные положения	ГОСТ 2.101–68 ... ГОСТ 2.124–85
Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах	ГОСТ 2.201–80
Общие правила выполнения чертежей	ГОСТ 2.301–68 ... ГОСТ 2.321–84
Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения	ГОСТ 2.401–68 ... ГОСТ 2.430–85
Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений)	ГОСТ 2.501–68 ... ГОСТ 2.505–82
Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации	ГОСТ 2.601–68 ... ГОСТ 2.609–79
Правила выполнения схем	ГОСТ 2.701–76 ... ГОСТ 2.797–81
Правила выполнения документов строительных и судостроения	ГОСТ 2.801–74 ... ГОСТ 2.857–75
Прочие стандарты	—

1.2. ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ

Изделием называют любой предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению на предприятии. Их подразделяют на следующие виды: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Деталью называют изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла; литой корпус; пластина из биметаллического листа; отрезок кабеля или провода заданной длины; трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала.

Сборочной единицей называют изделие, составные части которого соединяют между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, опрессовкой и т.п.), например: автомобиль, микромодуль, сварной корпус, маховичок из пластмассы с металлической арматурой.

В учебном процессе применяют в основном детали и сборочные единицы.

1.3. ВИДЫ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Конструкторские документы определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. К конструкторским документам относят графические и тестовые документы. Их подразделяют на следующие виды (в скобках указан шифр документов):

- чертежи деталей (—), сборочные (СБ), общего вида (ВО), теоретические (ТЧ), габаритные (ГЧ), электромонтажные (МЭ), монтажные (МЧ), упаковочные (УЧ);
- схемы (по ГОСТ 2.701–76);
- спецификации (—);
- ведомости спецификаций (ВС), ссылочных документов (ВД), покупных изделий (ВП), согласования применяемости покупных изделий (ВИ), держателей подлинников (ДП), технического предложения (ПТ), эскизного проекта (ЭП), технического проекта (ТП);
- пояснительная записка (ПЗ);
- технические условия (ТУ);
- программа и методика испытаний (ПМ);
- таблицы (ТБ);

- расчеты (РР);
- инструкции (И...);
- документы прочие (Д...);
- патентный формуляр (ПФ);
- документы эксплуатационные;
- ремонтные документы;
- карта технического уровня и качества изделия (КУ).

Часть из указанных документов являются обязательными, остальные разрабатываются в зависимости от характера, назначения или условий производства изделий. К обязательным документам относятся на этапе разработки ведомости технического предложения, эскизного проекта, технического проекта и пояснительная записка, включая чертеж общего вида в составе технического проекта; на этапе рабочего проектирования — чертежи деталей и сборочные, спецификации.

В учебном процессе разрабатывают такие конструкторские документы, как чертежи деталей, общего вида, сборочные, схемы, таблицы, спецификации, расчеты, пояснительные записки к курсовым и дипломным проектам. Эти документы разрабатывают по содержанию близкими к производственным конструкторским документам. В некоторых случаях по договорам с предприятиями их разрабатывают в полном соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и передают в производство.

Подробное описание и правила выполнения каждого вида конструкторских документов регламентированы в соответствующих стандартах ЕСКД.

Ниже будут рассмотрены основные правила оформления чертежей деталей, общего вида, сборочных и спецификаций, необходимые для дальнейшего выполнения как учебных работ и проектов, так и для практической работы.

1.4. ПРИМЕРЫ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Чертеж ракеты-носителя «Спутник» (рис. 1.1) является прекрасным примером единения внешнего вида и фронтального разреза. Она создана на базе межконтинентальной баллистической ракеты. На ней запущены первый искусственный спутник Земли (ИСЗ) ПС-1, первый в мире биологический ИСЗ ПС-2 и третий советский ИСЗ. Вес полезного груза — 1327 кг. Полная длина ракеты — 29,167 м. Размер по воздушным рулям — 10,3 м. Сухой вес — 22 т. Начальный вес I ступени — 267 т, II ступени — 58 т. Тяга I ступени (при старте) — 398 т, II ступени — 98 т.

Трехступенчатая ракета-носитель «Восток» (главный вид) с пилотируемым космическим кораблем «Восток» (фронтальный разрез третьей ступени ракеты) приведена на рис. 1.2. Она предназначена

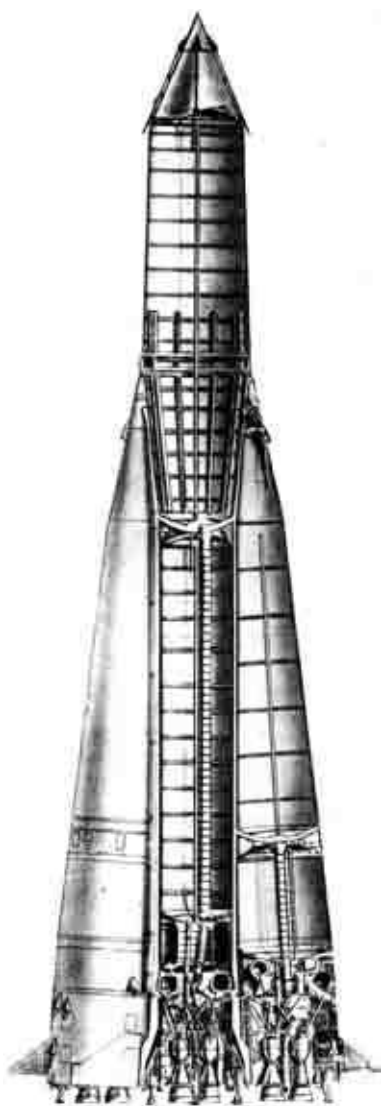


Рис. 1.1



Рис. 1.2

для запуска на околоземную орбиту автоматических и пилотируемых космических аппаратов. На ней запускались автоматические ИСЗ «Электрон», «Метеор», «Космос» и космические корабли «Восток». Вес полезного груза — 4725 кг. Полная длина — 38,360 м. Размер по воздушным рулям — 10,3 м. Сухой вес — 29 т. Начальный вес: I ступени — 287 т, II ступени — 77 т, III ступени — 12,5 т. Тяга I ступени — 408 т, II ступени — 96 т, III ступени — 5,6 т. Удельная тяга I ступени — 254 с, II ступени — 315 с, III ступени — 326 с (II и III — в пустоте).

Космический корабль «Восток» в сборочном цехе приведен на рис. 1.3.

Внешний вид с местными (частичными) разрезами автоматической космической станции «Луна-Е» с автоматической лунной станцией приведен на рис. 1.4. Общий вес — 1470 кг. Вес отделяемых отсеков — 312 кг. Вес топлива для коррекции и торможения — 773 кг. Сухой вес двигательной установки (ЖТДУ) — 140 кг. Удельная тяга ЖТДУ — 278 кг/(кг/с). Вес автоматической станции —

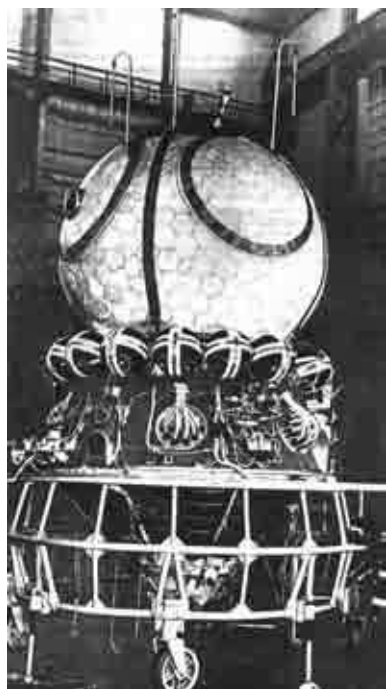


Рис. 1.3

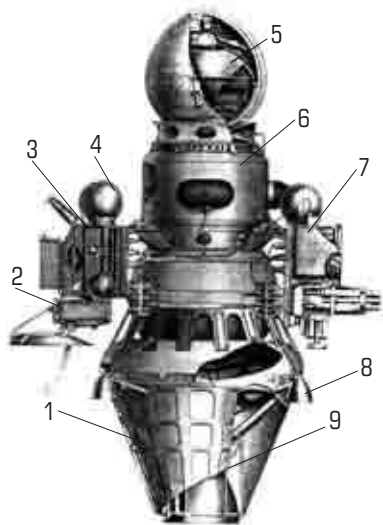


Рис. 1.4

105 кг. Вес приборов (с конструкцией) — 5 кг. Вес телевизионной камеры — 3,4 кг. Время существования станции на Луне — 4 суток. Время кругового обзора телевизионной камеры — 1 ч. Минимально различаемый размер предмета на расстоянии 0,7–2 м — 8–20 мм. На внешнем виде: 1 — экран ЖТДУ; 2 — радиовысотомер; 3 — отделяемый отсек № 2 с радиоаппаратурой; 4 — пневмосистема надува амортизации; 5 — автоматическая лунная станция; 6 — отсек системы управления; 7 — отделяемый отсек № 1 с системой астронавигации; 8 — управляющее сопло; 9 — двигательная установка.

2. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

К стандартам оформления чертежей прежде всего относят стандарты на форматы, масштабы, линии, шрифт, основную надпись, графические обозначения материалов. Рассмотрим их.

2.1. ФОРМАТЫ

Чертежным форматом называют размер конструкторского документа. Листы бумаги для чертежей, как правило, больше по размерам, чем форматы конструкторских документов. Обозначения и размеры основных форматов следующие:

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

При необходимости допускается применять формат A5 с размерами сторон 148 × 210 мм.

Формат A0 имеет площадь 1 м². Последующий формат получают делением предыдущего на две равные части параллельно его меньшей стороне.

Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

На листе чертежной бумаги формат обводят тонкой линией. При этом размеры сторон отмечают относительно центра листа бумаги так, чтобы со всех сторон оставался край бумаги примерно одинаковой ширины для прикрепления чертежа к доске.

Поле формата, на котором размещают изображения деталей, приборов, геометрические построения или текст, ограничивают рамкой. Рамку проводят на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой сторон формата и на расстоянии 20 мм от левой стороны. Поле шириной 20 мм слева предназначено для подшивки чертежей.

2.2. МАСШТАБЫ

Масштабом чертежа называют отношение линейных размеров изображения объекта на чертеже к действительным размерам объекта.

Масштабы изображений на чертежах стандартизированы и должны выбираться из следующих рядов:

Масштабы уменьшения	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	И др.	
Масштабы увеличения	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1	20:1	40:1 и др.

Предпочтителен масштаб 1:1, т.е. изображение в натуральную величину.



Масштаб, изображенный на чертеже, записывают в соответствующей графе основной надписи по типу *1:1*; *1:2*; *2:1* и т.д. Если какой-либо элемент на чертеже выполнен в масштабе, отличающемся от записанного в основной надписи, то этот масштаб записывают над элементом по типу *A 1:1*, *B 2:1*, *B 1:2* и т.д.



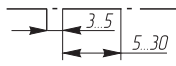

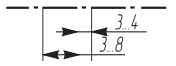
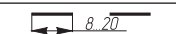

2.3. ЛИНИИ

Для большей выразительности, наглядности на чертежах применяют различные типы линий. Их определенное начертание и назначение стандартизованы (табл. 2.1). Толщина сплошной основной линии стандартизована от 0,6 до 1,5 мм, для учебных чертежей целесообразно применять толщину 0,8 ... 1 мм.

Типовые примеры начертания и основного назначения некоторых линий приведены на рис. 2.1.

Таблица 2.1

<i>Наименование</i>	<i>Начертание</i>	<i>Толщина</i>	<i>Основное назначение</i>
1. Сплошная основная		<i>s</i>	Линия видимого контура Линия перехода видимая Линия контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2. Сплошная тонкая		<i>s/3 ... s/2</i>	Линия контура наложенного сечения Линии размерные выносные Линии штриховки Линии-выноски Полки линий-выносок и подчеркивание надписей Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях Линии перехода воображаемые Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
3. Сплошная волнистая		$s/3 \dots s/2$	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
4. Штриховая		$s/3 \dots s/2$	Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
5. Штрих-пунктирная		$s/3 \dots s/2$	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для вынесенных или наложенных сечений
6. Штрих-пунктирная с двумя точками		$s/3 \dots s/2$	Линии сгиба на развертках Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки, совмещенной с видом
7. Штрих-пунктирная утолщенная		$s/2 \dots \frac{2}{3}s$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
8. Разомкнутая		$s \dots 1\frac{1}{2}s$	Линия сечения
9. Сплошная тонкая с изломами		$s/3 \dots s/2$	Длинные линии обрыва

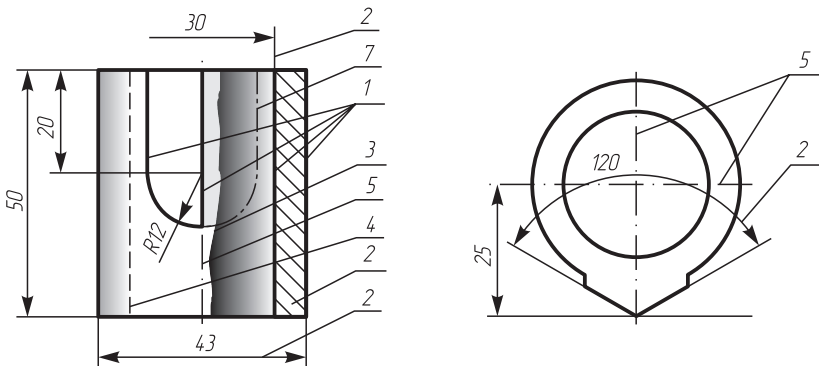


Рис. 2.1

2.4. ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Марки материалов в конструкторских документах указывают в соответствии со стандартами на эти материалы: в графе 3 (рис. 2.23) основной надписи в чертежах деталей, в спецификации или в технических требованиях на поле чертежа — для сборочных единиц. Марки материалов имеют буквенно-цифровые обозначения.

В сечениях (рис. 2.2) изображаемых деталей, а также в некоторых случаях на видах (рис. 2.3) используют стандартные условные графические обозначения материалов.

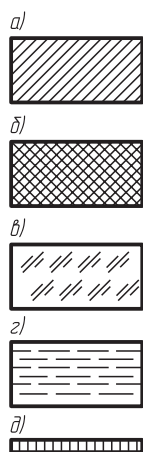


Рис. 2.2

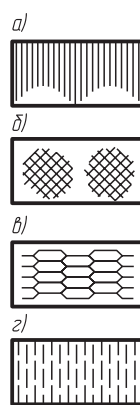


Рис. 2.3

Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материалов и металлов соответствует рис. 2.2, *а*. К неметаллическим материалам (обозначение на рис. 2.2, *б*) относятся также волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением ряда строительных материалов (дерево, камень, бетон). На рис. 2.2: *в* — стекло, *г* — жидкость, *д* — сетка. На рис. 2.3: *а* — металл, *б* — сетка, *в* — просечная сталь, *г* — стекло.

Линии штриховки проводят под углом 45° к линии контура изображения (рис. 2.4, *а*), или к его оси (рис. 2.4, *б*), или к линиям рамки чертежа (рис. 2.5), направление — любое, но одинаковое для одной и той же детали на всех сечениях одного чертежа. Если направление штриховки оказывается параллельным линиям контура детали или осевым линиям, то угол наклона линий штриховки таких деталей принимают 30° или 60° относительно горизонтальной стороны рамки (рис. 2.6).

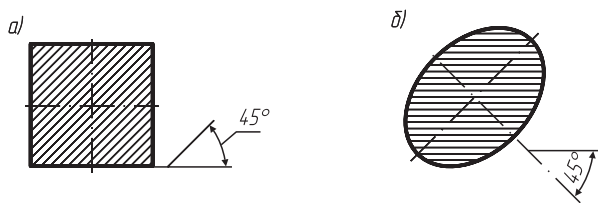


Рис. 2.4

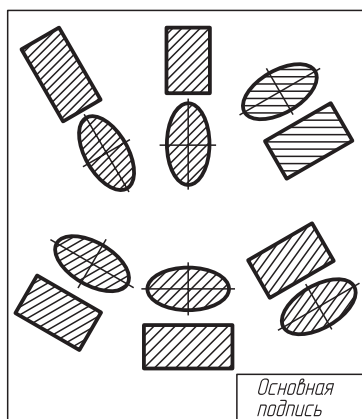


Рис. 2.5

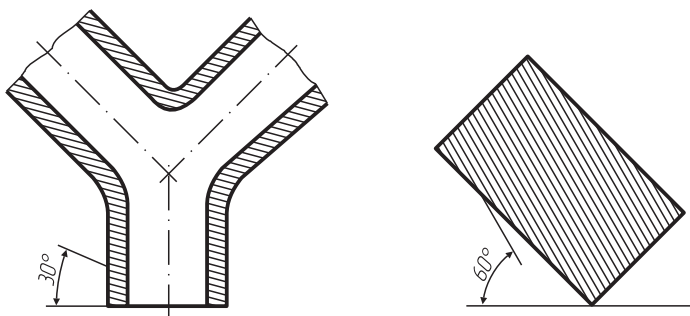


Рис. 2.6

Расстояние между параллельными линиями штриховки берут от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости ее разнообразить для сечений смежных деталей. Величину шага штриховки выбирают в зависимости от площади сечения: для сечений большой площади шаг больше, для сечений небольшой пло-

щади шаг уменьшают. Шаг штриховки одной и той же детали на всех сечениях в одном масштабе одинаков.

Пример штриховки групп деталей, соединенных точечной или шовной сваркой, показан на рис. 2.7.

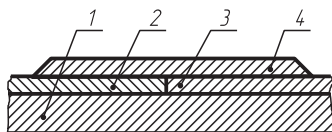


Рис. 2.7

Для отдельных сечений детали, выполненных в масштабе увеличения или уменьшения, шаг штриховки может быть соответственно увеличен или уменьшен при сохранении направления штриховки.

Для смежных сечений двух деталей направление штриховки для одного сечения принимают вправо, для другого — влево (пример — штриховка деталей 1 и 2 на рис. 2.7).

При трех и более смежных сечениях разных деталей изменяют как направление штриховки (рис. 2.8, б), так и шаг ее (рис. 2.8, а).

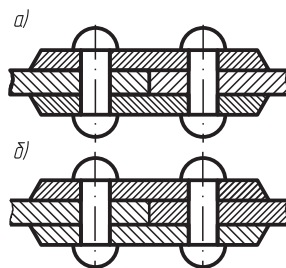


Рис. 2.8

Для смежных сечений нескольких деталей можно также сдвигать линии штриховки в одном сечении по отношению к другому при одинаковом направлении (пример — штриховка нижней детали на рис. 2.8, б).

Узкие и длинные площади сечений (например, штампованных, вальцованных и других подобных деталей) шириной 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. 2.9). В этих случаях линии штриховки стекла (рис. 2.10) наносят с наклоном 15...20° к линии большой стороны контура сечения. Узкие площади сечения,

ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с просветами между смежными сечениями не менее 0,8 мм (рис. 2.11). При штриховке неметаллических материалов (в клетку) в сечениях расстояние между линиями штриховки выбирают разным.

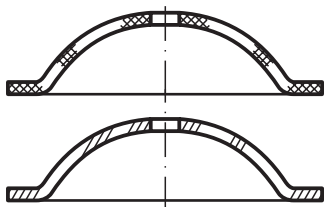


Рис. 2.9

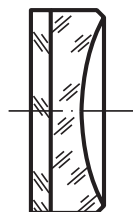


Рис. 2.10

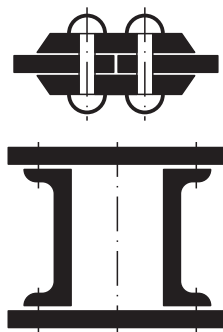


Рис. 2.11

При больших площадях сечений допускается наносить обозначение материала лишь у контура сечения узкой полоской равномерной ширины (рис. 2.12).

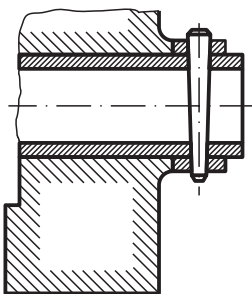


Рис. 2.12

2.5. ШРИФТЫ

На всех чертежах и других технических документах применяют стандартные шрифты русского, латинского и греческого алфавитов, арабские и римские цифры и специальные знаки.

Размер шрифта характеризуется высотой (h) прописных букв в миллиметрах. Установлены следующие его размеры: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

В зависимости от толщины линий установлены два типа шрифта:

- тип А с толщиной линии $d = \frac{1}{14}h$;
- тип Б с толщиной линии $d = \frac{1}{10}h$.

Оба типа шрифта выполняют с наклоном около 75° или без наклона (прямой шрифт).

Вспомогательная сетка (рис. 2.13) — сетка, образованная вспомогательными линиями, в которые вписывают буквы: a — для шрифта без наклона; b — для шрифта с наклоном. Построение шрифта во вспомогательной сетке показано на рис. 2.14.

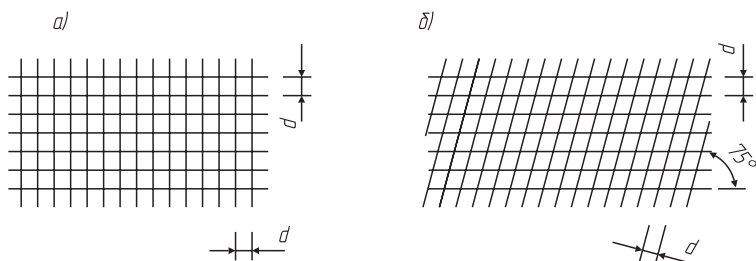


Рис. 2.13

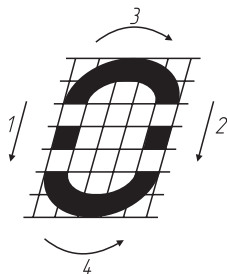


Рис. 2.14

Параметры шрифтов установлены в зависимости от размера и приведены в табл. 2.2.

Параметры шрифтов

Параметр	Размеры, мм						
	Шрифт типа А						
<i>h</i>	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
<i>c</i>	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
<i>a</i>	0,35	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,8
<i>b</i>	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0
<i>e</i>	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
<i>d</i>	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4
Шрифт типа Б							
<i>h</i>	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
<i>c</i>	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
<i>a</i>	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,8	4,0
<i>b</i>	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
<i>e</i>	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
<i>d</i>	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

Примечания: 1. Обозначения: *h* — размер шрифта; *c* — высота строчных букв; *a* — расстояние между буквами; *b* — минимальный шаг строк; *e* — минимальное расстояние между словами; *d* — толщина линий шрифта.

2. Относительные размеры параметров шрифта:

	Тип А	Тип Б
<i>h</i>	$(^{14}/_{14})h = 14d$	$(^{10}/_{10})h = 10d$
<i>c</i>	$(^{10}/_{14})h = 10d$	$(^7/_{10})h = 7d$
<i>a</i>	$(^2/_{14})h = 2d$	$(^2/_{10})h = 2d$
<i>b</i>	$(^{22}/_{14})h = 22d$	$(^{17}/_{10})h = 17d$
<i>e</i>	$(^6/_{14})h = 6d$	$(^6/_{10})h = 6d$
<i>d</i>	$(^1/_{14})h = d$	$(^1/_{10})h = d$

Русский, латинский и греческий алфавиты, арабские и римские цифры, знаки приведены на рис. 2.15 — 2.22. Римские буквы *L*, *C*, *D*, *M* выполняют по правилам латинского алфавита.

Русский алфавит и арабские цифры шрифтом типа Б приведены на рис. 2.15. Шрифтом этого же типа даны арабские без наклона и римские цифры на рис. 2.16. Без наклона этим же шрифтом дан алфавит на рис. 2.17.

Наименования знаков на рис. 2.18 (тип Б) и 2.20 (тип А): 1 — точка; 2 — двоеточие; 3 — запятая; 4 — точка с запятой; 5 — восклицательный знак; 6 — вопросительный знак; 7 — кавычки; 8 — и; 9 — параграф; 10 — равенство; 11 — значение после округления;

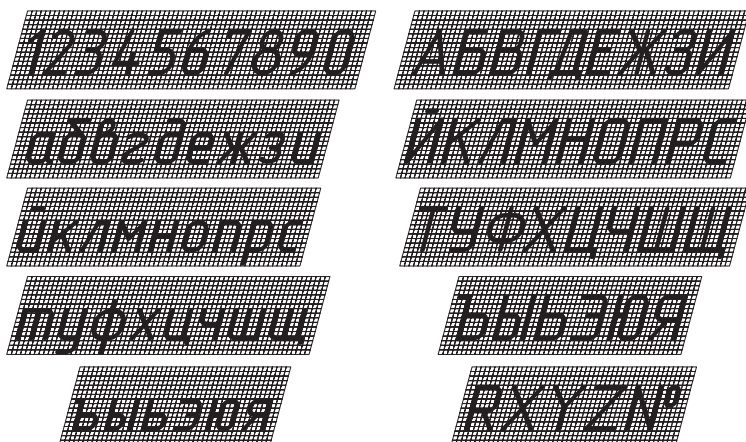


Рис. 2.15

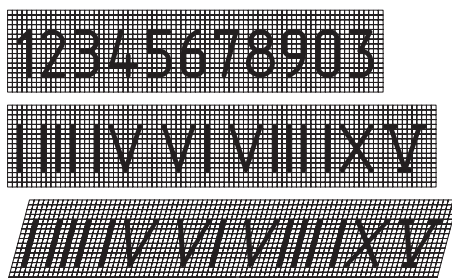


Рис. 2.16



Рис. 2.17

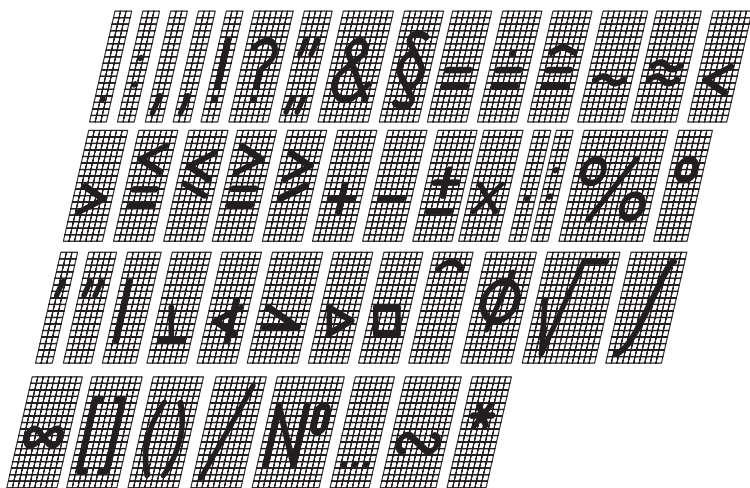


Рис. 2.18



δ)

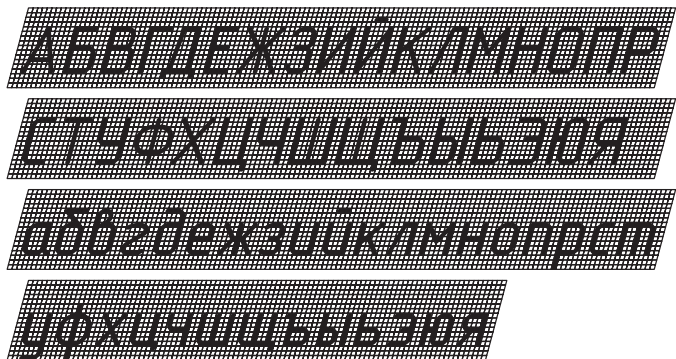


Рис. 2.19

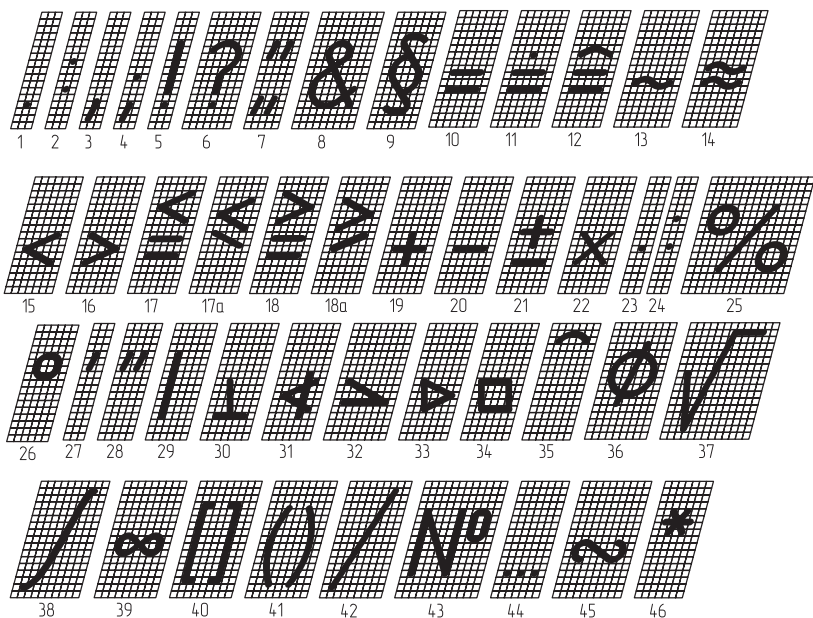


Рис. 2.20



Рис. 2.21

12 — соответствует; 13 — асимптотически равно; 14 — приблизительно равно; 15 — меньше; 16 — больше; 17 и 17a — меньше или равно ; 18 и 18a — больше или равно; 19 — плюс; 20 — минус; тире; 21 — плюс-минус; 22, 23 — умножение; 24 — деление; 25 — про-



Рис. 2.22

цент; 26 — градус; 27 — минута; 28 — секунда; 29 — параллельно; 30 — перпендикулярно; 31 — угол; 32 — уклон; 33 — конусность; 34 — квадрат; 35 — дуга; 36 — диаметр; 37 — радикал; 38 — интеграл; 39 — бесконечность; 40 — квадратные скобки; 41 — круглые скобки; 42 — черта дроби; 43 — номер; 44 — от ... до; 45 — знак подобия; 46 — звездочка.

Русский алфавит шрифтом типа А приведен на рис. 2.19: *a* — с наклоном, *b* — без наклона.

Латинский алфавит (шрифтом типа А с наклоном) приведен на рис. 2.21.

Греческий алфавит, выполненный шрифтом типа Б с наклоном, приведен на рис. 2.22: 1 — альфа; 2 — бета; 3 — гамма; 4 — дельта; 5 — эпсилон; 6 — дзета; 7 — эта; 8 — тета; 9 — иота; 10 — каппа; 11 — ламбда; 12 — ми; 13 — ню; 14 — кси; 15 — омикрон; 16 — пи; 17 — ро; 18 — сигма; 19 — тау; 20 — ипсилон; 21 — фи; 22 — хи; 23 — си; 24 — омега

2.6. ОСНОВНЫЕ НАДПИСИ

На всех конструкторских документах в правом нижнем углу располагают основную надпись (рис. 2.23). На листах формата А4 основные надписи располагают вдоль короткой стороны листа.

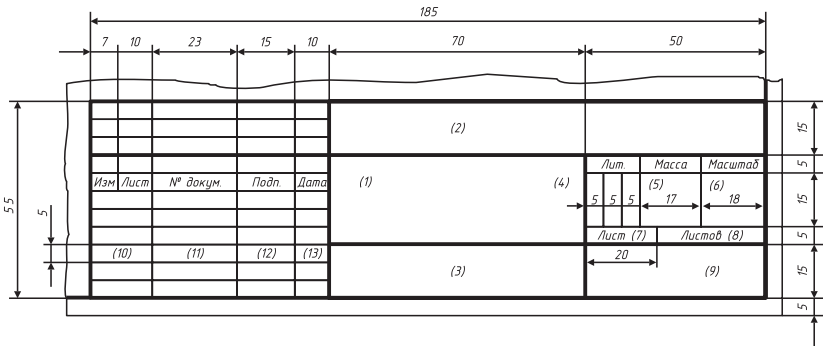


Рис. 2.23

Рекомендуется следующее заполнение граф основной надписи в условиях учебного процесса (сохранено стандартное обозначение граф).

Графа 1 — наименование детали или сборочной единицы.

Графа 2 — обозначение документа по принятой в институте (университете) системе.

Графа 3 — обозначение материала детали (заполняют только на чертежах деталей).

Графа 4 — не заполнять.

Графа 5 — масса изделия.

Графа 6 — масштаб.

Графа 7 — порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют).

Графа 8 — общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе документа).

Графа 9 — наименование учебного заведения и номер группы.

Графа 10 — характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, например:

Разработал ... (студент)

Проверил ... (преподаватель)

Графа 11 — четкое написание фамилий лиц, подписавших документ.

Графа 12 — подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.

Графа 13 — дата подписания документа.

Расположение надписей на поле чертежа. Надписи, цифровые и буквенные, располагают, как правило, горизонтально и выполняют четким шрифтом. Размещают надписи на поле чертежа обычно

над основной надписью. Надписи внутри контура проекций (за исключением размерных чисел) помещают только в случае крайней необходимости. Если по необходимости надпись пересекает линию чертежа, то линию в этом месте прерывают. Если надпись подчеркивают линией или пишут вдоль нее, то между линией и надписью оставляют просвет около 1 мм.

В табличных документах (спецификации, ведомости, основные надписи и т.п.) надписи располагают примерно в середине между линиями.

2.7. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Величину изображаемого предмета (изделия) и его элементов определяют размерные числа, нанесенные на чертеже. Исключение составляют случаи, когда величину изделия и его элементов определяют по изображениям, выполненным с достаточной степенью точности. Они стандартизованы.

При огромном разнообразии деталей размеры на них наносят с учетом следующих факторов:

- формы детали;
- взаимодействия с другими деталями сборочной единицы, т.е. ее функционирования в изделии (влияние этого фактора начинают изучать при съемке эскизов с деталей, входящих в состав определенной сборочной единицы, — см. гл. 12);
- особенностей ее изготовления;
- обеспечения ясности и выразительности эскиза, чертежа.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации, за исключением справочных размеров (см. ниже).

Размеры на чертеже указывают размерными числами и размерными линиями.

Единицы линейных и угловых размеров. Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы. Размеры, приводимые в технических требованиях и надписях на поле чертежа, обязательно указывают с единицей.

Если на чертеже размеры необходимо указать не в миллиметрах, то соответствующие размерные числа записывают с обозначением единицы (см, м) или указывают единицы в технических требова-

ниях. Простые дроби допускается применять только для размеров в дюймах.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы, например 4° ; $4^\circ 30'$; $12^\circ 45' 30''$; $0^\circ 18'$; $0^\circ 0' 30''$. Некоторые угловые размеры задают значениями уклона и конусности (см. рис. 4.30 и 4.31).

Размерные и выносные линии. Размерные линии проводят между выносными, осевыми, центровыми линиями, а также непосредственно к линиям видимого контура. Их предпочтительно наносить вне контура изображения. Размерную линию ограничивают стрелками с обоих концов, кроме указанных ниже случаев (см. рис. 4.19, 4.23, 4.28). На размерной линии радиуса наносят одну стрелку.

Размеры стрелок выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 2.24. Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию (или контурные, осевые и т.д.) и стрелки наносят, как показано на рис. 2.25. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки можно заменить засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рис. 2.26, а), или точками (рис. 2.26, б). При недостатке места для стрелки из-за близко расположенных контурных или выносных линий последние можно прерывать (рис. 2.27).

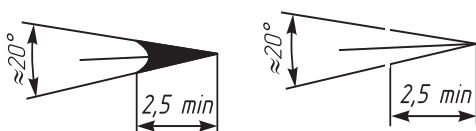


Рис. 2.24

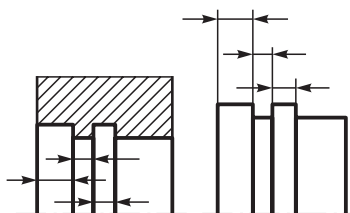


Рис. 2.25

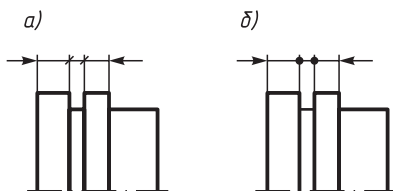


Рис. 2.26

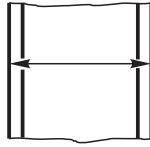


Рис. 2.27

Расстояние между размерными линиями выбирают в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. При этом минимальное расстояние между параллельными размерными линиями 7 мм, между размерной и линией контура — 10 мм.

Нельзя использовать линии контура, осевые, центровые и выносные в качестве размерных.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий (см. рис. 2.55 — выполнено правильно).

Выносные линии проводят от линий видимого контура или точек пересечения их продолжений, центров окружностей, дуг, размерных линий криволинейного контура (см. рис. 4.29), а также от линий невидимого контура, если при этом отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.

При нанесении размера криволинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным (рис. 2.28, см. также рис. 2.25, 2.26). В случаях, показанных на рис. 2.29, размерную и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм. Если надо показать вершины скругляемого угла, то выносные линии проводят от точек пересечения сторон скругляемых углов (рис. 2.30). При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в вершине угла, а вы-

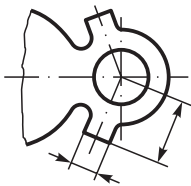


Рис. 2.28

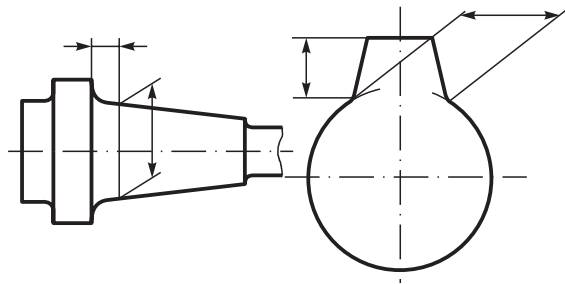


Рис. 2.29

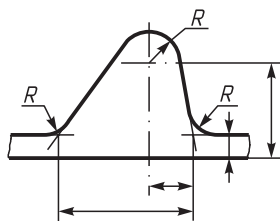


Рис. 2.30

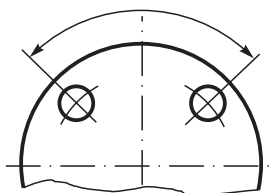


Рис. 2.31

носные линии — радиально (рис. 2.31). При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят concentрично дуге, выносные линии — параллельно биссектрисе угла, а над размерным числом ставят знак \cap (рис. 2.32, а). Можно выносные линии размера дуги располагать радиально, а при наличии нескольких concentрических дуг необходимо указывать, к какой из них относится размер (рис. 2.32, б). Для деталей, подобных изображенной на рис. 2.33, выносные линии проводят по дугам окружностей, а размерную — радиально.

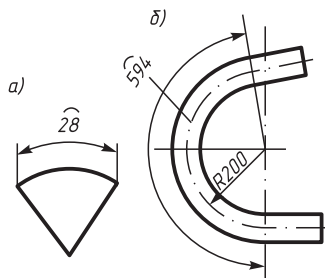


Рис. 2.32



Рис. 2.33

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине (рис. 2.34). Однако при нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий (см. рис. 2.42). При нанесении нескольких параллельных или concentрических размерных линий размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 2.35).

Расположение размерных чисел линейных размеров при различных наклонах размерных линий показано на рис. 2.36. Простановка угловых размеров показана на рис. 2.37. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа

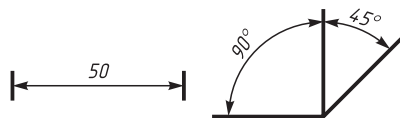


Рис. 2.34

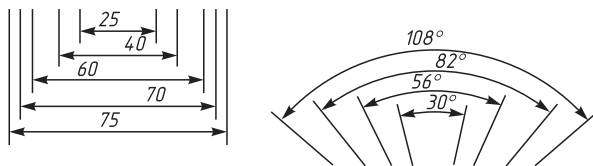


Рис. 2.35

помещают над размерными линиями со стороны выпуклости, в противоположной зоне — со стороны вогнутости. В заштрихованной зоне на рис. 2.36, 2.37 размерные числа указывают на горизонтальных полках (рис. 2.38).

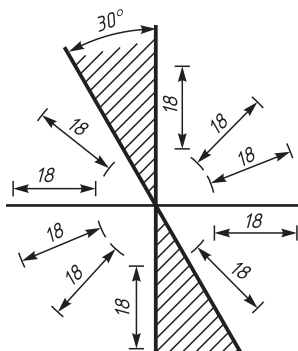


Рис. 2.36

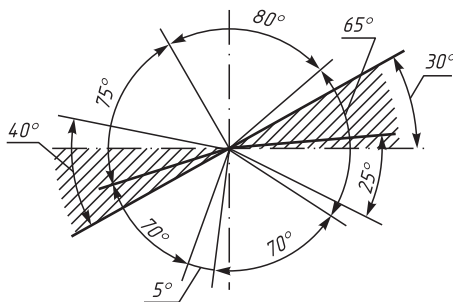


Рис. 2.37

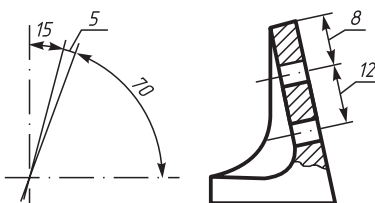


Рис. 2.38

Если для нанесения стрелок или написания размерного числа недостаточно места, то их наносят так, как показано на рис. 2.39 и 2.40. Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяется наибольшим удобством чтения.

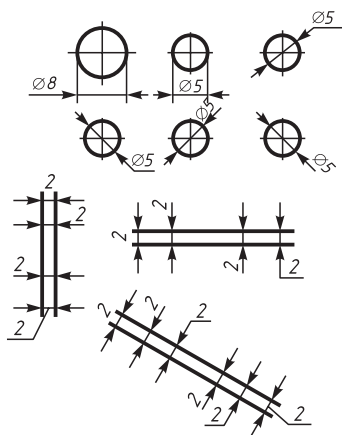


Рис. 2.39

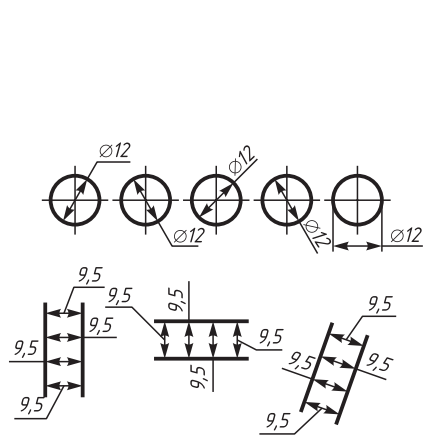


Рис. 2.40

Размерные числа нельзя разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа и наносить в местах пересечения размерных, осевых и центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые и линии штриховки прерывают (рис. 2.41), но линию контура прерывать нельзя.

При изображении части вида или части разреза симметричного предмета размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом. Обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва изделия (рис. 2.42, а, б). При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 2.43).



Рис. 2.41

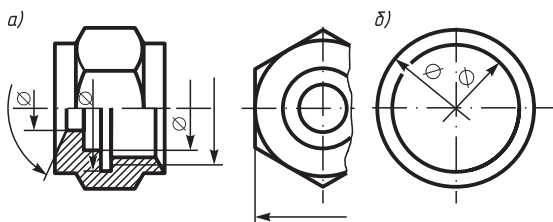


Рис. 2.42

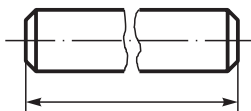


Рис. 2.43

Нанесение размеров формы поверхностей деталей. При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R* (см. рис. 2.32). Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса можно не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рис. 2.44). Когда при нанесении размера радиуса дуги окружности надо указать размер, определяющий положение ее центра, то этот центр изображают в виде пересечения центровых или выносных линий. При большом радиусе центр можно приблизить к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (рис. 2.45). При простановке нескольких размеров радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой (рис. 2.46, *a*), а размерные линии, расположенные между двумя крайними, можно не доводить до центра (рис. 2.46, *б*).



Рис. 2.44

a)

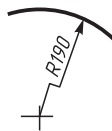
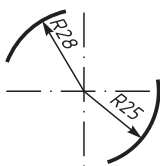


Рис. 2.45



б)

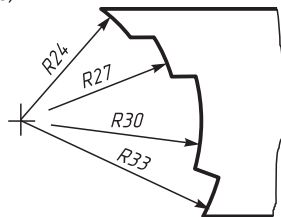


Рис. 2.46

Нанесение радиусов скруглений показано на рис. 2.47, *a* — *г*. Скругления, размер которых в масштабе чертежа 1 мм и менее, на чертеже не изображают (рис. 2.47, *в*). Размеры одинаковых радиусов можно указывать на общей полке (рис. 2.47, *г*). Если радиусы скруглений, сгибов и т.п. одинаковы или какой-либо радиус пре-

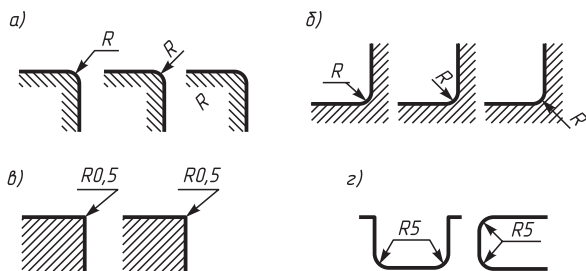


Рис. 2.47

обладает, то их не наносят на чертеж изделия, а делают запись в технических требованиях: *Радиусы скруглений 4 мм, Внутренние радиусы сгибов 8 мм, Неуказанные радиусы 5 мм* и т.п. Можно не наносить на чертеж размеры радиуса дуги окружности сопрягающих параллельных линий (рис. 2.48).

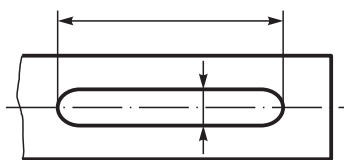


Рис. 2.48

При указании размера диаметра во всех случаях перед размерным числом ставят знак \varnothing .

Минимальное количество размеров, необходимых для задания формы элементарных геометрических тел, показано на рис. 2.49: *а* — сферы; *б* — тора; *в, г* — призмы квадратного сечения; *д* — конуса; *е* — пирамиды; *ж, з, и, к* — усеченного конуса.

Перед размерным числом диаметра или радиуса сферы наносят знак \varnothing или *R* без надписи *Сфера* (рис. 2.50, *а, б*). Однако если на чертеже изображение сферы неоднозначно, то перед размерным числом диаметра (радиуса) можно наносить слово *Сфера* или знак \bigcirc , например *Сфера $\varnothing 18$* , $\bigcirc R 12$ (см. рис. 2.50, *а*). Диаметр знака сферы равен размеру шрифта размерных чисел на чертеже.

Размеры квадрата указывают со знаком \square (см. рис. 2.49, *в, г*), если требования к точности расположения всех граней одинаковы. Высоту знака квадрата принимают равной высоте размерных чисел.

Некоторые угловые размеры задают значениями уклона и конусности. Уклон — это тангенс угла наклона данной прямой (плос-

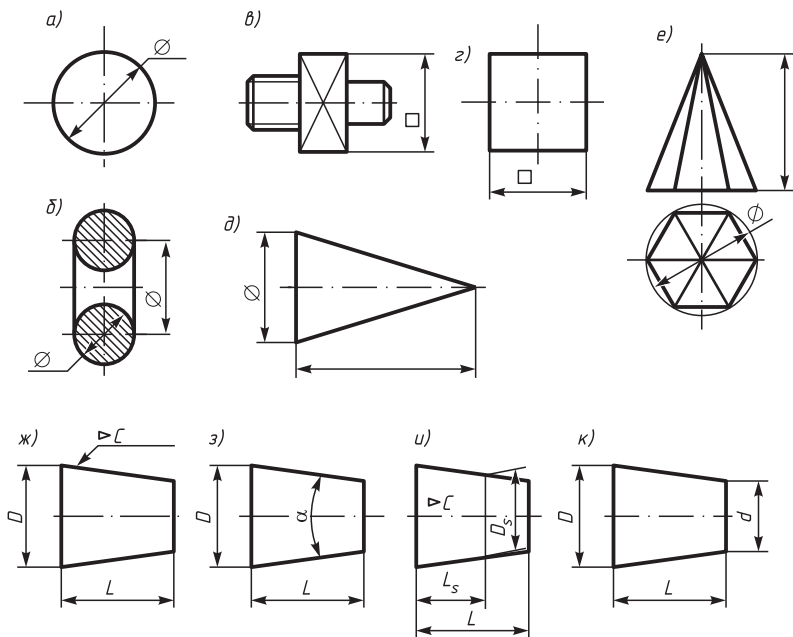


Рис. 2.49

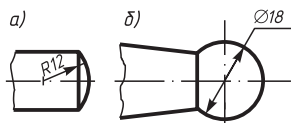


Рис. 2.50

кости) к какой-либо другой прямой (плоскости). Уклон поверхности указывают непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения (рис. 2.51, а), в процентах (рис. 2.51, б) или в промилле (рис. 2.51, в). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак \sphericalangle , острый угол которого направлен в сторону уклона.

Под конусностью понимают отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними. Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак \sphericalangle , острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рис. 2.52, см. также рис. 2.49, ж, и).

При изображении детали в одной проекции на полке линии-выноски (рис. 2.53, а, б) наносят размер толщины (s 0,4) или длины (l 200).

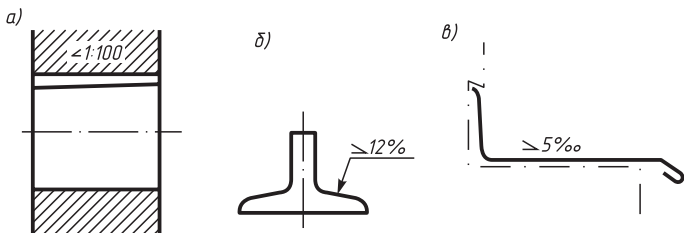


Рис. 2.51

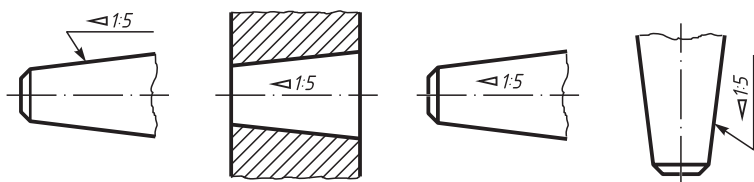


Рис. 2.52

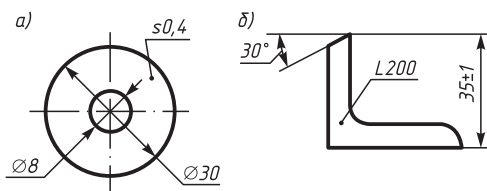


Рис. 2.53

Размер фаски под углом 45° наносят, как показано на рис. 2.54, а, б. Если размер фаски в масштабе чертежа 1 мм и менее, то размер указывают на полке линии-выноски, проведенной от грани (рис. 2.54, в, г).

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам — линейным и угловым размерами (рис. 2.54, д — ж).

Размеры элементов деталей и их положения. Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу детали (пазу, выступу, отверстию и т.п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно. На рис. 2.55 размеры паза шириной 8 мм, глубиной 4 мм, расположенного на расстоянии 30 мм от левой стенки детали, приведены на фронтальной проекции детали; размеры отверстия диаметром 8 мм с координатами оси 14 и 15 мм — на горизонтальной проекции.

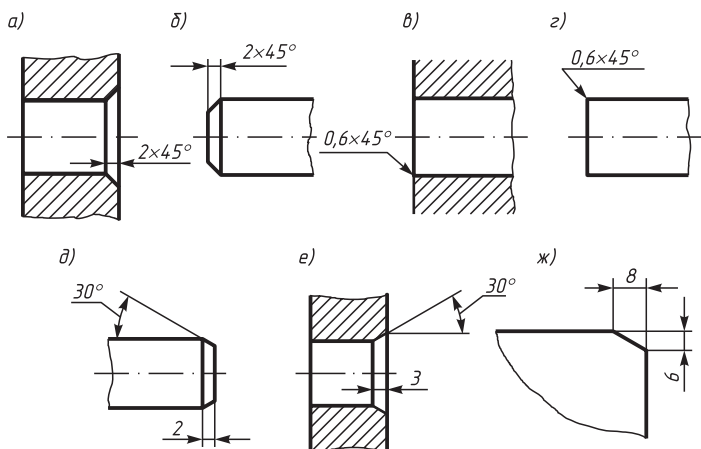


Рис. 2.54

Подобная группировка размеров показана на рис. 2.56. Целесообразно отдельно группировать размеры, относящиеся к внутренним и внешним очертаниям детали. Пример такой группировки размеров длин показан на рис. 2.57: наружных очертаний — внизу, внутренних — вверх. Иногда такую группировку выполняют на разных изображениях.

Размеры, определяющие взаимное расположение элементов предмета или его поверхностей, наносят от общей базы — края детали (рис. 2.58, а, б, г) или крайнего отверстия (рис. 2.58, в).

От одной базы — отсчетного уровня, принимаемого за нулевой, наносят отметки уровней (высот, глубин) конструкции или эле-

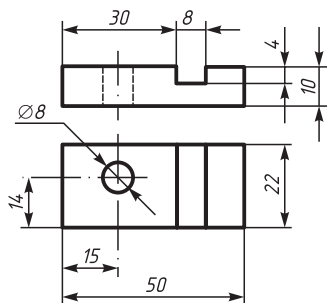


Рис. 2.55

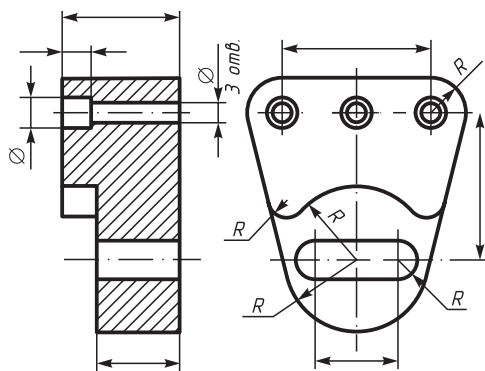


Рис. 2.56

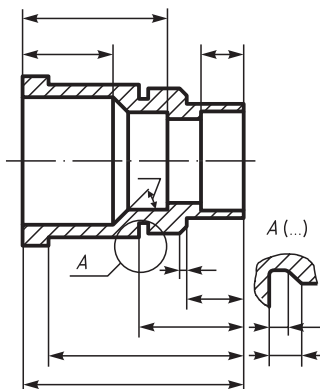


Рис. 2.57

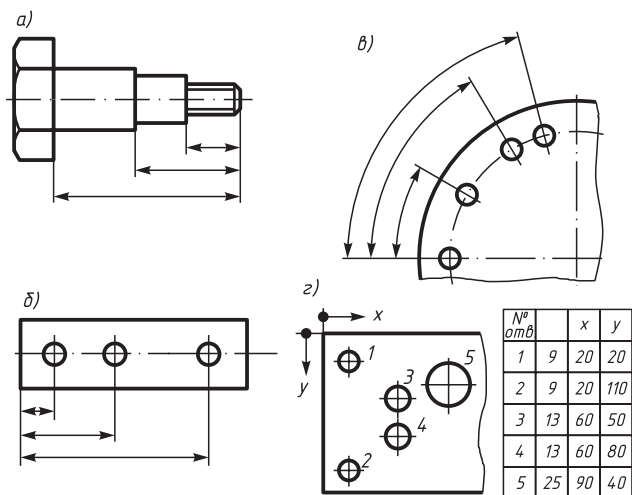


Рис. 2.58

мента на виде и разрезе. Их помещают на выносных линиях или линиях контура и обозначают знаком \Downarrow , выполненным сплошными тонкими линиями. Наклонные штрихи знака проводят длиной 2...4 мм под углом 45° к выносной линии или линии контура (см. рис. 2.59, а). На виде сверху отметки уровней наносят в рамке непосредственно на изображении или линии-выноске (см. рис. 2.59, б) или как показано на рис. 2.59, в. Отметки уровней указывают в метрах с точностью до третьего десятичного знака без обозначения единицы измерения.

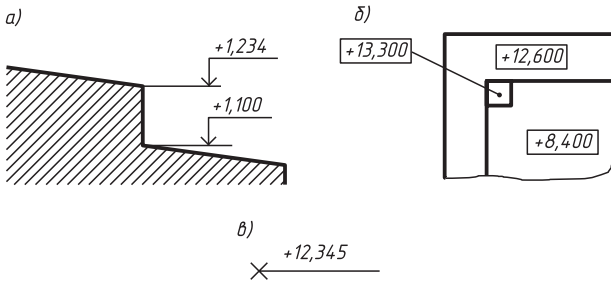


Рис. 2.59

Между равномерно расположенными элементами изделия (например, отверстиями) рекомендуется наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 2.60, а — $10 \times 15 = 150$; б — $5 \times 15^\circ = 75^\circ$).

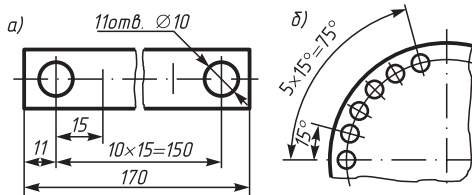


Рис. 2.60

Некоторые другие требования к расположению размеров рассмотрены ниже в гл. 9.

3. КРИВЫЕ ЛИНИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЧЕРТЕЖАХ

3.1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ФОРМ

Техническую форму любой детали можно рассматривать как совокупность простых геометрических фигур — точек, отрезков линий, отсеков поверхностей, геометрических тел. Особое место среди этих элементов занимают кривые линии. Их свойства широко используют в различных механизмах, оптике, судо-, авто-, авиа- и ракетостроении, в радиоэлектронике, строительных конструкциях, архитектуре и других областях науки и техники.

Построение кривых выполняют различными способами. Полное раскрытие особенностей формы кривой и ее свойств возможно лишь тогда, когда кривая выражена в аналитической форме. В этом случае могут быть с необходимой точностью вычислены координаты любой ее точки, например при изготовлении точных шаблонов, при расчерчивании на плазе обводов летательных аппаратов, судов, автомобилей и т.д.

Очертание поверхности. Обратимость и наглядность являются основными требованиями, предъявляемыми к чертежам. Но графическое задание поверхности на чертеже проекциями не всегда обеспечивает достаточной его наглядности. Возникает необходимость дополнять чертеж поверхности ее очертаниями на плоскостях проекций.

При параллельном проецировании произвольной поверхности α на плоскость проекций π некоторые из проецирующих прямых будут касаться этой поверхности и образовывать проецирующую поверхность β — цилиндрическую при параллельном (рис. 3.1) проецировании. Линия l касания поверхностей α и β , которая может быть пространственной или плоской кривой, называется **контурной линией**, а ее проекция l' на плоскости π — очертанием l' данной поверхности α . Проекция контурной линии l' является границей, отделяющей действительную область расположения проекций точек поверхности от остальной части плоскости проекций. При изображении поверхности на чертеже проекцию контурной линии на других плоскостях называют линией видимости.

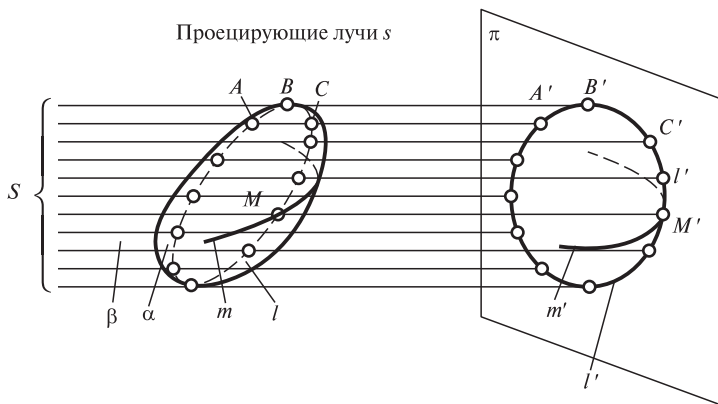


Рис. 3.1

На рис. 3.1 контурная линия l (указана штриховой линией) разделяет в точке $M = l \cap m$ дугу кривой на две части, одна из которых — до точки M — лежит на видимой части поверхности α , другая — на невидимой. Это означает, что на плоскости проекций π видимой будет часть кривой m' до точки M' (проекции точки M). Остальная часть кривой — невидима.

Рассмотрим способ построения очертания поверхности вращения, ось которой параллельна одной из плоскостей проекций.

Требуется построить на горизонтальной плоскости проекций очертание поверхности вращения, состоящей из конуса вращения $\alpha(S, m)$ и тора с осью $i \parallel \pi_2$ и образующей окружностью радиуса R (рис. 3.2).

Решение. Нетрудно видеть, что очертание поверхности на плоскости π_2 , ограниченное ее главным меридианом, полностью задает форму поверхности.

Заметим также, что в точках окружности $m(m'')$ обе поверхности — конус и тор — имеют общие касательные плоскости, т.е. $m(m'')$ — это *окружность соприкосновения*.

Построение очертания поверхности вращения произведем с помощью вписанных сфер. Впишем в поверхность вспомогательную сферу с окружностью касания $m(m'')$ и центром в точке $O(O'', O')$. Тогда в каждой точке окружности $m(m'')$ поверхности тора, конуса и сферы имеют общие касательные плоскости. Из этих плоскостей надо выбрать две вертикальные, т.е. такие, которые проходят через образующие горизонтально проецирующего цилиндра и касаются данной поверхности в точках на контурной

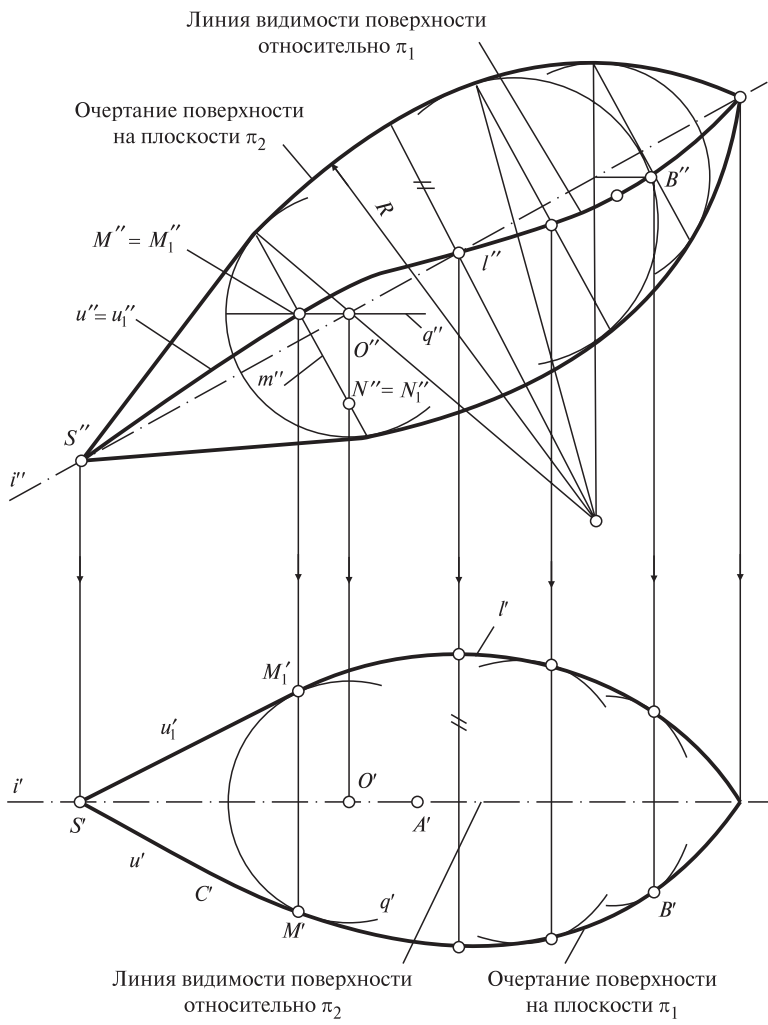


Рис. 3.2

линии. Очевидно, эти плоскости должны касаться экватора сферы $q(q', q'')$ и точками их касания будут точки

$$M'' = m'' \cap q'' \text{ и } M' = m'' \cap q''.$$

Точки M'' и M_1' будут принадлежать линиям видимости: l'' — на торе и u' — на конусе (см. рис. 3.2), а их горизонтальные проекции — точки M' и M_1' — искомому очертанию поверхности на

плоскости π_1 . Точки M' и M'_1 легко найти с помощью горизонтальной проекции q' экватора сферы, на котором они лежат.

Найдем вначале проекции контурной линии на конусе: линию видимости u'' и очертание u' . Линия u'' будет фронтальной проекцией образующих конуса MS и M_1S , по которым горизонтально проецирующие плоскости касаются его поверхности. Горизонтальные проекции этих образующих дают очертание конуса на плоскости π_1 : $u' = M'S'$ и $u'_1 = M'_1S'_1$.

Для построения проекций контурной линии на торе достаточно вписать в него ряд сфер, отметить окружности касания и найти точки на экваторах сфер, аналогичные точкам $M'' = M'_1$. Получим линию видимости l'' и ее горизонтальную проекцию — очертание l' тора.

Обводы. В основе многих задач проектирования и конструирования сложных технических объектов лежит построение обводов. Например, сложные поверхности самолетов, автомобилей, судов включают в себя сложные составные кривые — обводы (рис. 3.3).

Обводом называется кривая, составленная из дуг различных кривых, состыкованных между собой определенным образом.

Точки стыка A^2, A^3, \dots, A^{n-1} дуг обвода называются **узлами обвода**. Гладкость обвода определяется порядком гладкости в его узлах. Если в точках соединения составляющие обвода имеют общие касательные, то обвод называется **обводом первого порядка гладкости**. При плавном изменении второй производной (т.е. радиуса кривиз-

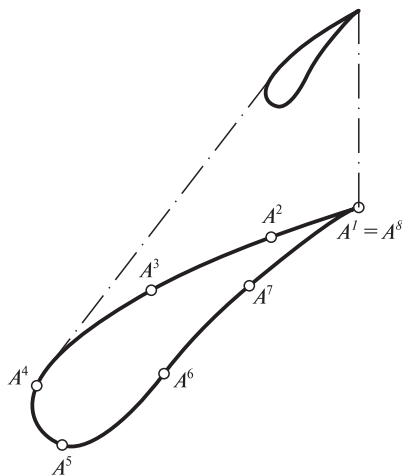


Рис. 3.3

ны) на всех участках обвода и на стыках получаем *обвод второго порядка гладкости*. У *обвода третьего порядка гладкости* наблюдается плавное изменение третьей производной и т.д.

В инженерной практике конструируют обводы различного порядка гладкости в зависимости от требований, предъявляемых к качеству проектируемых технических кривых и поверхностей. При этом составляющие обвода могут быть кривыми как одного, так и различных типов.

Способы задания дуг обводов — табличный, графический, аналитический и способы построения обводов подробно рассмотрены в [9], куда и рекомендуем обратиться для решения возникших практических вопросов.

3.2. ПЛОСКИЕ КРИВЫЕ ЛИНИИ

Кривую линию называют плоской, если все точки линии лежат в одной плоскости, и пространственной, если точки не принадлежат одной плоскости. Примеры плоских кривых — эвольвента, циклоида, спираль Архимеда, синусоида; кривые второго порядка — эллипс, гипербола, парабола, различные овалы и другие; примеры пространственных кривых — винтовая линия, линия пересечения боковых поверхностей прямых круговых цилиндра и конуса, оси которых не пересекаются. Рассмотрим некоторые из них, применяемые в конструкциях деталей.

Построение эвольвенты. Эвольвентой q' называется кривая, которую описывает точка M прямой ρ_M линии, катящейся без скольжения по неподвижной кривой q (эволюте) AB (рис. 3.4). Центр O_M радиуса кривизны ρ_M точка M . Эвольвента окружности широко (рис. 3.5) применяется в технике для выполнения зубчатых колес (рис. 3.6). Утолщенной линией выделены участки профилей зубьев, выполненных по эвольвенте.

Построение эвольвенты окружности выполняют следующим образом (см. рис. 3.5). Окружность делят на n равных частей, например 12, в точках делений проводят полукасательные и откладывают на последней, 12-й полукасательной отрезок, равный длине окружности. Отрезок делят на n равных частей. На 11-й полукасательной откладывают 11 частей отрезка, на 10-й — 10 и т.д. Через полученные точки проводят с помощью лекала плавную кривую. На рисунке показано построение касательной в произвольной точке M эвольвенты.

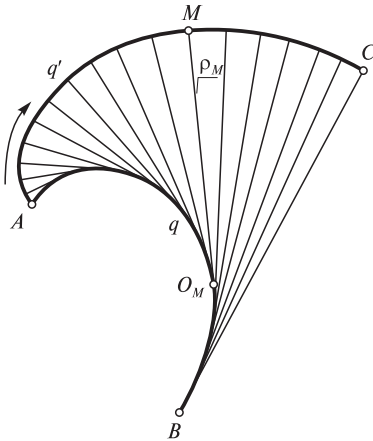


Рис. 3.4

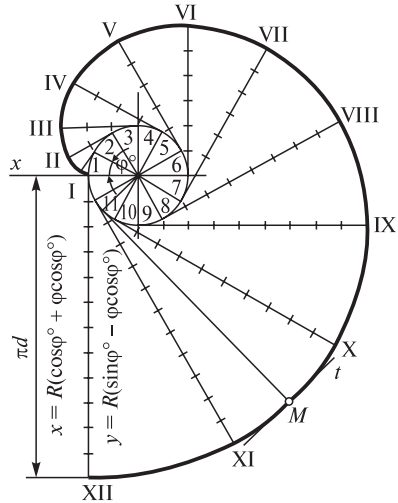


Рис. 3.5

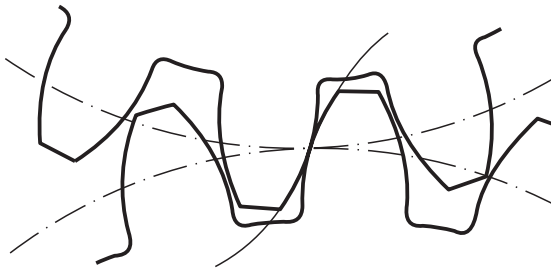


Рис. 3.6

Построение циклических кривых (греч. цикл — колесо, круг). Эти кривые составляют обширный класс кривых, образованных траекториями точек плоскости круга, катящегося без скольжения по какой-либо компланарной с ним направляющей линии. Если эта линия — прямая, траектории точек — **обыкновенная циклоида** (рис. 3.7, а); **укороченная циклоида** — точки лежат внутри круга (рис. 3.7, б); **удлиненная циклоида** — точки лежат вне круга (рис. 3.7, в).

Построение циклоиды: на направляющей прямой откладывают отрезок, равный длине окружности катящегося круга, и делят его на n равных частей (рис 3.7, а). В точках делений восставляют перпендикуляры. На n равных частей делят окружность и через них проводят прямые, параллельные направляющей. Когда круг из положения O переместится в положение O_1 , точка δ поднимется до

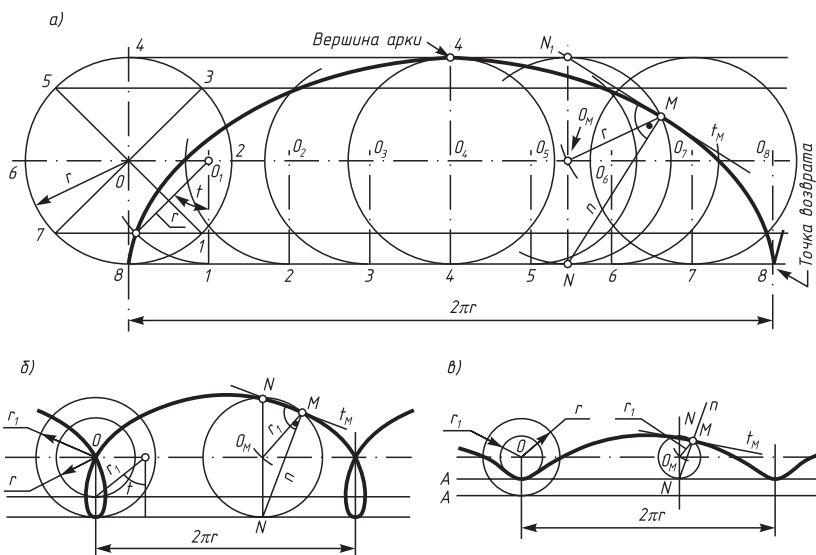


Рис. 3.7

параллели 7. На этом основании засекают из центра O_1 радиусом, равным радиусу круга, точку на параллели 7, из O_2 засекают точку на параллели 6 и т.д. Через полученные точки проводят плавную кривую.

Построение касательной в произвольной точке M циклоиды: находят положение катящегося круга, когда он проходит через точку M , и проводят через найденный центр O_M диаметр NN_1 . Отрезок NM определит полуномаль, а N_1M — полукасательную.

Подобным же образом строят укороченную и удлиненную циклоиды, но параллели проводят через точки деления вспомогательного круга радиусом $r_1 = OM$ (см. рис. 3.7, б, в). Этим радиусом и делают засечки из центров O_1, O_2, \dots на соответствующих горизонталях.

Построение спирали Архимеда. Траектория точки, равномерно передвигающейся по равномерно вращающемуся радиусу вокруг неподвижного центра, представляет собой плоскую кривую, называемую спиралью Архимеда. Расстояние между точками, лежащими на одном радиусе, называют шагом спирали. На это расстояние точка удаляется от центра при повороте на 360° . Спираль Архимеда имеет две ветви, одна из них образуется при вращении радиуса по часовой стрелке, вторая — против часовой. Построение спирали Архимеда при заданном шаге R показано на рис. 3.8. Окруж-

ность радиуса R и шаг спирали делят на одинаковое количество равных частей (например, на 12). Пересечение концентрических дуг, проведенных радиусами $O1, O2, O3, \dots$ с лучами $O1, OII, OIII, \dots$, определяет точки A_1, A_2, A_3, \dots спирали. Для построения касательной и нормали к любой точке используют окружность радиуса R_1 , длина которой равна шагу R спирали. Касательная к окружности радиуса R_1 является нормалью к спирали в точке их пересечения, например нормаль MN в точке A_7 спирали. Касательная в точке A_7 перпендикулярна нормали MN .

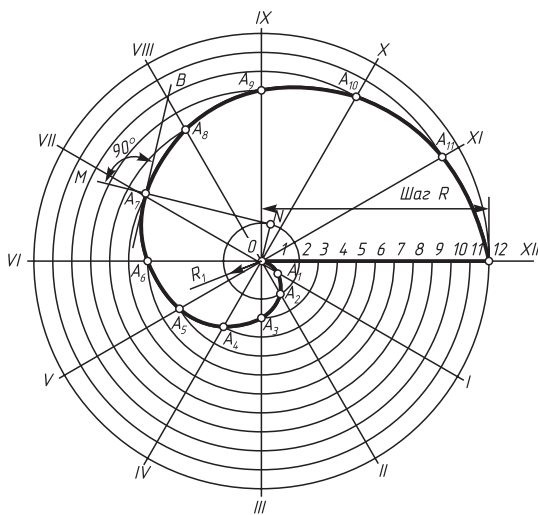


Рис. 3.8

Эвольвенты также относятся к спиралям; они имеют две ветви в зависимости от направления развёртывания кривой.

На практике используют и спирали, составленные из дуг окружностей (их называют *завитками*), проводимых из двух, трех и более центров, расположенных в вершинах правильных многоугольников (на рис. 3.9 из двух центров — O_1 и O_2).

На рис. 3.10 — пример использования четырехцентрового завитка в очертании центростремительного вентилятора.

Синусоиду (рис. 3.11) строят по заданному диаметру начальной окружности. Выбирают начало координат, совпадающее с точкой A на окружности заданного радиуса R , и на продолжении оси OA откладывают отрезок $AA_1 = 2\pi R$ (равный длине окружности). Делят окружность и отрезок AA_1 на одинаковое число равных частей и

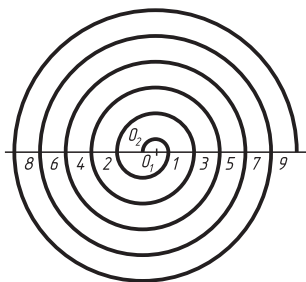


Рис. 3.9

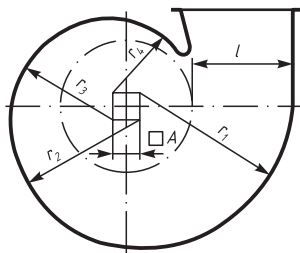


Рис. 3.10

пронумеровывают точки деления. Через точки деления окружности проводят ряд прямых, параллельных AA_1 ; из точек деления прямой AA_1 — ряд прямых, перпендикулярных AA_1 . На пересечении этих вспомогательных прямых, имеющих одноименные номера, отмечают точки синусоиды.

Вид синусоиды имеют многие кривые, изображающие гармонические колебательные процессы или являющиеся проекциями винтовых линий. Для их построения выполнение условия $AA_1 = 2\pi R$ не является обязательным, но принцип деления исходной окружности и прямой AA_1 сохраняют.

Кривые 2-го порядка. Их свойства — геометрические, баллистические, оптические, акустические и др. — широко используют в самых разнообразных отраслях науки и техники.

Эллипс — множество точек плоскости, сумма расстояний (радиусов-векторов) каждой из которых до двух данных точек той же плоскости (фокусов¹) есть величина постоянная (равная $2R$ — большей оси эллипса).

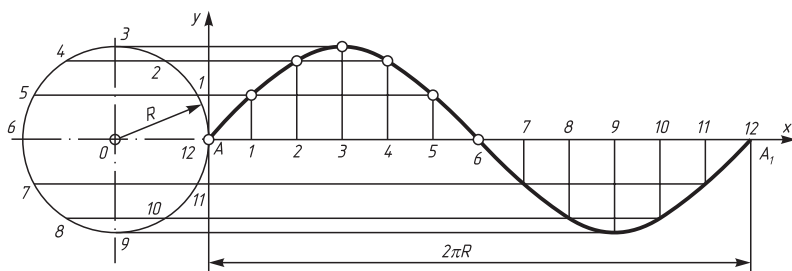


Рис. 3.11

¹ От лат. *focus* — огонь, очаг.

Один из вариантов построения эллипса по большой ($2R$) и малой ($2r$) осям приведен на рис. 3.12. При построении проводят окружности радиусами r и R из одного центра O и произвольный радиус OA . Из точек пересечения 1 и 2 проводят прямые, параллельные осям эллипса, и в точке их пересечения отмечают точку M эллипса. Аналогично строят необходимое число точек.

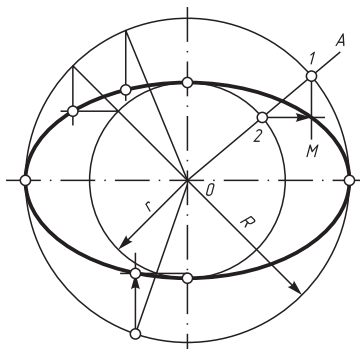


Рис. 3.12

Построение осей эллипса по заданным его сопряженным диаметрам. Поворачивают один из сопряженных полу диаметров на 90° (рис. 3.13). Полученную точку H_1 соединяют с точкой E и из точки O_1 , делящей отрезок H_1E пополам, проводят дугу радиуса OO_1 . Точки L и K определяют направлений осей, а их величины — отрезки KH_1 и H_1L . Построение не изменится, если использовать острый угол между сопряженными полу диаметрами.

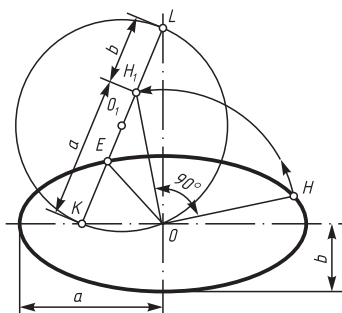


Рис. 3.13

Гипербола — множество точек плоскости, разность расстояний (радиусов-векторов) которых до двух данных точек той же плоскости (фокусов) есть величина постоянная (равная $2a$ — действительной оси гиперболы, рис. 3.14).

Построение гиперболы, когда задана ее действительная ось и фокусы. Отмечают точки 1, 2, 3, ... (рис. 3.15), постепенно увеличивая расстояния между ними, и проводят из фокуса F_1 дуги радиусами, равными отрезкам $A1, A2, \dots$, а из F_2 — отрезкам $B1, B2, \dots$. Пересечения дуг $A1$ с $B1, A2$ с $B2$ и т.д. — точки гиперболы.

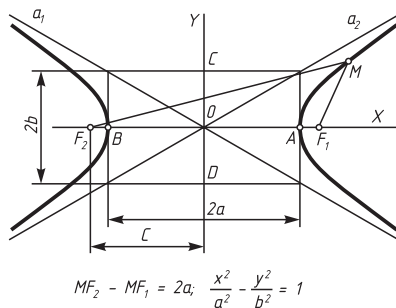


Рис. 3.14

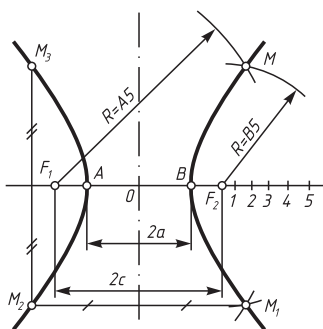


Рис. 3.15

Для построения левой ветви кривой из точки F_2 проводят дуги радиуса $A1, A2, \dots$, а из F_1 — радиуса $B1, B2, \dots$. Но можно использовать осевую или центральную симметрию, как это сделано на чертеже. Мнимую ось CD и асимптоты a_1 и a_2 строят одним из приемов, показанных на верхней и нижней частях рис. 3.16. Если даны только оси, то фокусы определяют пересечением окружности, описанной вокруг построенного на осях прямоугольника, с осью x .

Построение гиперболы по ее точке M и асимптотам. Проводят через точку M параллели асимптотам и произвольные полу диаметры гиперболы $O1, O2$ и т.д. (рис. 3.17, а), пересекающие эти параллели. Построение точек гиперболы показано на чертеже стрелками. Если спроецировать рис. 3.17, а на пл. π_1 , не параллельную π , то

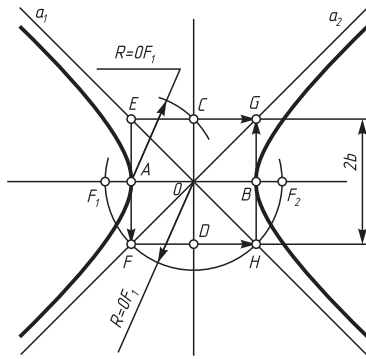


Рис. 3.16

получим рис. 3.17, б. Следовательно, указанное построение действительно для любого угла между асимптотами. Теперь можно построить ее фокусы и мнимую ось (см. рис. 3.16).

Парабола — множество точек плоскости, равноудаленных от точки (фокуса) и прямой (направляющей, директрисы), лежащих в этой же плоскости (рис. 3.18). Величина p — расстояние между фокусом и направляющей — параметр параболы. На этом свойстве основано построение параболы по заданным фокусу F и направляющей (рис. 3.19). Через фокус проводят главный диаметр (ось) параболы перпендикулярно направляющей. Отрезок HF делят пополам и находят вершину A параболы. На оси вправо от точки A отмечают несколько произвольно выбранных точек, проводят через них вспомогательные прямые, перпендикулярные оси, и делают на них из фокуса F засечки; на первой — радиусом, равным отрезку HI , на второй — отрезку HJ и т.д. Через полученные точки проводят плавную кривую.

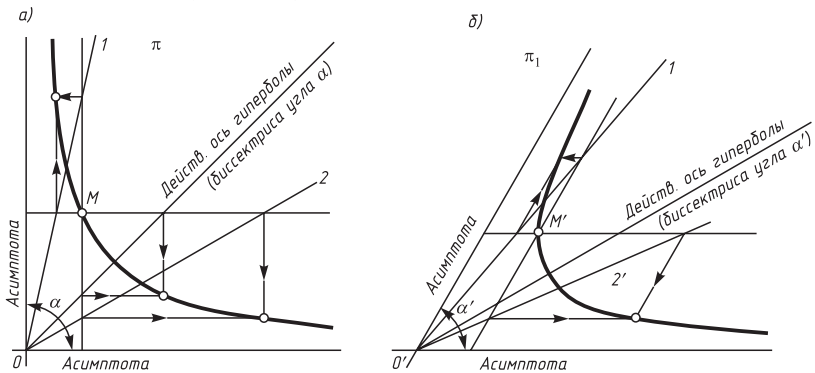


Рис. 3.17

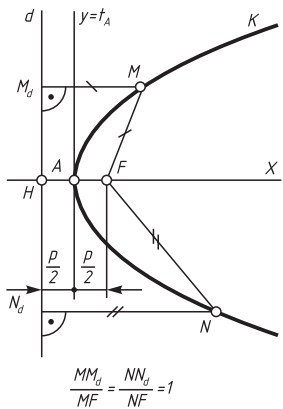


Рис. 3.18

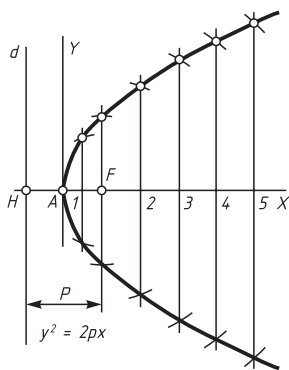


Рис. 3.19

Построение параболы по двум касательным и точкам касания на них (рис. 3.20). Каждую сторону угла делят на одинаковое число равных частей. Прямые, соединяющие одинаково обозначенные точки, — касательные, обертывающие параболу. Этот прием используют при построении очертаний по параболе ребер жесткости (рис. 3.21) и в других подобных случаях.

Если дано очертание параболы и требуется провести ее ось, то проводят две любые параллельные хорды и через их середины — диаметр. Ось пройдет через середину любой хорды, перпендикулярной диаметру.

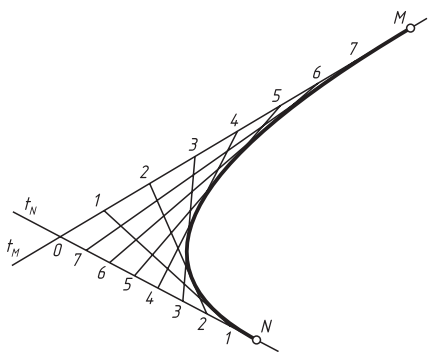


Рис. 3.20

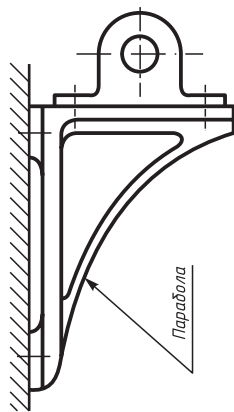


Рис. 3.21

3.3. СОПРЯЖЕНИЯ

Построение овалов. Овал — это фигура, состоящая из двух опорных окружностей, внутренне сопряженных дугами. Построение овала с опорными окружностями разных диаметров (рис. 3.22) сводится к построению выпуклого сопряжения двух дуг (см. рис. 3.23) двумя дугами одинакового радиуса из центров C_1 и C_2 . Такой овал имеет одну ось симметрии. Если опорные окружности одинакового диаметра, то овал имеет две оси симметрии.

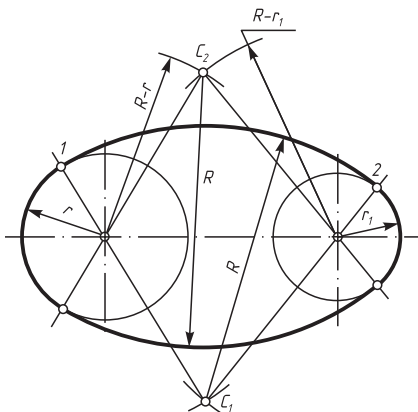


Рис. 3.22

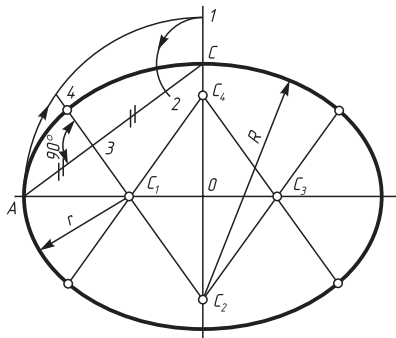


Рис. 3.23

Построение овала по двум заданным осям (рис. 3.23). Широко применяется, например, следующее построение. На продолжении малой оси отмечают точку I ($[OA] = [O - I]$) и на отрезке AC дугой радиуса $C - I$ отмечают точку 2 . Через середину 3 отрезка $A - 2$

проводят перпендикуляр и находят центры C_1 опорной окружности радиуса r и C_2 сопрягающей дуги R . Точка сопряжения $(4) = (circ^1 r) \cap (C_1 C_2)$. Центры C_3 и C_4 находят как симметричные. Заметим, что по двум осям может быть построено бесконечно большое число овалов.

Построение сопряжений. Касательная из точки (A) к окружности (рис. 3.24). На отрезке OA как на диаметре строят окружность радиуса $R = 0,5[OA]$. Точка I ее пересечения с заданной окружностью радиуса r — точка сопряжения ($O - \hat{I} - A = 90^\circ$). Через точки A и I проводят искомую касательную.

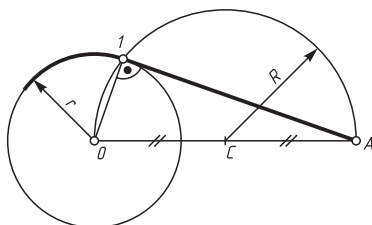


Рис. 3.24

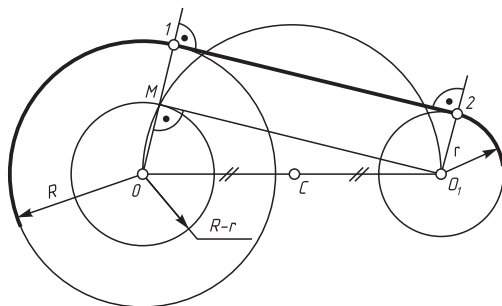


Рис. 3.25

Касательная к двум дугам (R и r , рис. 3.25, внешнее касание). Проводят дугу радиуса $R - r$ из центра O дуги большего радиуса. Строят касательную MO_1 к этой дуге, проходящую через центр дуги меньшего радиуса ($OMO_1 = 90^\circ$). На продолжении луча OM отмечают точку касания I . Из центра O_1 проводят прямую $(O_1 - 2) \parallel (O - I)$, через точки I и 2 — искомую касательную.

Касательные к двум дугам (R и r , рис. 3.26, внутреннее касание). Из центра O_1 дуги большего радиуса проводят дугу радиуса $R + r$. Строят касательную к этой дуге в точке M , проходящую через

¹ *circ* — условная запись слов «окружность» или «дуга окружности».

центр O (см. рис. 3.24). Отмечают точку касания I на дуге радиуса R , строят точку касания 2 на дуге радиуса R ($O - 2 \perp OM$) или $O - 2 \parallel O_1M$. Проводят искомую касательную.

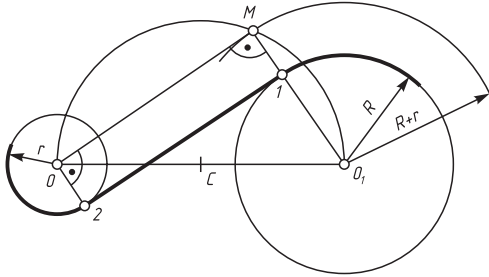


Рис. 3.26

Сопряжение двух дуг вогнутое (рис. 3.27). Радиус сопряжения R ; центр $(C) = (circ (r + R)) \cap (circ (r_1 + R))$.

Точки сопряжения $(I) = (circ r) \cap [OC]$; $(2) = (circ r_1) \cap [O_1C]$.

Сопряжение двух дуг выпуклое (рис. 3.28). Радиус сопряжения R ; центр $(C) = (circ (R - r)) \cap (circ (R - r_1))$.

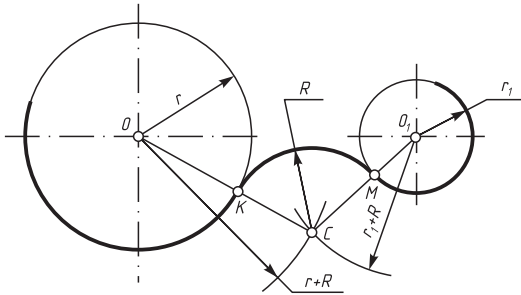


Рис. 3.27

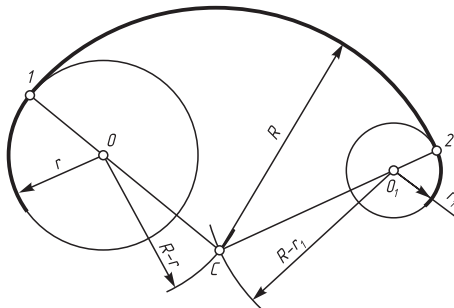


Рис. 3.28

Точки сопряжения $(1) = (circ r) \cap (CO)$; $(2) = (circ r_1) \cap (CO_1)$.

Сопряжение окружности с прямой (рис. 3.29. Центр C дуги сопряжения радиуса R строят в пересечении дуги радиуса $(r + R)$ и прямой, параллельной заданной прямой AB на расстоянии $[R]$. Точки 1 и 2 — точки сопряжения.

Задана точка сопряжения A на окружности (рис. 3.30 — внешнее касание). Центр дуги сопряжения — точка пересечения луча OA , проведенного через точку сопряжения A и центр заданной окружности, и биссектрисы угла ABK , образованного касательной AB в точке сопряжения и заданной прямой t . Радиус сопрягающей дуги равен расстоянию O_1A ; $O_1K \perp t$, где K — точка сопряжения на прямой t .

Задана на прямой t точка сопряжения A (рис. 3.31 — внешнее касание). В данной точке A на прямой восстанавливают перпендикуляр m и откладывают на нем отрезок AB , равный радиусу R заданной окружности. Полученную точку B соединяют с центром O окружности и из середины отрезка OB восстанавливают к нему перпендикуляр n . В точке пересечения перпендикуляров m и n отмечают точку C — центр искомой дуги сопряжения. Точка K — точка сопряжения; CK — радиус дуги сопряжения.

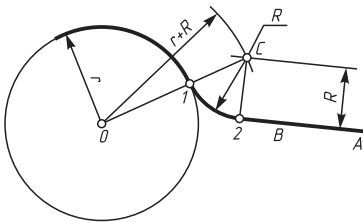


Рис. 3.29

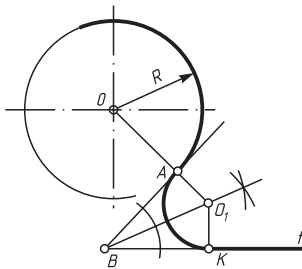


Рис. 3.30

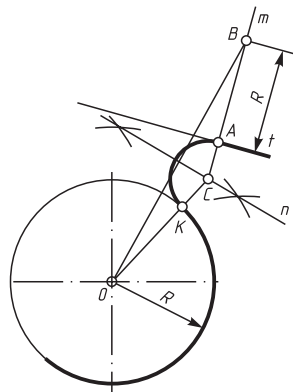
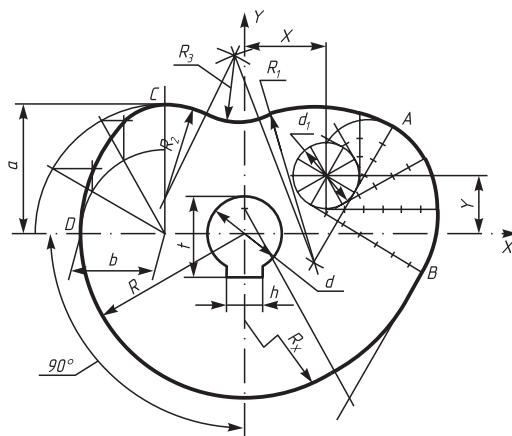


Рис. 3.31

3.4. КУЛАЧКИ

Плоские кулачки и копиры широко используются в различных автоматизированных механизмах и машинах. Например, кулачковый вал в двигателях внутреннего сгорания автомобилей. В качестве примера рассмотрим кулачок, приведенный на рис. 3.32. Участок DC — четвертая часть эллипса, части окружностей радиусов R_2 , R_3 , R_1 . Участок AB — эвольвента. Участок DB — дуги окружностей R и R_x и участок прямой.

2 12



Вариант	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y
2	120	100	50	30	80	50	45	40	14	50,5	40	35
12	115	110	75	40	90	55	50	45	16	56	45	40

Рис. 3.32

Построение кулачка начинают с нанесения вертикальной и горизонтальной осей. Затем строят лекальные кривые — эвольвенту AB и эллипс DC . Отмечают центры дуг R_2 , R_1 , R_3 . Строят дугу радиуса R и радиуса R_x . Заканчивается построение изображением отверстия со шпоночным пазом.

4. ЭЛЕМЕНТЫ ГЕОМЕТРИИ ДЕТАЛЕЙ

4.1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНСТРУКЦИИ

Формы деталей

Конструктор, разрабатывая деталь заданного функционального назначения, определяет ее геометрическую форму. В свою очередь, геометрическую форму любой детали можно представить как совокупность элементарных геометрических тел, их частей или отсеков поверхностей. Тем самым выполнение изображений на чертежах деталей любой сложности сводится к выполнению на них уже изученных построений элементарных поверхностей.

В качестве примера на рис. 4.1 показано (внизу), что наружную форму корпуса оптического затвора лазера можно представить как объединение параллелепипеда, четырехгранной призмы и полуцилиндра с двумя срезами. Внутренние полости детали могут быть получены удалением материала из общего объема детали в двух уровнях, а также четырех отдельных цилиндров. В верхнем уровне — прямой призмы сложной конфигурации и четырех четвертей цилиндров. В следующем уровне — объединения призм и шести полуцилиндров. В случае прессования форму детали образует инструмент. Форму наружной поверхности детали придают матрице, внутренней — пуансону.

При всей сложности и многообразии деталей современных машин и механизмов их конфигурация представляет собой, как правило, комбинацию простых тел, ограниченных соответствующими поверхностями. Чаще всего в конструкторской практике встречаются детали, ограниченные плоскостями, прямыми круговыми цилиндрическими и коническими, сферическими поверхностями. Поэтому фигуры на построение изображений — это различные сочетания призм, пирамид, прямых круговых цилиндров и конусов, сфер.

Большинство используемых геометрических фигур имеют симметричную форму. При выполнении их изображения используется возможность соединения половины вида и половины разреза. Так как на разрезе выявляются все внутренние формы, на виде обычно их не показывают. В данной работе в виде исключения на

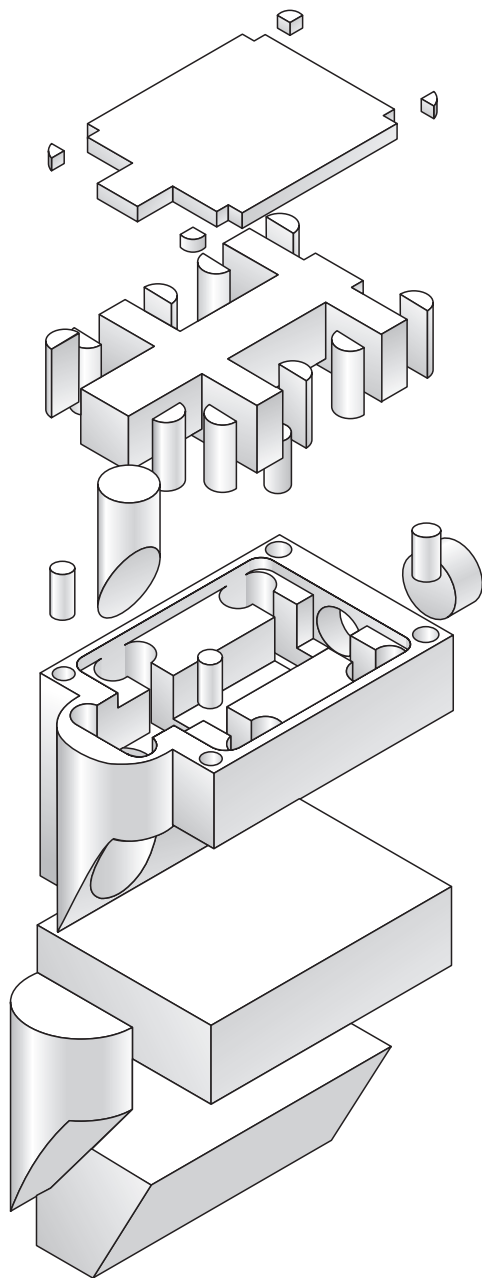


Рис. 4.1

виде показывают штриховыми линиями невидимый контур, хотя он и выявлен на разрезе. В этом случае будет более понятна форма представленной фигуры.

Рассмотрим изображения простейших геометрических тел — призмы, пирамиды, прямых круговых цилиндра и конуса, сферы.

Изображение правильной шестиугольной призмы представлено на рис. 4.2. Ее боковые грани — горизонтально проецирующие плоскости. На виде спереди и слева они изображены прямоугольниками. Верхнее и нижнее основания — шестиугольники, расположенные во фронтально проецирующих плоскостях (параллельных горизонтальной плоскости проекций). На виде сверху они изображены в натуральную величину.

При выполнении чертежей часто возникает необходимость построения проекций точек или линий, принадлежащих поверхности фигуры, при условии, что положение одной из проекции элемента определено. Все разнообразие этих задач сводится к нахождению недостающих проекций точек, принадлежащих поверхности. Построение проекций прямой линии можно осуществить по проекциям двух точек, принадлежащих этой прямой, а кривой линии — по проекциям ряда определенным образом выбранных точек, которые затем соединяют плавной кривой.

Построение недостающих проекций точек упрощается, если поверхность, которой принадлежит точка, занимает проецирующее положение относительно одной из плоскостей проекций. В этом случае легко найти проекцию точки на плоскость проекций, относительно которой поверхность занимает проецирующее положение. Поэтому, прежде чем выполнять построения для нахождения

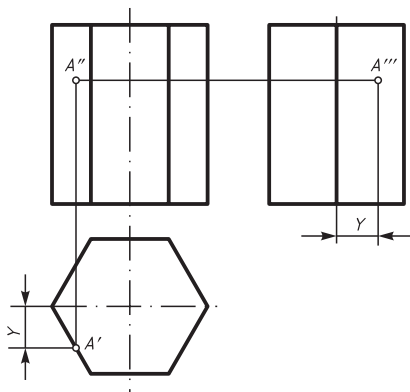


Рис. 4.2

недостающих проекций точек, заданных на чертеже своей одной проекцией, следует: определить вид поверхности, которой принадлежит точка; найти проекцию этой поверхности на всех изображениях фигуры; решить, является ли эта поверхность проецирующей относительно какой-либо плоскости проекций (если поверхность проецирующая, то на эту плоскость проекций она проецируется в линию); если поверхность проецирующая, использовать это свойство поверхности; если поверхность непроецирующая, действовать согласно общему правилу — использовать вспомогательную линию.

Нахождение недостающей проекции точки A призмы (см. рис. 4.2), заданной на виде спереди (фронтальной проекции), не представляет труда. Точка A принадлежит горизонтально проецирующей плоскости, которая на виде сверху изображена отрезком прямой. Находим горизонтальную проекцию точки A (A'), а затем по двум проекциям — третью (A''').

У правильной четырехугольной пирамиды (рис. 4.3) боковые грани — треугольники, принадлежащие плоскостям общего положения, которые проецируются в треугольники на все плоскости проекций. Для нахождения недостающей проекции точки A , заданной на виде спереди (фронтальной плоскости проекций), проводим через фронтальную проекцию точки A (A'') фронтальную проекцию горизонтали плоскости и находим ее горизонтальную проекцию, а на ней — горизонтальную проекцию точки A (A'). По двум проекциям строим третью A''' .

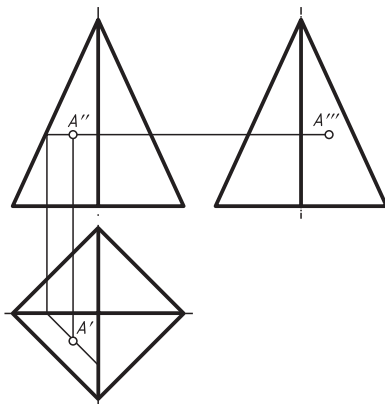


Рис. 4.3

Боковая поверхность прямого кругового цилиндра (рис. 4.4) является проецирующей относительно горизонтальной плоскости проекций и проецируется на нее в окружность. На видах спереди и слева (на фронтальной и профильной плоскостях проекций) цилиндрическая поверхность проецируется в прямоугольники. Построение недостающих проекций точек, принадлежащих этой поверхности, не требует проведения вспомогательных линий, так как поверхность обладает проецирующими свойствами. Построение видно на рис. 4.4.

Боковая поверхность прямого кругового конуса (рис. 4.5) на видах спереди и слева (на фронтальной и профильной плоскостях проекций) — треугольники, а на виде сверху (горизонтальной плоскости проекций) — круг. Для нахождения недостающей проекции точки A , заданной своей фронтальной проекцией A'' , используем вспомогательную прямую (образующую) SB , что хорошо видно на чертеже. Можно было использовать и вспомогательную окружность.

Сфера (рис. 4.6) на всех видах (проекциях) проецируется в круг. Для нахождения недостающей проекции точки A , заданной своей фронтальной проекцией A'' , проведем через эту точку окружность, принадлежащую сфере и плоскости, параллельной одной из плоскостей проекций (в данном случае — горизонтальной плоскости проекций).

При построении изображений фигур со сквозными отверстиями различную форму выполнять построения следует по этапам,

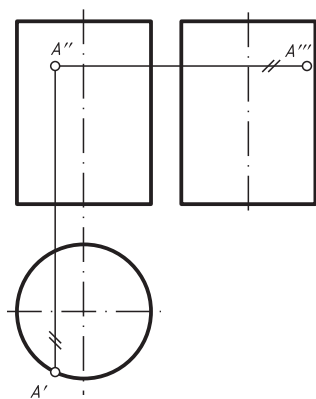


Рис. 4.4

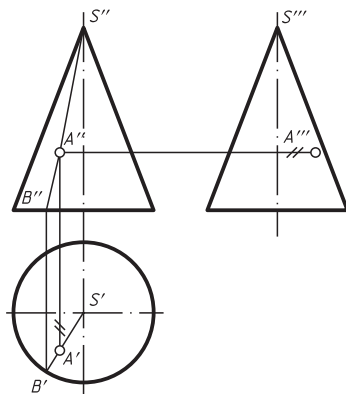


Рис. 4.5

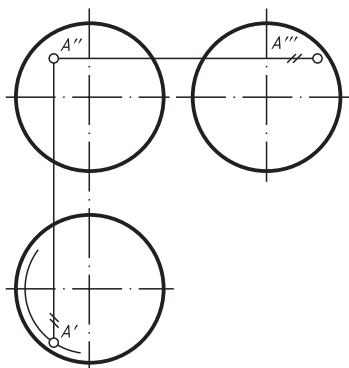


Рис. 4.6

расчленив задачу на ряд элементарных составляющих и строго соблюдая правила начертательной геометрии.

Ход решения задачи в этом случае состоит из следующих **этапов**:

- 1) построить изображения фигуры без учета отверстий;
- 2) построить проекции линий пересечения каждой из поверхностей, ограничивающих отверстие, с каждой поверхностью исходной фигуры. Для этого прежде всего решить, по какой линии пересекается каждая пара поверхностей и какими точками (параметрами) определяется эта линия;
- 3) сформировать внутреннюю полость отверстия, для чего построить проекции внутренних поверхностей, ограничивающих отверстие;
- 4) удалить те участки поверхностей исходной фигуры, которые оказались «вырезанными» отверстием.

Рассмотрим некоторые случаи построения изображений фигур со сквозными отверстиями, имеющими форму призмы, грани которой перпендикулярны фронтальной плоскости проекций. Фронтальная проекция граней «окна» в этом случае представляет собой замкнутую ломаную линию (рис. 4.7, *a* — призма со сквозным треугольным призматическим отверстием). Остановимся подробно на втором этапе решения задачи. Построим сначала проекции линии пересечения верхней грани призматического отверстия с передними гранями исходной фигуры. Верхняя плоскость окна (ее проекция на π_2 есть отрезок $[A''B''']$) пересекает три передние грани вертикальной призмы, каждую из них — по отрезку прямой. Отрезок прямой пересечения с передней левой гранью удобно задать ко-

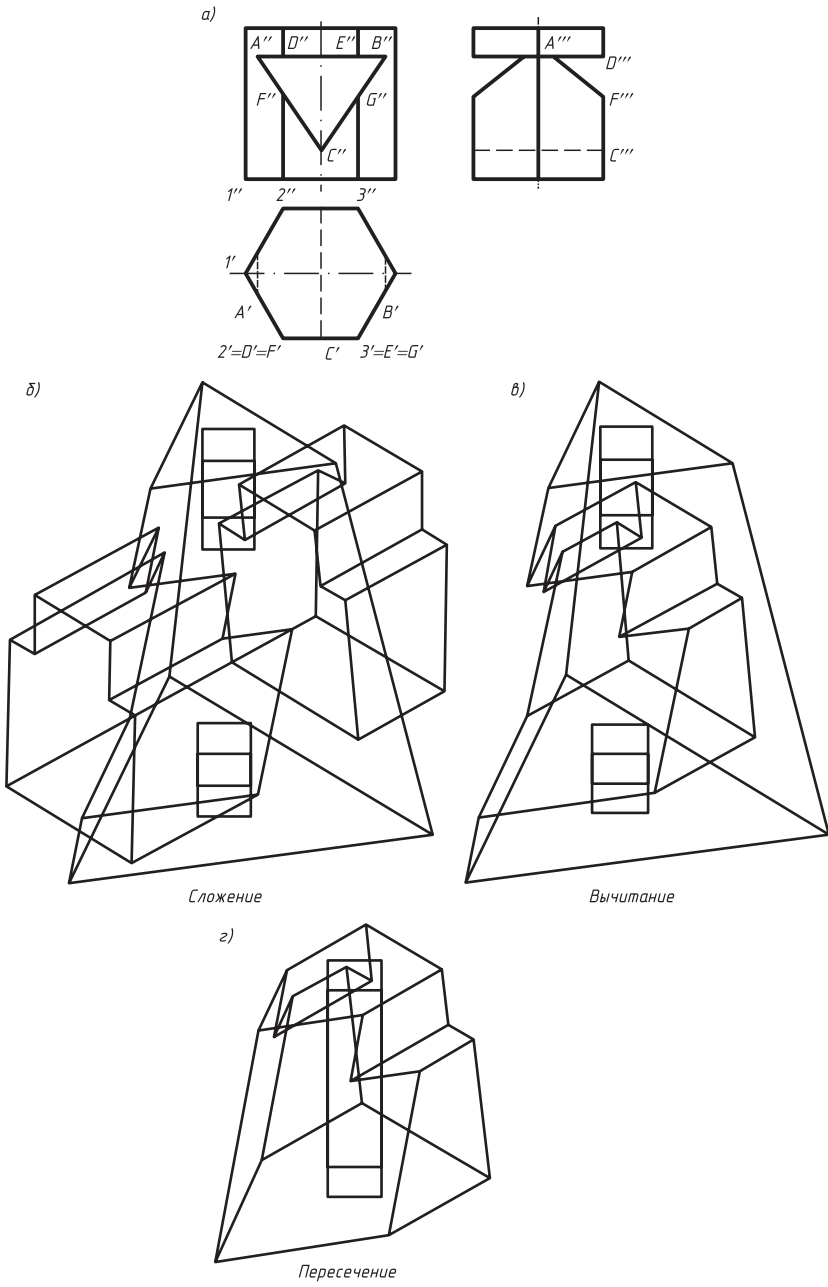


Рис. 4.7

нечными точками A и D ; точка D принадлежит ребру 2 исходной призмы. Фронтальная проекция отрезка $[AD]$ принадлежит отрезку $[A''B'']$, так как эта грань окна — фронтально проецирующая плоскость. Горизонтальные проекции точек A и D и всего отрезка находим из условия их принадлежности передней левой грани исходной призмы, которая является горизонтально проецирующей плоскостью. Поэтому $[A'D'] \subset [1'2']$. Две проекции отрезка однозначно определяют его проекцию $[A'''D''']$.

Пересечение верхней грани окна с передней гранью призмы есть отрезок $[DE]$, точки D и E принадлежат соответствующим ребрам вертикальной призмы $[D''E''] \subset [A''B'']$, горизонтальная проекция отрезка $[DE]$ совпадает с проекцией передней грани на π_1 . Построение проекции отрезка $[EB]$ — пересечения верхней плоскости окна с передней правой гранью исходной призмы — аналогично построению проекций отрезка $[AD]$. Объединение отрезков $[AD]$, $[DE]$, $[EB]$ есть плоская ломаная линия, по которой верхняя плоскость окна пересекает передние грани призмы. С отрезком $[A''B'']$ совпадает и фронтальная проекция линии пересечения верхней плоскости окна с задними гранями призмы. Построение горизонтальной и профильной проекций этой линии не требует специального разъяснения.

Каждая из боковых граней окна пересекает две передние и две задние грани призмы. Обозначим $[AF]$ — пересечение левой наклонной плоскости окна с левой передней гранью исходной призмы, $[FC]$ — пересечение этой же плоскости окна с передней гранью призмы. Фронтальные проекции отрезков $[AF]$ и $[FC]$ принадлежат отрезку $[A''C'']$ — проекции плоскости окна на π_2 . Горизонтальные проекции этих отрезков принадлежат соответственно отрезкам $[1'2']$ и $[2'3']$ — проекциям боковых граней исходной призмы на π_1 . Отрезки $[AF]$ и $[FC]$ также образуют плоскую ломаную линию. Построение проекций отрезков $[CG]$ и $[GB]$ — пересечения правой наклонной плоскости отверстия с передними гранями призмы — выполняется аналогично. При построениях целесообразно использовать законы симметрии.

Следующий этап — формирование внутренней полости призматического отверстия. Ребра этого отверстия — фронтально проецирующие прямые, их проекции на π_2 совпадают с проекциями точек A, B, C (A'', B'', C''). Горизонтальные проекции этих ребер — прямые, перпендикулярные не показанной на чертеже оси проекций x . Так как исходную фигуру считаем непрозрачной, для изображения проекций этих ребер на π_1 применяют штриховые линии. Постро-

ение профильных проекций внутренних ребер и граней ясно из чертежа.

Таким образом, верхняя грань окна имеет форму восьмиугольника. На горизонтальную плоскость проекций она проецируется в натуральную величину, а на фронтальную и профильную плоскости проекций — в отрезки прямых. Боковые грани отверстия имеют форму шестиугольников, проекции которых на π_2 — отрезки прямых, на π_1 и π_3 — шестиугольники. Участки ребер исходной призмы между точками D и F , E и G , а также части боковых граней, заключенные между плоскостями окна, вырезаны, проекции этих участков на чертеже следует удалить.

Воспроизведение получения результата подобного изображения на компьютере путем операций сложения и вычитания показано на рис. 4.7, *б*, *в* на примере пирамиды, результат операции пересечения показан на рис. 4.7, *г*.

Чертеж правильной четырехугольной пирамиды, в которой вырезано отверстие в форме четырехугольной призмы, представлен на рис. 4.8. Каждая из граней призматического окна является фронтально проецирующей плоскостью. Следовательно, фронтальные проекции линий пересечения плоскостей окна с гранями пирамиды совпадают с отрезками $[A''B'']$, $[B''C'']$, $[C''D'']$, в которые проецируются грани окна на π_2 . Горизонтальные проекции этих линий находим из условия их принадлежности граням пирамиды (проводя через них горизонтали плоскости). Построения хорошо видны на чертеже. Для построения линий пересечения плоскостей окна с задними гранями пирамиды можно использовать симметрию. Внутреннюю полость ограничивают линии невидимого кон-

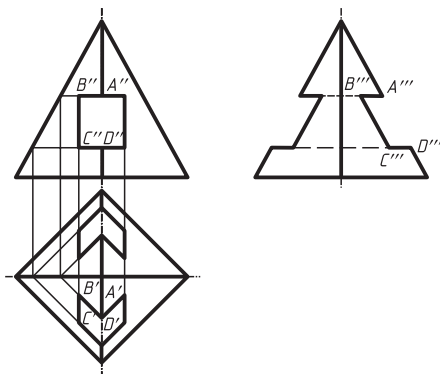


Рис. 4.8

тура — проекции ребер внутренней призмы, проходящей через точки B и C (с одной стороны) перпендикулярно π_2 . Участки ребер между точками A и D следует удалить на всех проекциях.

У прямого кругового цилиндра со сквозным призматическим отверстием прямоугольной формы (рис. 4.9) две грани, образующие окно, расположены горизонтально, т.е. перпендикулярно оси цилиндра, две другие параллельны π_3 , т.е. параллельны оси и образующим цилиндра. Так как верхняя (нижняя) плоскость отверстия пересекает цилиндрическую поверхность не полностью, пересечение дает две дуги окружности, расположенные на передней и задней частях поверхности цилиндра. Их фронтальная проекция $[A''B'']$ [$(D''C'')$] есть отрезок прямой, так как дуги принадлежат фронтально проецирующей плоскости. Горизонтальные проекции дуг принадлежат окружности — проекции цилиндрической поверхности на π_1 . Профильные проекции дуг — также отрезки прямых (на чертеже обозначены дуги, принадлежащие передней части цилиндра). Боковые грани окна пересекают цилиндрическую поверхность по отрезкам образующих поверхности. Их фронтальные проекции — $[A''D'']$ и $[B''C'']$, а горизонтальные проекции — точки, принадлежащие окружности, так как все образующие перпендикулярны π_1 . Сами боковые грани имеют форму прямоугольника. На плоскость π_1 они проецируются в отрезки прямых, показанные на чертеже штриховыми линиями. Штриховые линии на профильной проекции фигуры являются проекциями верхней и нижней граней сквозного отверстия и ограничивают проекции боковых граней. Часть образующих цилиндра, заключенных между образующими $[AD]$ и $[BC]$, и симметричные им на задней части ци-

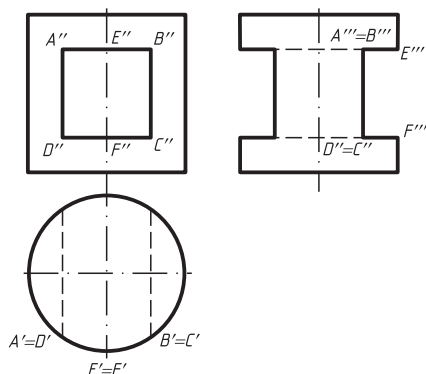


Рис. 4.9

линдра в пределах между верхней и нижней плоскостями отверстия вырезаны. Это изменяет контур профильной проекции фигуры.

В прямом круговом конусе (рис. 4.10) вырезано четырехугольное призматическое отверстие, грани которого перпендикулярны π_2 . Верхняя и нижняя грани расположены горизонтально.

Верхняя плоскость окна пересекает коническую поверхность по дуге окружности. Радиус окружности $R = [O''K'']$. Этой окружности принадлежат дуги, ограничивающие грань спереди (дуга AB) и сзади. Профильные проекции этих дуг — отрезки прямых. Величина радиуса дуги окружности, по которой нижняя плоскость отверстия пересекает коническую поверхность, равна расстоянию от оси конической поверхности до точки L .

Фронтально проецирующие плоскости боковых граней окна заданы так, что они проходят через вершину конуса S . Следовательно, в пересечении с конической поверхностью имеем две прямые — образующие поверхности. На рис. 4.10 обозначены только проекции передних образующих $[S''M'']$, $[S'M']$ и $[S''N'']$, $[S'N']$ и принадлежащие им отрезки прямых $[AD]$ и $[BC]$ ($[A''D'']$, $[A'D']$ и $[B''C'']$, $[B'C']$). Боковые грани отверстия имеют форму трапеции, при проецировании на π_1 и π_3 они невидимы. Те части проекции конической поверхности, которые ограничены линиями пересечения с гранями окна, подлежат удалению. Поэтому контур профильной проекции фигуры изменяется, а на π_1 часть плоскости нижней грани окна становится видимой.

При построении линий пересечения поверхности сферы с гранями призматического отверстия (рис. 4.11) следует помнить, что любое сечение сферы плоскостью есть окружность. Верхняя и ниж-

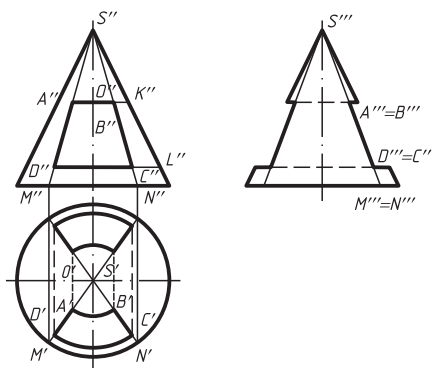


Рис. 4.10

няя грани окна расположены параллельно плоскости π_1 . Следовательно, дуги окружностей сечения сферы этими плоскостями будут проецироваться на горизонтальную плоскость проекций без искажения. Радиус каждой окружности равен расстоянию от оси сферы до проекции главного меридиана поверхности, измеренному вдоль следа секущей плоскости. Радиус дуги окружности AB и симметричной ей, расположенной на задней полусфере, равен расстоянию от оси сферы до точки K . Так как верхняя и нижняя плоскости

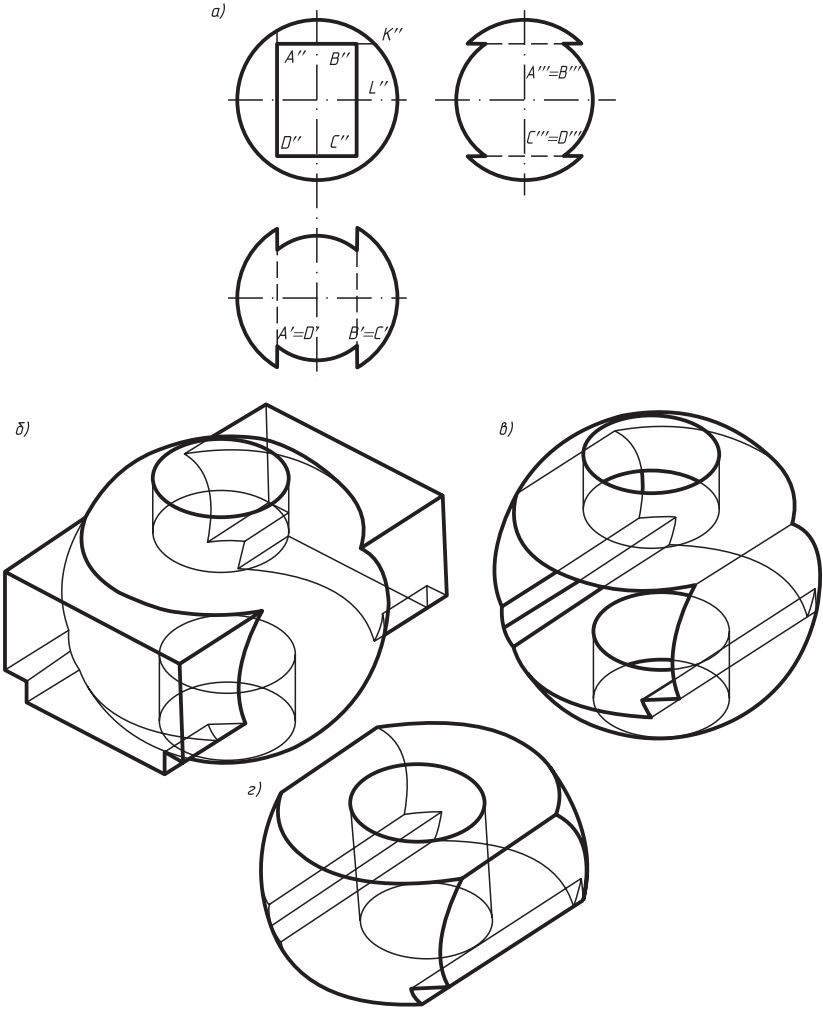


Рис. 4.11

отверстия одинаково удалены от горизонтальной плоскости симметрии фигуры, радиусы дуг AB и CD одинаковы и $\cup A'B' = \cup D'C'$.

Боковые плоскости окна параллельны профильной плоскости проекций, и дуги окружностей сечения сферы этими плоскостями проецируются без искажения на плоскость π_3 . Радиусы дуг окружностей AD и BC равны расстоянию от оси сферы до точки L'' . Дальнейшие построения видны из чертежа. Каждая из граней окна имеет форму четырехугольника, у которого одна пара противоположных сторон является дугами окружностей, другая пара — отрезками прямых линий.

Наличие отверстия требует коррекции всех проекций сферы (удаление отсеченных частей сферы).

Воспроизведение получения результата подобного изображения на компьютере путем операций сложения и вычитания показано на рис. 4.11, *б, в* на примере сферы, результат операции пересечения показан на рис. 4.11, *г*.

Рассмотрим примеры заданий (см. рис. 4.12, *а*, 4.13, *а*, 4.14, *а*, 4.15, *а*, 4.16, *а*, 4.17, *а*), выдаваемых для самостоятельной работы студентам в МГТУ им. Н.Э. Баумана [23]. Задание содержит обычно шесть задач, расположенных в порядке возрастания трудности. Каждая задача имеет свою специфику и свой круг вопросов для изучения и отработки. Размеры нанесены только на выполненных заданиях.

Работа над каждой задачей складывается из следующих **этапов**:

- 1) прочитать чертеж-задание, т.е. понять, из каких геометрических форм составлена заданная фигура, какие размеры определяют каждый из ее элементов;
- 2) вычертить два заданных изображения фигуры по указанным размерам и построить третье изображение;
- 3) для последних трех задач построить изображения сквозных призматических отверстий;
- 4) выполнить необходимые разрезы для выявления внутренних полостей фигуры, предварительно проработав соответствующие разделы ГОСТ 2.305–68.

В содержании **задачи 1** (рис. 4.12, *а*) можно выделить три центральных момента: а) построение вида слева фигуры, ограниченной простейшими поверхностями — плоскостями, а также поверхностями прямых круговых цилиндров; б) построение линий пересечения плоскостей, из которых хотя бы одна занимает проецирующее

положение, и пересечение цилиндра с плоскостью, параллельной его оси; в) выполнение местного разреза.

Выполненная задача показана на рис. 4.12, б. Одно из двух отверстий показано местным разрезом. Местный разрез выделен на главном виде сплошной волнистой линией.

В задаче 2 (рис. 4.13, а, б) построение вида слева для более сложной фигуры, составленной из тех же простейших поверхностей с наличием внутренних полостей и сквозных отверстий. Линии пересечения представляют простейшие случаи. Задача требует выполнения простых разрезов, в том числе и для отверстий, расположенных по окружности на круглом фланце. Это отверстие (справа) переносится в секущую плоскость $A - A$ мысленно (условно) с расположением оси на своем диаметре $\varnothing 90$. Секущая плоскость $A - A$ обозначена в связи с несимметричностью детали относительно ее.

В данном случае и далее (см. рис. 4.14, 4.15, 4.16, 4.17) сохранены штриховые линии на видах, хотя выполненные разрезы вполне позволяют представить (прочитать) форму деталей. Они сохранены только в учебных целях. Отверстия $\varnothing 10$ на круглом фланце указаны лишь условно осевой линией на главном виде.

В задаче 3 (рис. 4.14, а, б) построение вида слева для фигуры, приближенной к реальным техническим деталям, где предусмотрено наличие прямоугольного фланца с отверстиями, вынесенны-

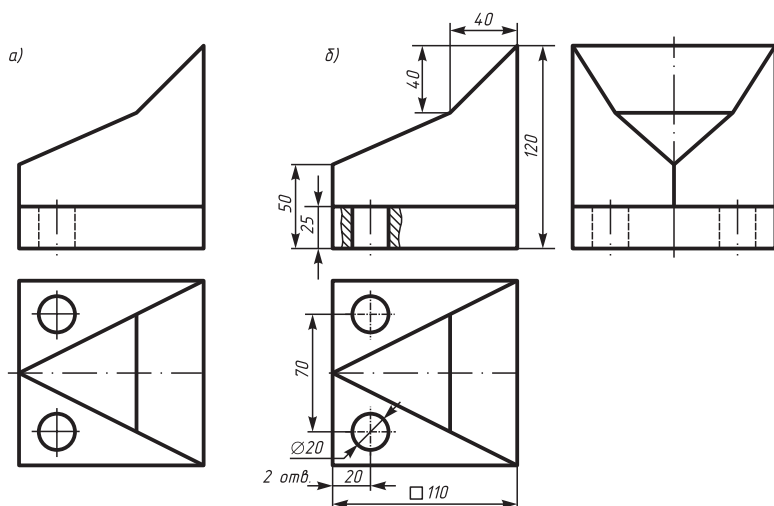


Рис. 4.12

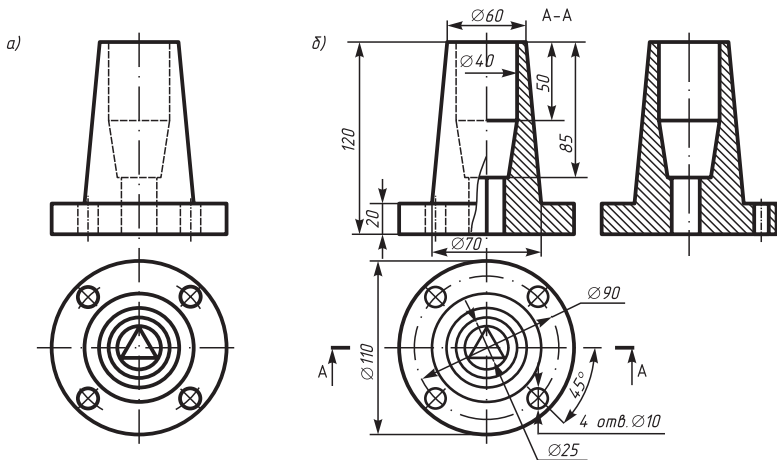


Рис. 4.13

ми из плоскости симметрии фигуры. Обязательными элементами конструкции фигуры являются тонкие стенки, перегородки, ребра жесткости. Линии пересечения — простейшие случаи. Разрезы — простые и сложные (ступенчатые). Здесь еще рассматривается применение условностей изображения ребер жесткости в разрезе.

В этом случае применен ступенчатый размер $A - A$, который позволил выявить сквозной характер одного из четырех отверстий

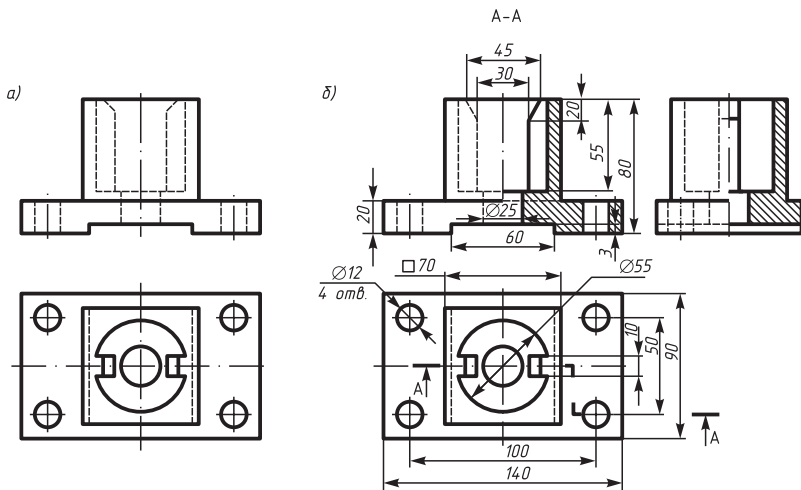


Рис. 4.14

Ø12. Тонкое ребро толщиной 10 мм на главном виде в разрезе показано незаштрихованным.

Также нерассеченными при продольном разрезе показываются такие детали, как винты, заклепки, шарики, шпонки, непустотелые валы, рукоятки.

Особенность **задачи 4** (рис. 4.15, *а, б*) и **последующих** — наличие призматического отверстия, которое следует вычертить в исходной фигуре. Основа решения этой задачи — построение линий пересечения поверхностей исходной фигуры с гранями призматического отверстия и формирование его внутренней полости. Исходные фигуры задачи, как правило, многогранники или комбинации многогранников с прямым круговым цилиндром или конусом. Задачи составлены таким образом, что все линии пересечения поверхностей — прямые. Выполнение разрезов, выбор положения секущих плоскостей диктуются формой и положением призматического отверстия.

Цель и содержание **задачи 5** (рис. 4.16, *а, б*) аналогичны задаче 4. Но 5-я усложнена наличием сквозной внутренней полости в исходной фигуре. Поверхности сквозного призматического окна пересекают как внешние, так и внутренние поверхности исходной фигуры, что определяет все этапы решения задачи.

Построенные на компьютере призма и пирамида с окнами показаны на рис. 4.16, *в, г*.

Цель **задачи 6** (рис. 4.17, *а, б*) — изучить правила построения изображений поверхностей сферы и линий, ей принадлежащих.

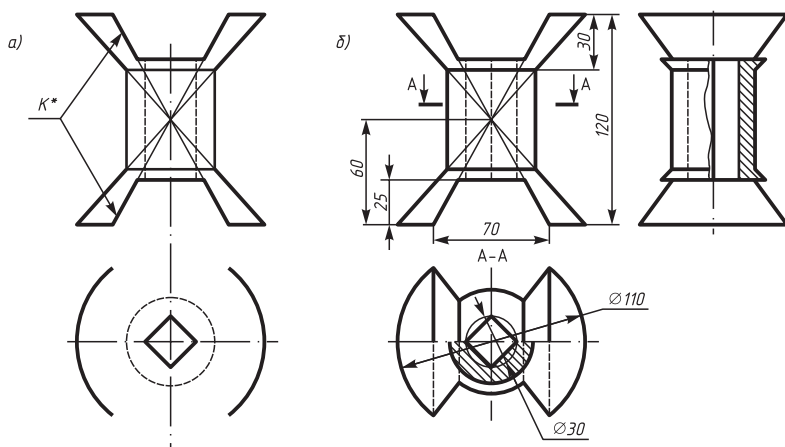


Рис. 4.15

Исходная фигура — полый шар. с отверстиями призматической, цилиндрической или конической формы. Грани призматических отверстий — плоскости, параллельные какой-либо плоскости проекции, оси цилиндрических или конических отверстий проходят через центр сферы. Основное содержание этой задачи — построение линий пересечения внешней и внутренней сфер с поверхностями отверстий, формирование полостей этих отверстий, выполнение необходимых разрезов.

Построенная на компьютере сфера с вертикальным отверстием и горизонтальным окном показана на рис. 4.17, в.

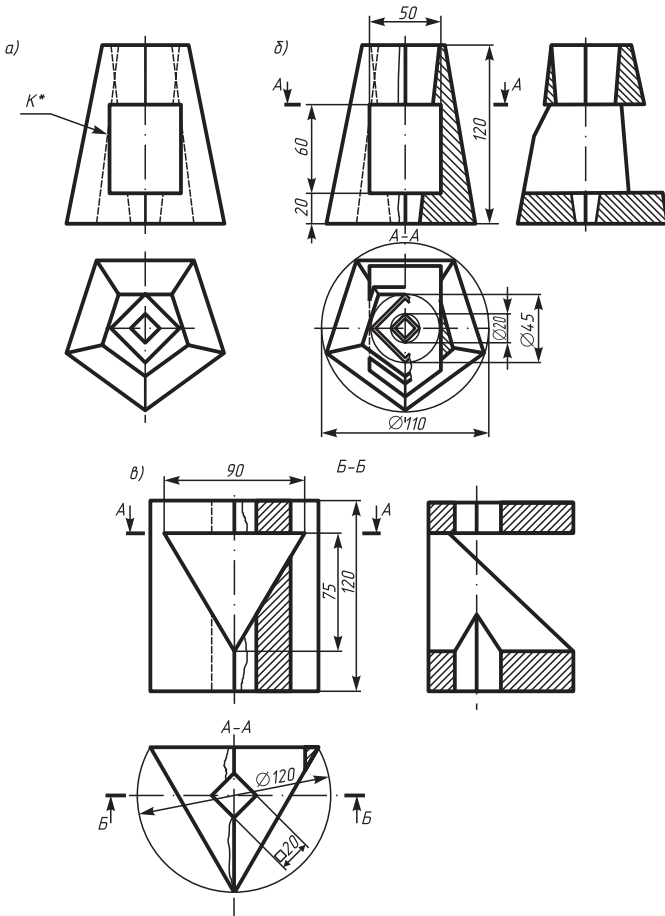


Рис 4.16

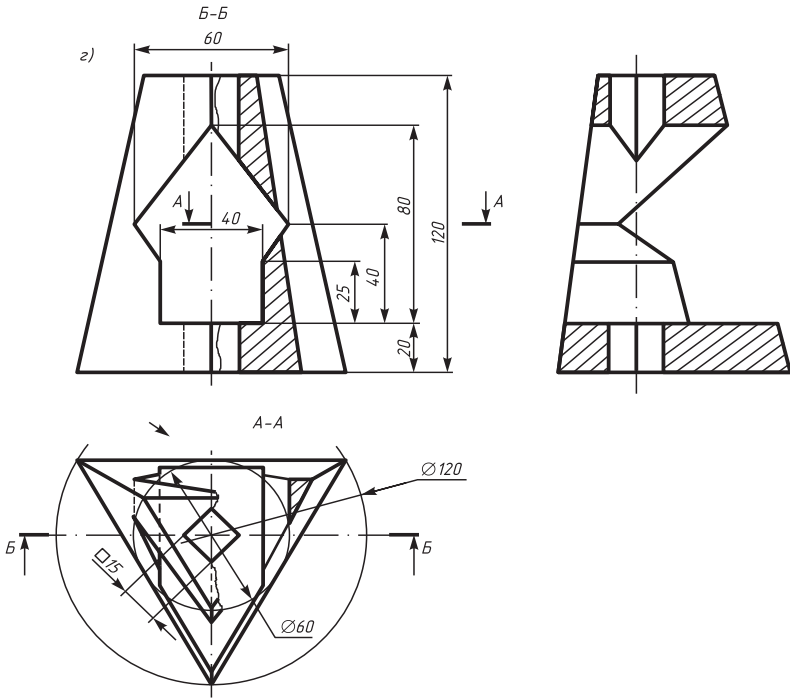


Рис 4.16 (окончание)

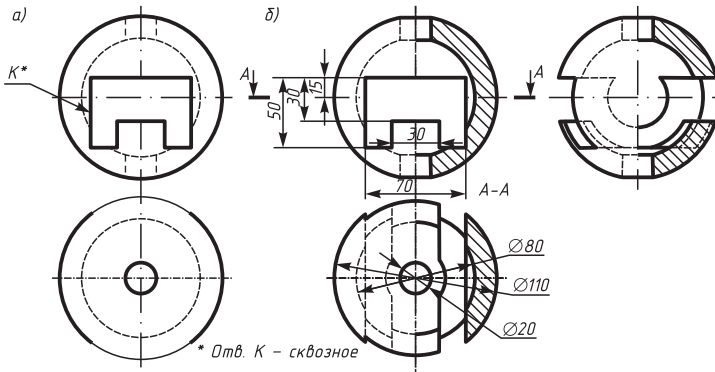


Рис. 4.17

Нанесение размеров. Всякую деталь или изделие будут изготавливать по размерам, численные значения которых указаны на чертеже. Единые правила нанесения размеров на чертежах устанавли-

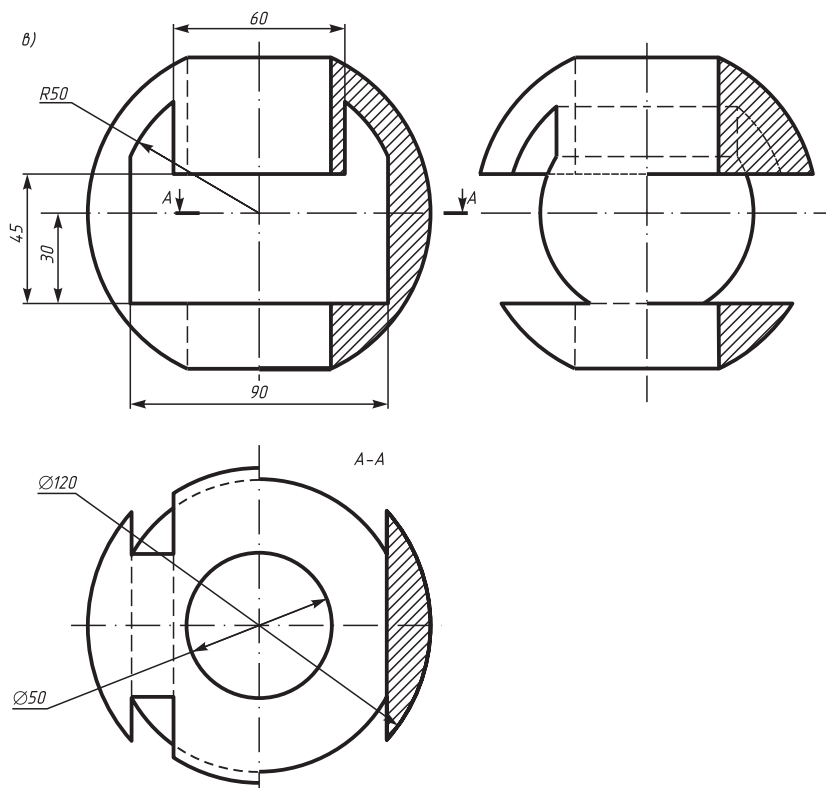


Рис 4.17 (окончание)

вает ГОСТ 2.307–68. Для каждой фигуры задания указывают размеры простейших геометрических тел, из которых они состоят, и размеры их взаимного расположения. К простейшим геометрическим телам относятся призмы, пирамиды, прямые круговые цилиндры и конусы, сферы. Для задания каждого простого геометрического тела необходимо определенное количество размеров. Размеры призмы и пирамиды определяют размеры фигуры основания и высоты, прямых круговых цилиндров и конусов — размеры окружности основания и высоты. Размеры сферы определяет ее радиус (или диаметр).

Размеры, относящиеся к наружным формам предмета, рекомендовано наносить на соответствующих видах, а внутренних — на разрезах. Предпочтительно наносить размеры вне контура изображений.

4.2. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ СРЕЗА НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Многие детали приборов и машин имеют в своей основе форму тела вращения со сложной формой поверхности. Такое тело можно рассматривать как состоящее из частей элементарных тел вращения — цилиндра, конуса, сферы и тора, или кругового кольца. Детали из такого тела вращения часто конструируют путем среза части тела плоскостью, параллельной оси. При этом в пересечении поверхности тела с плоскостью среза образуются сложные линии, построение которых и рассмотрено ниже. Эти линии, являющиеся частным случаем линии пересечения поверхности вращения с плоскостью (плоскость параллельна оси), называются линиями среза.

Пример чертежа такого тела с построенными линиями среза приведен на рис. 4.18. На чертеже оставлены некоторые вспомогательные линии построений и точки. При выполнении построений прежде всего устанавливают границы заданных поверхностей вращения и определяют элементарные поверхности — цилиндр, конус, сфера, тор. Для этого достаточно мысленно или на черновике дополнить участки поверхностей, как показано на рис. 4.19. На

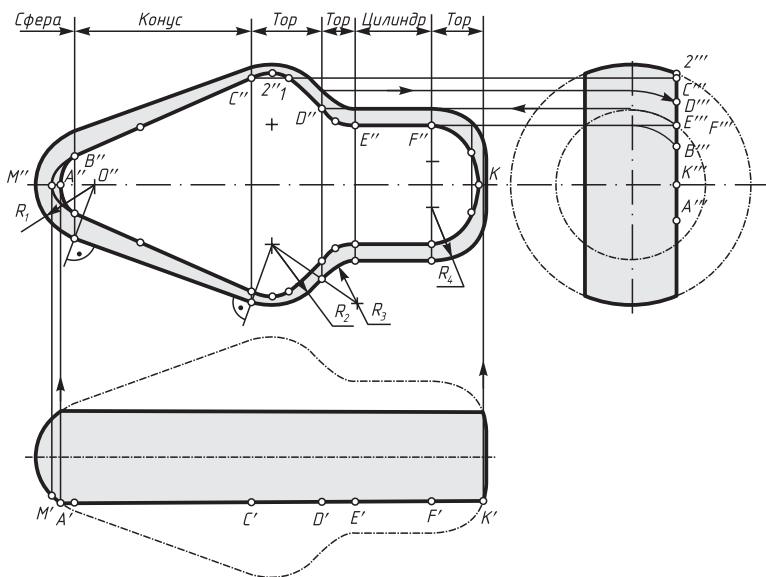


Рис. 4.18

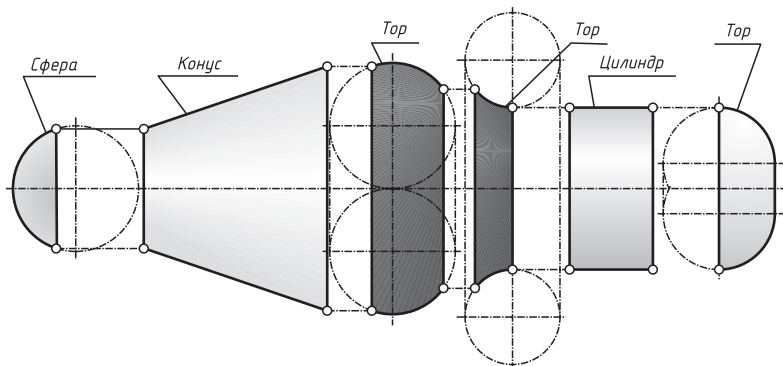


Рис. 4.19

рисунке все поверхности для наглядности раздвинуты вдоль оси вращения.

Разграничение участков элементарных поверхностей позволяет определить характер отдельных участков линий среза и правильно выбрать количество и расположение вспомогательных секущих плоскостей, необходимых для построения промежуточных точек на линии среза.

На чертеже границами поверхностей вращения являются линии касания или пересечения элементарных поверхностей. Их проекции в виде отрезков прямых, перпендикулярных оси вращения, проводят через проекции точек сопряжения или пересечения образующих. Так, на рис. 4.18 граница между сферой и конусом проведена через точку сопряжения дуги радиусом R_1 и образующей конуса. Эта точка определена с помощью перпендикуляра из проекции O'' центра сферы к образующей конуса. Граница между конусом и тором с радиусом образующей R_2 проведена через точку касания образующей конуса и дуги радиуса R_2 . Точка сопряжения определена с помощью перпендикуляра, проведенного из центра дуги радиуса R_2 к образующей конуса. Граница между тором с радиусом образующей R_2 и тором с радиусом образующей R_3 проведена через точку сопряжения дуг радиуса R_2 и R_3 . Точка сопряжения найдена с помощью прямой, соединяющей центры дуг. Границы между тором с радиусом образующей R_3 и цилиндром, между этим же цилиндром и тором с радиусом образующей R_4 проведены через точки сопряжения дуг указанных радиусов с образующей цилиндра. Они проходят и через центры дуг.

Построенные границы элементарных поверхностей можно рассматривать и как линии пересечения поверхности вращения плоскостями, перпендикулярными оси, в данном случае — профильными плоскостями. Профильные проекции этих линий — окружности. В пересечении их с профильными проекциями плоскостей среза отмечают профильные проекции характерных точек на линии среза. Пример построения профильной проекции D''' и по ней фронтальной проекции D'' отмечен на рис. 4.18. По положению проекций B''' , C''' , E''' , F''' строят фронтальные проекции B'' , C'' , E'' , F'' точек линии среза. Проекции A'' , K'' (их проекции A''' , K''' совпадают) построены по горизонтальным проекциям A' , K' .

В данном примере линия среза и ее фронтальная проекция состоят из следующих участков: на сфере радиуса R_1 — дуги окружности радиуса $A''O''$; на конусе — части гиперболы с вершиной M'' ; на торе с радиусом образующей R_2 — части кривой Персея; на торе с радиусом образующей R_3 — части кривой Персея; на цилиндре — отрезки прямых, параллельных оси; на торе с радиусом образующей R_4 — части кривой Персея. Зная вид линии среза и положение проекций характерных и крайних точек линий, можно ограничиться построением проекций минимального количества промежуточных точек. В данном примере на рис. 4.18 показано построение проекций «промежуточной» точки на участке $K''F''$, а также построенные проекции «промежуточных» точек на участках $B''C''$, $C''D''$, $D''E''$. Следует отметить, что точка $1''$ симметрична точке C'' , а точка $2''$ — наиболее удаленная от оси.

4.3. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ПЕРЕХОДА

Форма большинства наиболее сложных и ответственных оригинальных деталей приборов и машин образована комбинацией различных тел, расположенных в пространстве так, что их поверхности пересекаются между собой. Поэтому важным этапом конструирования таких деталей является определение границ элементарных поверхностей, которыми и являются линии их взаимного пересечения.

Примером наличия таких линий может служить деталь крышки подшипника (рис. 4.20). Она имеет:

- 1) линии пересечения сферы диаметра d с цилиндрами диаметра d_1 ;
- 2) линии пересечения сферы диаметра d фронтальной плоскостью $\alpha(\alpha')$;

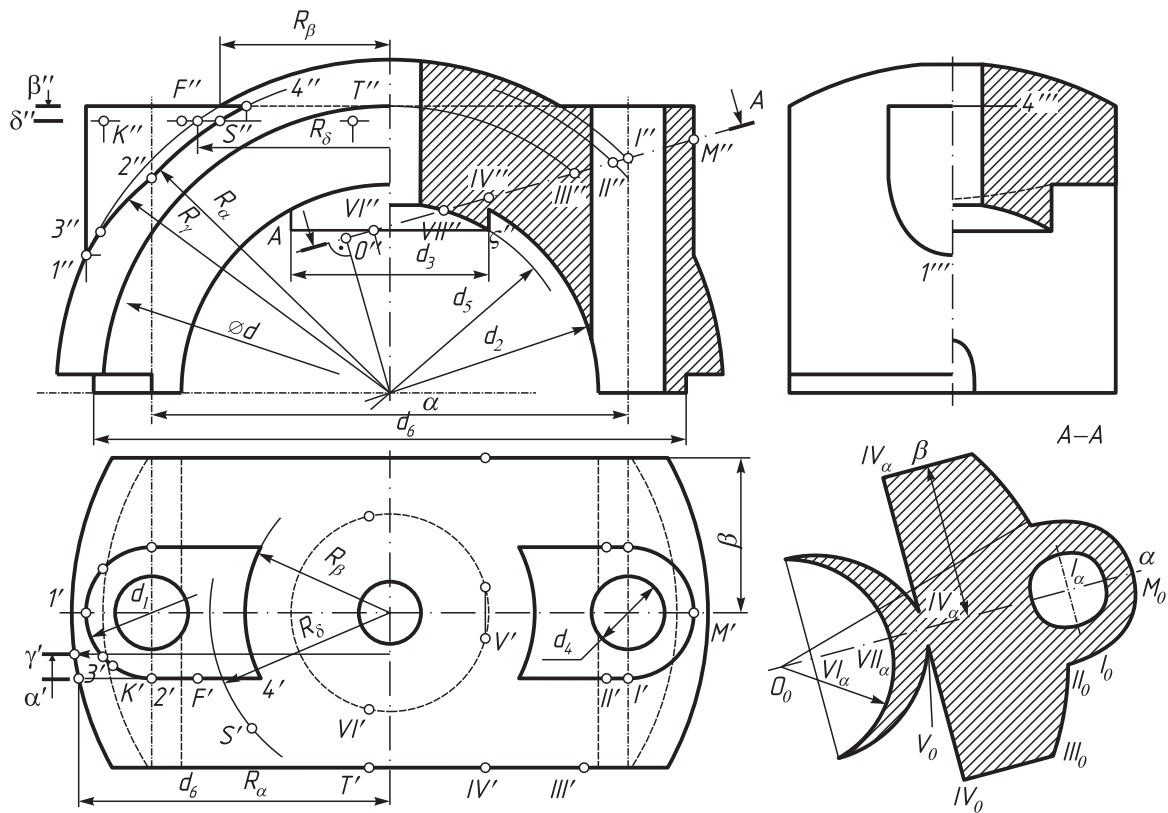


Рис. 4.20

3) линии пересечения сферы диаметра d горизонтальной плоскостью $\beta(\beta')$;

4) линии пересечения цилиндра диаметра d_2 с цилиндрами диаметров d_3 и d_4 .

Для построения проекций кривой линии 12 пересечения сферы диаметра d с цилиндром диаметра d_1 отмечают горизонтальные проекции $1'2'$ характерных точек. Фронтальную $1''$ и профильную $1'''$ проекции точки 1 находят обычным проецированием.

Фронтальную проекцию $2''$ точки 2 находят, проведя через $2'$ вспомогательную секущую плоскость $\alpha(\alpha')$ и описав на фронтальной проекции полученным радиусом R_α дугу окружности, которая в пересечении с вертикальной линией связи $2'2''$ отметит $2''$. Профильную проекцию находят обычным проецированием. Аналогично находят проекции точки 4 .

Для нахождения фронтальной проекции промежуточной точки (например, точки 3) проводят между характерными точками 1 и 2 секущую плоскость $\gamma(\gamma')$ и определяют радиус R'' . Дальнейшие построения аналогичны построениям для нахождения $2''$. Профильную проекцию этой точки находят, отложив на профильной проекции по горизонтальной линии связи влево от оси симметрии тела отрезок, равный расстоянию от $3'$ до горизонтальной оси симметрии тела.

Линия сечения 24 сферы диаметра d с плоскостью α проецируется на горизонтальную и профильную плоскости проекций в прямые линии $2'4'$, а на фронтальную плоскость проекций — в дугу $2''4''$ окружности радиуса R_α .

Для построения горизонтальной проекции линии сечения сферы диаметра d с горизонтальной плоскостью $\beta(\beta'')$ проводят на горизонтальной проекции полученным радиусом R_β дугу окружности до пересечения с вертикальной линией связи $4''4'$. Фронтальная и профильная проекции этой дуги представляют собой прямые линии.

Фронтальная проекция линии пересечения цилиндра диаметра d_2 с цилиндром диаметра d_3 совпадает с фронтальной проекцией цилиндра диаметра d_2 , так как этот цилиндр является фронтально-проецирующей поверхностью. Горизонтальная проекция линии пересечения этих цилиндров совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра диаметра d_3 , так как он является горизонтально-проецирующей поверхностью. Профильная проекция этой линии пересечения находится обычным проецированием (на чертеже часть этой линии показана штриховой).

Проекция линии пересечения цилиндров диаметров d_2 и d_4 находят аналогично.

Для построения натуральной величины фигуры сечения плоскостью $A - A$ проводят параллельно этой плоскости прямую a и под прямым углом проецируют на эту прямую соответствующие точки с фронтальной проекции. Отметив на прямой a точку M_0 , строят остальные точки, принадлежащие фигуре сечения.

Точки I_0 находят, отложив на прямой a от M_0 отрезок $M_0I_a = M''I''$ и восставив к прямой a в точке I_a перпендикуляр, на котором откладывают I_aI_0 и симметричную точку.

Аналогично находят точку II_0 и симметричную ей.

Для построения III_0 необходимо на прямой a от точки M_0 отложить отрезок $M_0O_0 = M''O''$, где O'' — точка пересечения перпендикуляра, опущенного из центра шара на линию $A - A$, и является центром окружности сечения сфер диаметров d и d_5 . Из точки O_0 радиусом O_0II_0 проводят дугу окружности до пересечения с прямой III_0IV_0 и симметричной ей, проведенными параллельно прямой a на расстоянии b . Точки пересечений являются искомыми точками III_0 и симметричной ей. От точек III_0 и симметричной ей откладывают $III_0IV_0 = III''IV''$. Найденные точки IV_0 и симметричную ей соединяют прямой, которая отметит на прямой a точку IV_a . От этой точки откладывают отрезки: по прямой IV_0IV_1 в обе стороны от $a - IV_aV_0$ (отмечая точки V_0 и симметричную ей), по прямой $a - IV_aVI_a = IV''VI''$ (отмечая точку VI_a). В точке VI_a восставляют перпендикуляр, на котором по обе стороны от прямой a откладывают расстояния VI_aVI_0 . Радиусом O_0VI_0 проводят дугу.

Если даны фронтальные проекции F'' , K'' , S'' и T'' точек, лежащих на поверхности тела, и требуется найти горизонтальные проекции этих точек, то для данного случая проекции K' , F' и T' данных точек находят на горизонтальных проекциях соответствующих поверхностей без каких-либо вспомогательных построений, а проекцию S' находят при помощи вспомогательной горизонтальной секущей плоскости δ'' , проведя на горизонтальной проекции найденным радиусом R_δ дугу окружности до пересечения ее с вертикальной линией связи $S''S'$.

Для определения относительного положения точек F , K , S и T , взятых на поверхности тела, при данных проекциях K'' , F'' , S'' и T'' этих точек необходимо:

а) установить, что точка K расположена на поверхности цилиндра диаметра d_1 , точка F — на передней грани, переходящей в при-

зматическую поверхность, точка S — на шаровой поверхности и точка T — на торцовой части тела;

б) найти горизонтальные проекции F , K , S и T этих точек;

в) по горизонтальной проекции точек F , K , S и T установить, что точка T наиболее удалена от плоскости π_2 , а точка K расположена ближе к плоскости π_2 . По фронтальным проекциям этих точек видно, что все они расположены на одинаковом расстоянии от плоскости π_1 .

Другим примером наличия линий пересечения и перехода служит конструкция детали (головки) шатуна (рис. 4.21). В данном случае имеются линии пересечения цилиндров, цилиндра с плоскостью, тора с цилиндром, тора с плоскостью. Строится натуральная величина наклонного сечения с определением относительного положения отдельных элементов, указанных на поверхности тела.

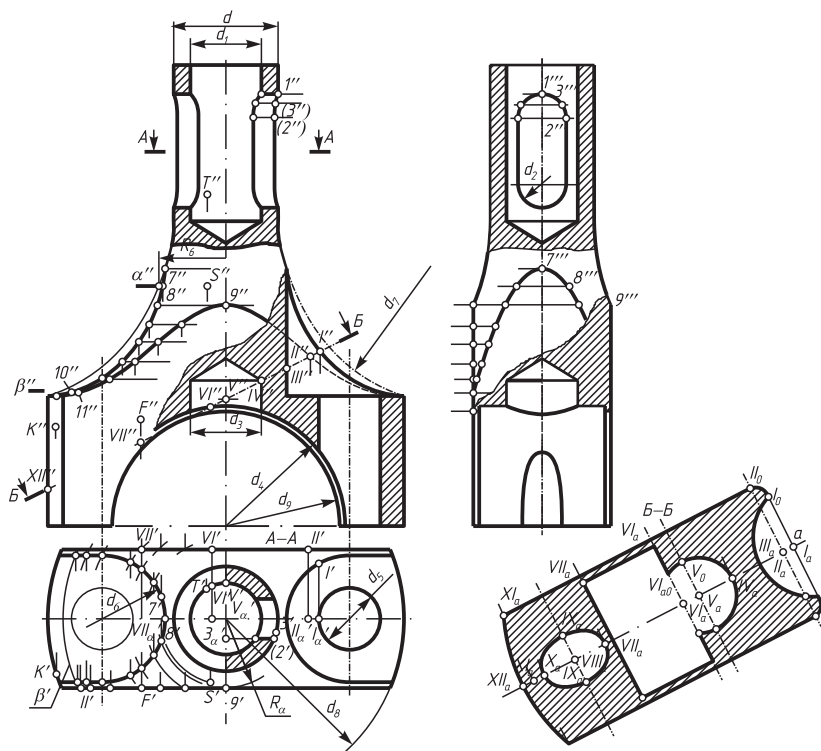


Рис. 4.21

Для построения проекций головки шатуна необходимо найти:

- 1) линии пересечения цилиндров диаметров d и d_1 с цилиндром диаметра d_2 и линии пересечения этих же цилиндров профильно-проецирующими плоскостями (отверстие для клина);
- 2) линию пересечения цилиндров с диаметрами d_3 и d_4 ;
- 3) линии пересечения цилиндров с диаметрами d_4 и d_5 ;
- 4) линии пересечения цилиндров диаметра d_6 с тором диаметра образующей окружности d_7 ;
- 5) линии пересечения тора с плоскостями, касательными к цилиндру диаметра d_6 ;
- 6) линии пересечения тора фронтальными плоскостями;
- 7) линии пересечения цилиндра диаметра d_6 с фронтальными плоскостями.

Поверхность, ограниченная двумя цилиндрами диаметра d_2 и двумя профильно-проецирующими плоскостями, пересекает цилиндр диаметра d по двум одинаковым замкнутым линиям, а цилиндр диаметра d_1 — по двум другим одинаковым замкнутым линиям. Горизонтальные проекции этих линий пересечения совпадают с горизонтальными проекциями цилиндров диаметров d и d_1 , так как эти цилиндры являются горизонтально-проецирующими поверхностями. Профильные проекции линий пересечения проецируются в две дуги окружности диаметра d_2 и прямые линии, касательные к ним, так как эти линии пересечения лежат в профильно-проецирующей поверхности.

Фронтальные проекции $1''$, $1_1''$ точек находят обычным проецированием, а проекцию $2''$ точки находят на пересечении вертикальной линии связи $2'2''$ с горизонтальной линией связи $2'''2''$.

Для нахождения промежуточной точки 3 необходимо на горизонтальной проекции отложить отрезок $V_\alpha'3'_\alpha = 3'''O'''$ и через $3'_\alpha$ провести линию, параллельную горизонтальной оси симметрии тела, до пересечения с горизонтальными проекциями цилиндров диаметров d и d_1 . Точки пересечения определяют горизонтальные проекции точек. Фронтальные проекции этих точек находят на пересечении соответствующих линий связи.

Фронтальная проекция линии пересечения цилиндров диаметров d_3 и d_4 совпадает с фронтальной проекцией цилиндра диаметра d_4 , так как этот цилиндр является фронтально-проецирующей поверхностью, а горизонтальная проекция этой линии пересечения совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра диаметра d_3 , поскольку он является горизонтально-проецирующей поверхностью.

Профильную проекцию этой линии пересечения находят обычным проецированием.

Фронтальная проекция линии пересечения цилиндров диаметров d_4 и d_5 совпадает с фронтальной проекцией цилиндрической поверхности диаметра d_4 , так как эта поверхность является фронтально-проецирующей. Горизонтальная проекция этой линии пересечения совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра диаметра d_5 , поскольку он является горизонтально-проецирующей поверхностью. Профильную проекцию этой линии пересечения находят обычным проецированием.

Проекция характерной точки 7, принадлежащей линии пересечения цилиндра диаметра d_6 тором, находят обычным проецированием.

Для построения проекций других точек, принадлежащих линии пересечения тора с цилиндрами диаметра d_6 , проводят целый ряд вспомогательных секущих плоскостей. Так, например, для построения проекций точки 8 проводят секущую плоскость $\alpha(\alpha')$. Найденным радиусом R_α проводят на горизонтальной проекции дугу окружности до пересечения с окружностью диаметра d_6 и отмечают $8'$. Фронтальную проекцию $8''$ точки находят на пересечении вертикальной линии связи $8'8''$ с линией сечения α'' . Профильную проекцию $8'''$ этой точки находят, отложив на профильной проекции по горизонтальной линии связи $8'''8''$ от оси симметрии тела расстояние от точки $8'$ до горизонтальной оси симметрии тела. Аналогично строят проекции остальных точек. При помощи горизонтальных секущих плоскостей также находят проекции точек, принадлежащих линии пересечения тора с фронтальными плоскостями. Для примера на чертеже при помощи плоскости $\beta(\beta'')$ найдены точки 10 и 11. Проекция точки 9, принадлежащей линии сечения тора с фронтальной плоскостью, находят обычным проецированием.

Для построения натуральной величины фигуры сечения плоскостью $B - B$ проводят параллельно этой плоскости прямую a , на которой отмечают точку I_a . В этой точке восстанавливают перпендикуляр, на котором по обе стороны от прямой a откладывают отрезки $I_a I_0 = I_a' I'$. От точки I_a по прямой a откладывают отрезок $I_a II_a = I'' II''$. В точке II_a восстанавливают перпендикуляр к прямой a и откладывают на нем отрезки $II_a II_0 = II_a' II'$. Точки II_{a0} находят аналогично. От точки II_a по прямой a откладывают отрезок $II_a III_0 = II'' III''$ и отмечают точку III_0 . От точки III_0 по прямой a откладывают отрезок $III_0 IV_0 = III'' IV''$ и отмечают точки IV_0 . От точки IV_0 по пря-

мой a откладывают отрезок $IV_0V_a = IV''V''$. Аналогично находят точки $VI_a, VII_a, VIII_0, IX_a, X_0, XI_a, XII_0$. Точки $V_0, VI_{a0}, VI_0, VII_0, IX_0$ и XI_0 находят аналогично построениям предыдущих точек, принадлежащих фигуре сечения. Полученные точки соответственно соединяют прямыми и кривыми линиями, которые являются линиями сечения различных элементов тела плоскостью $B - B$.

Если даны фронтальные проекции F'', K'', S'' и T'' точек, лежащих на поверхности тела, и требуется найти горизонтальные проекции этих точек, то для точек F, K и T горизонтальные проекции находят непосредственным проецированием, а проекцию S' точки находят при помощи уже проведенной горизонтальной секущей плоскости $\alpha(\alpha')$.

Для определения относительного положения точек F, K, S и T , взятых на поверхности тела, при данных K'', F'', S'' и T'' — фронтальных проекциях этих точек — необходимо:

а) установить, что точка K расположена на поверхности цилиндра диаметра d_8 , точка F — на передней фронтальной торцевой плоскости, точка S — на тороидальной поверхности и точка T — на цилиндрической поверхности диаметра d_1 ;

б) найти горизонтальные проекции F', K', T' и S' этих точек;

в) по горизонтальным проекциям этих точек установить, что точка F расположена дальше от плоскости π_2 , чем другие данные точки, а точка T — ближе всех других данных точек к плоскости π_2 . По фронтальным проекциям этих точек видно, что точка T удалена от плоскости π_1 на большее расстояние, чем другие данные точки.

5. ИЗОБРАЖЕНИЯ, НАДПИСИ, ОБОЗНАЧЕНИЯ

5.1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В начертательной геометрии, являющейся теоретической основой построения технических чертежей, изображения геометрических тел и простейших предметов на их основе выполнялись параллельным ортогональным проецированием на две или три основных взаимно перпендикулярных плоскости проекций и на дополнительные плоскости проекций.

В процессе конструирования при выполнении технических чертежей предметов — деталей, приборов, машин и других устройств — трех основных плоскостей проекций нередко оказывается недостаточно. При выполнении изображений применяют также ряд правил и условностей, которые позволяют существенно снизить трудоемкость выполнения чертежей, уменьшить расход бумаги на их оформление при сохранении наглядности и однозначности их понимания.

Правила изображения предметов на чертежах всех отраслей промышленности и строительства изложены в стандартах ЕСКД и СПДС. Рассмотрим их в порядке, принятом в ЕСКД, а также с учетом специфики учебного процесса.

Основные положения и определения. Предметы на технических чертежах изображают по методу прямоугольного проецирования на взаимно перпендикулярные плоскости проекций. При этом изображаемый предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 5.1). Такой метод проецирования называют также методом первого угла (метод *E*). На рис. 5.1 наряду с первым углом *I* обозначены также углы *II*, *III* и *IV*, образующиеся при пересечении фронтальной и горизонтальной плоскостей проекций.

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба; грани (плоскости проекций) совмещают с плоскостью, как показано на рис. 5.2 Грань *б* допускается располагать рядом с гранью *4*. Наряду с методом *E*, принятым в России и большинстве стран Европы и других континентов, применяют также метод *A*

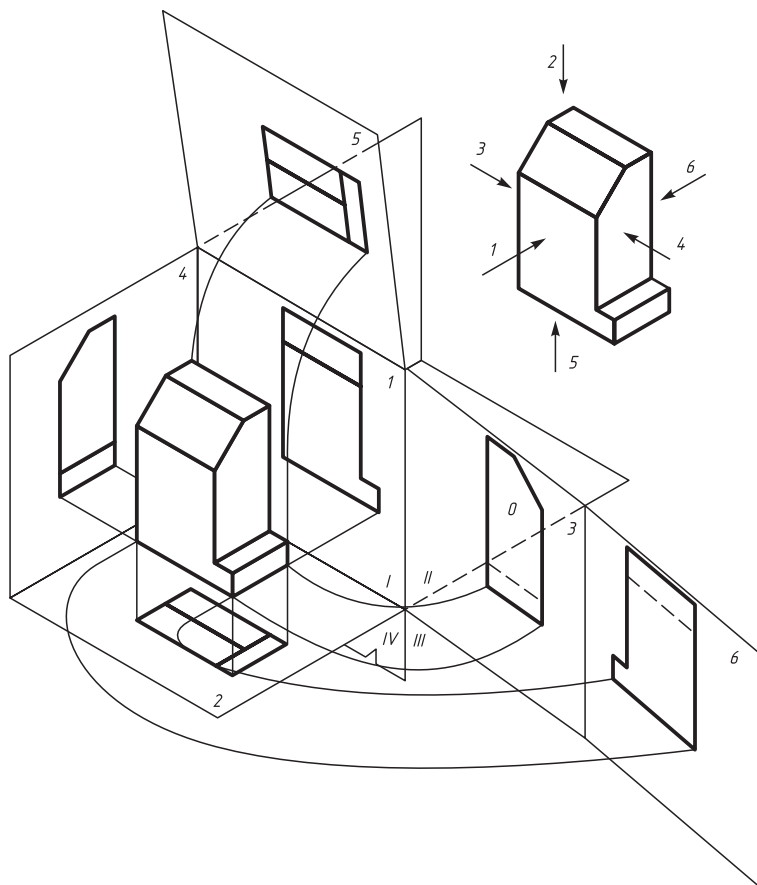


Рис. 5.1

(метод третьего угла), принятый в США и ряде стран американского континента.

Изображением является любой чертеж, который может быть видом, разрезом или сечением, выполненный установленным способом проецирования, как правило, в определенном масштабе, и служит для выявления формы и всех необходимых размеров предмета.

Главное изображение. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней — главное изображение — давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

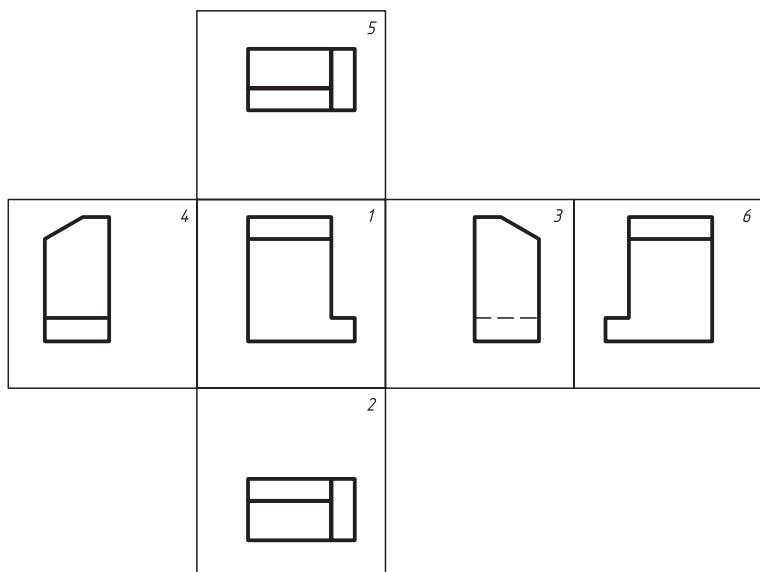


Рис. 5.2

Предметы следует изображать в функциональном положении или в положении, удобном для их изготовления. Предметы, состоящие из нескольких частей, следует изображать в функциональном положении.

Предметы, используемые в любом положении, изображают в положении, удобном для их изготовления. Предметы, функциональное положение которых наклонное, изображают в вертикальном или горизонтальном положении.

Длинные (высокие) предметы, функциональное положение которых вертикальное (мачты, колонны, столбы), можно изображать в горизонтальном положении, причем нижнюю часть предмета следует помещать справа.

Вид — изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Виды геометрических тел рассмотрены в предыдущих главах: различных геометрических тел — на рис. 2.49, 4.2 — 4.11; шайб и уголка — на рис. 2.57; пластины — на рис. 2.55.

Разрез — изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета.

На разрезе показывают, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

Плоскости мысленного рассечения предмета называют секущими плоскостями.

Секущую плоскость разреза выбирают так, чтобы можно было наиболее полно показать внутренние формы предмета.

Наглядное представление о разрезах и изображениях деталей с разрезами в системе трех ортогональных плоскостей проекций дают рис. 5.3, 5.4, 5.5. Секущая плоскость изображена в виде прозрачной пластины, пересекающей деталь.

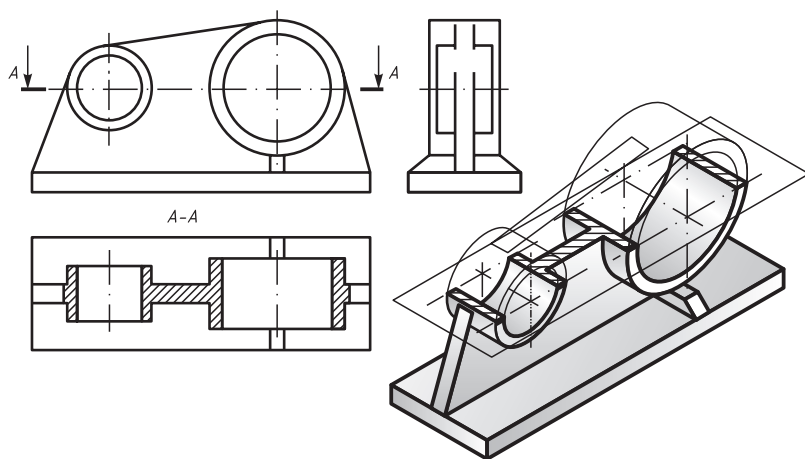


Рис. 5.3

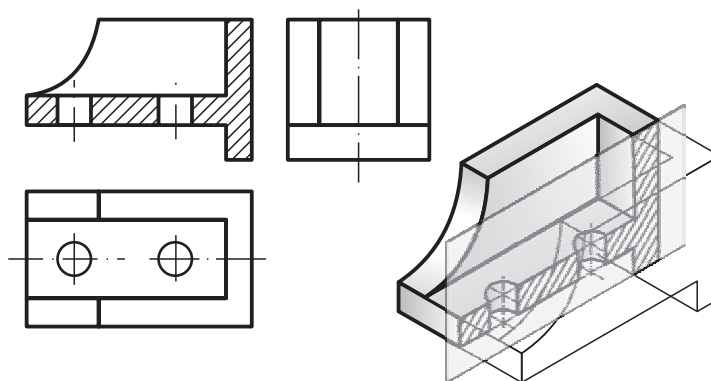


Рис. 5.4

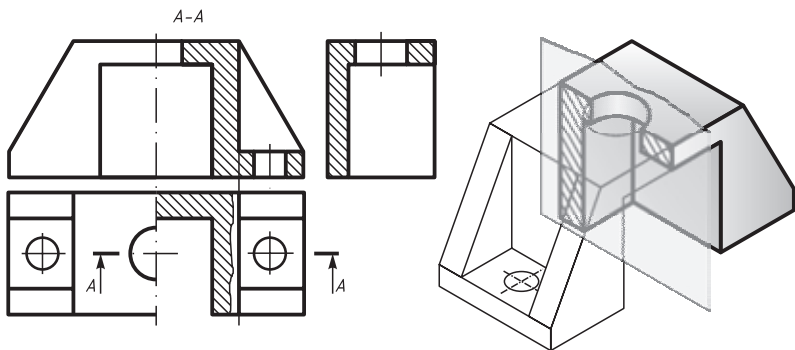


Рис. 5.5

Часть детали, расположенная между секущей плоскостью и наблюдателем, мысленно удалена, а образованное секущей плоскостью сечение заштриховано.

Обозначения разрезов. На чертежах положение секущей плоскости разреза обозначают разомкнутой линией со стрелками и прописными буквами русского алфавита. Стрелки указывают направление взгляда при проецировании. Над изображением — разрезом делают надпись по типу $A - A$ — см. рис. 5.3 и 5.4. Толщину штрихов разомкнутой линии обычно выполняют $(1...1,5) s$, где s — толщина линии видимого контура чертежа; длина штрихов — $8...20$ мм. Образец обозначения плоскости разреза приведен на рис. 5.6. Буквы ставят у начала и конца линии сечения, т.е. так, чтобы стрелки размещались между буквой и изображением.

Если секущая плоскость разреза — горизонтальная, фронтальная или профильная — совпадает с плоскостью симметрии предмета, а соответствующие изображения расположены на одном и

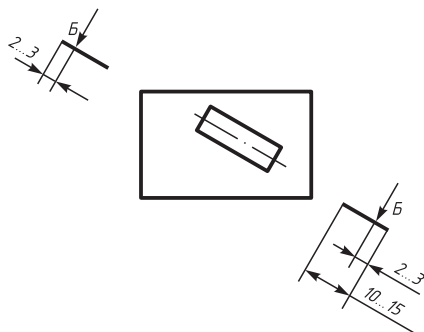


Рис. 5.6

том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены другими изображениями, то положение секущей плоскости не обозначают и разрез не надписывают. По этой причине не надписан разрез на рис. 5.4 и разрез профильной секущей плоскостью на рис. 5.5. Разрез, выполненный для симметричных деталей без обозначения секущей плоскости, мысленно относят к соответствующей плоскости симметрии.

Сечение — изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы. Пример сечения предмета секущей фронтально-проецирующей плоскостью приведен на рис. 5.7. Сечение, обозначенное $A - A$, несколько смещено влево относительно положения на фронтальной проекции.

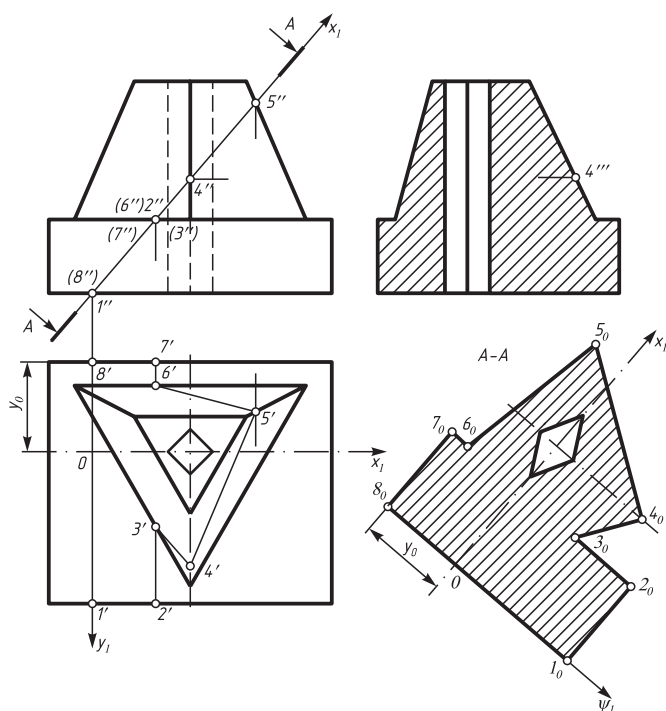


Рис. 5.7

Обозначение сечений. На чертежах сечения обозначают так же, как и разрезы: секущую плоскость — разомкнутой линией со стрелками и буквами, построенное сечение — надписью над ним типа *A — A*. Координатные оси, с помощью которых строят сечение, на чертежах не обозначают.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное и однозначное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей. Изображения в технических чертежах можно упростить в соответствии с установленными в стандартах правилами, некоторые из которых рассмотрим ниже.

5.2. ВИДЫ

Названия основных видов. Для видов, получаемых на основных плоскостях проекций (основные виды, см. рис. 5.2), установлены следующие названия: *1* — вид спереди (главный вид); *2* — вид сверху; *3* — вид слева; *4* — вид справа; *5* — вид снизу; *6* — вид сзади.

Названия видов на чертежах не подписывают, если их расположение относительно главного вида (изображения) соответствует рис. 5.2. Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади смещены относительно главного изображения (вида или разреза, изображенных на фронтальной плоскости проекций), то направление взгляда указывают стрелкой, обозначаемой прописной буквой, а соответствующие виды отмечают на чертеже надписью по типу *A*. Чертеж оформляют так же, если перечисленные виды отделены от главного изображения другими изображениями или расположены не на одном листе с ним.

Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета штриховыми линиями. В качестве примера на рис. 5.8 приведены три основных вида детали призматической формы. На двух видах — главном и виде сверху — штриховыми линиями показана форма выемки в левой части детали. На виде слева штриховыми линиями уточнена форма правой части детали.

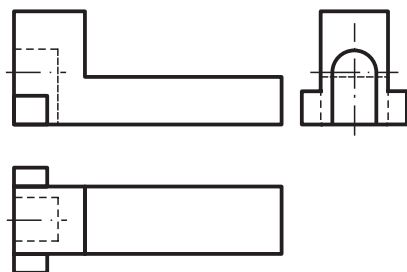


Рис. 5.8

Дополнительный вид. Если какую-либо часть предмета невозможно показать на рассмотренных выше основных видах (см. рис. 5.2) без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, не параллельных основным плоскостям проекций.

Варианты расположения дополнительного вида на примере прямоугольного волновода показаны на рис. 5.9, *а* — *в*, при этом расположения *а* или *б* предпочтительнее.

Дополнительный вид отмечают на чертеже надписью типа *A* (рис. 5.9, *б*, *в*), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставят стрелку, указывающую направление взгляда,

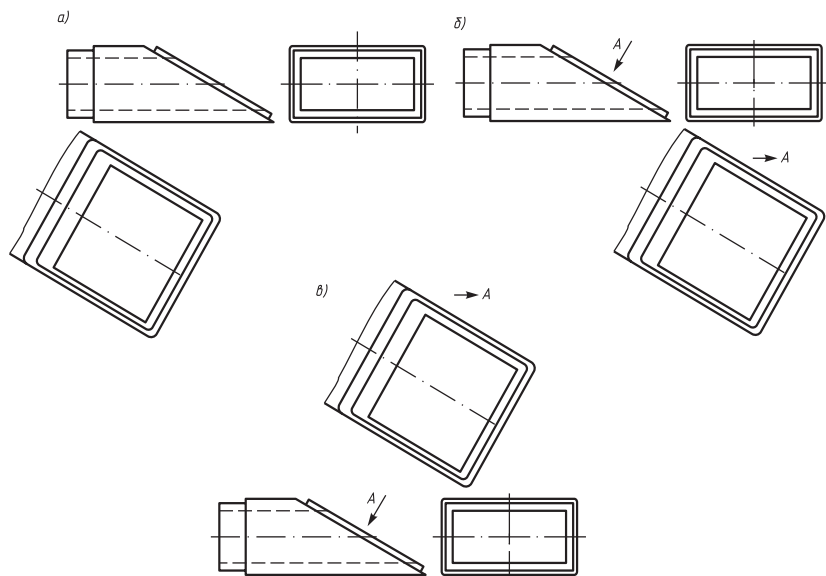


Рис. 5.9

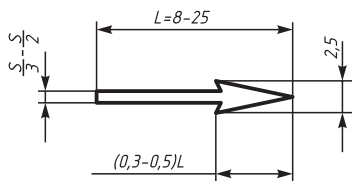


Рис. 5.10

с соответствующими буквенными обозначениями (стрелка *A*, рис. 5.9, б, в). Соотношение размеров для вычерчивания стрелок приведено на рис. 5.10.

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (см. рис. 5.9, а).

Местный вид. Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называют местным видом.

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере (*A* на рис. 5.11), или не ограничен (*A* на рис. 5.12). Местный вид отмечают на чертеже подобно дополнительному виду.

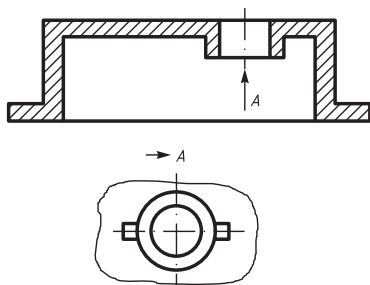


Рис. 5.11

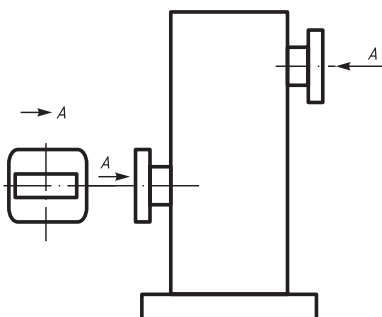


Рис. 5.12

Развернутый вид. Развернутые виды применяют для изображения:

1) искривленных предметов, которые разворачиваются в одну плоскость без искажения, например вид *A* системы охлаждения на рис. 5.13;

2) гнутых предметов, которые разворачиваются в одну плоскость; при таком изображении контуры выполняют сплошной линией, а места изгиба обозначают штрихпунктирной с двумя точками тон-

кой линией (рис. 5.14). Над изображением развертки помещают знак развертки.

Предмет, как правило, изображается в окончательной форме.

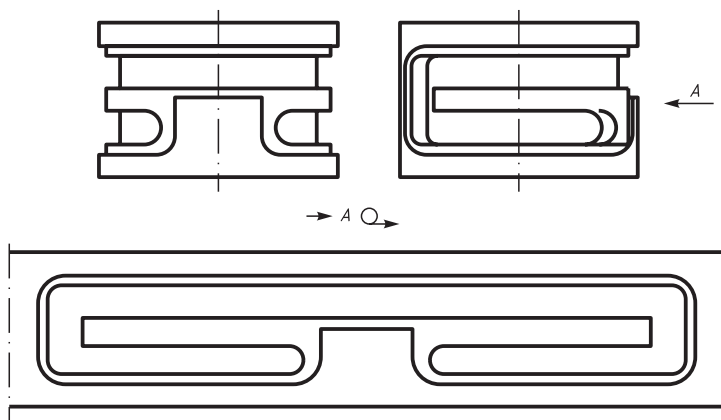


Рис. 5.13

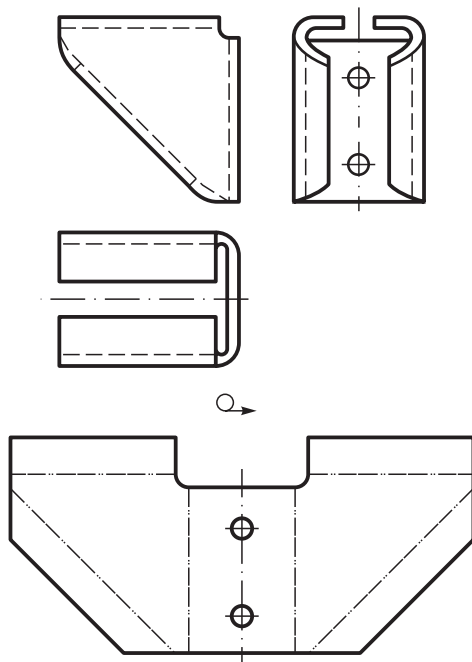


Рис. 5.14

5.3. РАЗРЕЗЫ

Разрезы разделяют в зависимости от положения секущей плоскости на горизонтальные, вертикальные и наклонные; от числа секущих плоскостей — на простые (при одной секущей плоскости) и сложные (при нескольких секущих плоскостях), а также на местные (или частичные) и развернутые.

Простые разрезы. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций простые разрезы разделяют:

- на **горизонтальные** — секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (разрез $A - A$ на рис. 5.3);
- **вертикальные** — секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (разрез на рис. 5.4);
- **наклонные** — секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого или секущая плоскость которого не параллельна ни одной из основных плоскостей проекций (разрез $A - A$ на рис. 5.15).

Вертикальный разрез называют фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (см., например, разрез на рис. 5.4), и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (например, на рис. 5.5).

Фронтальным и профильным разрезам, как правило, придают положение, соответствующее принятому для данного предмета на главном изображении.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (см. фронтальный разрез на рис. 5.4, горизонтальный разрез на рис. 5.3, профильный разрез на рис. 5.5).

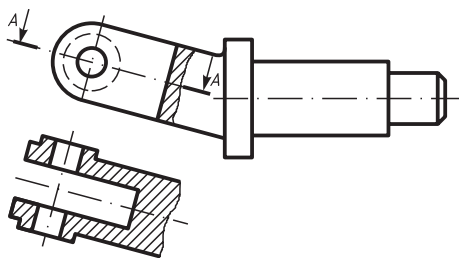


Рис. 5.15

Вертикальный разрез, когда секущая плоскость не параллельна фронтальной или профильной плоскости проекций, а также наклонный разрез должны строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками на линии сечения. Их допускается располагать в любом месте чертежа.

Разрезы называют **продольными**, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (например, продольный разрез пружины на рис. 5.16), и **поперечными**, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета. В случае если плоскость разреза направлена вдоль оси или длинной стороны таких элементов, как тонкие стенки типа ребер жесткости, спицы маховиков, шкивов и т.п., то их показывают незаштрихованными (см. рис. 5.19).

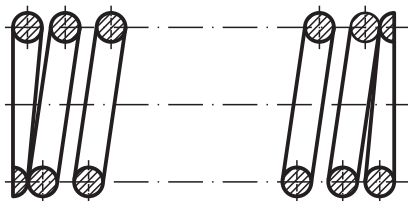


Рис. 5.16

Сложные разрезы. В зависимости от положения секущих плоскостей различают ступенчатые и ломанные разрезы.

Ступенчатыми называют разрезы, если секущие плоскости параллельны (например, фронтальный разрез $A - A$ на рис. 5.17 при трех секущих плоскостях).

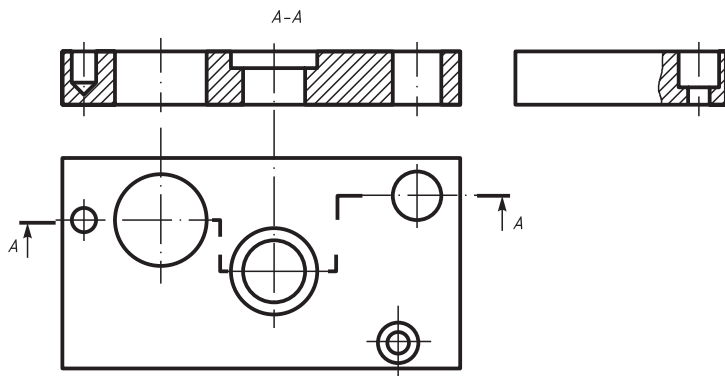


Рис. 5.17

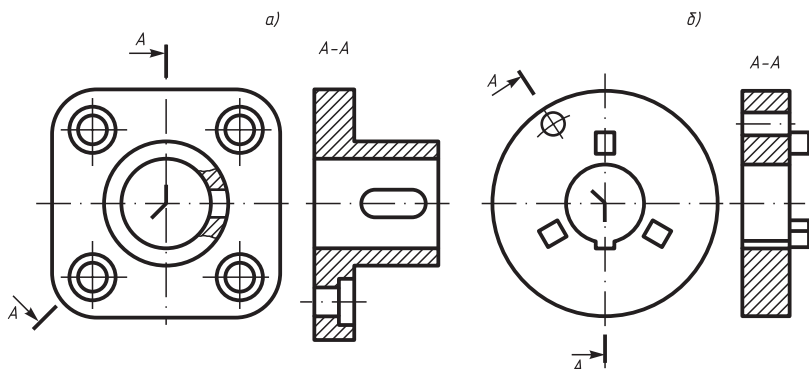


Рис. 5.18

Ломаными называют разрезы, если секущие плоскости пересекаются (например, разрез $A - A$ на рис. 5.18, $a, б$).

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость (см. разрез $A - A$ на рис. 5.18, a).

Если совмещенные секущие плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (см. разрезы $A - A$ на рис. 5.18).

При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, до которой производится совмещение (см., например, положение верхнего выступа на рис. 5.18, $б$). Наряду с рассмотренными ступенчатыми и ломаными разрезами применяют сложные разрезы по типу, приведенному на рис. 5.19.

При одной секущей плоскости могут быть выполнены два разреза с противоположными направлениями взгляда. В этом случае наносят две встречные стрелки, соответствующие направлениям взгляда, располагая их на одной линии (рис. 5.20).

Местный разрез. Разрез, служащий для выявления формы предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называют **местным**. Местный разрез отделяют от вида сплошной волнистой линией (рис. 5.21, $a, б$). Эта линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения (рис. 5.21, $б$).

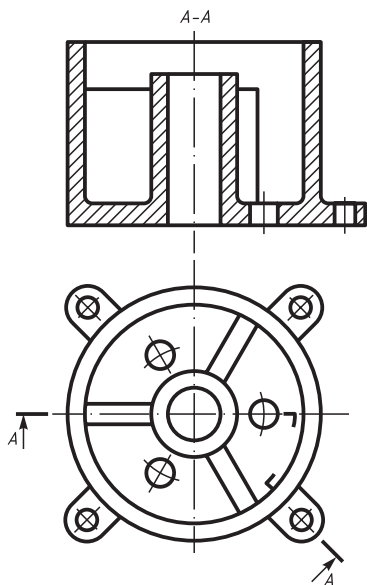


Рис. 5.19

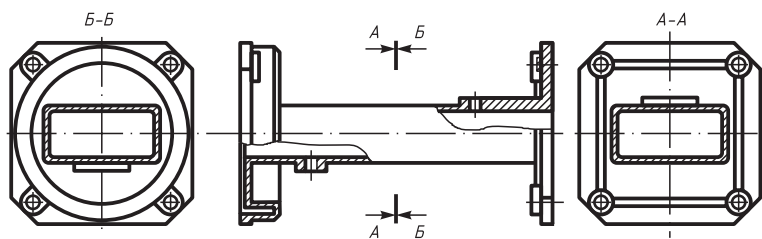


Рис. 5.20

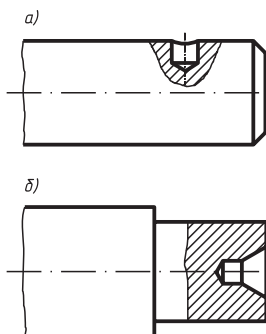


Рис. 5.21

5.4. СЕЧЕНИЯ

Сечения (рис. 5.22), не входящие в состав разреза, разделяют на **вынесенные** — *а* и **наложенные** — *б*. Вынесенные сечения являются предпочтительными, и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 5.22, *в*).

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения (рис. 5.22 *б*) — сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

Для несимметричных сечений линию сечения обозначают разомкнутой линией с указанием стрелками направления взгляда. При этом для вынесенного сечения ее обозначают одинаковыми прописными буквами русского алфавита, а изображение сечения надписывают (рис. 5.22, *а*). Для таких же сечений, наложенных (рис. 5.22, *б*) или расположенных в разрыве (рис. 5.22, *в*), линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

У симметричных сечений (наложенных *а* или вынесенных *б* — рис. 5.23) ось симметрии указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.

Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками (см. рис. 5.22). Допускается располагать сечение на любом поле чертежа. Секущие плос-

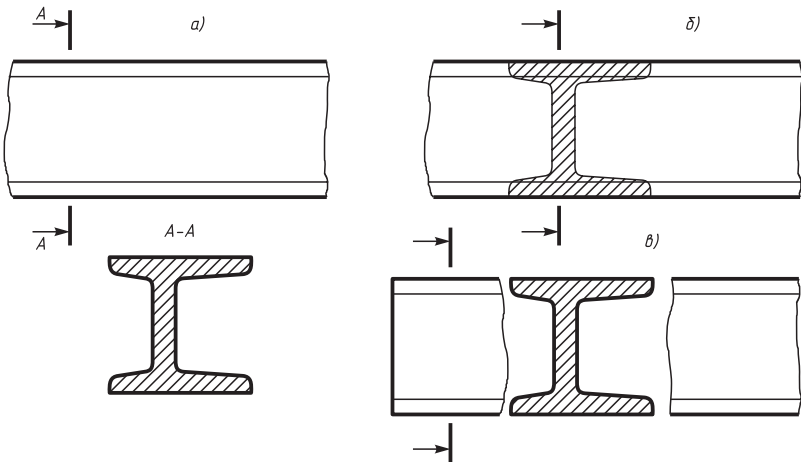


Рис. 5.22

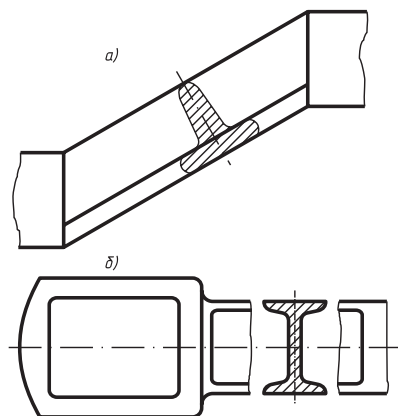


Рис. 5.23

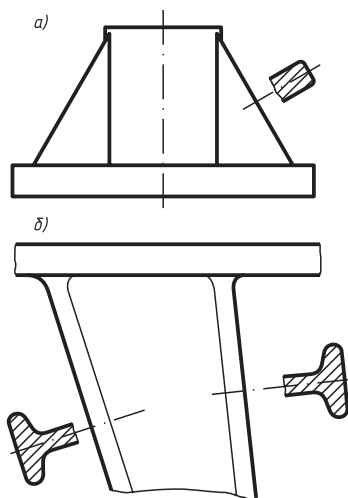


Рис. 5.24

кости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения (рис. 5.24, *а*, *б*). Сечения строят вращением нормального поперечного сечения до положения, параллельного какой-либо плоскости проекций.

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной и той же буквой и вычерчивают одно сечение, например сечение *А — А* на рис. 5.25. Две шпоночные канавки справа повернуты относительно канавок в сечении *А — А* в учебных целях.

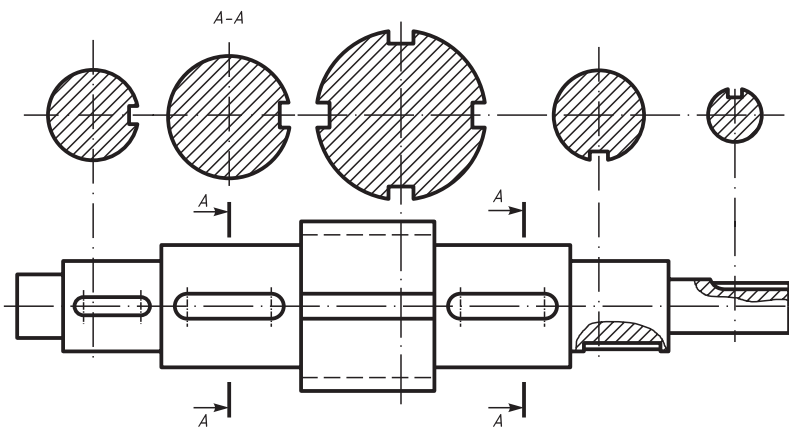


Рис. 5.25

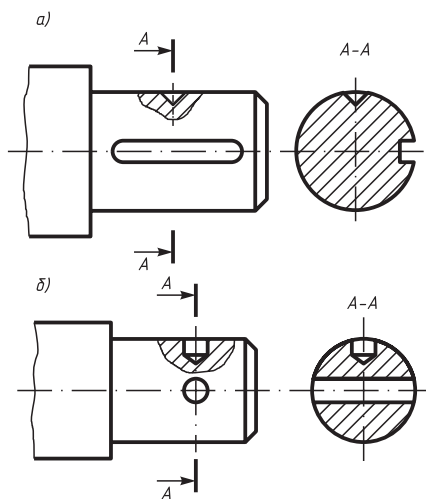


Рис. 5.26

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью. Например, в сечениях $A - A$ на рис. 5.26, *а* в соответствии с этим требованием изображено коническое углубление, на рис. 5.26, *б* — цилиндрические сквозное и глухое отверстия.

Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность, развертываемую затем в плоскость (рис. 5.27). В этом случае рядом с обозначением сечения ставят знак развертки.

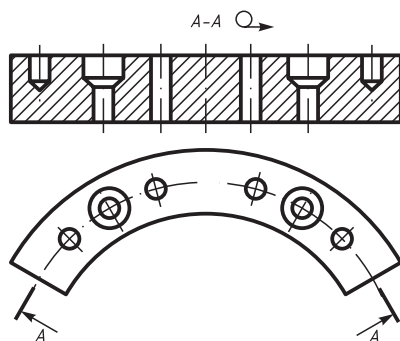


Рис. 5.27

5.5. ВЫНОСНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Выносной элемент — это дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных.

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).

При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией, окружностью, овалом и т.п. с обозначением заглавной буквой выносного элемента на полке линии-выноски. У выносного элемента указывают эту букву и масштаб по типу *A (5:1)* (рис. 5.28, *a, б*). На рис. 5.28, *б* выносной элемент выполнен как вид, на изображении детали ему соответствует разрез. На рис. 5.28, *в, г* приведены выносные элементы, показывающие конструкцию канавки и зуба разборного вакуумно-плотного соединения со схемой нанесения размеров.

Другой пример выполнения выносных элементов — канавок для выхода шлифовального круга — приведен на рис. 5.29.

Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

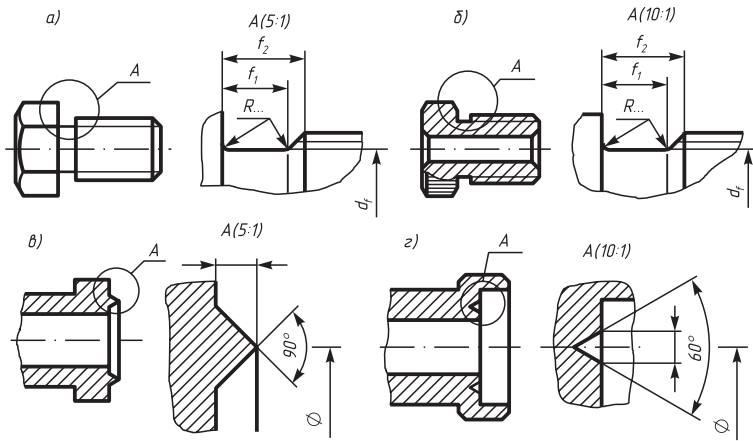


Рис. 5.28

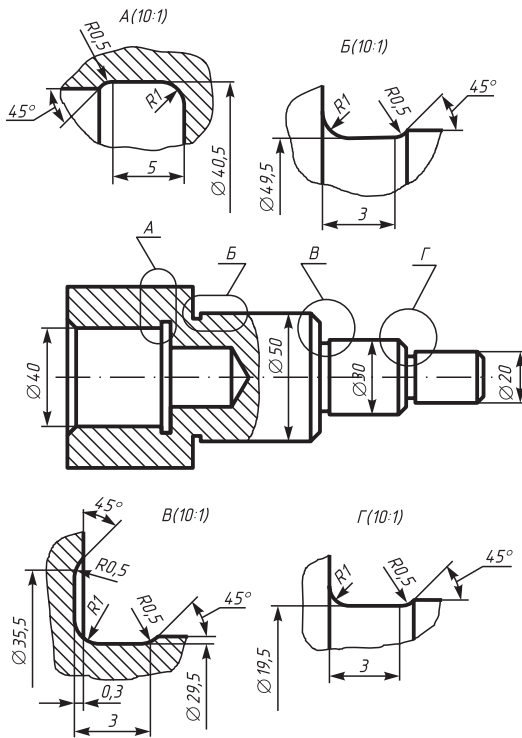


Рис. 5.29

5.6. УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ

В целях уменьшения трудоемкости разработки чертежей или уменьшения расхода бумаги на их оформление стандартами допускаются некоторые **условности и упрощения**. Рассмотрим те из них, которые существенны для выполнения или чтения чертежей.

Если вид, разрез или сечение представляет симметричную фигуру, допускается вычерчивать половину изображения или немного более половины изображения с проведением в последнем случае волнистой линии. С учетом этой условности, например, на рис. 5.30 на виде слева показано немного более его половины.

Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один-два таких элемента, а остальные элементы показывают упрощенно или условно. В качестве примеров на рис. 5.31 приведены изображения радиатора *а* охлаждения, коллектора электронов *б* мощного электронного прибора с развитой наружной поверхностью охлаждения в виде кольцевых ребер прямоугольного профиля. На рис. 5.31, *в* приведен чертеж зубчатого колеса с наружным зубчатым венцом, форма зубьев показана на виде слева.

На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется точного их построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии.

Так, на чертежах пружин винтовые линии проводят как прямые (см., например, изображение витков пружины за секущей плоскостью на рис. 5.16). Аналогично изображены витки подогревателя катода электровакуумного прибора (рис. 5.32, *а*) и индуктора

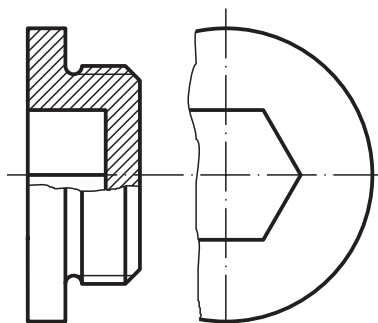


Рис. 5.30

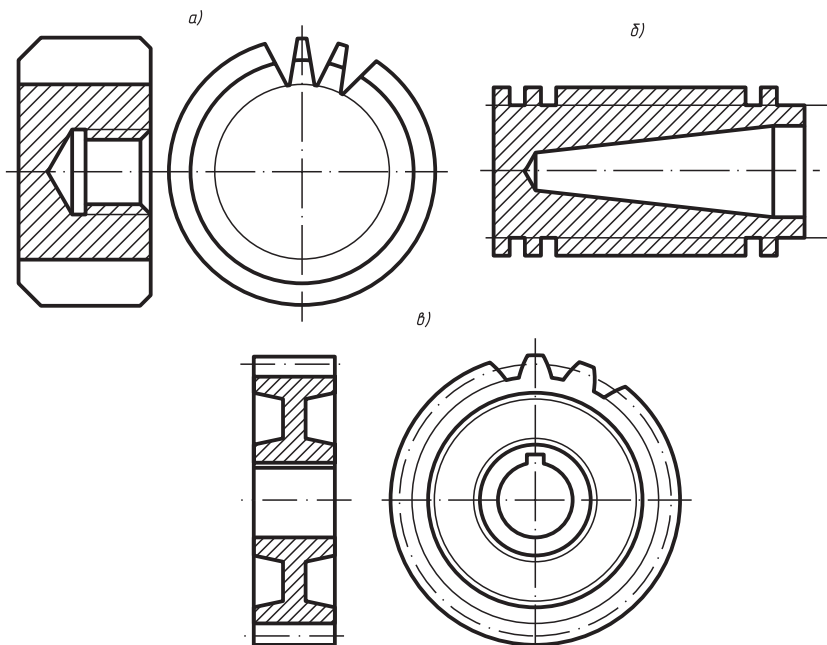


Рис. 5.31

(рис. 5.32, б) для нагрева током высокой частоты, охлаждаемого водой.

Плавный переход от одной поверхности к другой показывают условно тонкой линией, например от конических поверхностей к цилиндру на рис. 5.28, а, б (радиус перехода $R...$), или совсем не показывают.

Такие детали, как винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т.п., при продольном разрезе показывают нерассеченными. Шарики всегда показывают нерассеченными. Как правило, показывают нерассеченными на сборочных чертежах гайки и шайбы.

Пластины, а также элементы деталей (отверстия, фаски, пазы, углубления и т.п.) размером (или разницей в размерах) на чертеже 2 мм и менее изображают с отступлением от масштаба, принятого для всего изображения, в сторону увеличения.

Допускается также изображать с увеличением незначительную конусность или уклон.

При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей предмета на них проводят диагонали сплошными тонкими

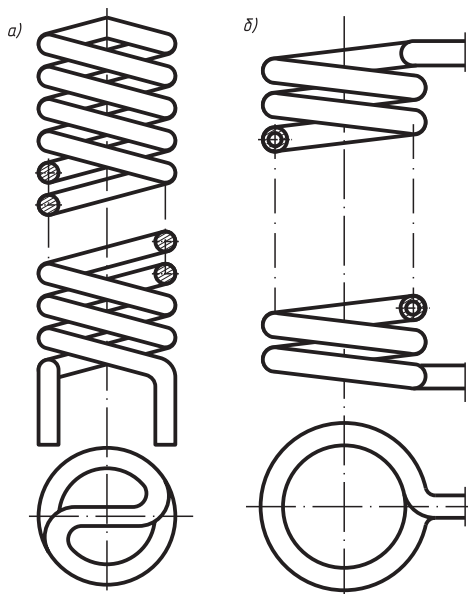


Рис. 5.32

линиями. Так, на рис. 5.33 диагоналями отмечены плоские грани под ключ и видимая поверхность одной из двух «лысок» детали.

Длинные предметы (или элементы), имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение (валы, цепи, прутки, фасонный прокат и т.п.), допускается изображать с разрывом (рис. 5.34, а, б).

На чертежах предметов со сплошной сеткой, плетенкой, орнаментом, рельефом, рифлениями и т.д. допускается изображать эти

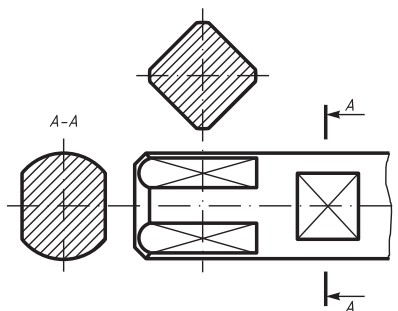


Рис. 5.33

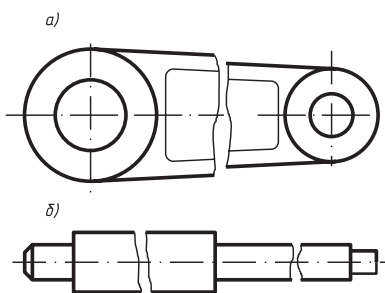


Рис. 5.34

элементы частично, с возможным упрощением. Так, например, на рис. 5.35 частично и упрощенно изображено сетчатое рифление на цилиндрической поверхности детали.

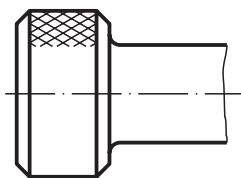


Рис. 5.35

Для упрощения чертежей или сокращения количества изображений допускается:

а) часть предмета, находящегося между наблюдателем и секущей плоскостью, изображать штрихпунктирной утолщенной линией непосредственно на разрезе; такой наложенной проекцией на рис. 5.36 на разрезе $A-A$ показана форма выступа у детали и его расположение;

б) для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов и т.п., а также для шпоночных пазов вместо полного изображения детали давать лишь контур отверстия (рис. 5.37, *а*) или паза (рис. 5.37, *б*);

в) изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, когда они не попадают в секущую плоскость (рис. 5.38).

Наряду с рассмотренными в соответствующих стандартах установлены также условности и упрощения, допускаемые в неразъемных соединениях, в чертежах электротехнических и радиотехнических устройств, оптических изделий, зубчатых зацеплений и т.д. Они излагаются ниже в соответствующих главах курса.

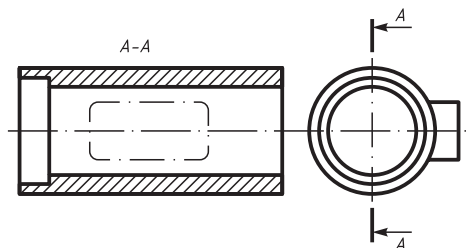


Рис. 5.36

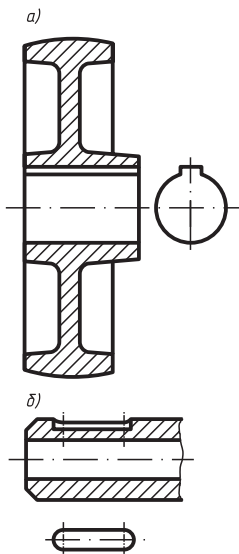


Рис. 5.37

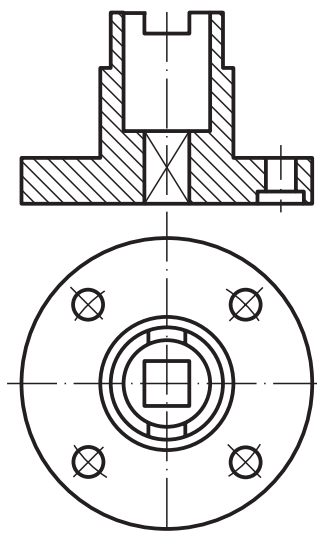


Рис. 5.38

Рассмотрим применение некоторых из изложенных правил изображения предметов на примерах выполнения чертежей геометрических тел со сквозными отверстиями и простых деталей.

5.7. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ – ВИДОВ, РАЗРЕЗОВ, СЕЧЕНИЙ

На рис. 5.39 показаны два чертежа одного предмета — **треугольной пирамиды с призматическим отверстием**. Изображения на рис. 5.39, *а* — только виды. Изображения на рис. 5.39, *б* — главный вид, часть вида сверху и часть горизонтального разреза *А — А*, профильный разрез. Для более четкого представления условностей разрезов рассмотрим построение проекций некоторых точек. Пусть задана проекция *Н'*. Точка находится на сечении пирамиды секущей горизонтальной плоскостью разреза *А — А*. Ее фронтальную проекцию *Н''* строим в проекционной связи на фронтальной проекции — фронтальном следе секущей плоскости разреза *А — А*. По положению проекции *Л''* видно, насколько ниже секущей плоскости разреза *А — А* расположена точка *Л* боковой грани призматического отверстия.

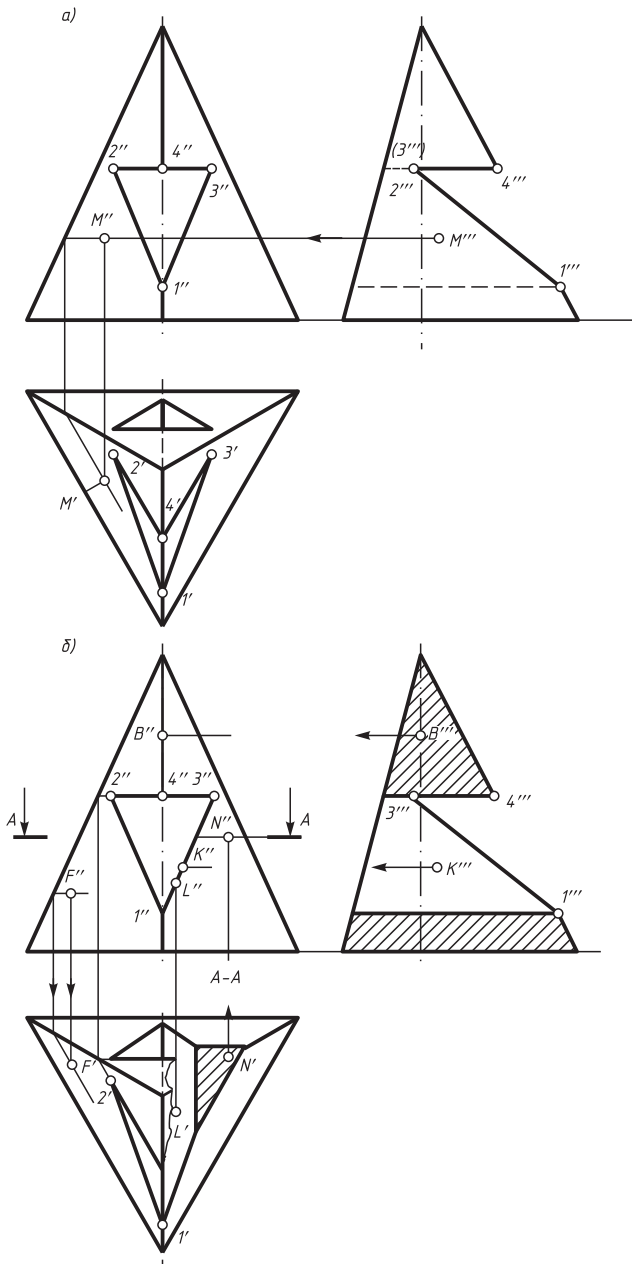


Рис. 5.39

По профильной проекции B''' фронтальная проекция построена из того условия, что секущая плоскость профильного разреза является плоскостью симметрии пирамиды с окном. По профильной проекции K''' фронтальная проекция K'' построена в проекционной связи. Заметим, что фронтальная M'' и горизонтальная M' проекции на рис. 5.39, *а* построены по профильной проекции M''' точки, расположенной на боковой грани пирамиды. Аналогичная точка F на рис. 5.39, *б* имеет лишь две проекции — F' и F'' .

Рассмотрим примеры построения по двум заданным изображениям геометрического тела или детали третьего с выполнением необходимых разрезов, сечений.

Усеченная пирамида с отверстиями. Исходный чертеж-задание приведен на рис. 5.40, *а*. Требуется выполнить чертеж в системе трех плоскостей проекций, дополнив изображение на горизонтальной плоскости проекций и применив полезные разрезы.

Перед вычерчиванием читают чертеж предмета, т.е. мысленно представляют его форму. При этом сложный предмет мысленно расчленяют на составляющие его простые геометрические тела — призмы, пирамиды, четко разграничивают поверхности, относящиеся к наружным и внутренним частям предмета. Отмечают, какие из поверхностей предмета находятся в проецирующем поло-

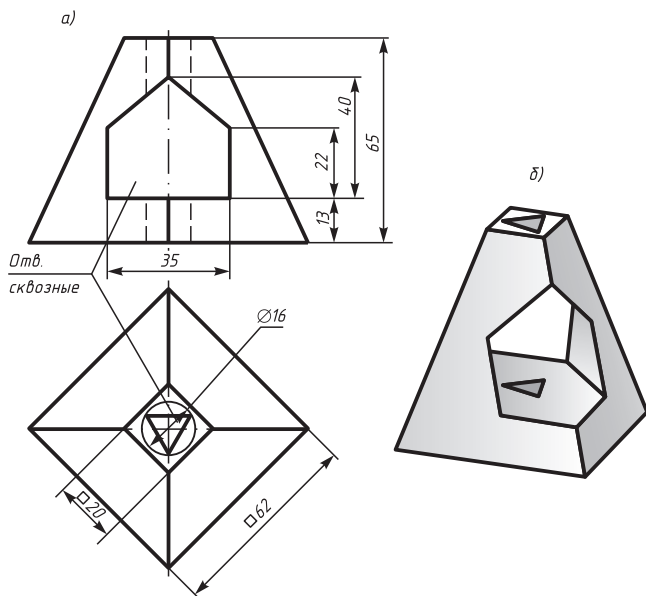


Рис. 5.40

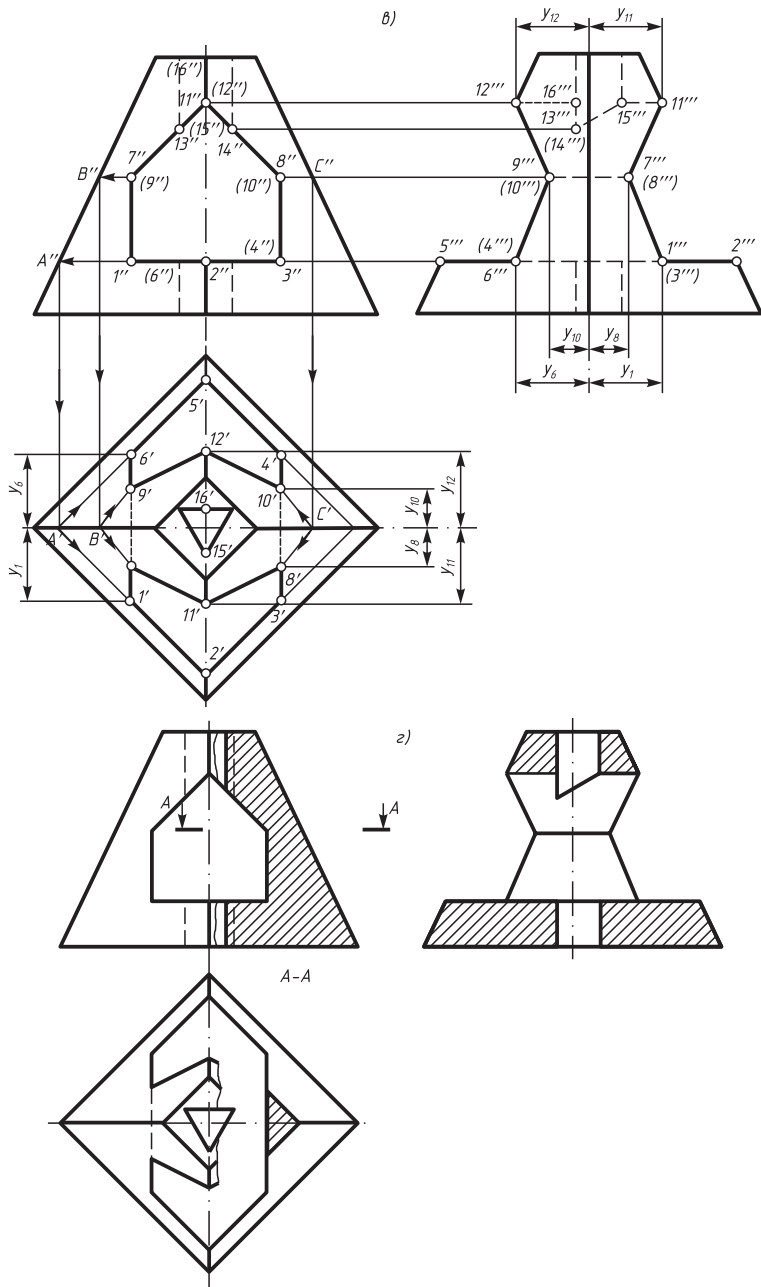


Рис. 5.40 (окончание)

жении. Выявляют плоскости или оси симметрии как всего предмета, так и отдельных его элементов.

В данном примере (рис. 5.40, б) четырехугольная усеченная пирамида (несколько увеличенная) имеет вертикальное и горизонтальное отверстия призматической формы. Грани горизонтального окна перпендикулярны плоскости π_2 . Кроме того, боковые грани параллельны плоскости π_3 , а нижняя параллельна плоскости π_1 . Треугольное вертикальное отверстие изображено на главном виде (линиями невидимого контура) и на виде сверху, горизонтальное пятиугольное окно — только на главном виде.

Построение вида сверху в части изображения горизонтального пятиугольного призматического окна и вида слева пирамиды в целом приведено на рис. 5.40, в.

Горизонтальные проекции $1'2'$, $2'3'$, $4'5'$ и $5'6'$ построены из условия их параллельности ребрам основания пирамиды с помощью проекций A'' и A' на проекциях ребра пирамиды. По координатам y_1 и y_6 и линиям связи с фронтальной проекцией построена профильная проекция $1'''$, $2'''$, $3'''$, $4'''$, $5'''$, $6'''$, $1'''$.

По фронтальным проекциям $7''B''$, $9''B''$, $8''C''$, $10''C''$ фронталей на боковых поверхностях пирамиды построены их горизонтальные проекции $7'B'$, $9'B'$, $8'C'$ и $10'C'$. По координатам y_8 и y_{10} на линии связи построены профильные проекции $7'''$, $8'''$, $9'''$, $10'''$.

По фронтальным проекциям $11''(12'')$ на линии связи построены профильные проекции $11'''$ и $12'''$ и по координатам y_{11} и y_{12} — их горизонтальные проекции $11'$ и $12'$.

По фронтальным проекциям $13''$, $14''$, $15''$ и $16''$ точек пересечения ребер вертикального трехгранного отверстия с верхними гранями и ребром горизонтального призматического отверстия на линиях связи построены проекции $13'''$, $14'''$, $15'''$ и $16'''$.

Построенные проекции точек соединены соответствующими проекциями отрезков прямых, при этом изображены все невидимые линии (штриховые).

На построенном чертеже полезно выполнить фронтальный разрез для выявления вертикального трехгранного отверстия, профильный разрез для выявления трехгранного отверстия и горизонтального отверстия. Они выполнены на рис. 5.40, г. При этом учтено, что тело пирамиды имеет одну плоскость симметрии — профильную, проходящую через ось пирамиды. Поэтому несколько более половины главного вида соединено с фронтальным разрезом, несколько более половины вида сверху соединено с разрезом $A - A$.

Пример выполнения чертежа шара с отверстием сложной формы в системе π_2, π_1, π_3 приведен на рис. 5.41: *а* — исходное задание; *б* — наглядное изображение; *в* — построение видов; *г* — окончательный чертеж (несколько увеличенный). Учитывая симметрию, половина вида сверху соединена с половиной разреза *А—А* и половина вида слева — с половиной профильного разреза.

Пример выполнения чертежа детали типа «Плита» приведен на рис. 5.42: *а* — задание; *б* — выполненный чертеж. Плита имеет одну

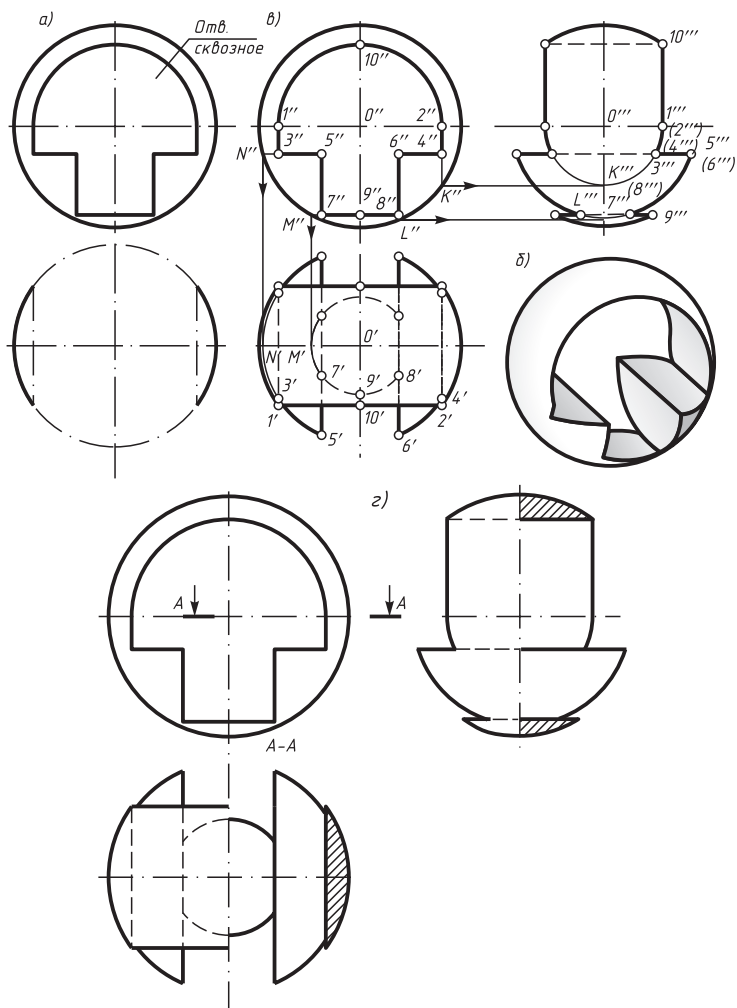


Рис. 5.41

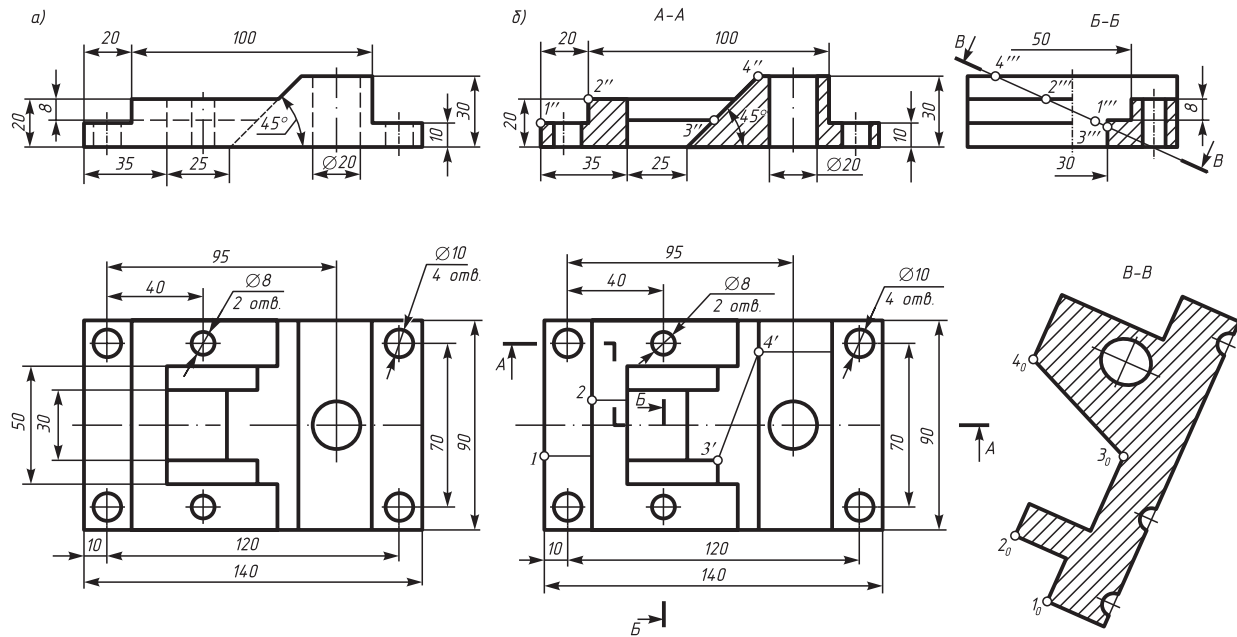


Рис. 5.42

плоскость симметрии, на виде сверху внешняя форма изображена прямоугольником с размерами 140×90 мм, верхняя ступенчатая поверхность образована тремя горизонтальными плоскостями, в том числе двумя на уровне 30 и 20 мм. Под крепежные элементы для четырех отверстий диаметром 10 мм выполнены два боковых выреза на высоте 10 мм шириной по 20 мм.

В плите имеется фасонное отверстие, одна из стенок которого — левая профильная плоскость на расстоянии 35 мм от левой стороны плиты, правая стенка образована наклоненной под 45° фронтально-проецирующей плоскостью, две другие стенки — ступенчатые симметричные с шириной ступенек по 10 мм $[(50 - 30)/2]$ и высотой 12 мм $(20 - 8)$. В плите имеется также одно цилиндрическое сквозное отверстие диаметром 20 мм и два симметрично расположенных сквозных отверстия диаметром 8 мм с расстояниями между осями 70 мм, как и у четырех крепежных отверстий.

Из приведенного анализа формы плиты очевидны построение третьей проекции и выполнение необходимых разрезов. По заданном главному виду и виду сверху построение проведено в следующем порядке.

- построен вид слева (профильная проекция);
- для выявления внутренней формы и формы крепежных отверстий намечен и выполнен ступенчатый фронтальный разрез $A - A$;
- для выявления ступенчатых стенок в фасонном отверстии плиты и двух отверстий диаметром 8 мм выполнен профильный разрез $B - B$; он соединен с видом слева половины плиты;
- нанесены размерные линии и цифры, при этом размеры 30, 50 и 8 мм, характеризующие ступенчатую форму двух стенок фасонного отверстия, перенесены на разрез на профильной проекции. В изменении расположения других размеров нет необходимости;
- построено по заданию сечение $B - B$; построены горизонтальные и фронтальные проекции точек 1, 2, 3 и 4 на поверхности плиты, отмеченные на сечении $B - B$ (на горизонтальной проекции — по координатам у профильной проекции).

Пример выполнения чертежа детали типа «Корпус» приведен на рис. 5.43: a — задание; b — выполненный чертеж. Корпус имеет форму полой шестигранной правильной призмы с диаметром описанной окружности 60 мм. В основании — круглый фланец диаметром

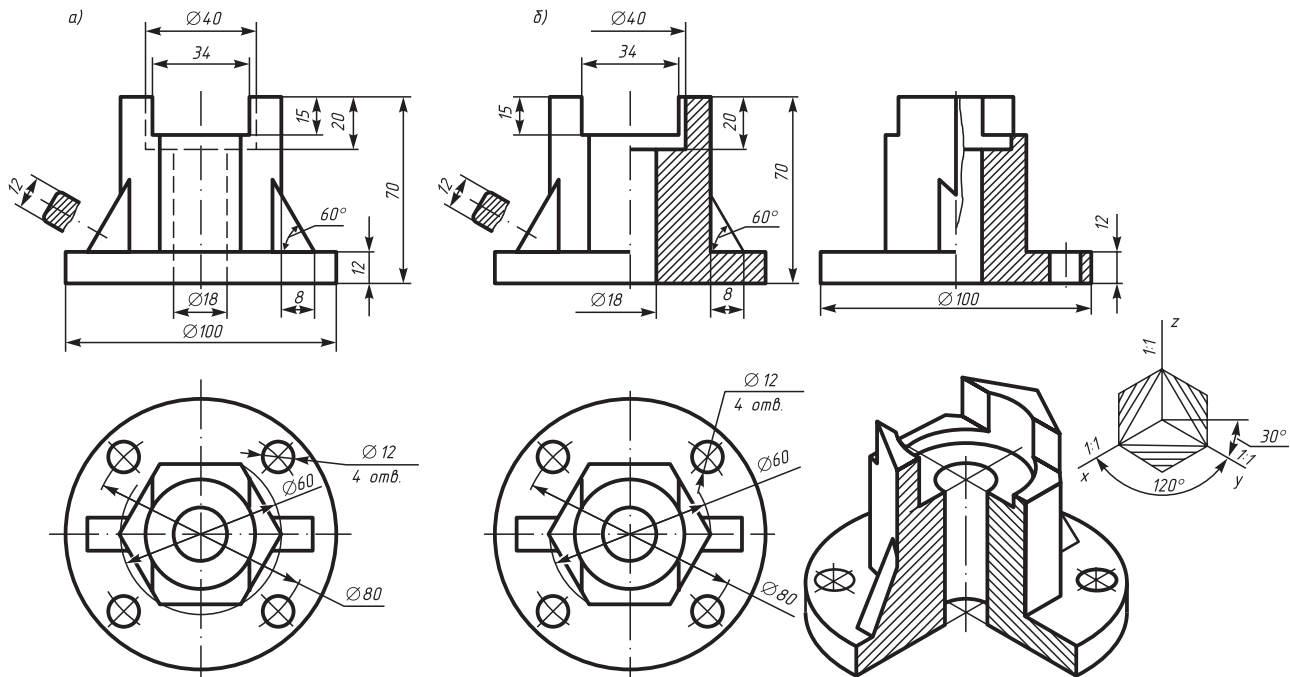


Рис. 5.43

100 мм и толщиной 12 мм с четырьмя отверстиями диаметром 12 мм. В центральной части корпуса — сквозное цилиндрическое отверстие диаметром 18 мм, в верхней части — цилиндрическая расточка диаметром 40 мм на глубину 20 мм и прямоугольный вырез (паз) шириной 34 и глубиной 15 мм. Паз образован двумя профильными и одной горизонтальной плоскостями. Боковые стенки паза врезаются в боковые грани шестигранной призмы и в стенки цилиндрической расточки диаметром 40 мм. Два боковых ребра под углом 60° придают жесткость корпусу. Корпус имеет две плоскости симметрии — фронтальную и профильную.

Учитывая симметрию, внутренние формы выявлены половиной фронтального и половиной профильного разрезов, соединенных с половинами главного вида и вида слева соответственно.

На профильном разрезе условно изображено крепежное отверстие на круглом фланце, не попадающее в секущую плоскость (см. рис. 5.38). Тонкостенное ребро на фронтальном разрезе, стенки которого параллельны секущей плоскости, не заштриховано. На виде слева граница между видом и разрезом указана волнистой линией справа от оси для выявления ребра призмы. Наглядное представление о конструкции детали дает построенное изометрическое изображение.

Пример чертежа детали с изображениями на пяти плоскостях проекций приведен на рис. 5.44. Фронтальный разрез, вид сверху,

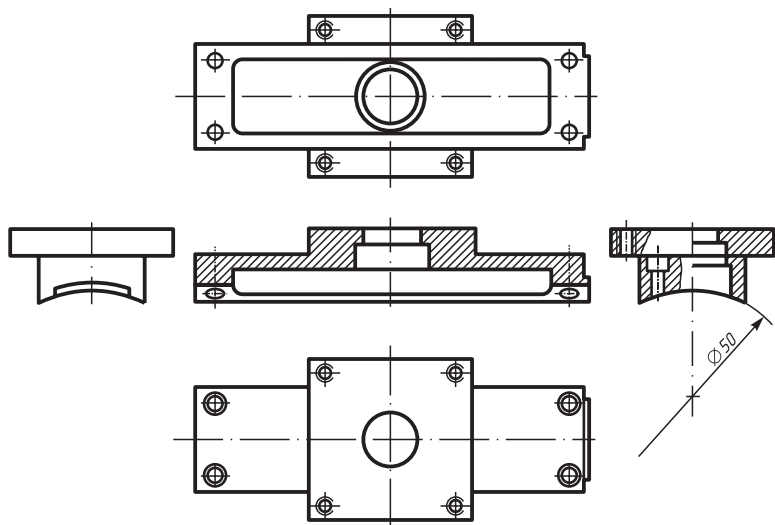


Рис. 5.44

половина вида слева с местными разрезами и соединенная с ним половина профильного разреза дают достаточно полное представление о форме детали. Вид снизу уточняет конфигурацию полости в продолговатой части детали. На виде справа показана кольцевая форма выступа на правом конце детали.

5.8. КОМПОНЕНТЫ ЧЕРТЕЖЕЙ

Помимо графической части (изображения, размеры) чертеж может содержать текстовую часть (надписи, таблицы, условные знаки и т.п.). Под компоновкой чертежа понимают взаимное расположение на поле чертежа всех данных (графических и текстовых), приведенных на чертеже.

На поле учебного чертежа (рис. 5.45), ограниченном рамкой, в общем случае помимо изображений с нанесенными на них размерами могут располагаться:

- а) основная надпись (в правом нижнем углу листа);
- б) технические требования (непосредственно над основной надписью);
- в) условные знаки, характеризующие шероховатость поверхности (в правом верхнем углу листа);
- г) повернутое обозначение чертежа;

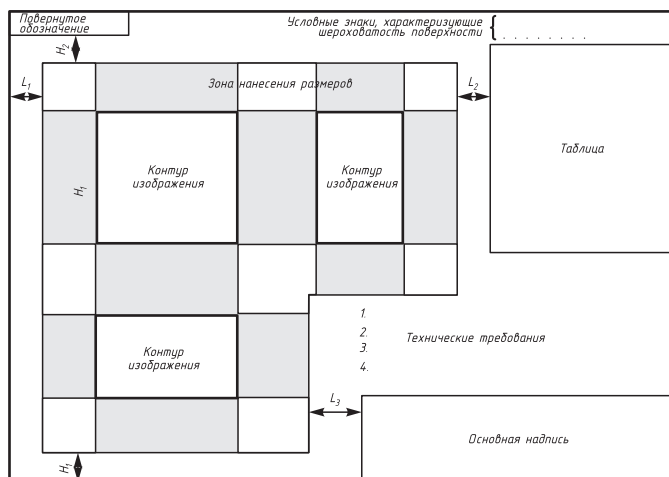


Рис. 5.45

д) таблица параметров, характеризующих изображенное изделие (например, на чертежах зубчатых колес, червяков и звездочек цепных передач).

По числу и содержанию изображения, приведенные на чертеже, должны давать полное представление о форме изделия. Расположение изображений на чертеже должно обеспечивать экономное использование поля чертежа и быть удобным для чтения чертежа.

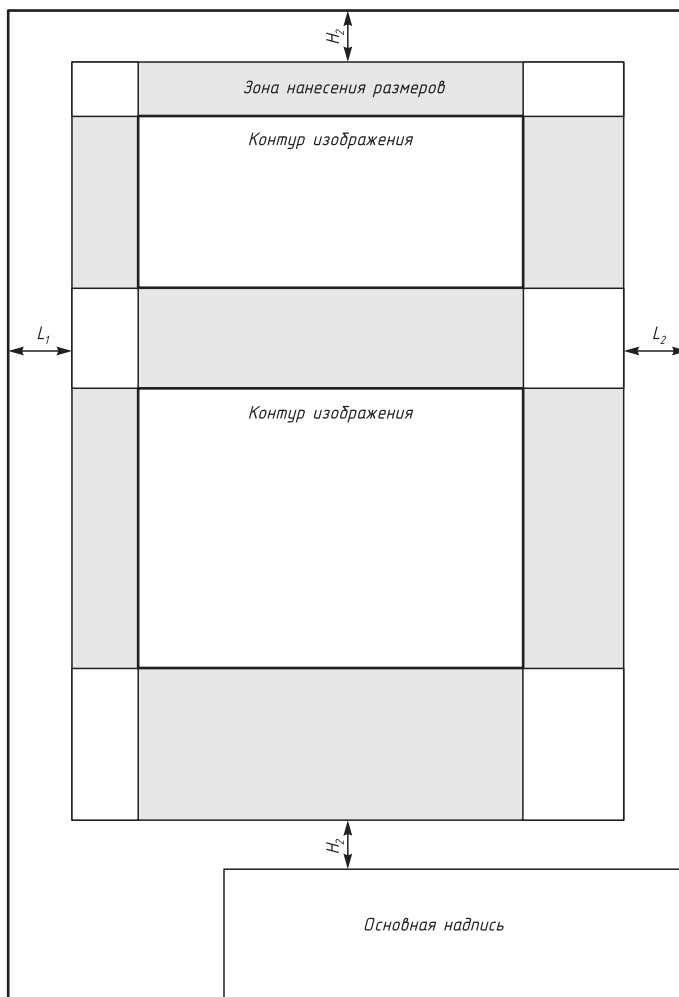


Рис. 5.46

Рис. 5.45 иллюстрирует расположение изображений с нанесенными на них размерами на поле чертежа, выполняемого на листе формата А3. Изображения и нанесенные на них размеры следует располагать так, чтобы размеры отмеченных промежутков были примерно равны между собой: $L_1 \approx L_2 \approx L_3$, а также $H_1 \approx H_2$.

На практике встречаются и другие варианты оформления чертежей, отличающиеся как числом изображений, так и форматом листа, на котором располагают изображения.

В каждом конкретном случае изображения должны быть расположены так, чтобы было выдержано приблизительное равенство промежутков, приведенных на рис. 5.45.

Если в учебном чертеже отсутствуют условные знаки, характеризующие шероховатость поверхности (в правом верхнем углу листа), повернутое обозначение чертежа и технические требования, то компоновку чертежа можно осуществлять в соответствии с рис. 5.46 и 5.47.

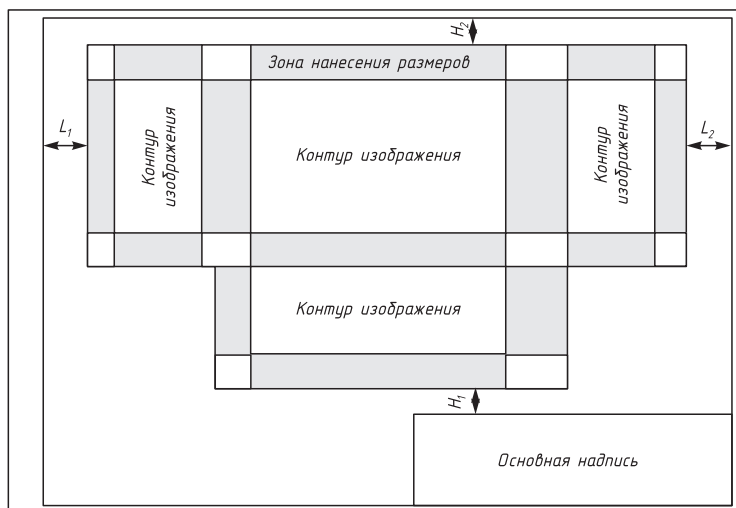


Рис. 5.47

5.9. НАДПИСИ И ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

На поле производственного рабочего чертежа наряду с уже рассмотренными изображениями изделия, его размерами и обозначениями изображений приводят обозначения допускаемых отклонений размеров, формы и расположения поверхностей, их ше-

роховатости, а также различные надписи, характеризующие изделие и материал, технические требования и таблицы. Эти данные изучают в таких дисциплинах, как технология конструкционных материалов, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин, основы взаимозаменяемости и технические измерения и др. Чтобы дать общее представление об оформлении рабочего чертежа, кратко рассмотрим указанные требования к их оформлению.

Надписи на чертежах. Правило нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц установлены ГОСТ 2.316–68. Их выполняют на чертежах в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графическими или условными обозначениями.

Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным.

Надписи выполняют без сокращений, за исключением общепринятых, установленных в стандартах и перечисленных в приложении к ГОСТ 2.316–68.

Текст на поле чертежа, таблицы и надписи с обозначением изображений, как правило, располагают параллельно основной надписи.

Около изображений на полках линий-выносок наносят только краткие надписи, относящиеся непосредственно к изображению предмета, например указание о количестве конструктивных элементов (отверстий, канавок и т.п.), если они не внесены в таблицу, а также указания лицевой стороны, направления проката волокон и т.п.

Линию-выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии, заканчивают точкой.

Линию-выноску, отводимую от линий видимого и невидимого контура, изображенного основной и штриховой линией, заканчивают стрелкой (см. рис. 14.46). На конце линии-выноски, отводимой от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки. Линии-выноски проводят так, чтобы они не пересекались между собой, были непараллельны линиям штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю) и не пересекали, по возможности, размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись.

Надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней.

Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью. Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т.п.

Технические требования излагают по возможности в следующем порядке:

а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность и т.д.), указание материалов-заменителей;

б) размеры, предельные отклонения размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, массы и т.п.;

в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;

г) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

д) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;

е) другие требования к качеству изделий, например: бесшумность, виброустойчивость и т.д.;

ж) условия и методы испытаний;

з) указания о маркировке и клеймении;

и) правила транспортировки и хранения и др.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт технических требований записывают на новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишут.

Если для изделия таблица параметров установлена стандартом (например, для зубчатого колеса, червяка, шлицевого вала, оптических деталей и т.п.), то ее помещают по правилам, указанным в соответствующем стандарте. Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ 2.105–79.

Нанесение обозначений покрытий и термической обработки. Обозначение покрытий по ГОСТ 2.310–68 и 9.032–74 указывают в технических требованиях чертежа. Перед обозначением вида покрытия (защитного, защитно-декоративного, износостойкого и др.), наносимого на поверхность детали, в технических требованиях указывают слово «Покрытие...». Если одинаковое покрытие наносят на несколько поверхностей, то их обозначают одной буквой на полке линии-выноски и записывают: «Покрытие поверхностей А...», где буква А означает покрываемые поверхности. Если на поверхности детали наносят разные покрытия, то эти покрытия обозначают разными буквами и записывают: «Покрытие поверхности

А..., поверхности Б...». Участки поверхности, подлежащие покрытию, обозначают одной буквой, указывают размеры их формы и положения.

Если деталь подвергается термической обработке, то в технических требованиях указывают твердость материала, получаемую в результате нее. Если термической обработке подвергают часть детали, то обрабатываемый участок обводят штрихпунктирной утолщенной линией (на расстоянии 0,8...1 мм от контурной), указывают размер обрабатываемого участка и на полке линии-выноски обозначают твердость поверхности.

Указание на чертежах о маркировании изделий. Правила указания маркирования и клеймения на чертежах установлены ГОСТ 2.314–68. Указание о маркировании и клеймении помещают в технических требованиях чертежа и начинают словами: «Маркировать...» или «Клеймить...». Указание о клеймении на чертежах помещают только в тех случаях, когда необходимо предусмотреть на изделии определенное место клеймения, размеры и способ нанесения клейма.

Место нанесения маркировки или клейма на изображении изделия отмечают точкой и соединяют ее линией-выноской со знаками маркирования или клеймения, которые располагают вне изображения. Знак маркировки — окружность диаметром 10...15 мм, знак клеймения — равносторонний треугольник высотой 10...15 мм. Внутри знака помещают номер соответствующего пункта технических требований, в котором приведены указания о маркировании или клеймении. Знаки маркирования и клеймения выполняют сплошными основными линиями.

Если маркированию или клеймению подлежат определенные части изделия (головка болта, торец вала и т.п.), то знаки маркирования и клеймения на чертеж не наносят, а место клеймения указывают в технических требованиях.

Указания о маркировании и клеймении должны определять: содержание маркировки и клейма, место нанесения и при необходимости способ нанесения и размер шрифта.

6. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ДЕТАЛЕЙ

6.1. АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ

Способ аксонометрического проецирования состоит в том, что данная фигура вместе с осями прямоугольных координат, к которой она отнесена в пространстве, параллельно проецируется на некоторую плоскость, принятую за плоскость аксонометрических проекций¹ (эту плоскость называют также картинной плоскостью).

При параллельном проецировании, если направление проецирования перпендикулярно аксонометрической плоскости проекций, аксонометрическую проекцию называют прямоугольной; если направление проецирования не перпендикулярно плоскости проекций, аксонометрическую проекцию называют косоугольной. Применяемые в отечественной конструкторской документации аксонометрические проекции стандартизованы в ГОСТ 2.317–69.

Рассмотрим образование аксонометрической проекции на примере изображения параллелепипеда с квадратным основанием (рис. 6.1) путем последовательного преобразования его ортогональных проекций вместе с осями. При повороте параллелепипеда (*а*) с осями x и y вокруг оси z по стрелке *A* на 45° получаем его изображение (*б*) с повернутыми осями x_1 и y_1 и сохранившейся вертикальной осью z . При повороте изображения на профильной проекции с осями z, x_1, y_1 по стрелке *B* на угол 30° получаем изображение (*в*) с осями z_1, x_2, y_2 расположенными под некоторыми углами к картинной плоскости π (π'''). Параллельная проекция (*г*) по стрелке *B* на плоскости π и является аксонометрической проекцией параллелепипеда с осями на плоскости π . Аксонометрическую плоскость при этом не обозначают (ею является плоскость бумаги).

Проекции осей координат x^0, y^0, z^0 на плоскости аксонометрических проекций называют аксонометрическими осями (в дальнейшем индекс «0» будет опускаться).

При различном взаимном расположении осей координат в пространстве и плоскости аксонометрической проекции и при разных

¹ *АксонOMETрия* — от древнегреческого «аксон» — ось, «метрию» — измеряю.

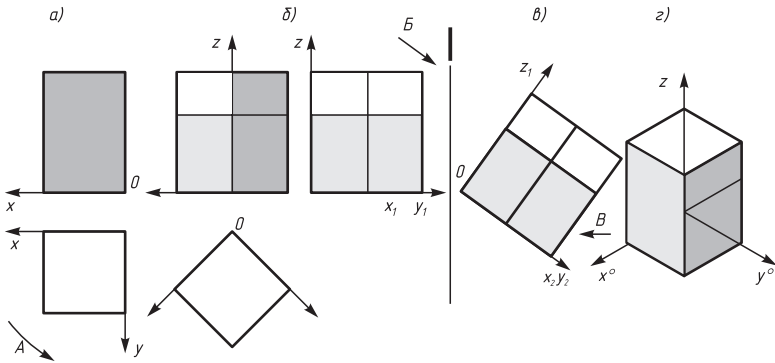


Рис. 6.1

направлениях проецирования можно получить множество аксонометрических проекций, отличающихся друг от друга направлением аксонометрических осей и масштабов по ним. Это положение доказано теоремой *К. Польке*. Рассмотрим некоторые из них.

Коэффициенты искажения. На рис. 6.2 изображена пространственная система ортогональных координат Ox, Oy, Oz , единичные отрезки e на осях координат и их проекция в направлении s на некоторую плоскость π , являющуюся аксонометрической плоскостью проекций. Проекции e_x, e_y, e_z отрезка e на соответствующих аксонометрических осях $O^\circ x^\circ, O^\circ y^\circ, O^\circ z^\circ$ в общем случае не равны отрезку e и не равны между собой. Отрезки e_x, e_y, e_z являются единицами измерения по аксонометрическим осям — аксонометрическими единицами (аксонометрическими масштабами).

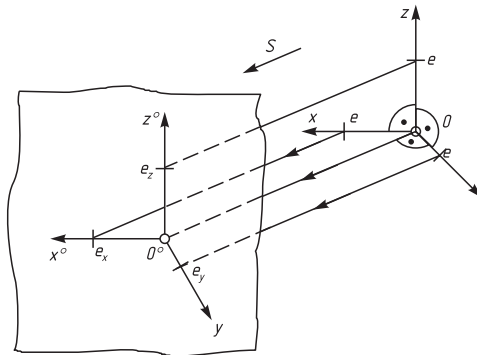


Рис. 6.2

Отношения

$$\frac{e_x}{e} = k; \quad \frac{e_y}{e} = m; \quad \frac{e_z}{e} = n$$

называют коэффициентами искажения по аксонометрическим осям.

В частном случае положение картинной плоскости можно выбрать таким, что аксонометрические единицы — отрезки e_x , e_y , e_z — будут все равны между собой или будет равна между собой пара этих отрезков.

При $e_x = e_y = e_z$ ($k = m = n$) аксонометрическую проекцию называют изометрической; искажения по всем осям в ней одинаковы. При равенстве аксонометрических единиц по двум осям, обычно при $e_x = e_z \neq e_y$ ($k = n \neq m$), имеем диметрическую проекцию. Если $e_x = e_y \neq e_z$, то проекцию называют триметрической.

Картинная плоскость π на рис. 6.3 изображена так, что она пересекает все три координатные оси Ox , Oy , Oz в точках x , y , z соответственно. Рассмотрим прямоугольную аксонометрию. В этом случае отрезок OO° перпендикулярен плоскости π . Отрезки $O^\circ x$, $O^\circ y$, $O^\circ z$ являются аксонометрическими проекциями отрезков Ox , Oy , Oz и представляют собой катеты прямоугольных треугольников гипотенузы которых — отрезки Ox , Oy , Oz . Обозначим углы между осями координат и их проекциями на плоскости π через α , β , γ .

Тогда

$$\frac{O^\circ x}{Ox} = \cos \alpha; \quad \frac{O^\circ y}{Oy} = \cos \beta; \quad \frac{O^\circ z}{Oz} = \cos \gamma.$$

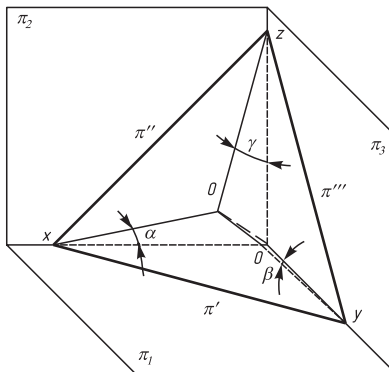


Рис. 6.3

Эти отношения являются коэффициентами искажения, т.е.

$$k = \cos \alpha; \quad m = \cos \beta; \quad n = \cos \gamma.$$

Известно, что для отрезка $OO^\circ \perp \pi$ сумма квадратов направляющих косинусов равна единице:

$$\cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) + \cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) + \cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right) = 1.$$

Отсюда

$$\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta + \sin^2 \gamma = 1$$

или

$$1 - \cos^2 \alpha + 1 - \cos^2 \beta + 1 - \cos^2 \gamma = 1.$$

Тогда

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 2$$

или

$$k^2 + m^2 + n^2 = 2,$$

т.е. сумма квадратов коэффициентов искажения равна 2.

6.2. ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

В изометрической проекции все коэффициенты равны между собой:

$$k = m = n;$$

тогда

$$3k^2 = 2,$$

откуда

$$k = \sqrt{2/3} \approx 0,82.$$

Следовательно, при построении изометрической проекции размеры предмета, откладываемые по аксонометрическим осям, умножают на 0,82. Такой перерасчет размеров неудобен. Поэтому изометрическую проекцию для упрощения, как правило, выполняют без уменьшения размеров (искажения) по осям x , y , z , т.е. принимают приведенный коэффициент искажения равным

единице. Получаемое при этом изображение предмета в изометрической проекции имеет несколько большие размеры, чем в действительности. Увеличение в этом случае составляет 22% (выражается числом $1,22 = 1 : 0,82$).

Каждый отрезок, направленный по осям x , y , z или параллельно им, сохраняет свою величину.

Расположение осей изометрической проекции показано на рис. 6.4. На рис. 6.5 и 6.6 показаны ортогональные (а) и изометрические (б) проекции точки A и отрезка AB .

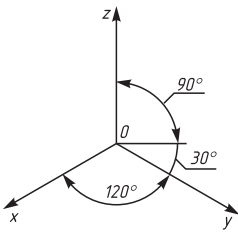


Рис. 6.4

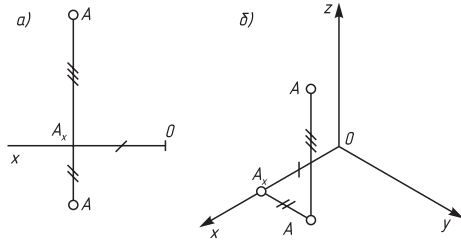


Рис. 6.5

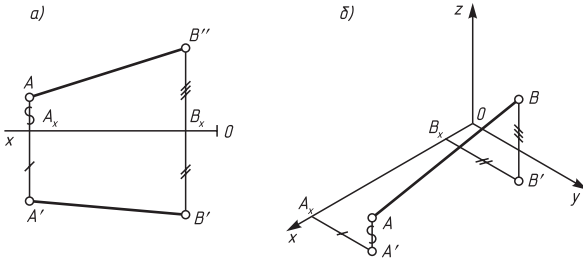


Рис. 6.6

Шестигранная призма в изометрии. Построение шестигранной призмы по данному чертежу в системе ортогональных проекций (слева на рис. 6.7) приведено на рис. 6.7. На изометрической оси z откладывают высоту H , проводят линии, параллельные осям x и y . Отмечают на линии, параллельной оси x , положение точек 1 и 4.

Для построения точки 2 определяют координаты этой точки на чертеже — x_2 и y_2 и, откладывая эти координаты на аксонометрическом изображении, строят точку 2. Таким же образом строят точки 3, 5 и 6.

Построенные точки верхнего основания соединяют между собой, проводят ребро из точки 1 до пересечения с осью x , затем —

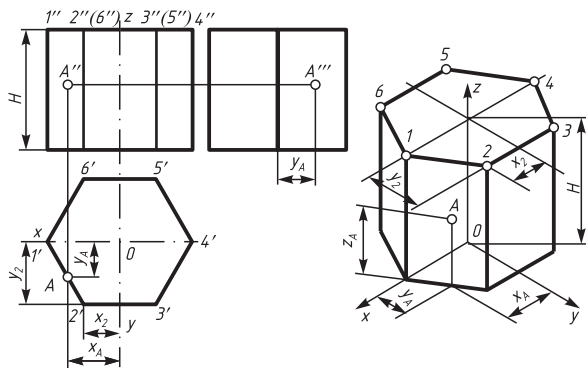


Рис. 6.7

ребра из точек 2, 3, 6. Ребра нижнего основания проводят параллельно ребрам верхнего. Построение точки A , расположенной на боковой грани, по координатам x_A (или y_A) и z_A очевидно из рис. 6.7.

Изометрия окружности. Окружности в изометрии изображаются в виде эллипсов (рис. 6.8) с указанием величин осей эллипсов для приведенных коэффициентов искажения, равных единице.

Большая ось эллипсов расположена под углом 90° для эллипсов, лежащих в плоскости xOz к оси y , в плоскости yOz к оси x , в плоскости xOy к оси z .

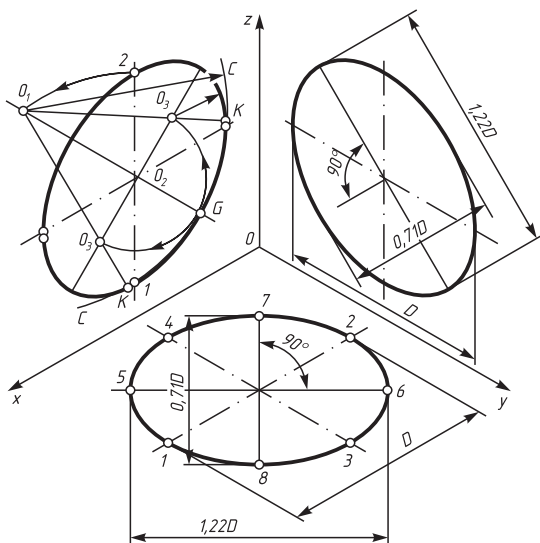


Рис. 6.8

При построении изометрического изображения от руки (как рисунка) эллипс выполняют по восьми точкам. Например, по точкам 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 (см. рис. 6.8). Точки 1, 2, 3 и 4 находят на соответствующих аксонометрических осях, а точки 5, 6, 7 и 8 строят по величинам соответствующих большой и малой осей эллипса. При вычерчивании эллипсы в изометрической проекции можно заменять овалами и строить их следующим образом¹. Построение показано на рис. 6.8 на примере эллипса, лежащего в плоскости xOz . Из точки 1 как из центра, делают засечку радиусом $R = D$ на продолжении малой оси эллипса в точке O_1 (строят также аналогичным образом и симметричную ей точку, которая на чертеже не показана). Из точки O_1 как из центра проводят дугу CGC радиуса D , которая является одной из дуг, составляющих контур эллипса. Из точки O_2 как из центра проводят дугу радиуса O_2G до пересечения с большой осью эллипса в точках O_3 . Проводя через точки O_1, O_3 прямую, находят в пересечении с дугой CGC точку K , которая определяет O_3K — величину радиуса замыкающей дуги овала. Точки K являются также точками сопряжения дуг, составляющих овал.

Изометрия цилиндра. Изометрическое изображение цилиндра определяется изометрическими изображениями окружностей его основания. Построение в изометрии цилиндра высотой H по ортогональному чертежу (рис. 6.9, слева) и точки C на его боковой поверхности показано на рис. 6.9, справа.

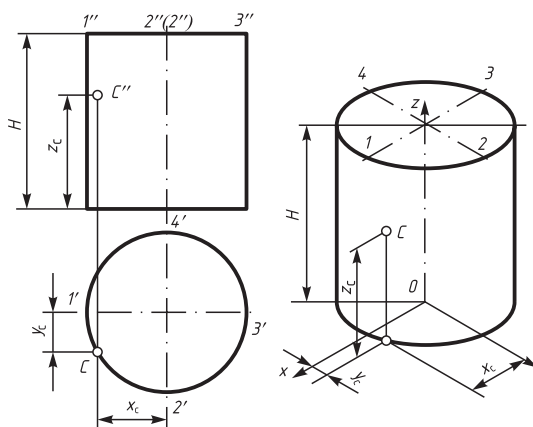


Рис. 6.9

¹ Предложено Ю.Б. Ивановым.

Пример построения в изометрической проекции круглого фланца с четырьмя цилиндрическими отверстиями и одним треугольным приведен на рис. 6.10. При построении осей цилиндрических отверстий, а также ребер треугольного отверстия использованы их координаты, например координаты x_0 и y_0 .

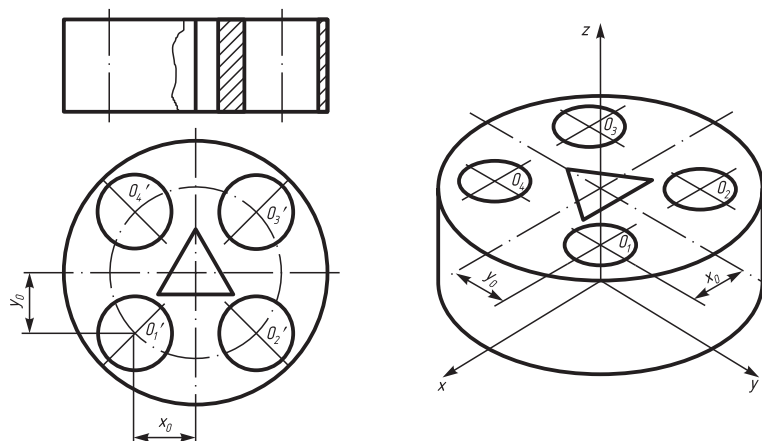


Рис. 6.10

6.3. ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

Коэффициенты искажения в диметрической проекции выбирают следующими:

$$k = n; \quad m = \frac{1}{2}k.$$

Тогда

$$2k^2 + \frac{1}{4}k^2 = 2; \quad k = \sqrt{8/9} \approx 0,94; \quad m \approx 0,47.$$

В целях упрощения построений, как и в изометрических проекциях, коэффициент искажения по осям x и z принимают равным единице; по оси y коэффициент искажения равен 0,5. По осям x и z или параллельно им все размеры откладывают в натуральную величину, по оси y размеры уменьшают вдвое.

Увеличение в этом случае составляет 6% (выражается числом $1,06 = 1 : 0,94$).

Расположение осей в диметрической проекции показано на рис. 6.11. С достаточной для практических целей точностью оси x и y строят по тангенсам углов:

$$\operatorname{tg} 7^{\circ} 10' \approx \frac{1}{8}; \quad \operatorname{tg} 42^{\circ} 25' \approx \frac{7}{8}.$$

Продолжение оси y за центр O является биссектрисой угла xOz , что также может быть использовано для построения оси y .

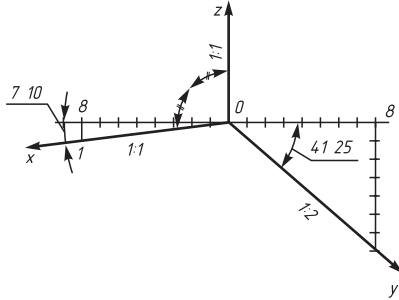


Рис. 6.11

Диметрия окружности. Изображение окружности в диметрии дано на рис. 6.12. Там же указаны соответствующие значения осей эллипсов для приведенных коэффициентов искажения, равных единице.

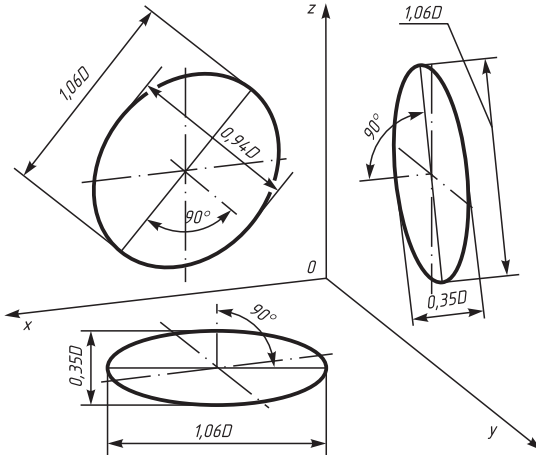


Рис. 6.12

6.4. АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ СФЕРЫ И СПОСОБ ВПИСЫВАНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В прямоугольной аксонометрии поверхность сферы проецируется на аксонометрическую плоскость проекций в виде круга. Это позволяет использовать сферу для построения аксонометрических проекций тех фигур, в которые могут быть вписаны сферические поверхности. Так, например, аксонометрия поверхности вращения в этом случае может быть построена как огибающая сфер, вписанных в эту поверхность.

6.5. КАБИНЕТНАЯ ПРОЕКЦИЯ

Косоугольная фронтальная диметрическая проекция, известная как кабинетная проекция, широко используется в учебном процессе. Положение аксонометрических осей для нее приведено на рисунке 6.13. Допускается применять фронтальные диметрические проекции с углом наклона оси y 30° и 60° . Коэффициент искажения по оси y равен $0,5$, по осям x и z — единице.

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в окружность. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций, — в эллипсы (рис. 6.14). Большая ось эллипсов 2 и 3 равна $1,07$, малая ось — $0,33$ диаметра окружности. Пример косоугольной фронтальной диметрической проекции детали приведен на рис. 6.15.

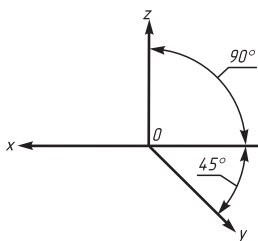


Рис. 6.13

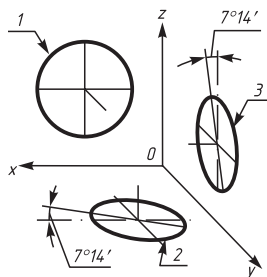


Рис. 6.14

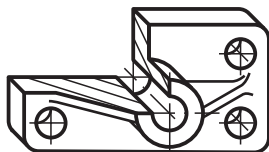


Рис. 6.15

6.6. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ

Положение предмета в изометрической и диметрической проекциях выбирают в зависимости от его форм и соотношения размеров. Так, детали, имеющие продолговатую (удлиненную) форму, выполняют обычно в диметрии. При этом наибольший размер располагают вдоль осей x или z , по которым размеры не уменьшаются. В диметрии также предпочтительно выполнять детали, поверхности которых ограничены горизонтально-проецирующими или фронтально-проецирующими плоскостями, расположенными под углом 45° к плоскостям π_2 и π_1 соответственно, так как эти плоскости в изометрической проекции изображаются в виде вертикальных прямых.

Внутренние формы деталей в аксонометрических проекциях выявляют «вырезом» передней части детали.

Рациональная последовательность построения аксонометрической проекции по имеющемуся эскизу или чертежу (например, рис. 6.16.) такая:

1) определяют вид аксонометрической проекции для изображения данного предмета (изометрия или диметрия). Деталь, показанную на рис. 6.16, целесообразно изображать в диметрической проекции (рис. 6.17). Выбирают достаточное место для аксонометрического изображения и отмечают начало координат O ;

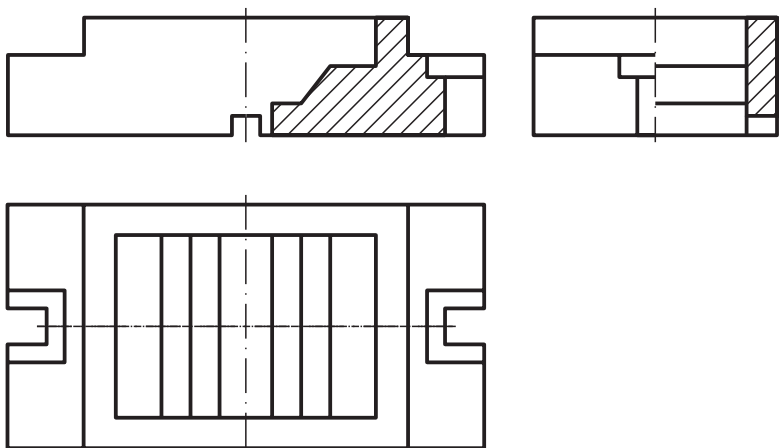


Рис. 6.16

2) проводят аксонометрические оси под установленными углами (см. рис. 6.4 и 6.11) из начала координат и строят (рис. 6.17, *a*) сечения предмета в плоскостях yOz и xOz . Координаты точек сечений, выполняемых в плоскостях yOz и xOz , берут соответственно на профильном и фронтальном разрезах чертежа;

3) строят (рис. 6.17, *б*) изображение верхней части детали, видимых внутренних элементов, наружные боковые поверхности;

4) достраивают боковые элементы крепления (см. рис. 6.17, *в*).
Пример рациональной последовательности построения изометрической проекции детали приведен на рис. 6.18, *a — в*.

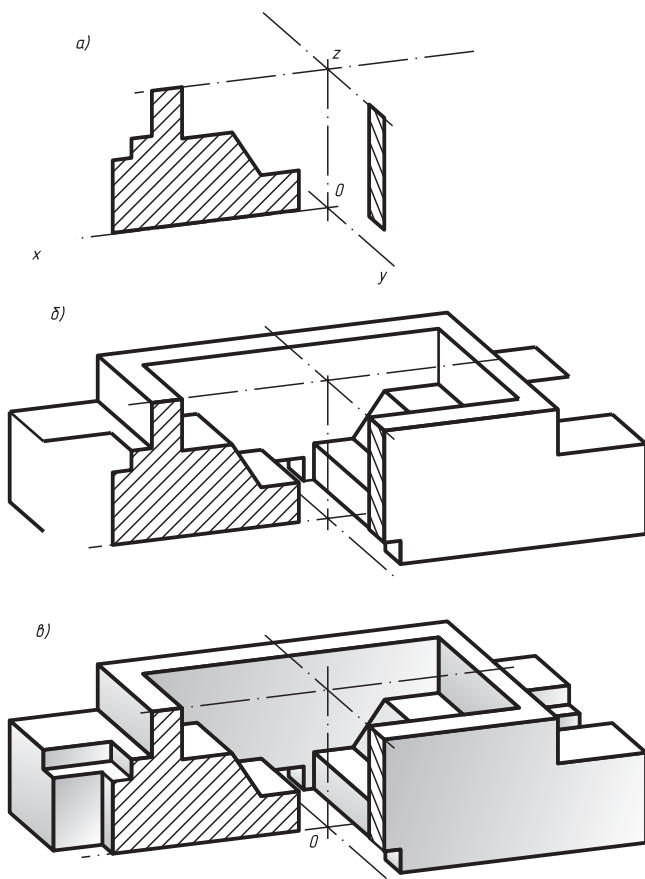


Рис. 6.17

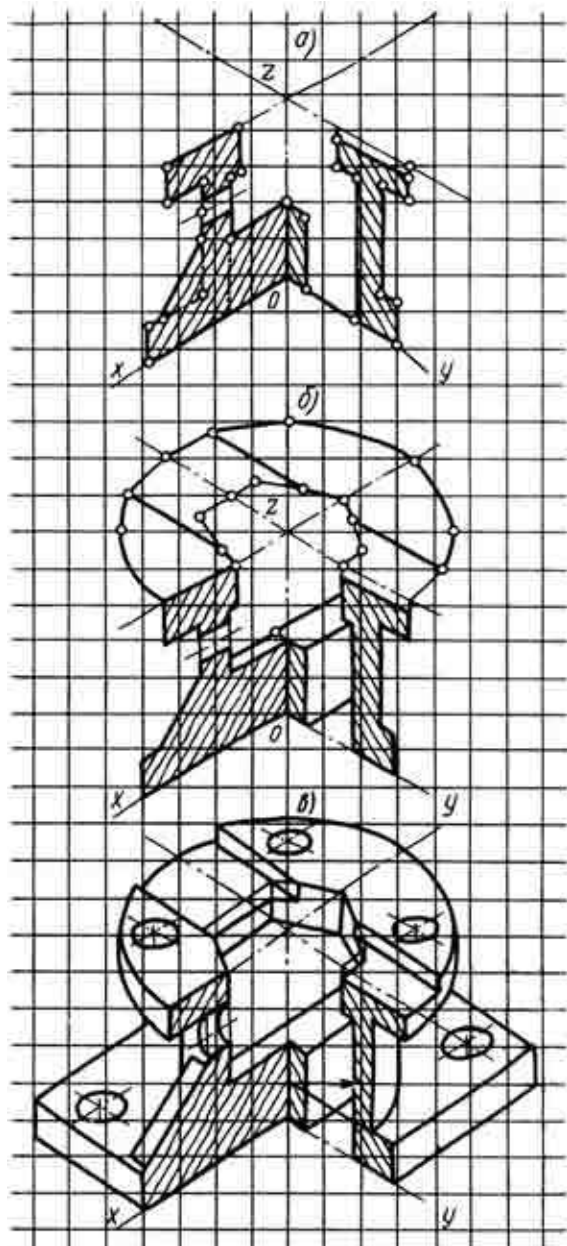


Рис. 6.18

6.7. ТЕХНИЧЕСКИЕ РИСУНКИ

Технический рисунок — это наглядное изображение, выполненное по правилам построения аксонометрических проекций (от руки или при помощи чертежных инструментов) с использованием светотени. Целями выполнения технического рисунка являются проверка умения студента читать тот или иной чертеж и закрепление навыков выполнения наглядных изображений.

Выполнение наглядных изображений, особенно от руки, без предварительного построения аксонометрических проекций, развивает глазомер, пространственное представление о формах предмета, умение анализировать эти формы и наглядно их изображать. Особое значение технический рисунок получил в связи с внедрением в процесс конструирования требований технической эстетики.

Выполнение технических рисунков, как правило, производят при съемке эскизов с натуры (рисунок выполняют от руки) и при детализировании чертежа общего вида (рисунок выполняют при помощи чертежных инструментов).

В качестве основы технического рисунка в большинстве случаев применяют прямоугольные изо- и диметрические проекции, которые наряду с наглядностью достаточно просты по своему выполнению.

Для построения наглядных изображений в диметрии лучше применять положение осей, предусматривающее «левую» систему координат (рис. 6.19, а, б). Светотень, являющуюся дополнительным средством передачи объема предмета, применяют для придания аксонометрическому изображению большей выразительности (рис. 6.19, б). Чтобы выполнять аксонометрические изображения предметов с учетом светотени, кратко познакомимся с основными правилами этих построений.

Светотенью называется распределение света на поверхности предмета. В зависимости от формы предмета лучи света, падая на

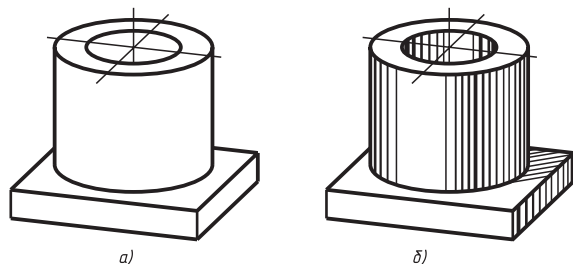


Рис. 6.19

него, распределяются по его поверхности неравномерно, благодаря чему светотень и создает выразительность изображения — рельефность и объемность.

Можно отметить следующие элементы светотени (рис. 6.20): свет, полутень и тень (собственную и падающую). На затененной части имеется рефлекс, а на освещенной — блик.

Свет — освещенная часть поверхности предмета. Освещенность поверхности зависит от того угла, под которым падают на эту поверхность световые лучи. Наиболее освещенная поверхность та, которая расположена перпендикулярно к направлению лучей света.

Полутень — умеренно освещенная часть поверхности. Переход от света к полутени на гранных поверхностях может быть резким, а на кривых — всегда постепенный. Последнее объясняется тем, что угол падения лучей света на соседние части изменяется также постепенно.

Тень собственная — часть поверхности предмета, которую не достигают лучи света.

Тень падающая появляется в том случае, если на пути лучей света расположить какой-либо предмет, который и отбрасывает на находящуюся за ним поверхность падающую тень.

Рефлекс — высветление собственной тени за счет освещения теневой стороны предмета отраженными лучами от окружающих освещенных предметов или поверхностей данного предмета.

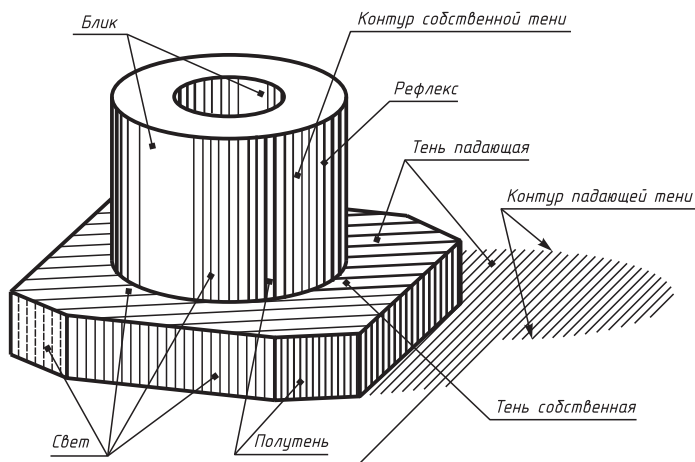


Рис. 6.20

На техническом рисунке светотень обычно изображают упрощенно. Предмет, как правило, изображают на условном фоне изолированно от окружающей обстановки; свет на предмете изображают светлым пятном, не учитывая зависимость освещенности частей предмета от угла падения лучей света и удаления от источника света. Пример такого упрощенного изображения светотени показан на рисунке 6.19, б.

Иногда технический рисунок выполняют с еще большим упрощением: показывают только собственную тень, а падающую нигде не показывают. Такое упрощение сильно облегчает построение, но при этом теряется выразительность изображения.

Таким образом, для выполнения светотени на рисунке необходимо знать законы построения теней. Каждая тень имеет свою геометрическую форму, построение которой можно выполнить, используя методы начертательной геометрии. Для построения контуров теней необходимо знать характер лучей света и их направление.

При выполнении технических рисунков принято пользоваться солнечным освещением, когда лучи параллельны друг другу, а направление их сверху, слева направо. Такое направление соответствует естественному, когда свет на рабочее место падает с левой стороны.

Для единообразия в построении лучи света обычно направляют по диагонали куба, как показано на рис. 6.21, где дано направление лучей света S для изометрической (рис. 6.21, а) и двух диметрических проекций с «правой» (рис. 6.21, б) и «левой» (рис. 6.21, в) системой координат.

Построение контура собственной тени (линии, отделяющей освещенную часть поверхности от неосвещенной) сводится к постро-

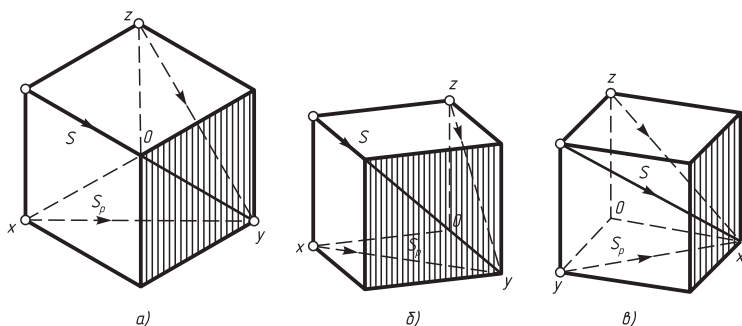


Рис. 6.21

ению линии MNL касания лучевой поверхности S с поверхностью предмета (рис. 6.22), а построение контура падающей тени — к построению линии $M_p N_p L_p$ пересечения лучевой поверхности S с плоскостью P (или с поверхностью какого-либо предмета).

Под лучевой поверхностью (или плоскостью) понимается поверхность, обертывающая данное тело, с образующими, проведенными параллельно лучам света.

На рисунке 6.23, *а, б, в, г* показано построение контуров тени для призмы, пирамиды, цилиндра и конуса. Для этих построений необходимо знать не только направление лучей света, но и направление S_p их вторичных проекций. Построение контура падающей тени сводится к построению точек пересечения лучей света, проведенных через контур предмета, с горизонтальной плоскостью, на которой стоит предмет.

Например, точка A_p контура падающей тени призмы построена как точка пересечения луча S со вторичной проекцией S_p этого луча.

Две плоскости T и Q , касательные к цилиндру, позволяют построить контур собственной тени AB и контур падающей тени $B_p A_p$. Падающую тень от верхнего основания цилиндра строят по точкам $1, 2 \dots$

Для построения контура собственной тени AB конуса сначала нужно построить падающую тень на плоскость его основания (построить точку A_p), а затем провести касательную $A_p B_p$ из этой точки

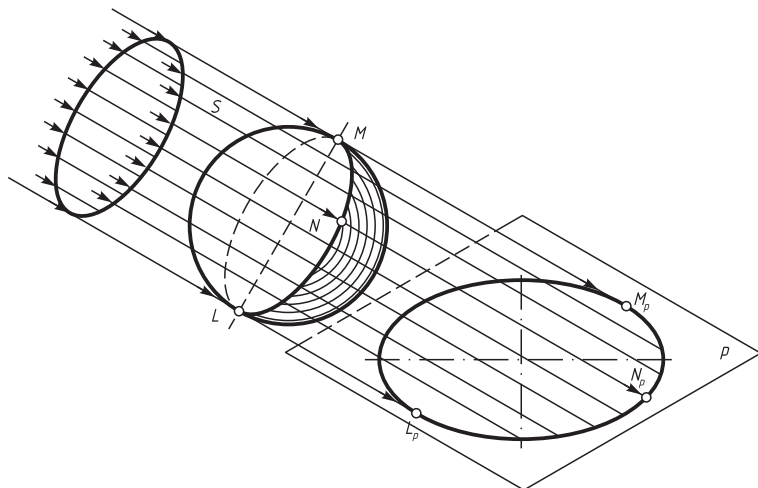


Рис. 6.22

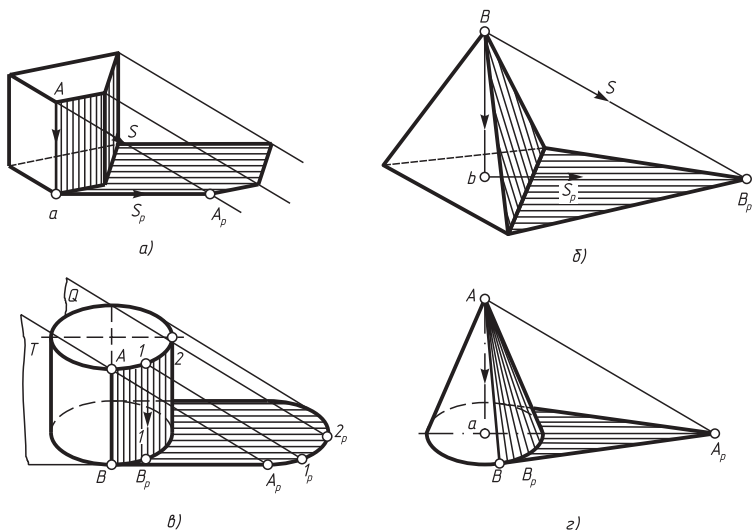


Рис. 6.23

к основанию конуса. Точка $B \equiv B_p$ и определяет образующую AB конуса, которая является контуром собственной тени.

Если на пути лучевой поверхности (или плоскости) находится другой предмет или поверхность, то контур падающей тени строят на этом предмете так, как показано на рис. 6.24, где падающая тень построена на плоскости основания призмы и на части цилиндрической поверхности Q . Порядок построения ясен из чертежа.

Светотень можно передавать карандашом, пером (тушью) или отмычкой (разведенной тушью или акварелью). В техническом рисовании обычно пользуются карандашом, выполняя штриховку, тушевку или шраффировку.

Штриховка заключается в покрытии различных частей рисунка штрихами (не пользуясь чертежным инструментом). Желаемого тона добиваются частотой и толщиной штрихов. Длина штрихов

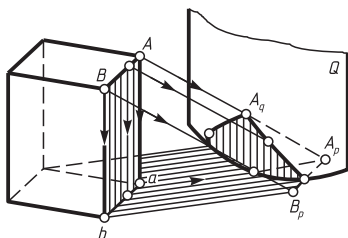


Рис. 6.24

не должна быть очень большой, так как длинные штрихи проводить трудно. На рис. 6.25, 6.26 показаны примеры выполнения штриховки на различных поверхностях.

Направление штрихов должно быть согласовано с формой изображаемого предмета (см. рис. 6.25, *а, б, в, г*), так как штрихи, наложенные «по форме», помогают передавать и воспринимать эту форму.

Тушевка является разновидностью штриховки, когда штрихи накладывают очень близко друг к другу так, что они сливаются. Иногда штрихи растирают пальцем или растушевкой.

Шрафировка является особым видом штриховки, выполненной с помощью чертежных инструментов. Этот способ выполнения светотени наиболее часто применяют в техническом рисунке, несмотря на то что, пользуясь им, невозможно получить плавные переходы от светлого к темному на кривых поверхностях. Примеры шрафировки на различных поверхностях показаны на рис. 6.27, 6.28, 6.29, 6.30, на рис. 6.28 — только аксонометрическое изображение.

Следует заметить, что средством передачи объема нужно пользоваться в технических рисунках осторожно и экономично, не делая такое изображение самоцелью. На рис. 6.28 приведен пример передачи формы предмета без нанесения тени.

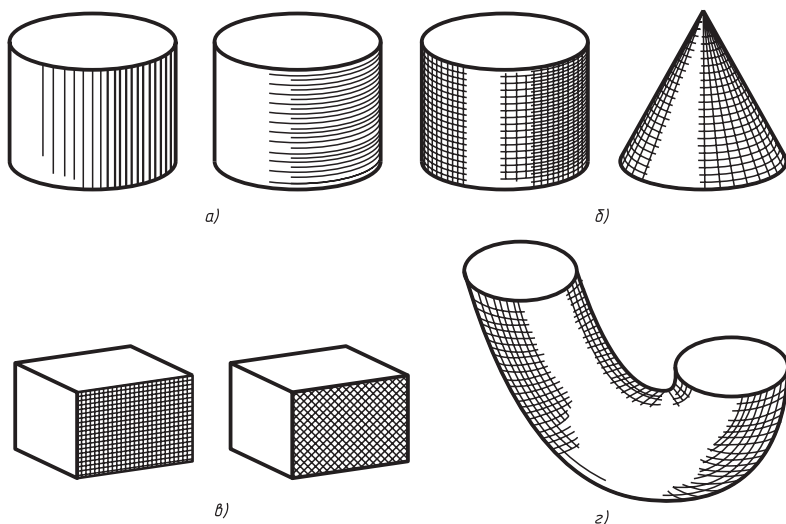


Рис. 6.25

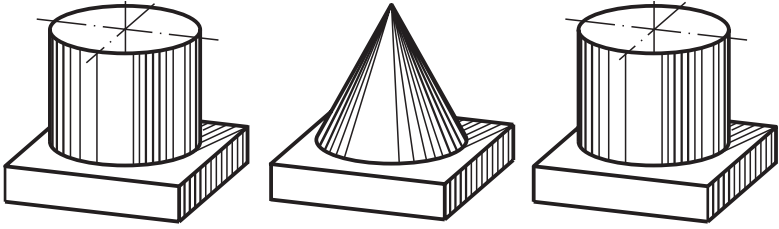


Рис. 6.26

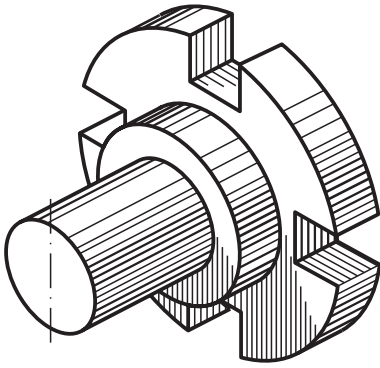


Рис. 6.27

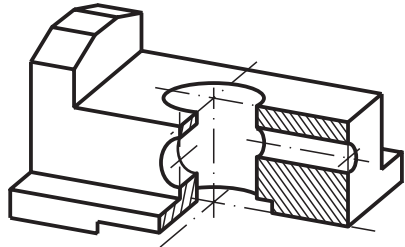


Рис. 6.28

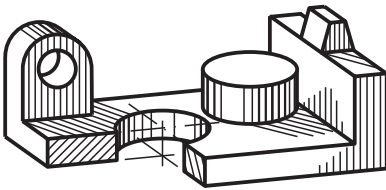


Рис. 6.29

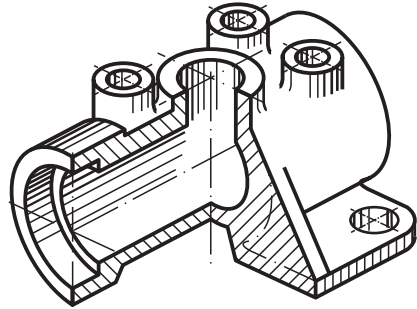


Рис. 6.30

7. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ

7.1. ОСНОВНЫЕ ПРОСТЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ

Деталь в изделии выполняет определенные функции. Это обеспечивается геометрической формой детали и физико-химическими свойствами материала детали. Они получаются в ходе технологического процесса изготовления детали. В геометрической форме детали выделяют конструктивные элементы, которые выполняют рабочие функции детали, и технологические элементы, которые обеспечивают изготовление детали. Конструктивные элементы являются основными.

Кроме конструктивных и технологических элементов некоторые детали имеют информационные элементы, например таблички, надписи, указатели и т.п.

Геометрическую форму простого элемента детали образует отсек одной поверхности, во многих случаях совпадающий с формой основных геометрических тел. Форму сложного элемента образуют два (или более) отсека поверхностей. Некоторые элементы, выполняющие разные функции, могут иметь одинаковую форму и одинаковые изображения с одинаково нанесенными размерами формы, положения и ориентации.

Размеры формы элемента детали рекомендуется располагать на том изображении детали, на котором геометрическая форма элемента показана наиболее полно.

Во многих случаях форму, положение и ориентацию элемента показывают на одном изображении. Однако в ряде случаев необходимо выполнить специальные изображения, чтобы показать положение и ориентацию элемента, а также нанести соответствующие размеры или в отдельных случаях только отклонения этих размеров.

Размеры положения и ориентации элементов деталей наносят от основной или вспомогательной баз детали. Ими служат основной *базовый элемент*, на котором базируется сама деталь, или вспомогательные базовые элементы, являющиеся базами для других деталей.

Выбираемый порядок простановки размеров тесно связан с **теорией базирования**, некоторые элементы которой и рассмотрим. *Базированием* называют придание заготовке или изделию требуемого положения, относительно выбранной системы координат. База — это поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования. Примеры баз приведены на рис. 7.1, *a — e*, где 1 — база, 2 — деталь, 3 — заготовка, 4 — губки самоцентрирующих тисков, 5 — центрирующий конус приспособления. Базовые поверхности отмечены утолщенными линиями. На

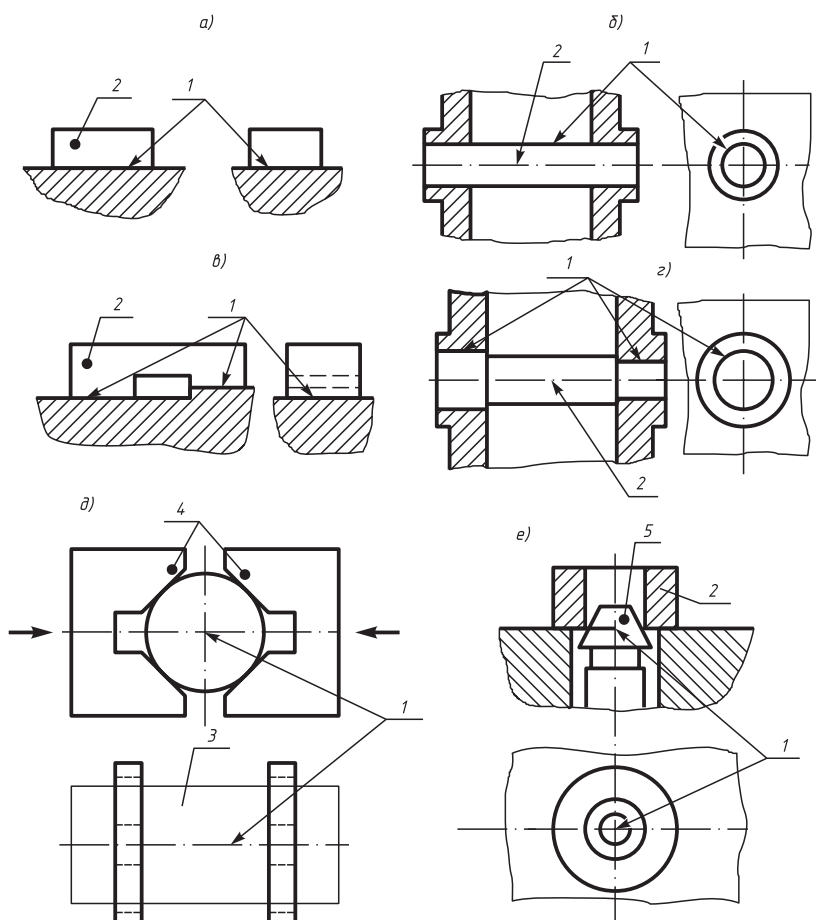


Рис. 7.1

рис. 7.1 базами являются: a и b — поверхности (плоскость и цилиндр); v и z — сочетание поверхностей (двух параллельных плоскостей, двух соосных цилиндров); d — ось цилиндрической заготовки; e — точка (центр окружности в нижнем сечении цилиндрического отверстия в плоскости опорного торца). По характеру проявления базы подразделяют на скрытые и явные. Скрытая база — это база заготовки или изделия в виде воображаемой плоскости, оси или точки. Так, например, для кронштейна (см. рис. 5.44) скрытыми базами являются ось цилиндрической опорной поверхности диаметром 50 мм и фронтальная плоскость симметрии детали. Явная база — это база в виде реальной поверхности, разметочной риски или точки пересечений рисок. Явной базой у того же кронштейна (см. рис. 5.44) является опорная цилиндрическая поверхность диаметром 50 мм.

По назначению различают базы конструкторские, технологические и измерительные. Конструкторская база — это база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии. Технологическая база — это база, используемая для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта. Измерительную базу используют для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

В соответствии с рассмотренными понятиями о базах различают три системы простановки размеров:

- 1) от конструкторских баз;
- 2) от технологических баз;
- 3) комбинированную, в которой часть размеров ставят от конструкторских баз, другие — от технологических.

Комбинированная система наиболее целесообразна, так как практически обычно от конструкторских баз требуется проставить небольшое количество размеров (10...20%). Эти размеры, влияющие на качество работы детали и прибора или машины в целом, выполняют с высокой точностью. Большую часть размеров проставляют от технологических баз в целях обеспечения простоты изготовления и измерения деталей.

Следует отметить, что в ряде случаев конструкторские и технологические базы совпадают, например ось вращения для деталей, ограниченных соосными поверхностями вращения. Материализуют такую базу, например, с помощью центровых гнезд конической формы со стороны крайних торцов детали. Совмещение конструкторской и технологической баз, а также измерительной является

одним из важных принципов конструирования — принципом единства баз.

В рассмотренных выше чертежах деталей для размеров длин использована в основном вторая система простановки размеров от технологических баз.

Простановка размеров от конструкторских баз будет рассмотрена ниже.

Размеры формы элемента. Размеры, определяющие форму любого элемента, включая отверстия, следует наносить на том изображении детали, где эта форма показана наиболее полно, обязательно группируя все размеры в одном месте (рис. 7.2).

Размеры одинаковых элементов наносят на изображении одного из них, а под полкой выносной линии указывают число элементов (рис. 7.3).

Размеры формы и положения симметрично расположенных элементов (кроме отверстий) можно наносить только один раз без указания их числа (рис. 7.4).

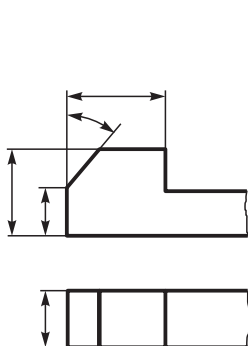


Рис. 7.2

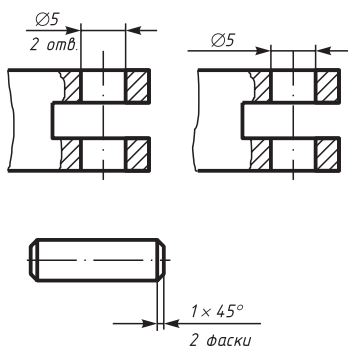


Рис. 7.3

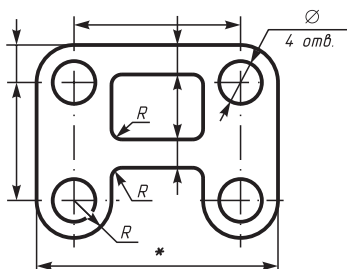


Рис. 7.4

Размеры на фаски, канавки для выхода инструмента, проточки, выточки и подобные элементы необходимо наносить на отдельном изображении. Их не следует включать в размерные цепи.

Размеры положения элементов. Размеры, координирующие положение элементов, которые расположены неравномерно на одной прямой или дуге окружности, наносят от одной основной базы (рис. 7.5) и в виде цепочки (рис. 7.6).

При равномерном расположении нескольких подобных элементов рекомендуется указывать два координирующих размера: размер между соседними элементами (промежуток) и размер между крайними элементами в виде произведения числа промежутков на размер промежутка (рис. 7.7).

Далее описаны функции, форма, ее изображение, нанесение размеров формы и положения для наиболее распространенных элементов деталей машин и механизмов.

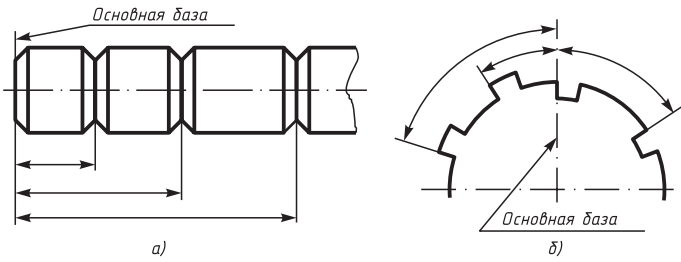


Рис. 7.5

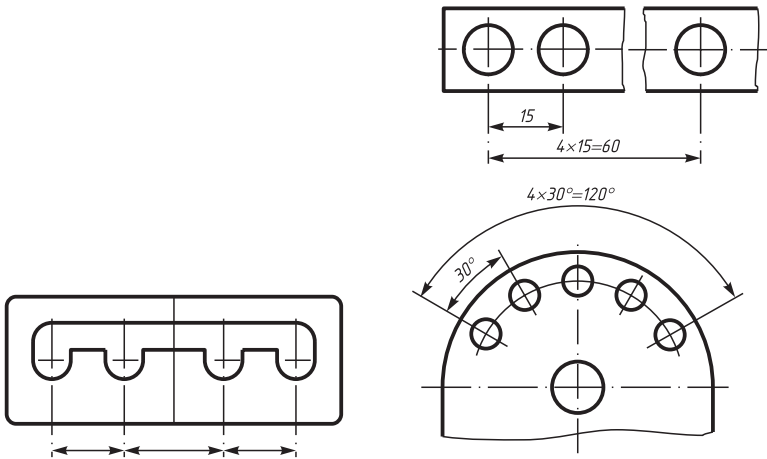


Рис. 7.6

Рис. 7.7

Основные простые элементы. К основным простым относятся элементы, материал которых ограничен отсеком поверхности одного наименования, например отсеком плоской, цилиндрической, конической, сферической или торовой поверхности. В структуре детали эти элементы объединяются в геометрические тела (призмы, пирамиды, цилиндры, конусы и т.п.) и образуют ее основную форму.

Плоскость — наиболее распространенный основной простой элемент, входящий в структуру подавляющего большинства деталей.

Для отображения на чертеже детали формы элемента *плоскость* и его относительного положения, а также для нанесения соответственно размеров формы и размеров положения требуются два изображения: изображение на плоскости проекций, параллельной плоскости элемента, на котором видна форма элемента и его положение в двух координатных направлениях, и изображение на плоскости проекций, перпендикулярной к плоскости элемента (для нанесения недостающих размеров положения).

На рис. 7.8 представлен элемент *плоскость*, имеющий форму прямоугольника, и нанесены размеры его формы и размеры его положения.

Форма элемента *плоскость* может быть самой разнообразной — от простых геометрических фигур (прямоугольник, круг, кольцо) до весьма сложных их сочетаний (см. рис. 7.4). Примером элемента *плоскость* может служить основание задней бабки, показанной на рис. 13.4.

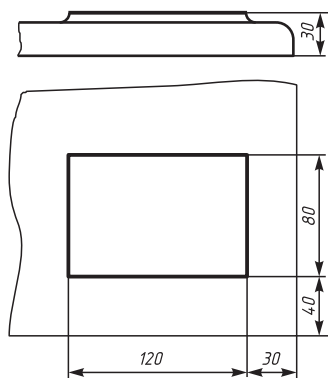


Рис. 7.8

Наружный цилиндр — основной элемент деталей, имеющих форму тел вращения, может быть присоединительным с подвижным или неподвижным контактом и промежуточным. Наружная поверхность элемента цилиндрическая, а материал расположен с внутренней стороны.

На чертеже детали в большинстве случаев бывает достаточно одного изображения элемента на плоскости проекций, параллельной его оси, поскольку при указании размера диаметра наружного цилиндра во всех случаях перед размерным числом наносят знак \varnothing . На этом же изображении наносят размер формы, определяющий длину наружного цилиндра, а также размер его положения вдоль оси. При необходимости нанесения размеров положения в других направлениях следует выполнить изображение наружного цилиндра на плоскости проекции, перпендикулярной его оси.

Пример изображения элемента *наружный цилиндр* приведен на рис. 7.9.

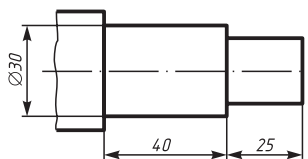


Рис. 7.9

Внутренний цилиндр — распространенный элемент в структуре деталей самых разнообразных типов, встречается в виде отверстий, расточек, выемок и т.д. Так же как и наружный цилиндр, этот элемент может быть присоединительным в подвижных и неподвижных соединениях и промежуточным, когда он обеспечивает свободное размещение других деталей или их элементов. Материал элемента расположен с внешней стороны его цилиндрической поверхности.

В зависимости от типа и конструкции конкретной детали, в структуру которой входит элемент *внутренний цилиндр*, для отображения его формы и положения, а также для нанесения соответствующих размеров необходимо иметь одно или два его изображения.

При выполнении двух изображений одно из них представляет собой, как правило, разрез плоскостью, в которой лежит ось цилиндра, причем на этом изображении наносят размеры формы элемента и его положения в осевом направлении; другое изобра-

жение на плоскости проекций, перпендикулярной к его оси, служит для выявления положения элемента в двух других координатных направлениях и нанесения соответствующих размеров.

Пример изображения внутреннего цилиндра на двух плоскостях проекций с нанесением соответствующих размеров формы и положения показан на рис. 7.10.

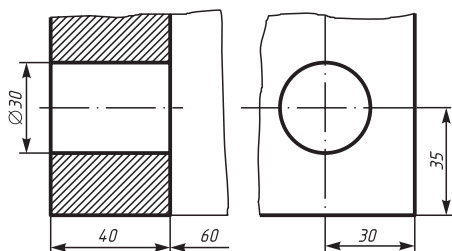


Рис. 7.10

7.2. ИЗОБРАЖЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ И ОДНОТИПНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Выше были рассмотрены общие вопросы относительно размеров формы и расположения (см. рис. 7.3, 7.4, 7.6, 7.7). Здесь будут рассмотрены особенности изображения отверстий в основном под крепежные детали некоторых соединений и однотипные элементы.

На чертеже детали цилиндрические и резьбовые отверстия могут быть изображены в виде разреза (рис. 7.11, а), на чертеже сборочной единицы отверстие изображают несколько увеличенным (рис. 7.11, б). Определяющим является диаметр d стержня, вставляемого в отверстие ($d_1 > d$). Расположение осей отверстий определяется конструкцией изделия.

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рис. 7.12, а, б).

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 7.13).

При большом количестве однотипных элементов изделия, неравномерно расположенных на поверхности, можно указывать их размеры в сводной таблице (рис. 7.14). Однотипные элементы при этом обозначают арабскими цифрами или прописными буквами.

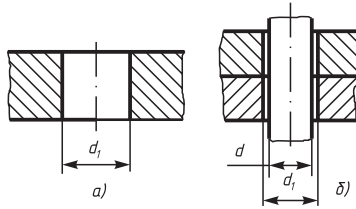


Рис. 7.11

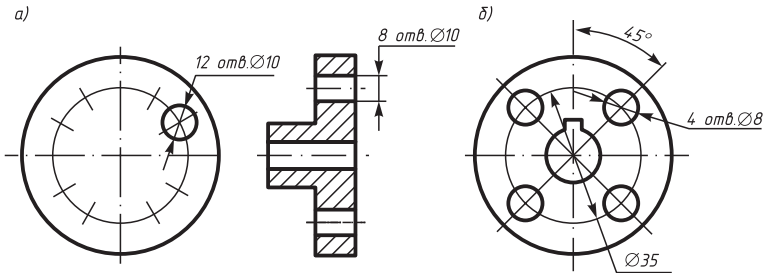


Рис. 7.12

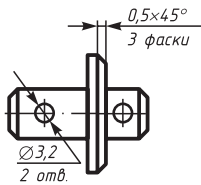


Рис. 7.13

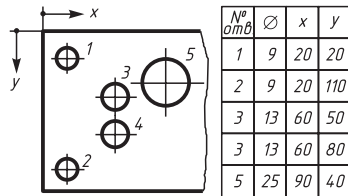


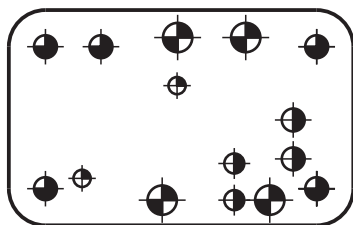
Рис. 7.14

Если же на чертеже показано несколько групп близких по размерам отверстий, то рекомендуется отмечать одинаковые отверстия одним из условных знаков (рис. 7.15). Количество отверстий и их размеры допускается указывать в таблице. Отверстия обозначают условным знаком на том изображении, на котором указаны размеры их положения.

Одинаковые элементы, расположенные в разных частях изделия (например, отверстия), рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка (рис. 7.16, а) или если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями (рис. 7.16, б). При отсутствии этих условий указывают полное количество элементов (рис. 7.16, в).

Если одинаковые элементы изделия (например, отверстия) расположены на разных поверхностях и показаны на разных изобра-

жениях, то количество этих элементов записывают отдельно для каждой поверхности (рис. 7.17).



Обозначение	Количество	Размер	Шероховатость поверхности
	2	$\varnothing 5H7$	$\sqrt{R_a 3,2}$
	4	$\varnothing 6H12$	$\sqrt{R_a 12,5}$
	5	$\varnothing 6,5$	$\sqrt{R_a 6,3}$
	4	$\varnothing 7$	$\sqrt{R_a 20}$

Рис. 7.15

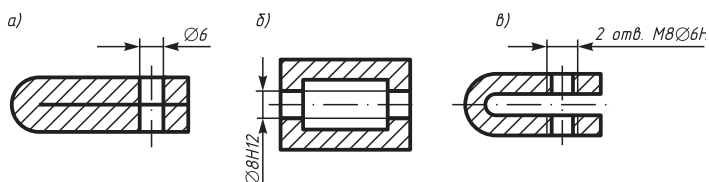


Рис. 7.16

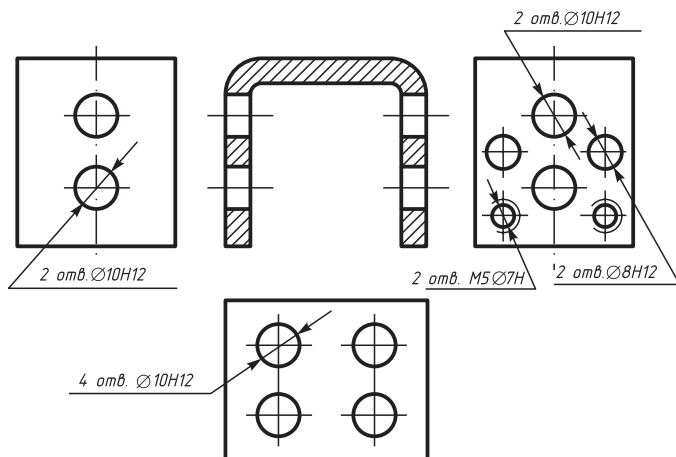


Рис. 7.17

Обозначение отверстий. Когда изображение отверстий на чертеже имеет размеры 2 мм и менее, рекомендуется их указывать на полке линии-выноски. Так же следует поступать при отсутствии изображения отверстия в разрезе вдоль оси. Соответствующие примеры даны на рис. 7.18 и 7.19.

На рис. 7.18 показаны: *a, б, в, г* — глухие отверстия диаметром 3, глубиной 6 мм и диаметром 5 и глубиной 7 мм; *д, е, ж, з* — 2 отверстия диаметром 10 мм с зенковкой $1 \times 45^\circ$ и 3 отверстия диаметром 6 мм с цилиндрической зенковкой диаметром 12 и глубиной 5 мм.

На рис. 7.19 показаны резьбовые отверстия: *a, б* — сквозное отверстие с резьбой М10; *в, г* — глухое резьбовое гнездо с резьбой М8 с шагом резьбы 1 мм, длиной отверстия с полным профилем резьбы 10 мм и глубиной сверления 16 мм; *д, е* — глухое резьбовое гнездо с резьбой М6 и длиной резьбы с полным профилем резьбы 10 мм, с зенковкой под 90° глубиной 1 мм; *ж, з* — сквозное отверстие с резьбой М12 и зенковкой диаметром 18 мм под углом 90° .

Принятая система обозначений позволяет давать в строчной записи размеры отверстий и элементов, входящих в их структуру. Различные формы головок, концов винтов, зенковок под головки винтов и отверстий под концы установочных винтов стандартизованы.

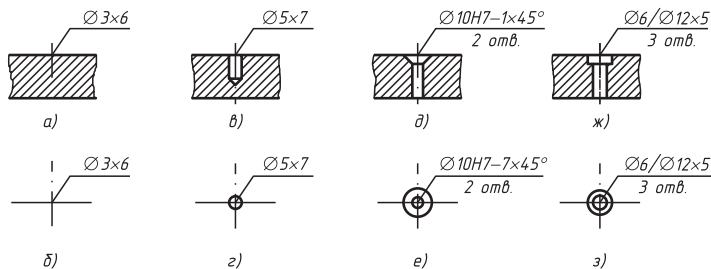


Рис. 7.18

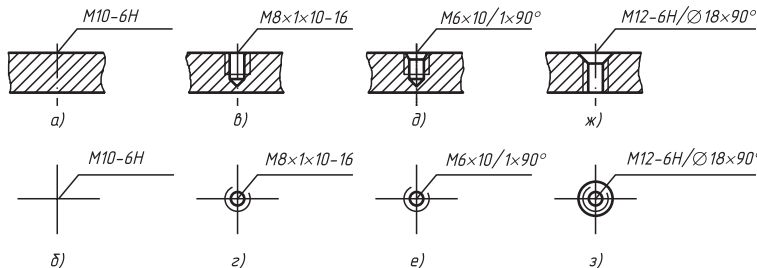


Рис. 7.19

Сквозные квадратные и продолговатые отверстия выполняют в деталях типа корпусов и плит, имеющих линейное или угловое перемещение. В отверстиях размещают стержень крепежной детали (болта, винта, шпильки).

Отверстия изображают в двух проекциях: на продольном полном или местном разрезе и на виде сверху (рис. 7.20). На виде сверху обычно показывают размеры формы — длину, ширину и радиус скругления — и размер положения; на продольном разрезе — толщину детали.

Сквозные дуговые отверстия выполняют в деталях, имеющих круговое установочное перемещение (рис. 7.21).

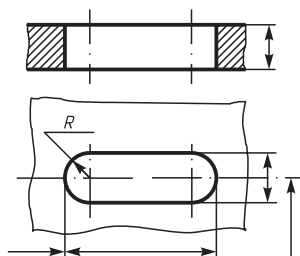


Рис. 7.20

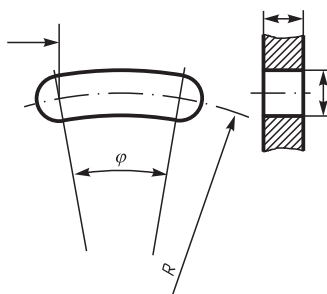


Рис. 7.21

Т-образные обработанные прямые пазы выполняют в деталях типа столов, плит для закрепления на них приспособлений, имеющих линейное установочное перемещение, обрабатываемых деталей и т.п. В пазах размещают головки специальных болтов.

Для изображения пазов достаточно одной проекции, на которой проставляют все размеры формы, а от оси симметрии — размер положения (рис. 7.22). Размеры Т-образных обработанных пазов стандартизованы.

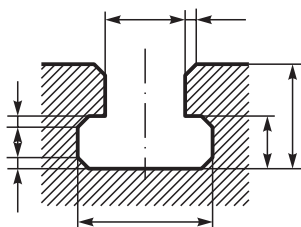


Рис. 7.22

Т-образные обработанные кольцевые пазы выполняют в деталях типа поворотных столов, плит и др. для закрепления на них приспособлений, имеющих круговое установочное перемещение.

Кольцевые пазы изображают в двух проекциях: на поперечном разрезе и виде сверху (рис. 7.23). На поперечном разрезе наносят размеры формы, относящиеся к профилю паза; на виде сверху — радиус оси симметрии паза (он же, как правило, является размером положения).

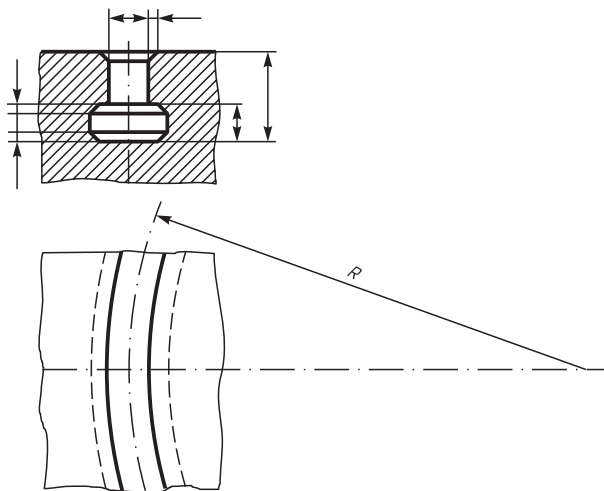


Рис. 7.23

Профили направляющих скольжения. Направляющие скольжения широко используются в металлорежущих станках. Установлены следующие их типы:

- тип 1 — прямоугольные симметричные (рис. 7.24);
- тип 2 — треугольные несимметричные (рис. 7.25);

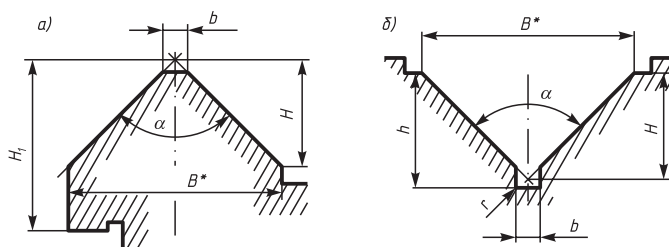


Рис. 7.24

- тип 3 — прямоугольные (рис. 7.26);
- тип 4 — остроугольные («ласточкин хвост» — рис. 7.27).

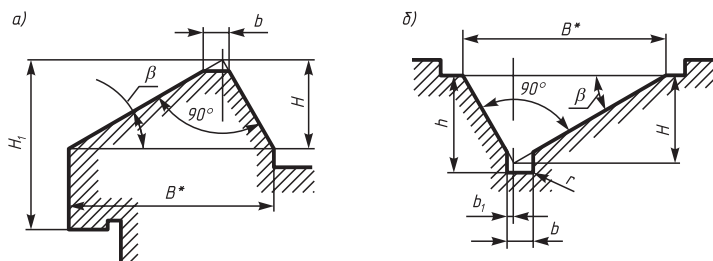


Рис. 7.25

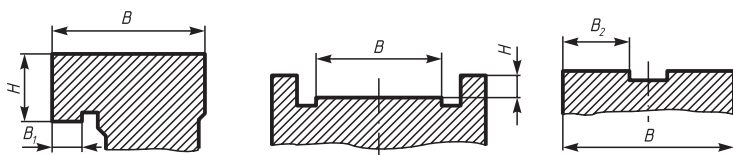


Рис. 7.26

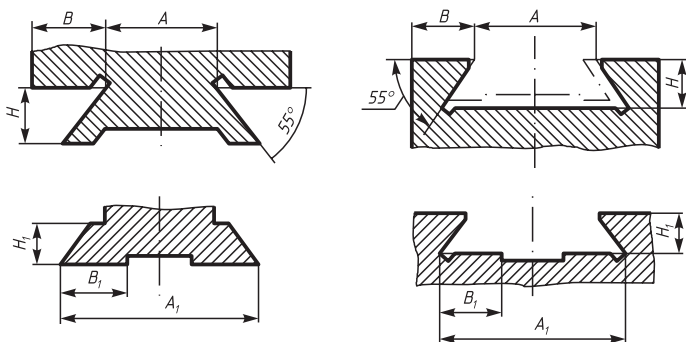


Рис. 7.27

На рис 7.24 и 7.25 указаны стандартные размеры, а размер B^* — справочный. Остальные размеры стандартизованы.

Шпоночные пазы выполняют всегда в двух деталях: охватываемой и охватывающей (вал и втулка). В пазы устанавливают шпонку, передающую вращающий момент от вала к втулке или наоборот.

Паз под призматическую шпонку изображают на двух разрезах. На разрезе плоскостью, перпендикулярной к оси вала или отверстия (рис. 7.28, *в, д*), показывают поперечную форму пазы и наносят размеры ширины и глубины. На продольном местном или полном разрезе (рис. 7.28, *а, з*), резе для вала на виде сверху (рис. 7.28, *б*) показывают длину пазы и его положение относительно других поверхностей детали и наносят остальные размеры.

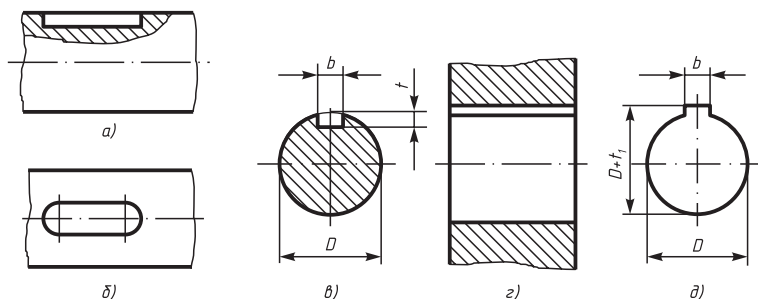


Рис. 7.28

Линию пересечения боковых стенок пазы с поверхностью вала или втулки заменяют на изображении проекцией крайней образующей поверхности вала или отверстия.

Размеры шпоночных пазы для призматических и сегментных (рис. 7.29) шпонок на валу и втулке стандартизованы. Определяющим размером служат диаметр вала и втулки.

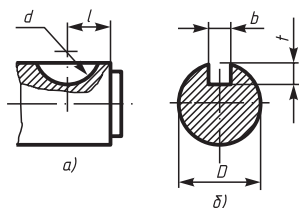


Рис. 7.29

Если шпоночные пазы необходимо выполнить на конических валах или втулке, то их изображения совпадают с изображениями пазы для цилиндрического вала и втулки. Только размер положения пазы на валу наносят от меньшего основания конической части вала (рис. 7.30, *а*) и размер глубины пазы в отверстии наносят в плоскости меньшего основания конической части отверстия (рис. 7.30, *в*). Эти размеры стандартизованы.

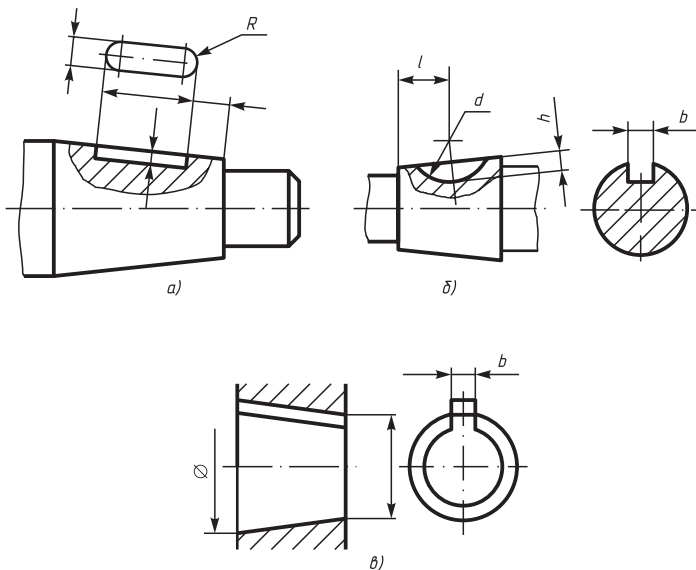


Рис. 7.30

Канавки под стопорные многолапчатые шайбы. В канавку вала входит внутренняя лапка многолапчатой шайбы. Одна из наружных лапок шайбы загибается внутрь одного из пазов гайки, чтобы предотвратить ее самоотвинчивание.

На чертеже вала размеры канавки, как правило, ставят на сечении (рис. 7.31, а). На главном виде вала вдоль канавки делают местный разрез, на котором показывают выход дисковой фрезы, нарезающей канавку, и ставят размер $R_{\text{фрезы}}$ (рис. 7.31, б). Диаметр резьбы вала служит определяющим размером, по которому находят размеры канавки.

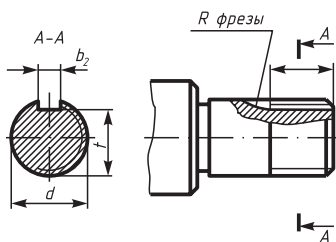


Рис. 7.31

7.3. ЭЛЕМЕНТЫ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

При конструировании крепежных деталей широко используют плоские элементы для поворота детали гаечным ключом или отверткой.

Простейшими из них являются **прямые шлицы** под отвертку (рис. 7.32). Шлиц имеет ширину b (номинальный размер) и глубину h , определяемые диаметром резьбы винта или шурупа. В современных изделиях широко используются крестообразные шлицы (рис. 7.33).

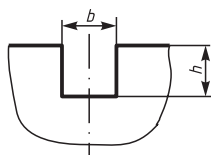


Рис. 7.32

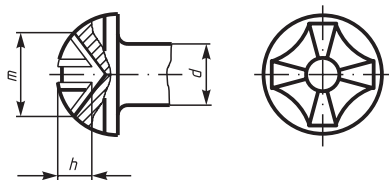


Рис. 7.33

Концевые лыски цилиндра выполняют на валах, осях и т.п. в виде площадки, параллельной оси, в основном для фиксации детали винтом или планкой от проворачивания.

Для изображения лыски достаточно одной проекции (рис. 7.34). Для вращения детали гаечным ключом лысок делают две (рис. 7.35). Над сечением $A - A$ нанесен размер S_2 «под ключ».

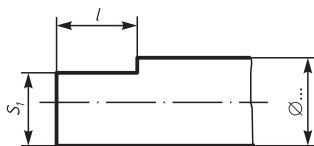


Рис. 7.34

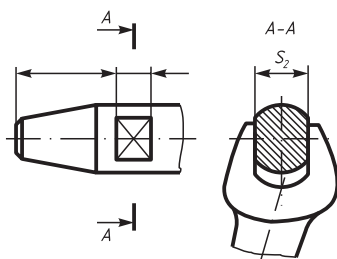


Рис. 7.35

Квадратные и шестигранные головки винтов и болтов показаны на рис. 7.36 и 7.37. Форму и размеры квадратной головки изображают на двух проекциях: на плоскости, параллельной оси головки, и на плоскости, перпендикулярной ей. Шестигранные головки изображают на трех проекциях. В обоих случаях линии пересечения конических фасок с гранями (гиперболы) заменяют дугами окружностей (их примерные радиусы даны на чертеже).

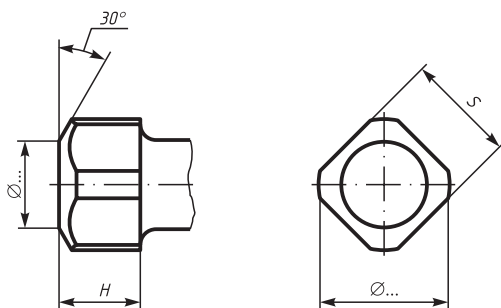


Рис. 7.36

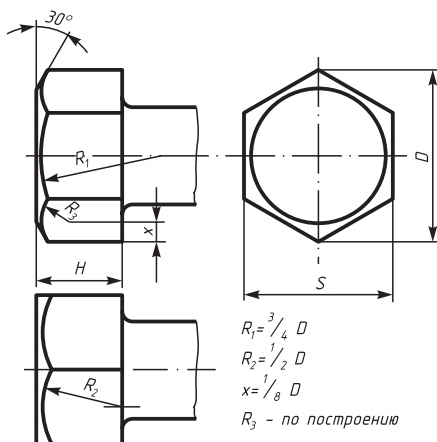


Рис. 7.37

Головки болтов к станочным Т-образным пазам предназначены для предотвращения выхода болта из паза под действием осевого усилия при его затягивании и для передачи этого усилия опорной поверхностью головки плоскостям паза.

Форму и размеры головок болтов передают два изображения: проекция на плоскость, параллельную оси головки, и проекция на плоскость, перпендикулярную к этой же оси.

Болты к станочным пазам изготавливают в двух исполнениях: с квадратной головкой (рис. 7.38, а) и с круглой головкой с двумя срезанными сегментами (рис. 7.38, б). Головки быстросъемных болтов к станочным пазам изготавливают двух исполнений: со скосами под углом 30° (рис. 7.39, а) и скругленной головкой (рис. 7.39, б). Определяющим размером служит диаметр d стержня болта (или диаметр его резьбы).

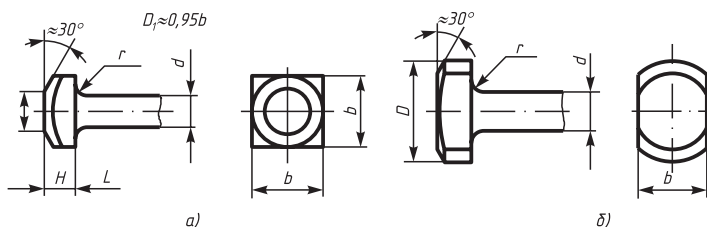


Рис. 7.38

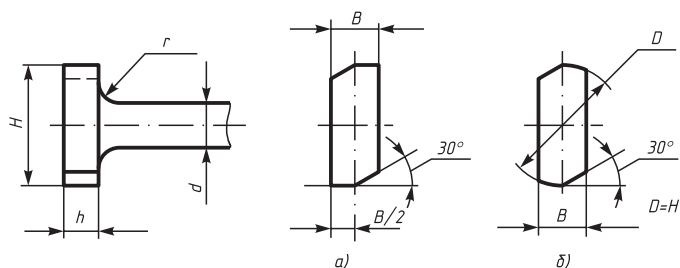


Рис. 7.39

7.4. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ

Чтобы отлить какую-либо деталь, необходимо выполнить модель (деревянную или металлическую), стержневой ящик и чертежи к ним. Большинство литых деталей подвергаются механической обработке. Поэтому на литых деталях проставляются размеры, необходимые для изготовления модели и стержневого ящика. При механической обработке литой детали на чертеже указывают размеры, связывающие обработанные и необработанные поверхности.

При назначении размеров для изготовления модели рекомендуется мысленно расчленять модель на составные элементы и проставлять на них соответствующие размеры. Аналогично можно поступать с выбором размеров для изготовления стержневого ящика, выделяя элементы внутренней формы.

Принцип простановки размеров рассмотрен на примере простой литой детали (рис. 7.40). Вариант расчленения детали на составные элементы показан на рис. 7.41: плита подшипника, стенка, ребро, тело подшипника в виде усеченного конуса и цилиндрическая бобышка. Два отверстия в плите сверлят, и поэтому в отливке они не предусмотрены. Отверстие в подшипнике из-за большого диаметра необходимо получить в отливке. Это отверстие ограничено цилиндрической поверхностью, поэтому стержень представляет собой цилиндр, изображенный справа.

Для того чтобы модельщик не делал сложные пересчеты, на рабочем чертеже должны быть все размеры указанных элементов. Не обязательно, чтобы каждый размер, проставленный на рабочем чертеже, соответствовал размеру какого-либо элемента, но важно, чтобы размер элемента был ясен из рабочего чертежа и мог быть получен простым сложением или вычитанием.

Размеры на чертеже даны без учета припусков на обработку и усадку металла, а также без учета конструкции самой модели: ее разъема, скрепления составных частей и др.

При простановке размеров обработанные и необработанные поверхности детали должны быть связаны между собой размерами. При изготовлении детали отсутствие связи может привести к браку.

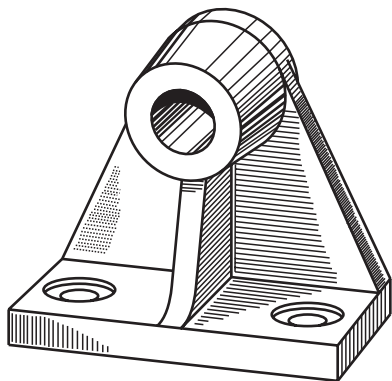


Рис. 7.40

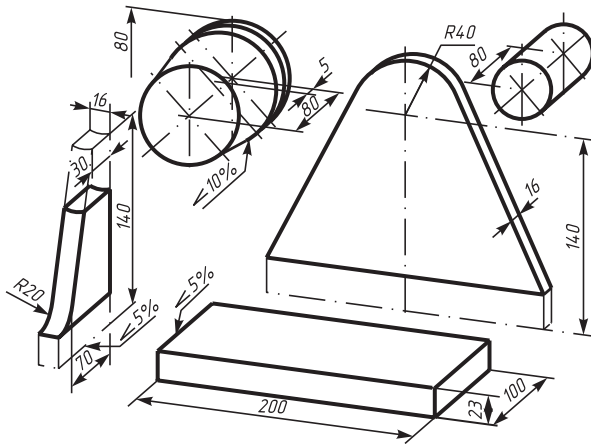


Рис. 7.41

На рис. 7.42 дан чертеж детали с размерами. Размер 80 связывает между собой обработанные поверхности *M* и *N* вдоль оси подшипника с необработанными. Размер 65 расположения отверстий в плите задан от обработанного торца *M* подшипника как размер от конструкторской базы.

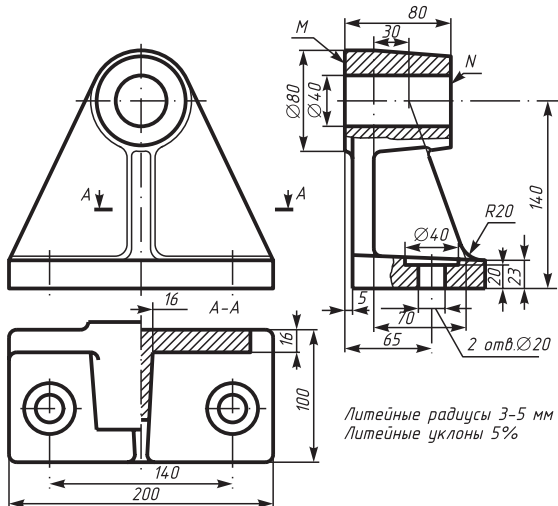


Рис. 7.42

7.5. ИЗОБРАЖЕНИЕ ФАСОК, СМАЗОЧНЫХ КАНАВОК, НАДПИСЕЙ, ЗНАКОВ, ШКАЛ

Фаски предохраняют острые кромки деталей от забоин, что важно для обеспечения сборки деталей. Фаски на внешних элементах конструкции часто важны для удобства эксплуатации. Широко применяемые фаски под углом 45° к поверхности обозначают обычно $C \times 45^\circ$, где C — размер катета фаски. Если фаска расположена под иным углом α , то размеры ее наносят, как показано на рис. 7.43, или указывают угол и один линейный размер (рис. 7.44), или два линейных размера (рис. 7.45).

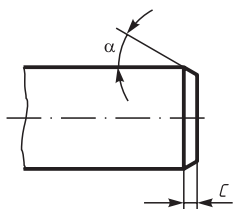


Рис. 7.43

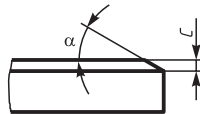


Рис. 7.44

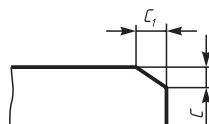
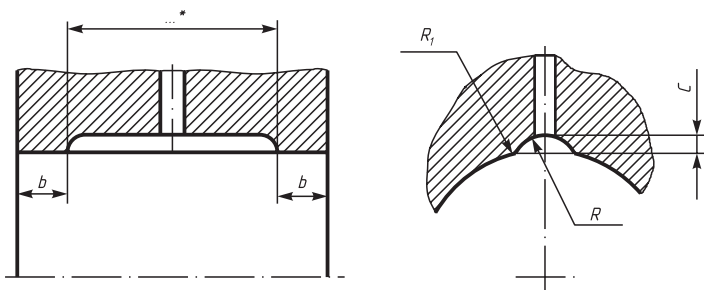


Рис. 7.45

Смазочные канавки выполняют в деталях типа втулок (рис. 7.46) и валов (рис. 7.47) в виде выемок с цилиндрическими поверхностями, образующих при сопряжении соответственно с охватываемой поверхностью вала и с охватывающей поверхностью втулки полости, в которые подается смазка.

Для изображения смазочной канавки необходимы продольный и поперечный разрезы.



* Размер для справок

Рис. 7.46

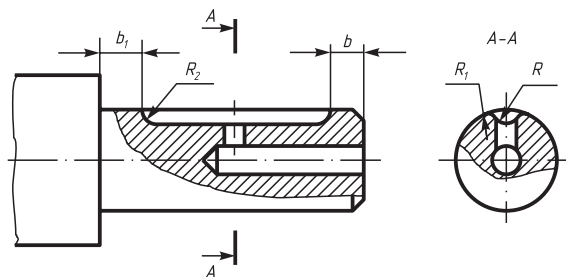


Рис. 7.47

Длину смазочных канавок определяют размеры втулки или вала и ширина b кольцевых участков, необходимых для перекрытия выхода смазки.

Как правило, смазочные канавки выполняют в сочетании с цилиндрическим отверстием для подвода смазки.

Шрифты. Для нанесения надписей на деталях установлены шрифты, наносимы гравированием, методом плоской печати или другим методом (например, травлением).

Шрифты включают написание знаков русского, латинского и греческого алфавитов; арабских и римских цифр; знаков математических, препинания и символьных. Шрифт, наносимый методом плоской печати, содержит также показатели степени и индексы.

Шрифт в зависимости от начертания разделяют на прямой нормальный полужирный — *Пр3* (основной для плоской печати и гравирования); прямой узкий светлый — *Пр41*; прямой нормальный жирный — *Пр5*; прямой контурный — *ПрК5*; наклонный нормальный жирный — *Пр/5*; наклонный контурный — *ПрК/5*. Пример выполнения шрифта *Пр3* гравированием и основные соотношения его размеров показаны на рис. 7.48: H — высота шрифта; b — толщина обводки; h — высота строчных знаков; K — высота; T — ширина площадки; h_2 — расстояние от основания площадки до линии шрифта.

Профиль сечения шрифта (рис. 7.49) определяется способом нанесения (углубленного — a , v и выпуклого — b , z ; a , b — для $b < 1$ мм; v , z — для $b > 1$ мм), пластической или тепловой деформацией, строганием или фрезерованием (концевой или дисковой фрезой). Глубина штриха должна составлять 0,3...0,8 его ширины, а в случае заполнения контрастным или светящимся составом — не менее 0,8 ширины.

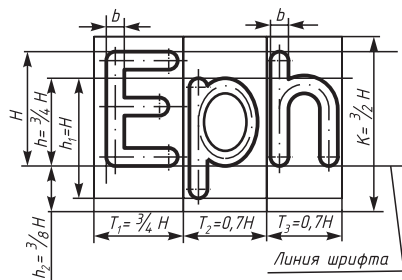


Рис. 7.48

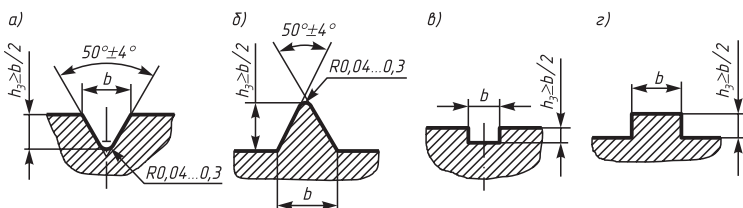


Рис. 7.49

Интервалы между буквами, цифрами и знаками в надписи зависят от ширины копировальных планок T , равной для нормального шрифта от 0,7 до 0,75 H . Расстояние между строками не менее 0,5 H .

Предельные отклонения размеров букв, цифр и знаков по высоте, а также расстояний между ними в строке не более $\pm IT16/2$.

Видимая невооруженным глазом высота цифр и знаков должна быть не менее 2 мм. Наименьшая технологически допустимая высота шрифта и знаков, выполняемых на серебре, алюминиевых сплавах, нейзильбере и латуни, — 0,4 мм, на стали — 1,0 мм. Шрифт размером менее 2 мм должен рассматриваться через лупу или микроскоп соответствующего увеличения.

Правила нанесения надписей на чертежах. Надписи и знаки на плоских поверхностях изображают, как правило, полностью независимо от способа их нанесения. Расположение надписи определяется общими требованиями к готовому изделию. Начертание указывают типом и размером шрифта, а при необходимости — линейными и угловыми размерами зон нанесения знаков. При симметричном расположении надписи относительно контура детали (рис. 7.50) размеры зон не указывают, ограничиваясь указанием в технических требованиях предельных отклонений расположения

надписи относительно плоскости симметрии. В технических требованиях указывают также способ нанесения надписи или дают ссылку на определяющий его нормативно-технический документ, сведения о наличии и составе покрытий фона и заполнителей знаков (рис. 7.51 — чертеж плоской детали с надписями и знаками).



Рис. 7.50

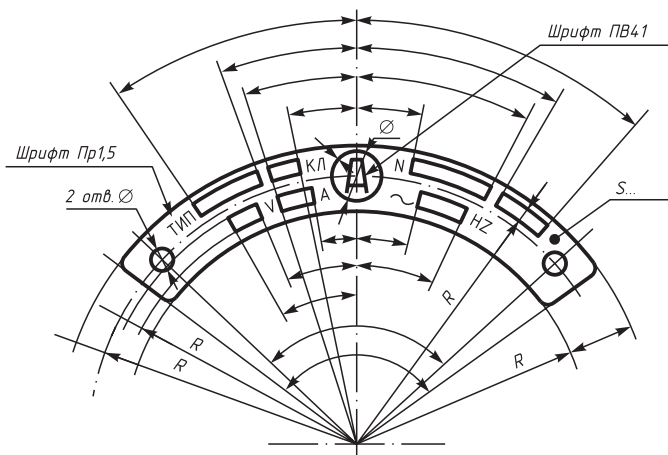
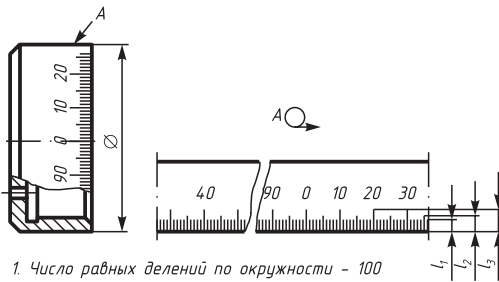


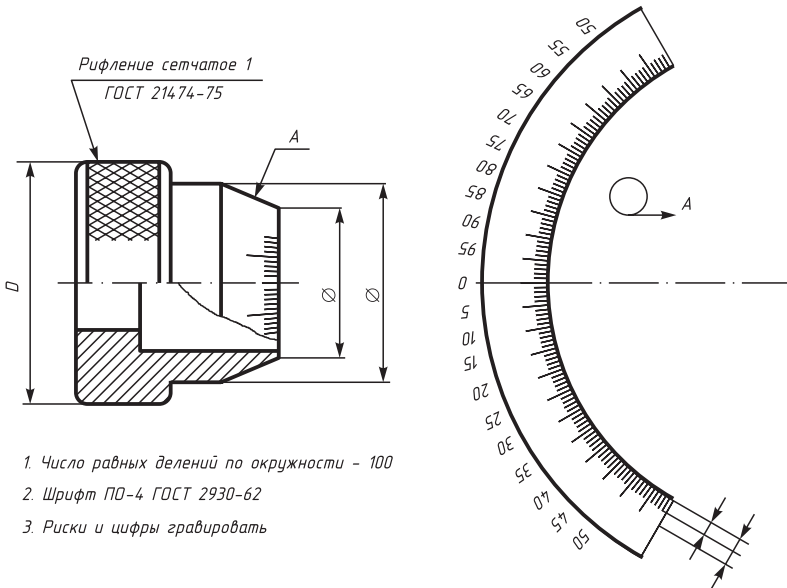
Рис. 7.51

Надписи, знаки и шкалы, выполняемые на цилиндрических или конических поверхностях, на чертеже показывают в виде развертки (рис. 7.52 и 7.53). На виде, где надписи должны проецироваться с искажением, допускается их изображение без искажения. Допускается также на виде детали показывать лишь часть наносимых данных (например, расположение штрихов и порядок их оцифровки; см. рис. 7.52 и 7.53), необходимых для указания однозначной связи вида с разверткой поверхности.



1. Число равных делений по окружности - 100
2. Ширина рисок 0,6 мм
3. Покрытие...
4. Покрытие цифр и рисок...
5. Шрифт Пр3 ГОСТ... гравировать

Рис. 7.52



1. Число равных делений по окружности - 100
2. Шрифт ПО-4 ГОСТ 2930-62
3. Риски и цифры гравировать

Рис. 7.53

Изображение развертки линейной шкалы допускается выполнять с разрывами. В этом случае в технических требованиях на поле чертежа делается надпись типа

Число равных делений по окружности ... (см. рис. 7.52 и 7.53).

Ширина штрихов сеток и шкал зависит от области их применения:

- для особо точных шкал лабораторных приборов и станочного оборудования — 0,002...0,05 мм;

- для лабораторных приборов и отсчетных устройств станков общего применения — $0,15^{+0,05}$ мм;
- для полевых приборов — $0,25...0,35^{+0,1}$ мм;
- для шкал приборов, рассматриваемых на расстоянии до 1 м, — $0,8...1,0^{+0,2}$ мм.

Промежутки между ближайшими делениями шкал должны быть не менее двух- или трехкратной ширины штрихов. Длина интервала и ее связь с шириной штрихов зависят от материала шкалы. Видимая угловая ширина штрихов должна быть не менее 40 угл. с. Ширина штриха индекса и нониуса принимается равной ширине штриха шкалы. Длина штрихов шкалы определяется в зависимости от наименьшего значения длины шкалы интервала l .

8. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ И РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

8.1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБЫ И ЕЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

Многие детали машин и приборов имеют резьбу. Поверхность резьбы образует плоский контур при винтовом движении по цилиндрической или конической поверхности. При этом различные участки плоского контура могут образовывать различные осевые винтовые поверхности — прямые (см. рис. 8.8, 8.9), косые (см. рис. 8.10) или иной формы.

Наибольшее распространение получили цилиндрические и конические резьбы, т.е. резьбы, образованные на цилиндрических или конических поверхностях (деталях).

Резьбовое соединение — это соединение деталей с помощью резьбы, обеспечивающее их относительную неподвижность или перемещение одной детали относительно другой. В резьбовом соединении одна из деталей имеет наружную резьбу, другая — внутреннюю.

Наружная резьба — это резьба, образованная на наружной цилиндрической или конической поверхности. В резьбовом соединении наружная резьба является охватываемой поверхностью, а имеющая ее деталь носит название болт (винт и др.).

Образование наружной резьбы, например нарезанием резцом, иллюстрирует рис. 8.1. Если резец, равномерно перемещающийся вдоль образующей, углубить в равномерно вращающуюся заготовку, то на ее поверхности образуется винтовая поверхность; вид этой поверхности зависит от формы резца. Например, на рис. 8.1, *а* резьба имеет трапецеидальный профиль, а на рис. 8.1, *б* — треугольный профиль.

На чертеже деталей наружную резьбу показывают условно: сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру — по границе впадин — рис. 8.1, *в* с обозначениями, рассматриваемыми ниже. На плоскости проекций, перпендикулярной оси резьбы, тонкую линию по границе впадин делают разомкнутой в любом месте на участке около $\frac{1}{4}$ окружности, но она не должна начинаться и кончаться у центральной линии.

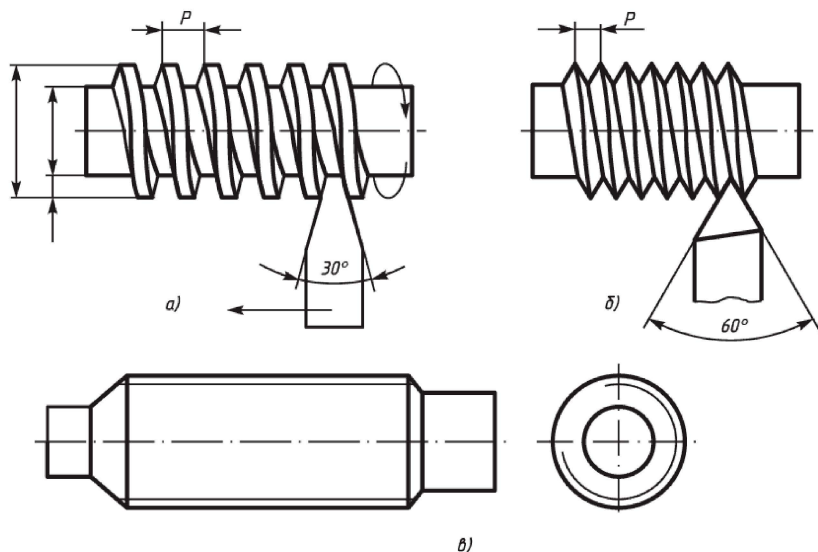


Рис. 8.1

Кроме нарезания резьбовыми резцами на токарно-винторезных станках ее можно нарезать плашками (рис. 8.2), накатывать резьбонакатными роликами или гребенками.

Если в конце резьбы резец плавно отводят от детали, то получается участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали (рис. 8.3). Такой участок называют сбегом резьбы (на рис. 8.3 сбег резьбы на длине L_1). В местах перехода от резьбо-

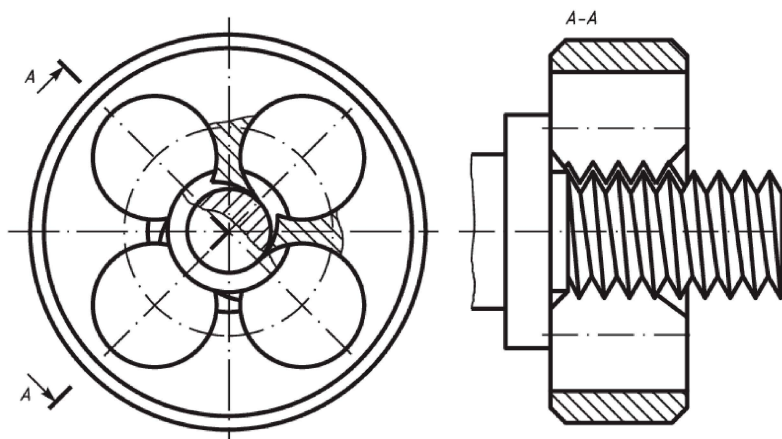


Рис. 8.2

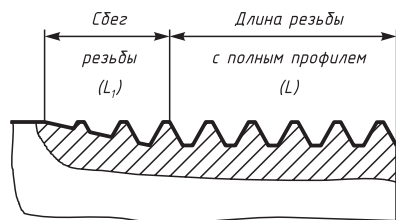


Рис. 8.3

вого участка к торцу детали при нарезке резьбы плашкой также может оставаться участок с неполным профилем резьбы (см. рис. 8.2, слева от плашки). Этот участок называют недорезом. Его необходимо учитывать при конструировании соединений.

В тех случаях, когда необходимо плотное прилегание торцов деталей в резьбовом соединении, на одной из деталей делают цилиндрическую проточку (их форма и размеры рассмотрены ниже).

Внутренняя резьба — это резьба, образованная на внутренней цилиндрической или конической поверхности. В резьбовом соединении внутренняя резьба является охватывающей поверхностью.

Внутреннюю резьбу нарезают резцом или с помощью специального резьбонарезного инструмента — метчика (см. рис 8.4, в, г). Нарезание резьбы в сквозных отверстиях сравнительно просто. Более трудным является нарезание резьбы в глухих несквозных отверстиях. Такое отверстие с резьбой называют гнездом.

Последовательность получения резьбы в гнезде показана на рис. 8.4:

- a* — сверление отверстия (гнезда) и обработка фаски;
- б* — отверстие, готовое для нарезания резьбы;
- в* — нарезание резьбы метчиком;
- г* — резьбовое гнездо (разрез);
- д* — резьбовое гнездо (разрез), изображаемое на чертеже.

Диаметр d_1 сверла выбирают по технологическим нормативам в зависимости от размера резьбы; он соответствует примерно внутреннему диаметру резьбы. Длина l — полная длина цилиндрической части отверстия. Дно гнезда, образованное режущей частью сверла, условно изображают как конус с углом при вершине, равным 120° . Глубина отверстия, которое нужно просверлить, зависит от длины резьбы с полным профилем (которую нужно нарезать) и от величины сбega резьбы. В свою очередь, на деталях длину резь-

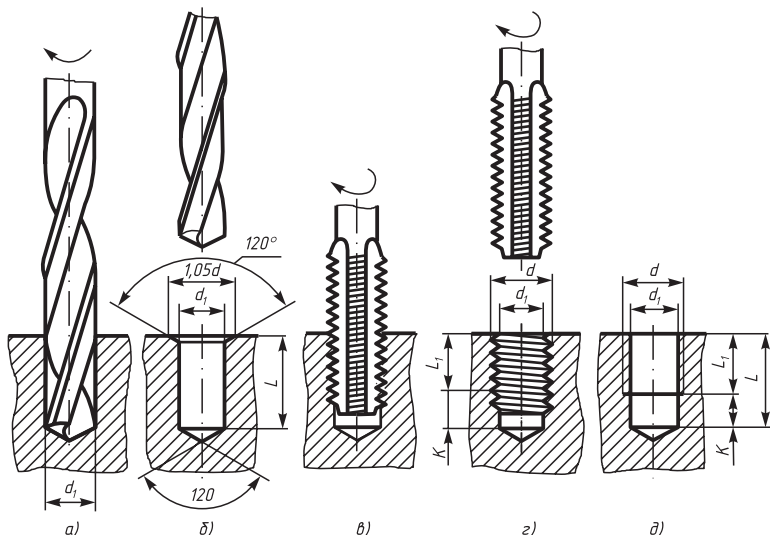


Рис. 8.4

бы с полным профилем выбирают в зависимости от материала детали (сталь, алюминий, бронза и т.д.).

Острую кромку на торце отверстия обрабатывают на конус с углом при вершине 120° (это коническое углубление называют фаской). Размер фаски указан на рис. 8.4, б. Наличие фаски облегчает врезание метчика. Для постепенного врезания в металл метчики имеют заборную коническую часть, которая при обработке в конце отверстия образует сбеги резьбы — резьбу неполного профиля (см. рис. 8.4, в). На чертеже указывают длину резьбы с полным профилем L_1 и длину цилиндрического отверстия L (рис. 8.4, г). Практически величина K должна быть не менее 0,5 диаметра резьбы.

Резьбовое гнездо с условным обозначением резьбы сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру показано на рис. 8.4, д. Размеры L_1 длины резьбы с полным профилем указывают на рабочих чертежах деталей, размер L длины цилиндрического отверстия обычно на чертежах деталей не указывают, но этот размер и диаметр d_1 указывают на операционных технологических эскизах на сверление гнезда (рис. 8.4, б). Размер K в чертежах не указывают, а знак диаметра d заменяют стандартным обозначением, рассматриваемым ниже.

Резьба может быть как правой, так и левой. Вращение по часовой стрелке детали с правой резьбой перемещает деталь вдоль оси в направлении от наблюдателя. Для перемещения детали с левой резьбой в направлении от наблюдателя ее вращают против часовой стрелки.

В зависимости от числа заходов (т.е. выступов или канавок) резьбы подразделяют на однозаходные и многозаходные (двухзаходные, трехзаходные и т.д.). В производстве выступ резьбы называют также винтовой ниткой.

Основные параметры резьбы. На рис. 8.5 изображен профиль резьбы (сопряженных, свинченных внутренней и наружной резьбы) и обозначены его основные параметры.

Ось резьбы — прямая, относительно которой происходит винтовое движение плоского контура, образующего резьбу.

Профиль резьбы — контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось. В промышленности, как правило, применяют стандартные профили резьбы, некоторые из которых рассмотрены ниже. Детали с наружной резьбой трапецеидального и треугольного профиля — см. рис. 8.1, а, б.

Боковыми сторонами профиля называют прямолинейные участки профиля, принадлежащие винтовым поверхностям.

Участки профиля, соединяющие боковые стороны выступов или канавок, называют соответственно вершиной или впадиной профиля.

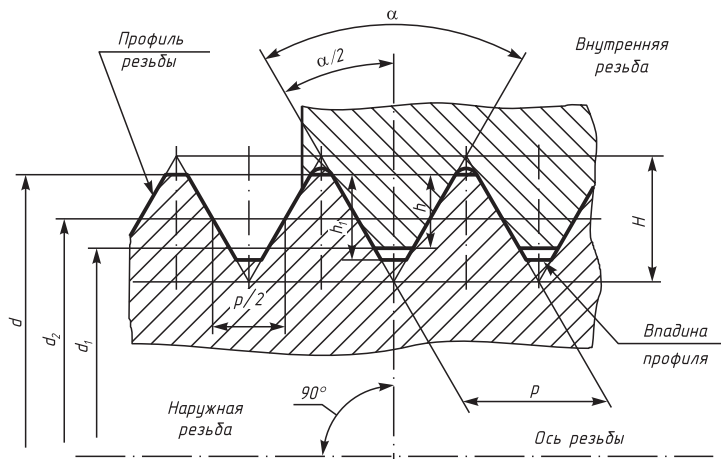


Рис. 8.5

Из числа основных количественных параметров резьбы отметим: *угол профиля* α — угол между боковыми сторонами профиля; *углы наклона боковых сторон профиля* β ; γ — *углы между боковыми сторонами профиля и перпендикуляром к оси резьбы*; для резьб с симметричным профилем углы наклона равны половине угла профиля $\alpha/2$; *рабочая высота профиля* h — высота соприкосновения сторон профиля наружной и внутренней резьбы в направлении, перпендикулярном к оси резьбы; *длина свинчивания* — длина соприкосновения винтовых поверхностей наружной и внутренней резьбы в осевом направлении.

Параметры, относящиеся только к цилиндрическим резьбам, следующие: *высота исходного профиля* H — высота остроугольного профиля, полученного путем продолжения боковых сторон профиля до их пересечения (если профиль построен исходя из треугольника); *высота профиля* h_1 ; *шаг резьбы* p — расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы; *ход резьбы* l — расстояние между ближайшими боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы; *ход резьбы* есть величина относительного осевого перемещения винта (гайки) за один оборот; в однозаходных резьбах ход равен шагу, в многозаходных — произведению числа заходов n на шаг: $t = p \cdot n$; *угол подъема резьбы* ψ — угол, образованный касательной к винтовой линии в точке, лежащей на среднем диаметре резьбы, и плоскостью, перпендикулярной к оси резьбы, угол ψ определяется зависимостью

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{t}{\pi d^2} = \frac{pn}{\pi d^2};$$

наружный диаметр резьбы d — диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы; *внутренний диаметр* d_1 — диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или вершины внутренней резьбы; *средний диаметр резьбы* d_2 — диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, образующие которого пересекают профиль резьбы в точках, где ширина канавки равна половине номинального шага резьбы.

Конкретные значения таких параметров, как форма профиля, наружный диаметр, шаг, направление винтовой поверхности (правая или левая резьба), число заходов, отражают в условном буквен-

но-цифровом обозначении резьбы. Соответствующие примеры рассмотрены ниже.

По эксплуатационному назначению резьбы подразделяют на крепежные (метрические, дюймовые), крепежно-уплотнительные (трубные, конические), ходовые (трапецеидальные, упорные), специальные.

Все резьбы, используемые на практике, можно разделить на две группы:

- стандартные (все резьбы с установленными стандартами параметрами: профилем, шагом, диаметром и соотношениями между ними). Стандартные резьбы составляют основную массу применяемых резьб;
- нестандартные, или специальные, например прямоугольная и квадратная резьбы.

Стандартная метрическая резьба. Метрическая резьба является основным типом крепежной резьбы треугольного профиля (см. рис. 8.5) с углом профиля $\alpha = 60^\circ$. Ее используют также в деталях приборов. Размеры элементов метрической резьбы задают в миллиметрах. Для метрической резьбы в ГОСТ 8724–81 установлены следующие значения шага, мм: 0,075; 0,08; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,225; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2 и далее до 6 через 0,5 мм. Для метрической резьбы общего назначения установлены диаметры в диапазоне от 0,25 до 600 мм и шаги в указанном выше интервале. Метрическая резьба диаметров от 1 до 600 мм делится на два типа: с крупным шагом (для диаметров от 1 до 68 мм) и с мелким шагом (для диаметров от 1 до 600 мм). Каждому диаметру резьбы соответствуют определенные шаги (крупные и мелкие).

Все стандартные диаметры резьб разделены на 1, 2 и 3-й ряды. Каждый из них имеет резьбы с крупным и мелким шагом. Их значения для диаметров от 10 до 64 мм приведены, например, в табл. 6.1 «Справочника по машиностроительному черчению». При этом каждому диаметру резьбы соответствует только один ряд (диаметры резьбы в рядах не повторяются).

Стандарт рекомендует при выборе резьб предпочитать первый ряд второму, второй — третьему.

Трубная цилиндрическая резьба. Эту резьбу используют для соединений в трубопроводах, цилиндрических резьбовых соединениях. Профиль этой резьбы (рис. 8.6) — равнобедренный треугольник с углом $\alpha = 55^\circ$, вершины и впадины профиля закруглены, а в соединении между вершинами и впадинами наружной и внутрен-

ней резьбы отсутствуют зазоры. Трубная резьба разработана в дюймовой системе (1 дюйм = 1" = 25,4 мм) и имеет мелкий шаг. Шаг трубной резьбы задают косвенным способом: указывают число ниток резьбы, укладываемых на 1". Это число ниток стандартизовано в пределах от 28 до 11.

Обозначение размера трубной резьбы имеет особенность, которая заключается в том, что размер резьбы задается не наружным диаметром трубы, на котором нарезается резьба, а величиной внутреннего диаметра трубы. Он называется диаметром трубы «в свету» и определяется как условный проходной размер трубы. Объяснение этой условности состоит в том, что конструктивный расчет трубопроводов ведется по условным проходам трубопроводов, арматуры и соединительных частей.

Например, трубная резьба в 1" нарезается снаружи на трубе, которая имеет внутренний диаметр, равный 1" (25,4 мм); размер же наружного диаметра всегда больше диаметра «в свету» на две толщины стенки трубы. Размеры некоторых трубных цилиндрических резьб, установленные ГОСТ 6357–81, приведены, например, в табл. 6.8 «Справочника по машиностроительному черчению».

Трубная коническая резьба. В соединениях топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин широко применяют коническую трубную резьбу, обеспечивающую хорошую гер-

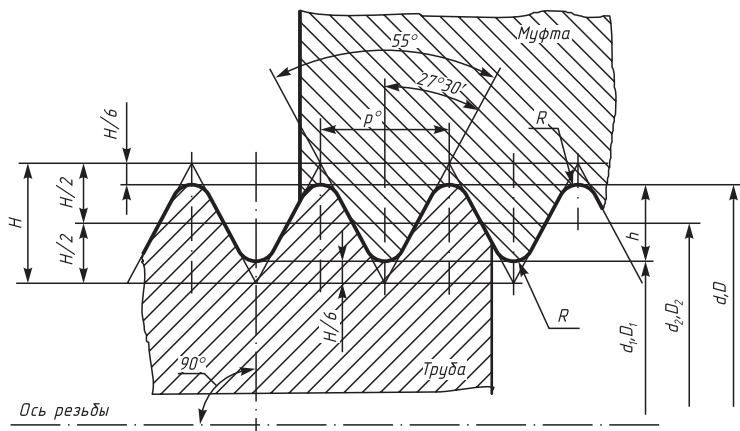


Рис. 8.6

метичность соединений без применения специальных уплотнений. Трубные конические резьбы (рис. 8.7) имеют два варианта профиля резьбы (при исходном профиле в форме равнобедренного треугольника):

- закругленный профиль с углом профиля $\alpha = 60^\circ$ (размер этой трубной конической резьбы стандартизован ГОСТ 6211–81);
- дюймовый с углом профиля $\alpha = 55^\circ$ (размеры этой конической дюймовой резьбы установлены ГОСТ 6111–52).

Конусность поверхностей, на которых нарезают резьбу, обычно равна 1:16 (обозначение конусности см. на рис. 8.7 сверху слева). Биссектриса угла профиля перпендикулярна оси резьбы.

Диаметральные размеры конических резьб устанавливают в основной плоскости, которая перпендикулярна к оси и отстоит от торца детали с наружной резьбой на расстоянии l , регламентированном стандартами на конические резьбы. В основной плоскости

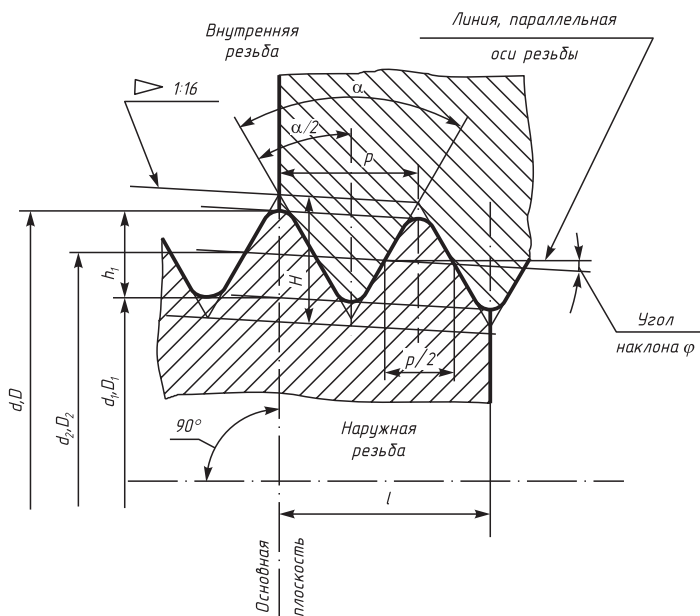


Рис. 8.7

диаметры резьбы равны номинальным диаметрам трубной цилиндрической резьбы.

Резьба трапецеидальная (ГОСТ 24738–81). Профиль резьбы — равнобокая трапеция с углом профиля 30° между боковыми сторонами (рис. 8.8, а). Стандартизована для диаметров от 10 до 640 мм с шагами от 2 до 48 мм. Для каждого диаметра стандарт предусматривает три различных шага.

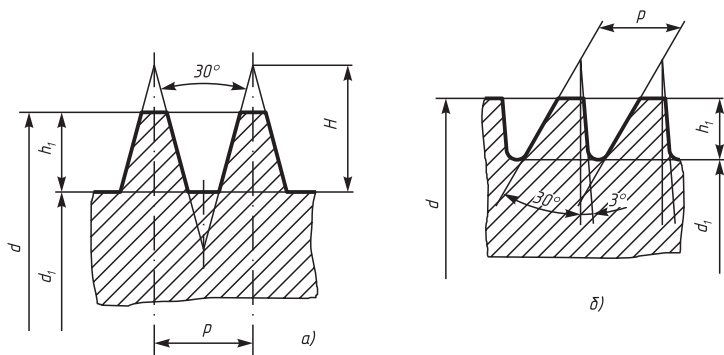


Рис. 8.8

Резьба упорная (рис. 8.8, б). Стандартизована для диаметров от 10 до 600 мм с шагами от 2 до 24 мм. Для каждого диаметра резьбы предусмотрены три различных шага. Имеет несимметричный профиль и предназначена для ходовых винтов с большой односторонней нагрузкой (тиски, домкраты, прессы и др.).

8.2. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ

Примеры изображения наружной цилиндрической и конической резьбы на всей длине детали приведены на рис. 8.9 (см. также рис. 8.1, в), внутренней цилиндрической и конической резьбы — на рис. 8.10 (см. также рис. 8.4, д).

Фаску, размер которой совпадает с глубиной резьбы, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, не изображают. Поэтому на рис. 8.9, а и 8.10, а на виде слева фаска не изображена, а на виде справа фаска показана, так как она значительно больше глубины резьбы.

Невидимую резьбу изображают штриховыми линиями одинаковой толщины по наружному и внутреннему диаметрам.

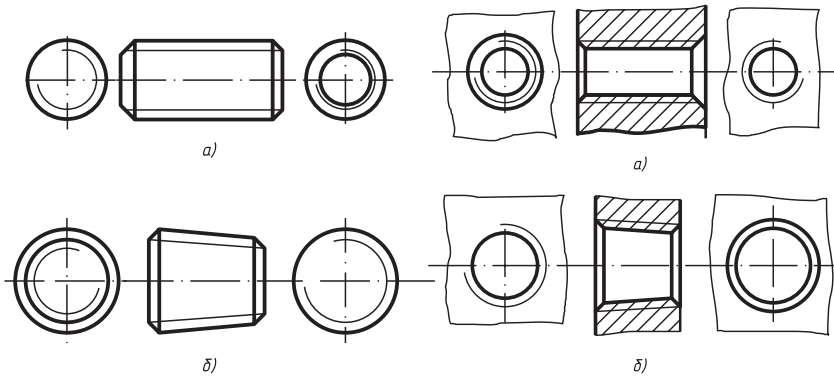


Рис. 8.9

Рис. 8.10

Линию, определяющую границу резьбы, наносят в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят всегда до линии наружного диаметра резьбы и изображают, когда она видима, сплошной основной линией (рис. 8.11).

Штриховку в разрезах и сечениях доводят до сплошной толстой линии, т.е. до линии наружного диаметра наружной резьбы (рис. 8.12) и до линии внутреннего диаметра внутренней резьбы (см. рис. 8.11).

Сбег резьбы, если необходимо, изображают сплошной тонкой линией. Примеры изображения сбега резьбы приведены на рис. 8.13 для наружной (а) и внутренней (б) резьбы. За сбегом резьбы при нарезании резьбы в упор (см. рис. 8.13, а) может оставаться участок без резьбы, называемый недоводом. В результате сбега резьбы и недовода возникает недорез резьбы (см. рис. 8.13, а). Наличие недореза резьбы необходимо учитывать при конструировании резьбовых соединений, а длину полного профиля указывать в чертежах с учетом стандартной длины недореза.

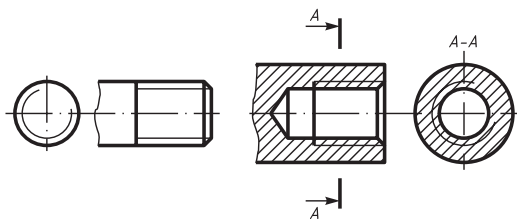


Рис. 8.11

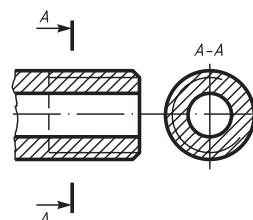


Рис. 8.12

Если глухое отверстие с резьбой выполняют в стенке детали, которая является герметичной или вакуумно-плотной (рис. 8.14), то обязательно указывают глубину L отверстия под резьбу до вершины гнезда наряду с длиной l резьбы полного профиля.

Конец резьбы в глухом отверстии расположен близко ко дну отверстия, на чертежах, по которым резьба не выполняется (например, в сборочных чертежах), допускается условно изображать резьбу до конца отверстия.

Профили резьб при необходимости (например, с нестандартным профилем) показывают на изображении детали (рис. 8.15) или как выносной элемент (см. рис. 8.18, *и*).

На разрезах резьбового соединения изображают только ту часть внутренней резьбы, которая не закрыта внешней резьбой (рис. 8.16).

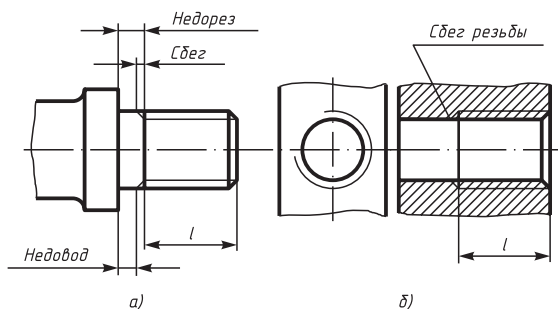


Рис. 8.13

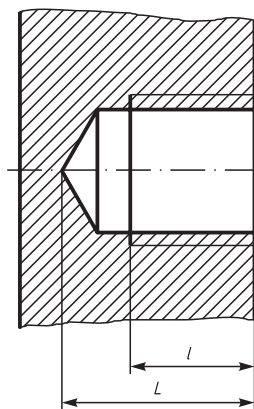


Рис. 8.14

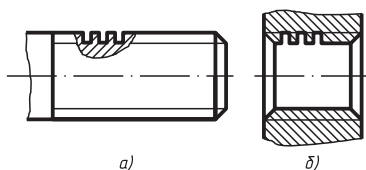


Рис. 8.15

Если через резьбу проходит отверстие или прорезь, то их изображают условно, прерывая сплошную тонкую линию в местах расположения отверстия или прорези (рис. 8.17, *а*). Когда необходимо показать наличие резьбы в зоне этого отверстия или прорези, ее изображают полностью (рис. 8.17, *б*).

Обозначения резьб. Примеры обозначений резьбы на чертежах приведены на рис. 8.18. Условное изображение метрической резьбы с крупным шагом состоит из буквы «М» и номинального диаметра, для резьбы с мелким шагом добавляется величина шага. Например, на рис. 8.18, *а* показано обозначение метрической резьбы номинальным диаметром 24 мм с крупным шагом 3 мм на стержне, а на рис. 8.18, *б* — метрической резьбы номинальным диа-

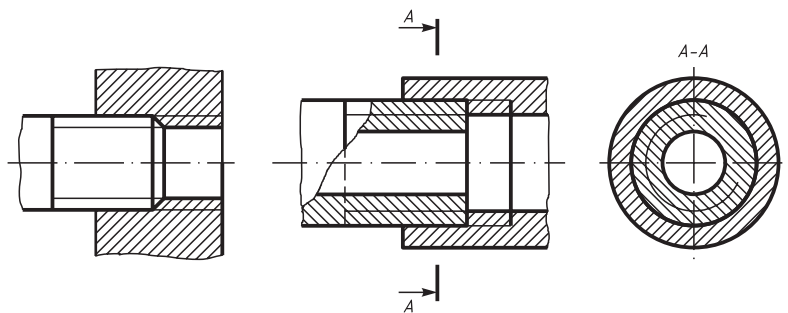


Рис. 8.16

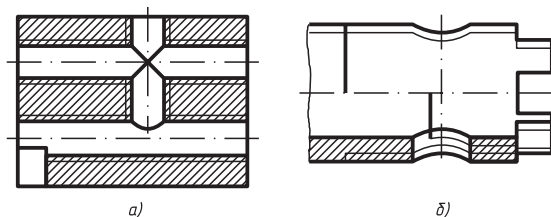


Рис. 8.17

метром 24 мм с мелким шагом 2 мм в отверстии. Для левой резьбы после условного обозначения ставят «LH», например $M24 \times 2LH$.

Многозаходные резьбы обозначают буквой «M», номинальным диаметром, числовым значением хода и в скобках буквой «p» и числовым значением шага. Примеры обозначений: для трехзаходной резьбы с шагом 1 мм и значением хода 3 мм —

$$M24 \times 3 (p1);$$

для такой же левой резьбы —

$$M24 \times 3 (p1) LH.$$

Условное обозначение трубной цилиндрической резьбы состоит из буквы G, условного размера внутреннего диаметра трубы в дюймах и буквенного обозначения класса точности A и B. Примеры обозначения приведены на рис. 8.18, в — на трубе, на рис. 8.18, г — в отверстии.

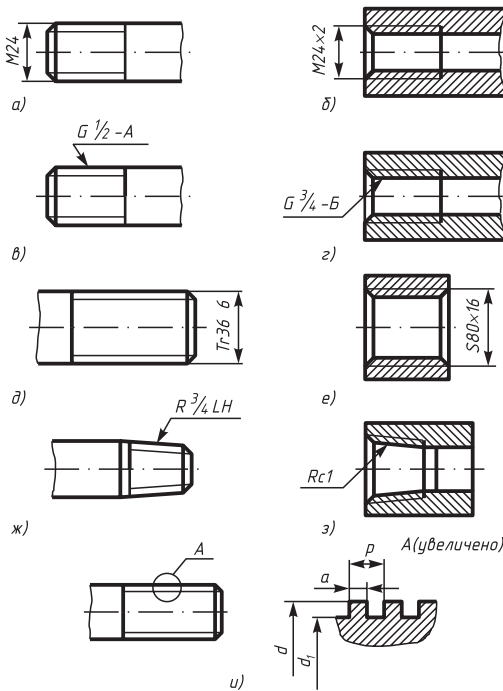


Рис. 8.18

Условное обозначение трапецеидальной резьбы состоит из букв «Tr», наружного диаметра и шага резьбы, например «Tr36 × 6» на рис. 8.18, *д*.

Условное обозначение упорной резьбы состоит из буквы «S», наружного диаметра и шага резьбы, например «S80 × 16» на рис. 8.18, *е*.

На рис. 8.18, *ж* и *з* показаны примеры обозначения конической дюймовой резьбы левого направления ($R^3/4 LH$) на стержне и конической дюймовой резьбе — правой в отверстии ($Rc1$).

Для обозначения параметров нестандартной резьбы показывают все ее основные размеры. Например, на рис. 8.18, *и* показана резьба прямоугольного профиля. Рекомендуется показывать в масштабе увеличения профиль данной резьбы и все ее размеры: d — диаметр резьбы по выступам; d_1 — диаметр резьбы по впадинам; p — шаг резьбы; a — величина выступа.

8.3. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

Конструктивные и технологические элементы резьбы: проточка, фаски, сбеги, недорезы. Проточка — кольцевой желобок на стержне или в отверстии — необходима для выхода резьбообразующего инструмента (рис. 8.19 и 8.20). Размеры проточек стандартизованы в ГОСТ 10549–80. Величину радиуса R закруглений принимают равной примерно половине шага резьбы.

Для наружной резьбы высоту фаски s условно принимают равной шагу p резьбы, угол наклона образующей фаски к оси резьбы — 45° . Фаску для внутренней резьбы устанавливают, как показано на рис. 8.20.

Максимальные значения величины сбега резьбы в зависимости от шага резьбы p принимают равными:

- нормальный — примерно $2,5p$;
- короткий — примерно $1,25p$.

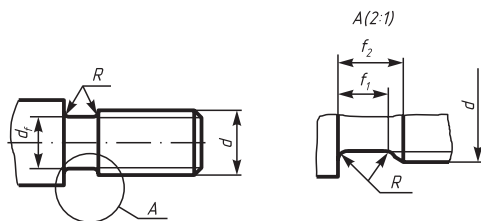


Рис. 8.19

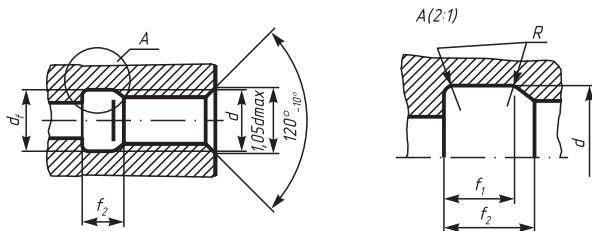


Рис. 8.20

Максимальные значения величины недореза:

- нормальный — примерно $3p$;
- короткий — примерно $2p$;
- длинный — примерно $4p$.

8.4. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ ДЕТАЛИ

Резьбовые соединения обычно подразделяют на два типа:

а) соединения, осуществляемые непосредственным свинчиванием соединяемых деталей, без применения специальных соединительных частей;

б) соединения, осуществляемые с помощью специальных соединительных деталей, таких как болты, винты, шпильки, фитинги и др.

Во многих случаях резьбовое соединение используют в качестве элемента другого соединения, в котором резьбовое соединение создает большое осевое усилие. Так, в конструкции вакуумно-плотного фланцевого соединения (см. рис. 13,1, а) четыре болтовых соединения сжимают фланцы по торцам вдоль оси, а вакуумную плотность соединения обеспечивает конструкция торцовых частей фланцев 1 и 2 в виде острого зуба и канавки с зажимаемой между ними прокладкой 3 из пластичного металла (меди, алюминия).

Болтовое соединение. В комплект болтового соединения (рис. 8.21) входят следующие крепежные детали (крепежные изделия): 1 — болт, 2 — гайка, 3 — шайба. Указанные крепежные детали имеют различную форму и размеры. При конструировании приборов и машин применяют, как правило, только стандартизованные крепежные детали.

Болт (рис. 8.22) представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом (чаще всего в виде шестигранной призмы). При соединении скрепляемых деталей на резьбу болта наворачивается гайка. Головку болта обрабатывают с

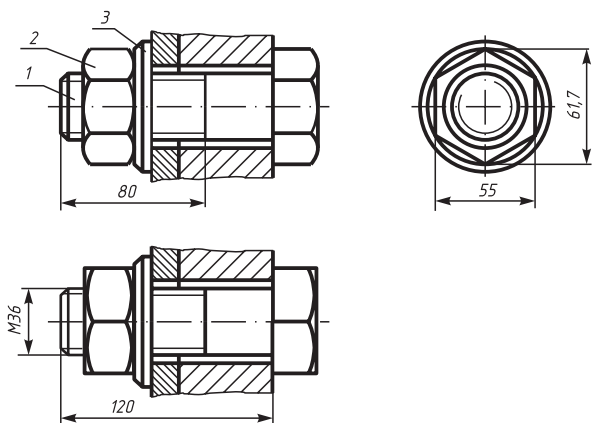


Рис. 8.21

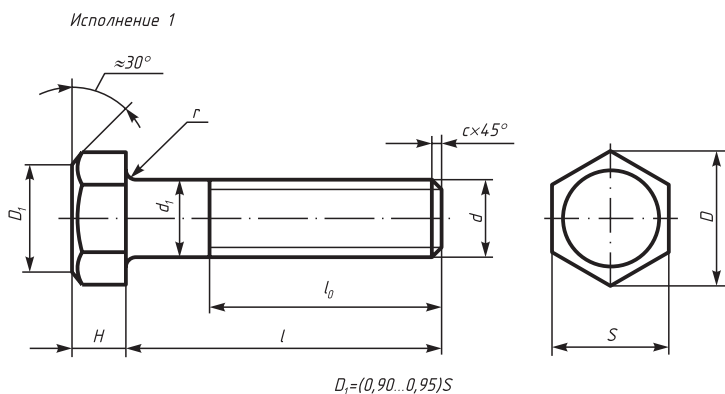


Рис. 8.22

торца на конус (этот элемент называют фаской). Фаску выполняют и на стержне для удобства нарезания резьбы и устранения непрочной части крайнего витка. Указанные фаски на рис. 8.22 заданы диаметром D_1 и углом 30° на головке и обозначением $c \times 45^\circ$ на стержне (c — величина фаски, обычно равна шагу p резьбы). Обозначение диаметра d на рис. 8.22 на чертежах болтов заменяют на обозначение резьбы.

Обычно болты применяются для соединения деталей не очень большой толщины (фланцев и др.) и при необходимости частого соединения и разъединения деталей по условиям их эксплуатации.

Выпускаемые промышленностью болты различают по форме и размерам головки, по форме стержня, по шагу резьбы, по характеру исполнения, по точности изготовления.

В зависимости от назначения и условий работы болты выполняют с шестигранными, полукруглыми и потайными головками. На различные формы болтов разработаны и утверждены свои стандарты.

Болты с шестигранными головками получили наибольшее распространение. Их изготавливают нормальной, повышенной и грубой точности, они имеют от трех до пяти вариантов исполнения. Вариант исполнения 1 приведен на рис. 8.22 Эти болты стандартизованы в ГОСТ 7798–70. Обычно их рекомендуют использовать и в учебном процессе.

Стандартное условное обозначение болта, которое записывают в технической документации и применяют в литературе, содержит основные конструктивные размеры. Например, запись «Болт М12×60 ГОСТ 7798–70» обозначает, что болт имеет метрическую резьбу диаметром 12 мм с крупным шагом, длину стержня 60 мм, головку шестигранную, исполнение 1. Изображение болта такой же конструкции в соединении с другими деталями, с диаметром резьбы 36 мм с крупным шагом и длиной стержня 120 мм — см. рис. 8.21.

Гайка — деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку (рис. 8.23). Гайки различают: по форме наружной поверхности; по виду исполнения; по типу резьбы; по точности изготовления.

По форме наружной поверхности гайки выполняют шестигранными, шестигранными прорезными, корончатыми, круглыми, барашковыми и др. По высоте шестигранные гайки различают нормальной высоты, низкие, высокие и особо высокие. Кроме того,

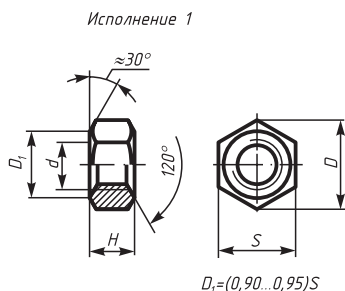


Рис. 8.23

гайки выпускают с уменьшенным размером «под ключ». Гайки изготавливают нормальной, повышенной и грубой точности.

По виду резьбы гайки различают с метрической резьбой с крупным или мелким шагом.

Фаску выполняют для срезания острых кромок углов шестигранной призмы, которые могут служить причиной порезов.

Выбор типа гайки зависит от назначения конструкции и условий работы.

Условное обозначение гайки содержит размер резьбы и номер стандарта, устанавливающего конструкцию. Например, запись «Гайка М12 ГОСТ 5915–70» обозначает, что гайка имеет диаметр метрической резьбы 12 мм с крупным шагом, шестигранная, нормальной точности. Изображение гайки с метрической резьбой диаметром 36 мм в соединении с другими деталями — см. рис. 8.21.

На чертежах сборочных единиц стандартами допускается шестигранные гайки и головки болтов с фасками изображать без фасок. Эти изображения менее трудоемки, но и менее наглядны. Поэтому в выполняемых в учебном процессе чертежах их обычно не применяют. При указанном упрощенном изображении о наличии фасок судят по обозначению гайки или болта.

Шайба — деталь, закладываемая под гайку или головку болта (винта) и предназначенная для передачи и распределения усилий на соединяемые детали или для предотвращения их самоотвинчивания (стопорения). Чертеж стандартных круглых шайб с обозначениями основных размеров приведен на рис. 8.24.

Шайбы разделяются на шайбы круглые, пружинные, стопорные и др.

Шайбы круглые имеют несколько видов: шайбы обычные нормального ряда по ГОСТ 11371–78, шайбы увеличенные, шайбы

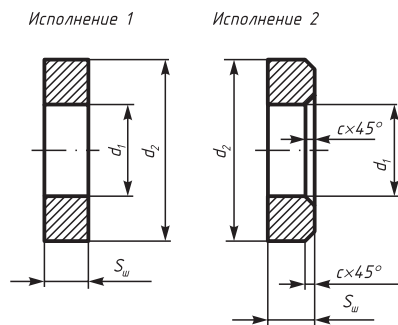


Рис. 8.24

уменьшенные. Шайбы нормального ряда имеют два исполнения: исполнение 1 без фаски, исполнение 2 с фасками (см. рис. 8.24).

Пример условного обозначения шайбы для крепежной детали исполнения 1, диаметром 12 мм, установленной толщины, из материала группы 01, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Шайба 12.01.019 ГОСТ 11371–78.

Для аналогичной шайбы, но исполнения 2 обозначение будет:

Шайба 2.12.01.019 ГОСТ 11371–78.

Шайбы пружинные (ГОСТ 6402–70) предохраняют гайку от самоотвинчивания при толчках и сотрясениях (рис. 8.25).

Пружинные шайбы разделяются на типы: легкие (Л), нормальные (Н), тяжелые (Т) и особо тяжелые (ОТ).

Условное обозначение пружинных шайб после диаметра резьбы содержит обозначение типа (обозначение «Н» не указывают). Например, запись «Шайба пружинная 12 ГОСТ 6402–70» обозначает, что шайба пружинная, нормальная, для винта диаметром 12 мм.

Разработка чертежа болтового соединения. Чертеж болтового соединения (см. рис. 8.20) обычно разрабатывают исходя из заданного диаметра резьбы и толщины B_1 и B_2 соединяемых деталей. При этом длину l болта рассчитывают по формуле (рис. 8.26):

$$l = B_2 + B_1 + S_{\text{ш}} + H + a + c \text{ или } l = B_2 + B_1 + S_{\text{ш}} + (2 \dots 2,5)S,$$

где B_2 и B_1 — толщина деталей; $S_{\text{ш}}$ — толщина шайбы; H — высота гайки; a — запас резьбы, принимаемый $(1 \dots 1,5)S$; c — высота фаски, обычно равная s , или по ориентировочной формуле

$$l \cong B_1 + B_2 + 1,3d.$$

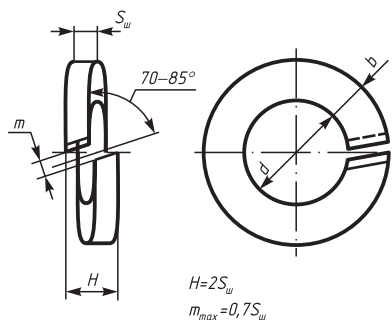


Рис. 8.25

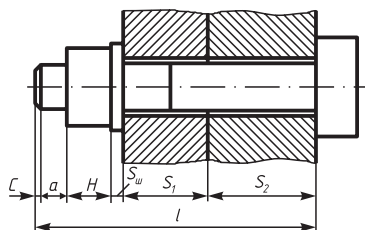


Рис. 8.26

Устанавливают в соответствии со стандартом длину l болта (по таблицам) и длину l_0 нарезанной части, мм:

$$l_0 \geq l - (B_1 + B_2) - 5.$$

Диаметр отверстия под болт обычно принимают на 1 мм больше, чем диаметр стержня болта.

Пример. Задано: $d = 36$ мм; $B_1 + B_2 = 50 + 60$ мм. Для резьбы диаметром 36 мм находим по таблицам шаг $p = 4$ мм, высоту гайки $H = 29$ мм, толщину шайбы $S_{ш} = 6$ мм.

Длина болта l , мм:

$$l \geq 50 + 60 + 6 + 29 + (2 \dots 2,5) \times 4 = 153 \dots 155$$

или

$$l \geq 50 + 60 + 1,3 \times 36 \approx 157.$$

По ГОСТ 7798–70 принимаем $l = 160$ мм.

Длина нарезанной части l_0 , мм:

$$l_0 \geq 160 - (50 + 60) - 5 = 45.$$

По ГОСТ 7798–70 принимаем $l_0 = 78$ мм.

На чертеже болтового соединения (см. рис. 8.20) наносят: диаметр резьбы болта, длину болта и длину нарезанной части, диаметр окружности, описанной вокруг шестигранника гайки, размер под ключ.

В некоторых случаях на учебных чертежах изображение болтового соединения строят по относительным размерам, являющимся функциями диаметра резьбы (рис. 8.27, а) и округляемыми при расчетах до целых чисел. Эти относительные размеры используют только для построения изображения, и на чертежах их не указывают.

На рис. 8.27, б дано упрощенное изображение болтового соединения. На нем не даны фаски, зазоры между болтом и отверстием,

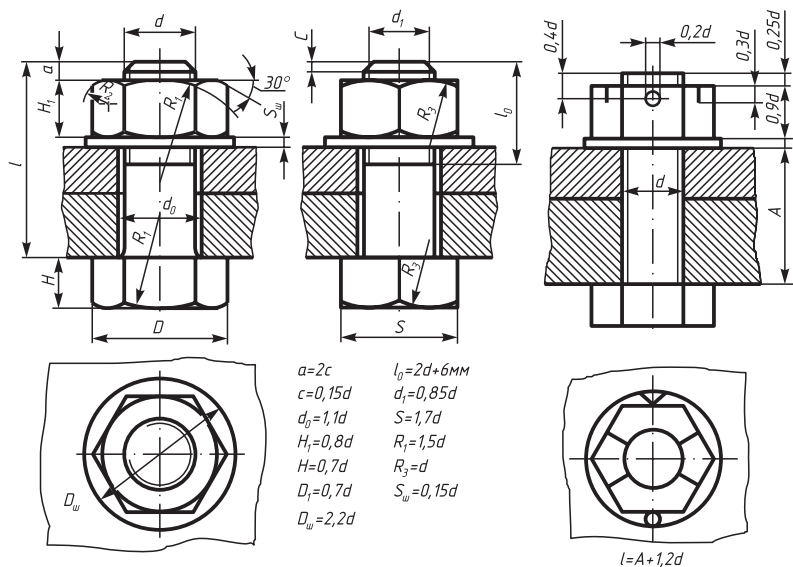


Рис. 8.27

резьба показана на всей длине болта, на виде сверху не показан внутренний диаметр резьбы, корончатая гайка изображена, как и прорезная. На рис. 8.27, б дана формула для определения длины болта по заданной толщине A скрепляемых деталей.

Винты. По назначению винты для металла разделяют на крепежные (соединительные) и установочные.

Крепежный винт — деталь, которая служит для разъемного соединения и представляет собой цилиндрический стержень с резьбой для ввинчивания в одну из соединительных деталей и головкой различной формы под ключ или с прорезью под отвертку. Чертежи винтов с различной формой головки с прорезью под отвертку приведены на рис. 8.28: цилиндрическая (а), полукруглая (б), потайная (в) и полупотайная (г).

Крепежные винты применяют при сборке машин и механизмов, когда к основной детали крепится вспомогательная, например крышка к корпусу редуктора, шпонка к валу, панель к шасси или корпусу и т.д. Винты с потайной и полупотайной (конической) головками часто применяют вместо болтов, когда выступающие головки мешают работе механизма.

Установочные винты отличаются от крепежных тем, что имеют нажимной конец специальной формы (плоский, конический, сфе-

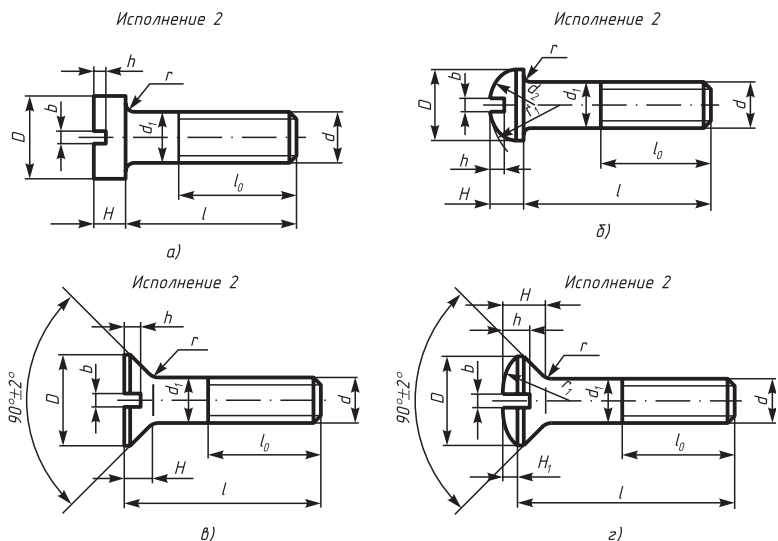


Рис. 8.28

рический), входящий в специальное углубление сопряженной детали.

При сборке приборов, машин установочные винты применяют для фиксирования одной детали относительно другой.

Стандарт устанавливает для винтов четыре варианта исполнения с определенной длиной нарезанной части в зависимости от диаметра и длины винта. Винты изготавливают с метрической резьбой с крупным и мелким шагом.

Пример условных обозначений винтов: «Винт $M12 \times 50$ ГОСТ 17473–80» (винт соединительный с полукруглой головкой, исполнение 1, нормальной точности, с диаметром резьбы 12 мм, с крупным шагом, длиной стержня 50 мм) или «Винт $M12 \times 1,25$ ГОСТ 17473–80» (винт с полукруглой головкой, исполнение 2, нормальной точности, с диаметром 12 мм, с мелким шагом резьбы, равным 1,25 мм).

Винтовые соединения. Варианты конструктивного расположения головок винтов относительно привинчиваемой детали достаточно разнообразны. Некоторые типовые примеры из них приведены на рис. 8.29. В конструкциях на рис. 8.29, а, б, в винт предотвращается от самоотвинчивания пружинной шайбой, располагаемой под цилиндрической или сферической головкой. В конструкциях г и д

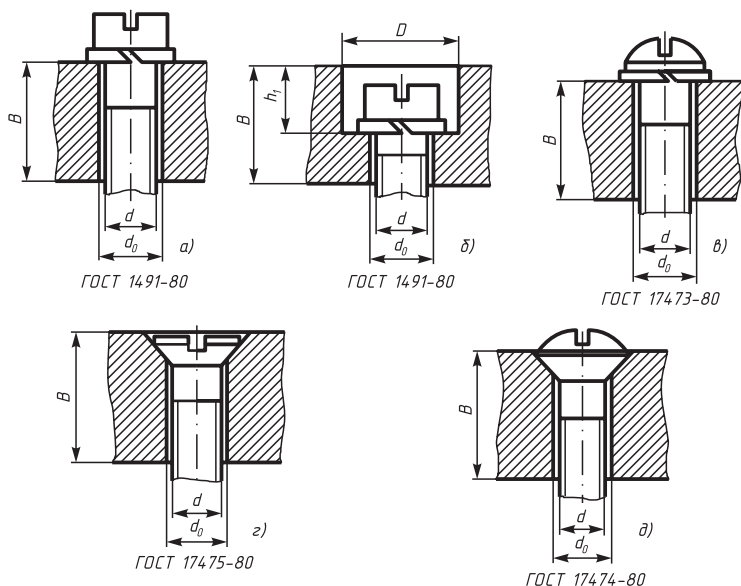


Рис. 8.29

винтов с потайной и полупотайной головками такого стопорения не предусмотрено.

Примеры винтовых соединений деталей одинаковой толщины приведены на рис. 8.30. Оба винта с цилиндрической головкой (в) и с конической (потайной) головкой (г) имеют одинаковую резьбу диаметром 16 мм. Слева от винтовых соединений на рис. 8.30, б показаны операционные технологические эскизы на сверление отверстия под резьбу и на обработку резьбы.

Разработка винтового соединения и отображение на чертеже. Винтовое соединение (см. рис. 8.30) разрабатывают исходя из заданного диаметра резьбы, толщины B привинчиваемой детали, марки материала детали с резьбовым гнездом и принимаемого типа головки и ее расположения относительно привинчиваемой детали (см., например, рис. 8.29).

Выписывают из соответствующих стандартов шаг p резьбы, размеры диаметра D и высоты H головки, радиус r под головкой, ширину b и глубину h шлица, радиус головки (для полукруглой), наносят эти размеры на эскизе.

Определяют (рис. 8.31):

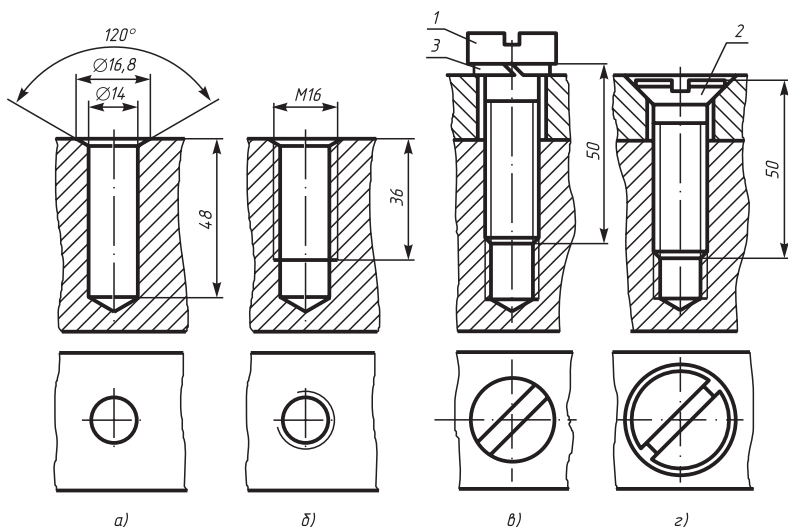


Рис. 8.30

- глубину L завинчивания винта в зависимости от материала детали с резьбовым гнездом — для стали и бронзы $L = d$, для чугуна $L = 1,25d$, для алюминия $L = 2d$;
- глубину l_1 резьбы с полным профилем (см. рис. 8.4, д), мм:

$$l_1 = L + 2p;$$

- глубину l_r сверления гнезда под резьбу (см. рис. 8.4), мм:

$$l_r = L + 6p = l_1 + 4p;$$

- длину l винта, мм:

$$l = B + L + S_{ш}$$

или (рис. 8.29, б)

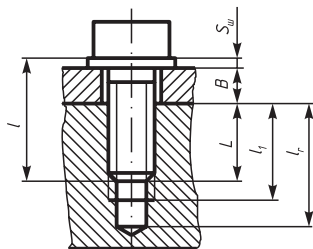


Рис. 8.31

$$l = (B - h_1) + L + S_{\text{ш}};$$

номинальный диаметр d_1 отверстия под нарезание резьбы, мм:

$$d_1 = d - p \quad \text{для } p = 0,5 \dots 2 \text{ мм};$$

$$d_1 = d - p - 0,1 \quad \text{для } p = 2,5 \dots 4,5 \text{ мм};$$

$$d_1 = d - p - 0,2 \quad \text{для } p = 5 \dots 6 \text{ мм};$$

диаметр d_0 сквозного отверстия в привинчиваемой детали, обычно для винтов

$$d_0 \approx d + 0,5 \text{ мм.}$$

Оформляют чертеж, например, по типу, приведенному на рис. 8.30; при этом зазор между винтом и стенкой сквозного отверстия чертят увеличенным.

Пример. Задание: разработать винтовое соединение по типу, приведенному на рис. 8.29, б, для винта с резьбой М16: $B = 40$ мм, $D = 25$ мм, $h_1 = 12$ мм, материал детали с резьбовым гнездом — сталь.

Выписываем из таблиц: для винта с резьбой М16: шаг $p = 2$ мм, диаметр головки $D = 24$ мм, ширина $b = 4$ мм и глубина $h = 4$ мм шлица, высота головки $H = 9$ мм, радиус $r = 1,6$ мм; для шайбы пружинной диаметр $d = 16,3$, толщина $S_{\text{ш}} = b = 4$ мм.

Определяем:

- глубину L завинчивания в стальное гнездо: $L = d = 16$ мм;
- глубину l_{Γ} сверления гнезда:

$$l_{\Gamma} = L + 6p = 16 + 6 \times 2 = 28 \text{ мм};$$

- длину l винта:

$$l = (B - h_1) + L + S_{\text{ш}} = (40 - 12) + 16 + 4 = 48 \text{ мм};$$

- устанавливаем по таблицам стандартную длину $l = 50$ мм;
- уточняем глубину сверления гнезда $l_{\Gamma} = 30$ мм;
- длину нарезанной части $l_0 > L = 16$, $l_0 = 38$ мм;
- номинальный диаметр d_1 отверстия под нарезание резьбы для $p = 2$ мм:

$$d_1 = d - p = 16 - 2 = 14 \text{ мм};$$

- диаметр d_0 сквозного отверстия:

$$d_0 \approx d + 0,5 = 16 + 0,5 = 16,5 \text{ мм};$$

- диаметр фаски $1,05d = 1,05 \times 16 = 16,8$ мм.

Выбранный винт М16 × 50 ГОСТ 1491–80.

Шпилечное соединение. Если в одной из соединяемых деталей невозможно выполнить сквозное отверстие, применяют шпилечное соединение (рис. 8.32). В детали, в которую потом ввинчивают шпильку, сверлят отверстие длиной L :

$$L = l_1 + 2p + a,$$

где $l_1 + 2p$ — длина резьбы полного профиля, равная сумме длин ввинчиваемого конца шпильки l_1 и запаса резьбы в отверстии, равного двум шагам p резьбы шпильки; a — размер недореза, включающий длину сбег резьбы x и длину гладкого цилиндрического отверстия (по ГОСТ 10549–80).

В шпилечном соединении шпилька ввинчивается в деталь на всю длину резьбового конца, включая и сбег резьбы. Длину l шпильки (без ввинчиваемого конца) определяют по формуле

$$l \geq H + S + m + a,$$

где H — толщина скрепляемой детали, мм.

Соединения частей трубопроводов (фитинги). Соединительные части трубопроводов предназначены для соединения водо- и га-

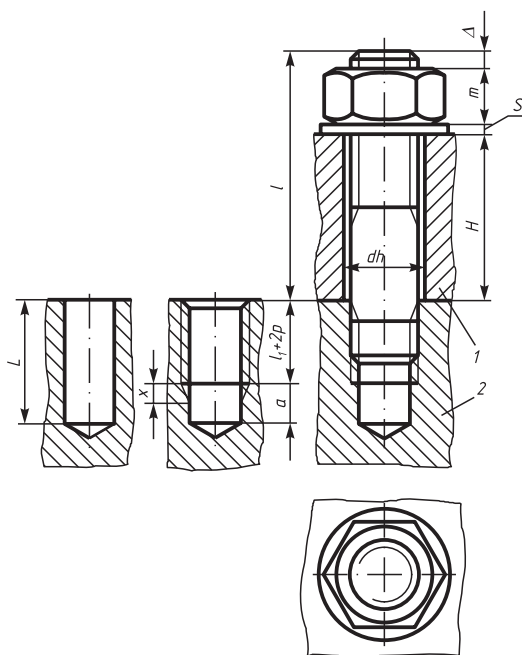


Рис. 8.32

зопроводных труб с применением уплотнения в системах отопления, водопроводных, газопроводных и других в условиях неагрессивных сред (вода, насыщенный водяной пар, горючий газ и др.). Температура проводимой среды при этом не должна быть выше 175°С при условном давлении (1–1,5 МПа) (~10...16 кгс/см²).

Используемые при этом основные детали показаны на рис. 8.33. Они стандартизованы в диапазоне *условных проходов* от 1/4 до 2 1/2 дюйма. Угольники (*а*) изготавливают с углом 90 и 45° с внутренней резьбой и с наружной и внутренней резьбой. Тройники изготавливают прямые (с одинаковой резьбой) и переходные с одним или двумя (*б*) переходами. Кресты (крестовины) также выпус-

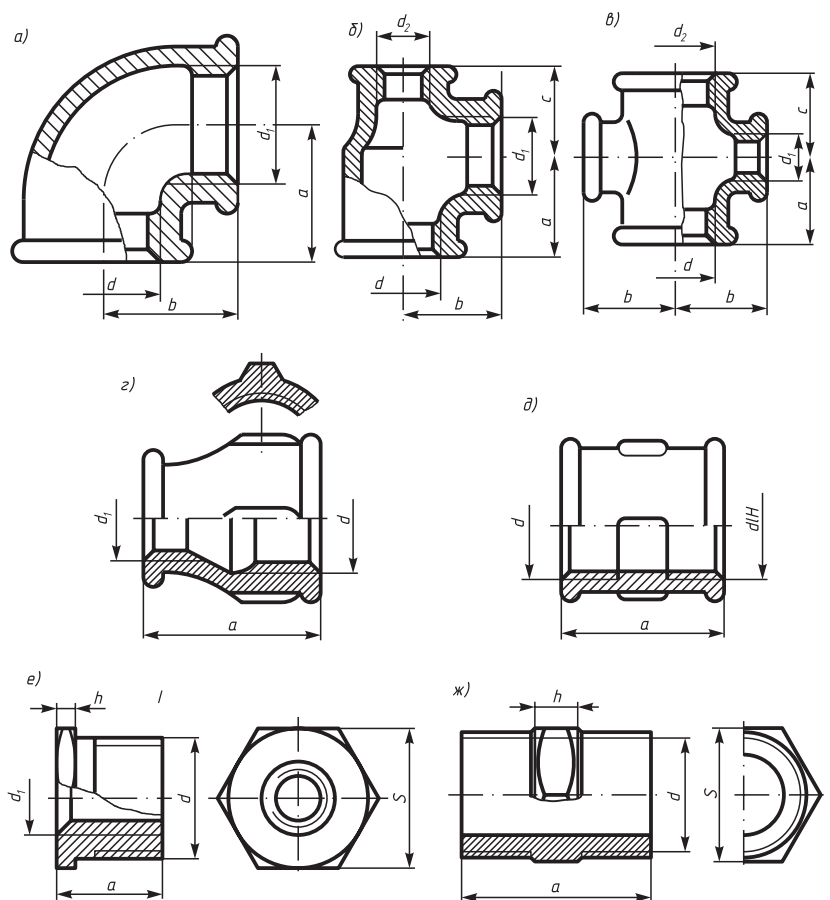


Рис. 8.33

кают прямыми, переходными с одним или двумя (θ) переходами. Муфты изготавливают короткими, длинными, переходными (θ) и компенсирующими (ε). Футорки (e) и ниппель двойной ($жс$) выпускают практически с одного конструктивного исполнения. Соединение трубы с фитингом (угольником) приведено на рис. 8.34.

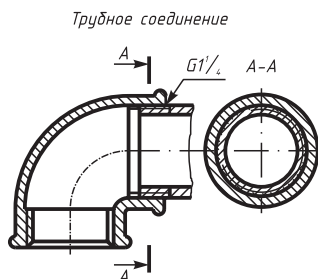


Рис. 8.34

Соединения с накидными гайками. Варианты конструкций соединений с накидными гайками приведены на рис. 8.35, 8.36. В конструкции на рис. 8.35 штекерный разъем 3 закреплен в корпусе 1 накидной гайкой 2 . Затягивание гайки осуществляется вручную, для чего на наружной цилиндрической поверхности гайки выполнены сетчатые рифления. В конструкции на рис. 8.36 трубопровод 3 из пластичного материала, например медный, присоединен к штуцеру 1 с помощью накидной гайки 2 . Контактные поверхности A , B , B — конические, что обеспечивает хорошую герметичность соединения. Между трубкой 3 и вращающейся при затягивании гайкой 2 прокладывают ниппель 4 для предохранения от повреждения поверхности трубки из более прочного материала, чем материал трубки. В конструкции на рис. 8.37 приведена разновидность разборного вакуумного соединения медной трубки (штенге-

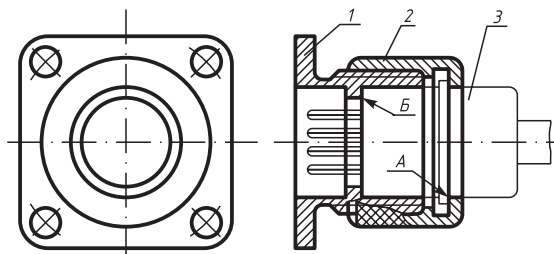


Рис. 8.35

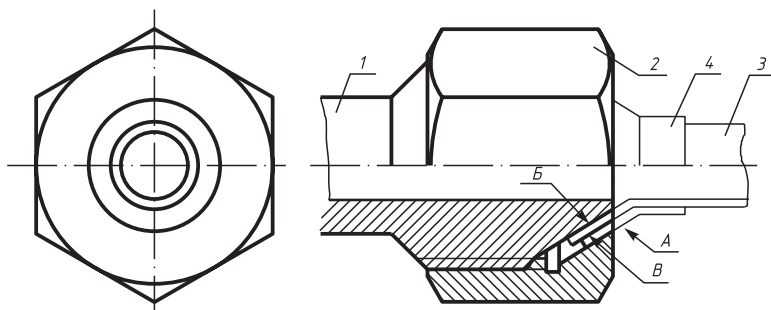


Рис. 8.36

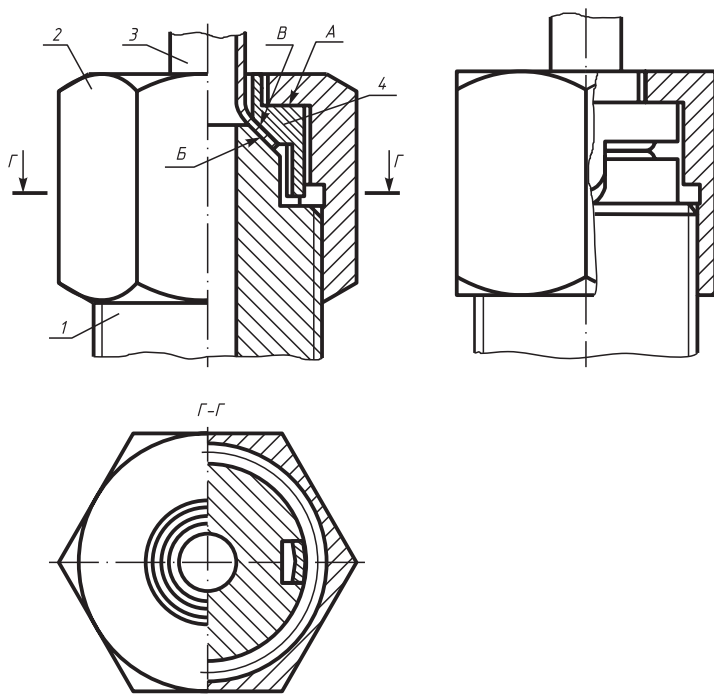


Рис. 8.37

ля) 3 с корпусом 1. Такая конструкция имеет очень высокую герметичность (вакуумную плотность) и применяется для подсоединения электровакуумных приборов к вакуумной системе при откачке газов из внутренней полости приборов. В этой конструкции гайка 2 при затягивании создает на поверхности А шайбы 4 большой крутящий момент трения. Для предотвращения провор-

та шайбы 4, трубки 3 и соединенного с ней прибора относительно корпуса 1 на шайбе 4 выполняют два выступа, которые входят в пазы на корпусе 1. Их форма видна на виде слева, на котором в разрезе показана только гайка.

Во всех рассмотренных конструкциях накидная гайка 2, вращаясь по резьбе относительно неподвижной детали 1, перемещается вдоль оси. При этом движении она поверхностью А прижимает закрепленную деталь 3 к поверхности Б неподвижной детали 1. Этот прижим в случае применения промежуточной детали 4 (см. рис. 8.35, 8.36) осуществляется через промежуточную контактную поверхность В.

В изображениях соединений на рис. 8.34, 8.35 применена допускаемая стандартом условность: присоединяемые детали 3, 4, не входящие в конструкцию данного устройства с накидной гайкой, показаны сплошной тонкой линией, применяемой для изображения пограничных деталей («обстановка»).

9. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ. ДЕТАЛИ СО СТАНДАРТНЫМИ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ

9.1. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Чертеж детали. Под чертежом детали понимают конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Наряду с изображениями формы всех элементов детали и их размерами рабочий чертеж в общем случае содержит также следующие данные:

- предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей, правила указаний которых установлены в ГОСТ 2.307–68 и ГОСТ 2.308–79;
- обозначения шероховатости поверхностей, установленные ГОСТ 2.309–73;
- обозначения покрытий, термической и других видов обработки, установленные ГОСТ 2.310–68;
- текстовую часть, состоящую из технических требований и технических характеристик; надписи и таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, контрольными комплексами, условными обозначениями, правила нанесения которых установлены в ГОСТ 2.316–68.

Указанные данные на чертеже деталей наносят после изучения курсов деталей машин и приборов, основ взаимозаменяемости, технических измерений и стандартизации, основ технологии. Поэтому в начертательной геометрии и инженерной графике изучают в основном правила выполнения чертежей деталей, относящиеся к изображению их формы на чертеже и нанесению номинальных размеров. Кроме того, указываются некоторые правила по обозначению предельных отклонений размеров, формы и расположения поверхностей, нанесения надписей, обозначения покрытий, видов обработки. Рассмотрим некоторые правила выполнения чертежей деталей, установленные в ГОСТ 2.109–73, с учетом специфики учебного процесса.

Рабочие чертежи разрабатывают на каждую деталь. Допускается не выпускать чертежи на детали, изготавливаемые из фасонного или сортового материала отрезкой под прямым углом и из лис-

того материала резкой по окружности или по периметру прямоугольника без последующей обработки, а также в некоторых других случаях, установленных стандартом.

Выбор числа изображений. Количество изображений предмета, в том числе и детали на чертеже или эскизе, должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных соответствующих стандартных обозначений, знаков и надписей.

Для деталей типа тел вращения достаточно одного изображения (рис. 9.1) на плоскости проекций, параллельной оси тела: вида (рис. 9.1, *а, з*), разреза (рис. 9.1, *б, в*) с указанием знаков \varnothing (окружность, перечеркиваемая под углом 60°) перед размерными числами диаметров. Одно изображения достаточно также для деталей типа валов, втулок с резьбой с обозначением резьбы.

Для деталей типа тел вращения с различными конструктивными элементами, например отверстиями, срезами, пазами, главное изображение дополняют одним или несколькими видами, разрезами, сечениями, которые выявляют форму этих элементов, а также выносными элементами (рис. 9.2, *а, б, в*).

Для тонких плоских деталей любой формы достаточно одного изображения. Толщину материала указывают на выносной полочке с указанием символа *s* толщины перед ее цифровым обозначением (рис. 9.3).

Выбор главного изображения детали. Главное изображение детали выбирают с учетом технологии ее изготовления. Если в процес-

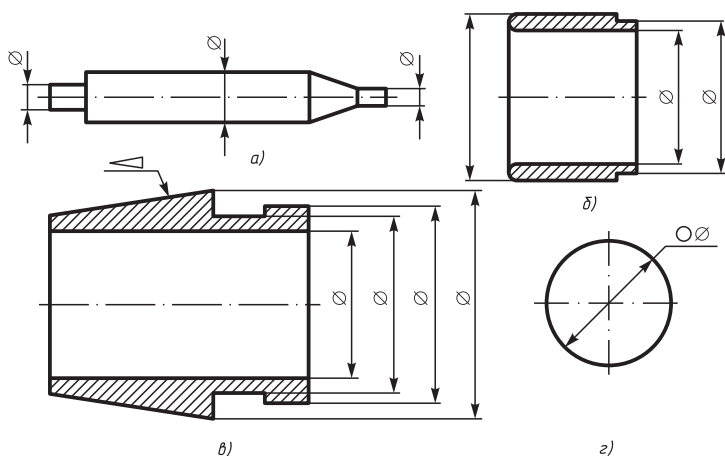


Рис. 9.1

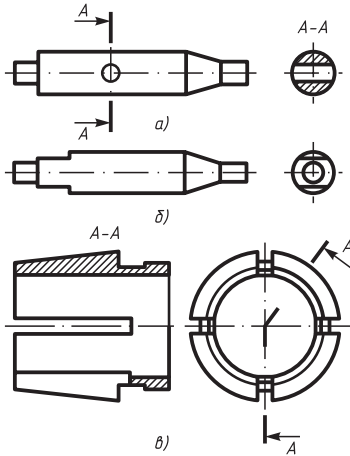


Рис. 9.2

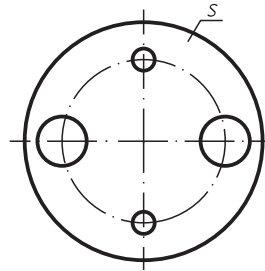


Рис. 9.3

се изготовления детали одно из ее положений заведомо является преобладающим, то на главном изображении деталь рекомендуется показывать в этом положении. Планки, линейки, валики, оси и т.п. рекомендуется располагать на чертеже горизонтально, а корпусы, кронштейны и т.п. — основанием вниз.

Например, на рис. 5.44 изображен кронштейн с цилиндрическим основанием диаметром 50 мм. Главное изображение — фронтальный разрез вдоль плоскости симметрии детали — наиболее полно выявляет ее внутреннюю форму. Для полного представления конструкции детали требуется пять изображений. Другой пример — кронштейн механизма перестройки частоты на рис. 9.4. Главное изображение — наиболее информативное, кронштейн на нем изображен основанием вниз.

Если деталь сложной конструкции в процессе изготовления не имеет заведомо преобладающего положения, то за главное изображение таких деталей принимают их расположение в готовом изделии.

Примеры главных изображений деталей с горизонтальной осью см. на рис. 9.1, 9.2. Для деталей типа шкивов, колес, шестерен главным изображением является фронтальный разрез. Его обычно выполняют полностью, что облегчает нанесение размеров. Фронтальный разрез выявляет и внешние очертания детали, поэтому вида спереди не требуется.

Детали типа винтов, болтов, валиков изготавливают на токарных станках или автоматах. Ось их при обработке горизонтальна. При изображении таких деталей на чертеже учитывают также по-

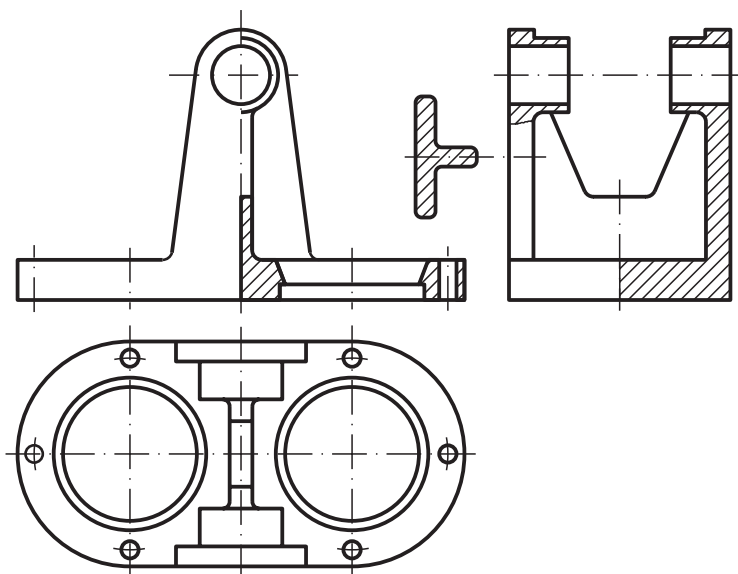


Рис. 9.4

ложение, в котором выполняют наибольший объем работ по изготовлению детали, т.е. выполняют наибольшее число переходов (переход — обработка одной элементарной поверхности).

Выбор формата и планировки чертежа. Формат чертежа или эскиза выбирают в зависимости от сложности и размеров детали с учетом возможности как увеличения изображения по сравнению с натурой для сложных и мелких, так и уменьшения для простых по форме и крупных деталей. Изображения на чертеже должны обеспечивать ясность всех элементов детали. Для мелких элементов детали используют выносные элементы. Прежде чем выбрать формат чертежа, тщательно анализируют форму детали и определяют количество необходимых изображений. Выполняют это осмотром детали при эскизировании с натурой или мысленным представлением ее формы по чертежу сборочной единицы при детализации. На предварительно выбранном формате выполняют черновик планировки чертежа, на котором чертят от руки осевые линии и габаритные контуры всех необходимых изображений, штрихуют намеченные разрезы, отмечают зоны для нанесения размеров. Анализируют намеченную планировку с целью выявления возможности уменьшения формата чертежа за счет уменьшения занимаемой площади простыми симметричными изображениями — видами слева, справа, сверху, снизу — путем выполнения

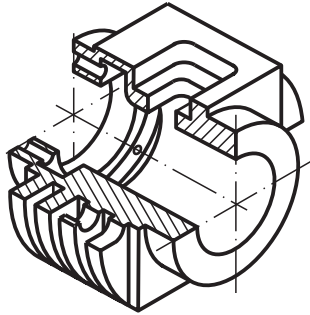


Рис. 9.5

только половины этих изображений без снижения ясности чертежа. При таком анализе учитывают также возможность изменения масштаба как всех изображений, так и отдельных из них как в сторону уменьшения изображений, так и в сторону увеличения. По результатам анализа принимают окончательное решение о выбранном формате.

Пример планировки чертежа для детали, показанной на рис. 9.5, приведен на рис. 9.6. Поле *P* между изображениями оставлено для

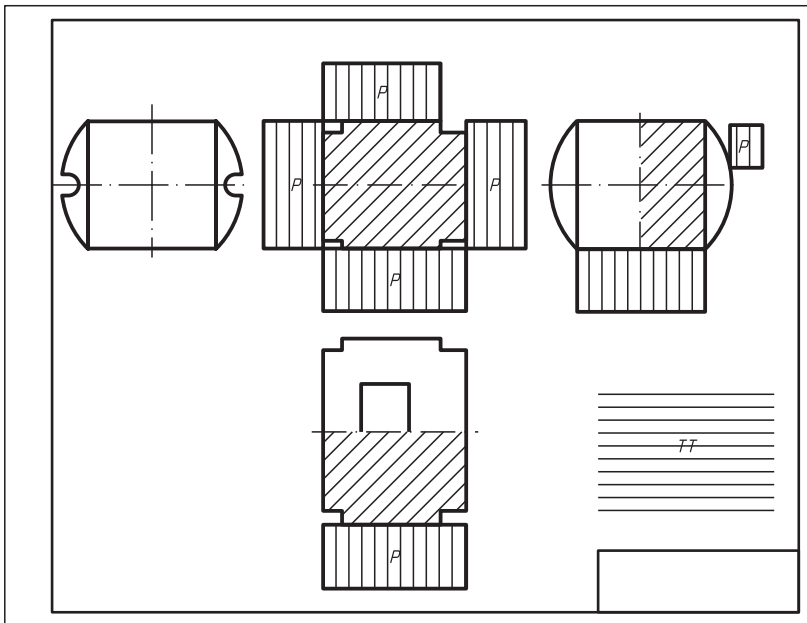


Рис. 9.6

нанесения размеров, поле *ТТ* над основной надписью — для технических требований. Некоторое уменьшение площади и трудоемкости чертежа можно обеспечить за счет изображения половины видов слева и справа. Однако это не позволяет уменьшить формат в два раза, поэтому виды справа и слева оставлены полными.

Рассмотрим чертежи деталей по сложившейся их классификации — стандартных деталей, деталей со стандартными изображениями и оригинальных деталей.

9.2. ИЗОБРАЖЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Номенклатура стандартных деталей достаточно широка — от различных типов крепежных деталей до деталей специальных приспособлений. Некоторые из них рассмотрены выше — болты, винты, шпильки, шайбы, гайки, фитинги. Это будет учтено при дальнейшем изложении.

Рым-болты используют для подъема, опускания или удержания на весу изделий при монтажных и такелажных работах. Размеры рым-болтов и резьбовых гнезд под них приведены на рис. 9.7. Материал — сталь 20 или сталь 25, способ изготовления — штамповка. Пример условного обозначения рым-болта с резьбой М10 без покрытия: *Рым-болт М10 ГОСТ...*

Грузоподъемность (кг) на один рым-болт определяется тремя значениями: при направлении строп по вертикальной оси, под углом 45° к вертикальной оси рым-болта в плоскости кольца и с отклонением от плоскости кольца. Например, для М10 — 200, 150, 65 кг.

Гайки колпачковые (рис. 9.8) представляют из себя обычные шестигранные гайки с глухим резьбовым гнездом, имеющим сна-

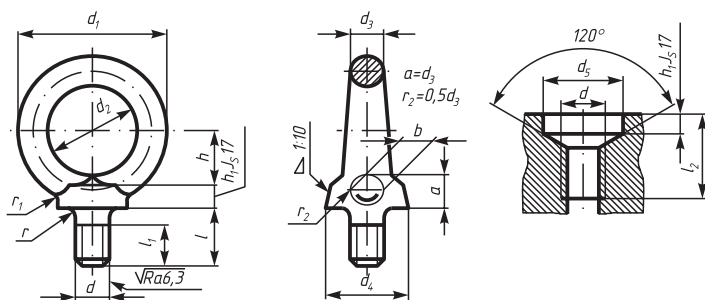


Рис. 9.7

ружи полусферическую оболочку, прикрывающую выступающий конец винта с резьбой.

Гайки-барашки (рис. 9.9) предназначены для периодического завинчивания и отвинчивания от руки. Их изготавливают, как колпачковые гайки, двух исполнений: обычные и с отверстиями под стопорный (или крепежный) элемент, например мягкую проволоку.

Гайки круглые. Размеры круглых гаек приведены на рис. 9.10: *a* — шлицевых; *b* — со шлицем на торце; *в* — с радиально расположенными отверстиями под ключ; *г* — с отверстиями на торце под ключ.

Гайки шлицевые точности *A* и *B* выпускают по одному стандарту, его указывают перед размером резьбы. Пример условного обозначения: *Гайка В. М16×1,5. 7Н.06.05 ГОСТ...* — гайка круглая шлицевая

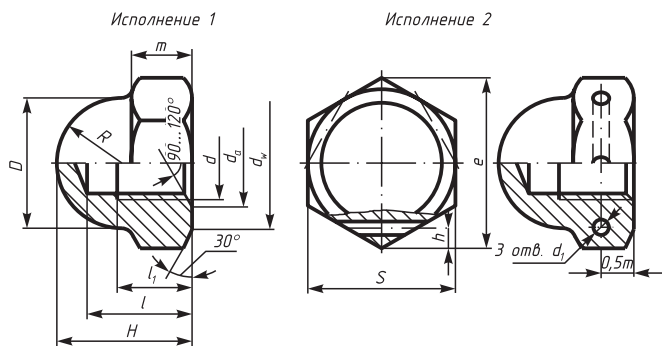


Рис. 9.8

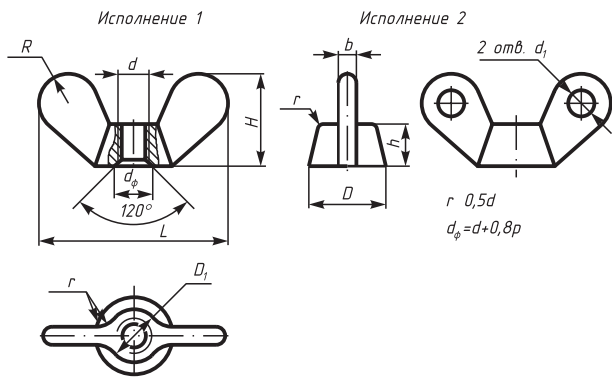


Рис. 9.9

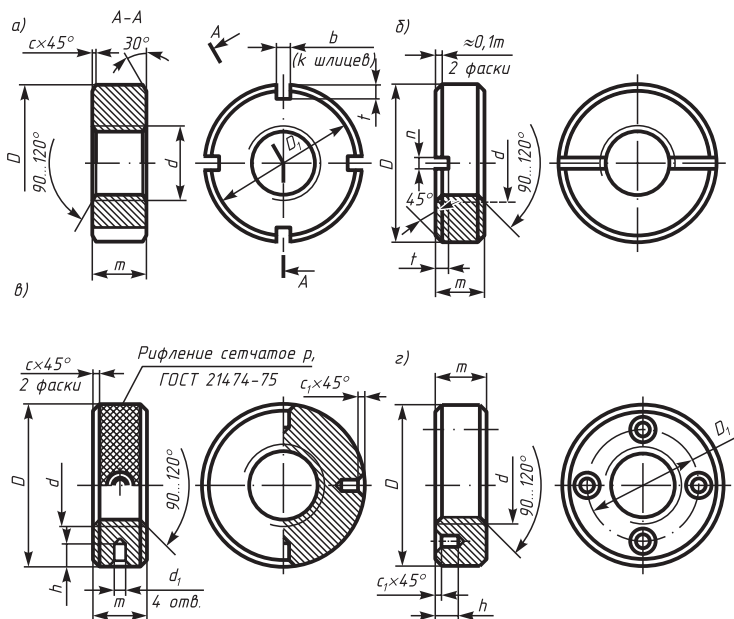


Рис. 9.10

вая класса точности B , с диаметром резьбы 16 мм, с мелки шагом резьбы 1,5 мм, полем допуска $7H$, с покрытием химическим оксидным, пропитанным маслом.

Стопорные шайбы с зубьями. Наряду с обычными и пружинными шайбами в промышленности широко используют стопорные шайбы с зубьями (рис. 9.11) двух исполнений — насечные (исполнение 1) и вырубные (исполнение 2) с наружными (b и $в$) и внутренними (a) зубьями. Шайбы $в$ используют под винты с потайной или полупотайной головкой с углом 90° . Стандартные шайбы всех типов имеют направление зубьев, обеспечивающее стопорение резьбовых деталей с правой нарезкой.

Шайбы стопорные многолапчатые (рис. 9.12). Шайбы стандартного ряда выпускаются до размера $d_1 = 200$ мм и предназначены для стопорения круглых шлицевых гаек. При сборке внутреннюю отогнутую лапку устанавливают в продольный паз резьбового стержня, а одну из шайб наружных лапок отгибают в шлиц гайки.

Стопорные деформируемые шайбы (рис. 9.13) стандартизованы двух типов — с лапкой (a) и с носком ($б$), нормальные и уменьшенные.

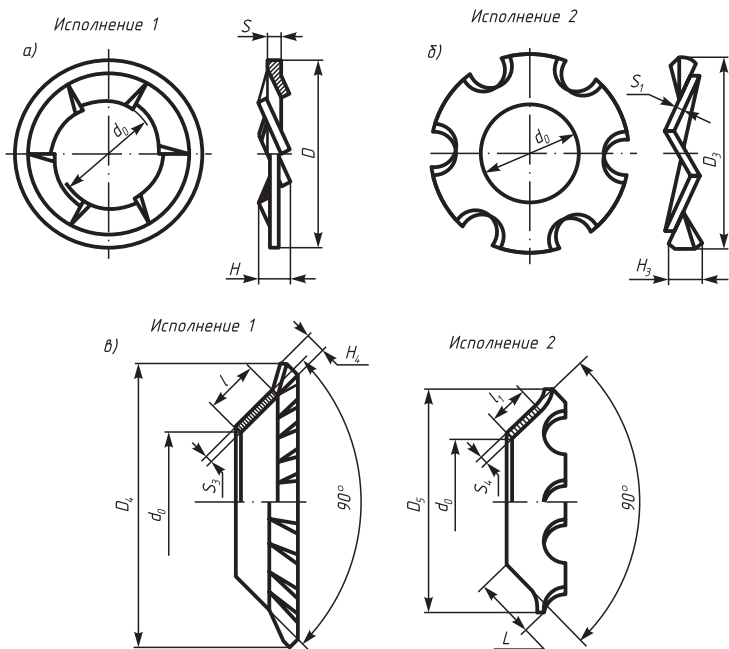


Рис. 9.11

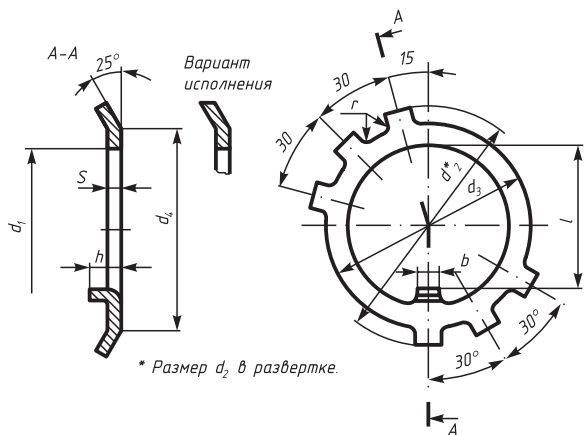


Рис. 9.12

Шайбы с лапкой назначают для конструкций, в которых есть возможность отогнуть длинную лапку за край детали. Шайбы с

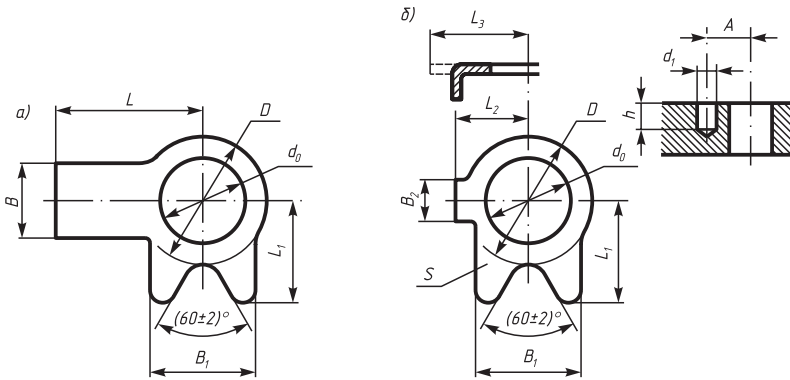


Рис. 9.13

носком используют для конструкций, в которых край детали расположен далеко от отверстия под крепежный элемент. Носок шайбы при сборке вводят в отверстие диаметром d_1 и глубиной h , просверленное в детали. Разрезную лапку отгибают на грани гайки для ее фиксации в выбранном положении.

Шплинты (рис. 9.14) используются для предотвращения самоотвинчивания корончатых и шлицевых гаек и продольной фиксации деталей на гладких валах и осях.

Заклепки применяют для неразъемного соединения деталей, изготовленных из несвариваемых материалов или материалов, не допускающих нагрева при сварке, и др.

Заклепка состоит из стержня и головки (рис. 9.15). Определяющими размерами заклепок являются диаметр d и длина l . Форму заклепки как тела вращения полностью передает одно изображение.

Заклепки изготавливаются с полукруглой головкой (а) и с тайной головкой (б).

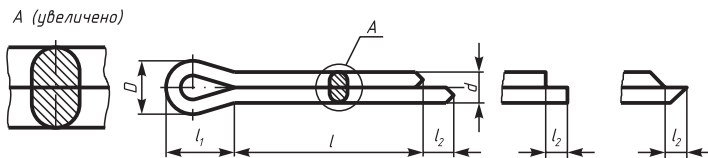


Рис. 9.14

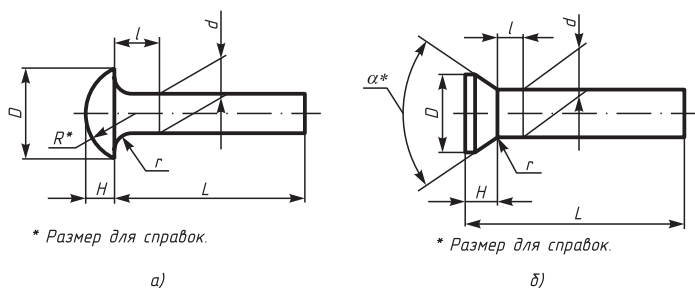


Рис. 9.15

Общие технические требования на заклепки, а также условные обозначения групп и марок материалов, виды и толщины покрытий установлены в ГОСТ 10304–80.

В условном обозначении заклепок на чертежах указывают в следующем порядке: наименование, диаметр, длину, группу материала, марку материала, группу покрытия и номер стандарта на размеры.

На учебных чертежах указывают диаметры и длины заклепки: *Заклепка 5×16 ГОСТ...*

Шпонкой называется деталь, устанавливаемая в пазах соединяемых деталей для предотвращения и относительного перемещения при передаче крутящего момента. Преимущественно применяются при соединении валов со ступицей вращающихся деталей. Наиболее распространены призматические (рис. 9.16) и сегментные (рис. 9.17) шпонки. Сегментные шпонки рекомендованы только для неподвижных соединений.

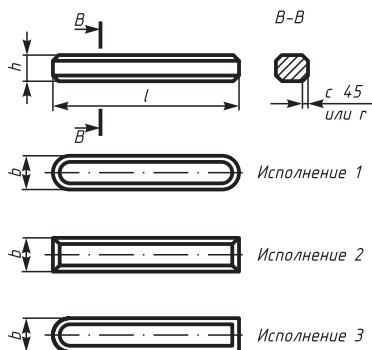


Рис. 9.16

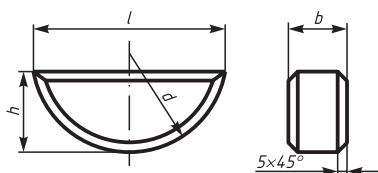


Рис. 9.17

Форму призматической шпонки дают три ее изображения: вид спереди, вид сборку и вид сверху (исполнения 1, 2 и 3). Фаски сняты по всему контуру верхней и нижней граней шпонки.

В условном обозначении призматических шпонок указывают следующее: наименование, вид исполнения (исполнение 1 не указывают), размеры сечения и длину шпонки ($b \times h \times l$), номер стандарта.

Сегментные шпонки имеют форму сегмента круга данной толщины. Форму шпонки дают два вида: вид спереди и вид сбоку. Фаски сняты по всему контуру. В условном обозначении сегментных шпонок указывают наименование, размеры сечения шпонки ($b \times h$) и номер стандарта.

9.3. СТАНДАРТНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ И ИХ ДЕТАЛЕЙ

На ряд деталей или их основных элементов, широко используемых в технике, установлены стандартные изображения. К ним относятся зубчатые колеса и рейки, червячные колеса и червяки, звездочки цепных передач, шкивы ременных передач, элементы трубопроводов, чертежи пружин. Рассмотрим их.

Зубчатые передачи широко используют для передачи и преобразования вращательного движения между валами с параллельными, пересекающимися и скрещивающимися осями. Между параллельными валами зубчатые передачи осуществляют движение цилиндрическими зубчатыми колесами, пример которых с числами зубьев z_1 и z_2 дан на рис. 9.18. На этом рисунке при изображении зубьев допущена условность: часть зубьев не изображена, а по границе их впадин проведена тонкая линия.

Пример изображения зубчатого соединения с двумя парами зубчатых колес с числами зубьев z_1 и z_3 , z_2 и z_4 дан на рис. 9.19. Блок 1 зубчатых колес может перемещаться вдоль оси шлицевого вала и попеременно образовывать с зубчатыми колесами и валом две зубчатые передачи z_1 и z_3 или при перемещении блока влево — z_2 и z_4 .

При выполнении чертежей зубчатых передач применяют условные изображения зубчатых передач и зубчатых колес по ГОСТ 2.402–68. Зубья зубчатых колес вычерчивают только в осевых разрезах и показывают всегда нерассеченными. В остальных случаях зубчатый венец ограничивают поверхностями вершин, которые показывают сплошными основными линиями, в том числе и в зоне зацепления. По впадинам зубьев проводят сплошную тонкую ли-

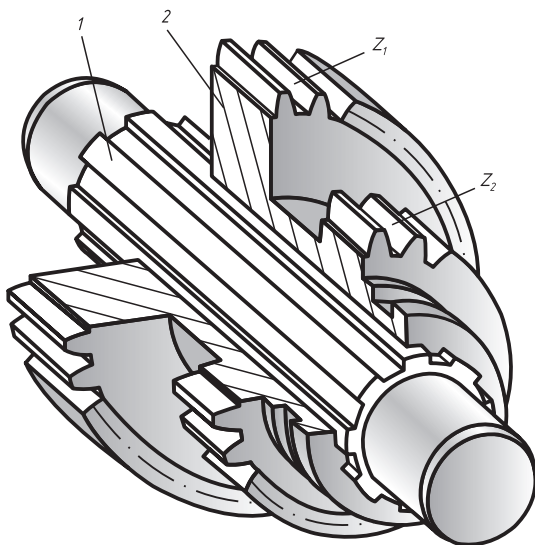


Рис. 9.18

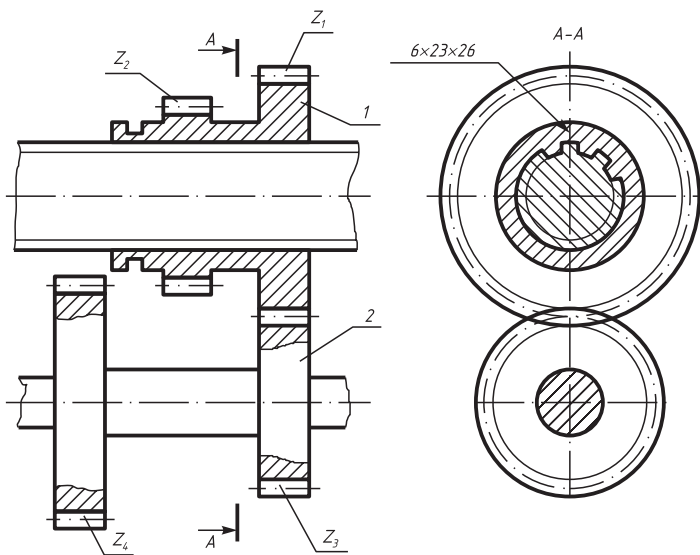


Рис. 9.19

нию. Штрихпунктирной линией изображают начальную окружность, диаметр которой

$$d_{\text{дг}} = m \times z,$$

где m — модуль (линейная величина, в π раз меньшая окружного шага зубьев); z — число зубьев колеса.

Значения модуля стандартизованы.

Диаметр окружности вершин d_a и диаметр окружности впадин d_f можно вычислить по формулам:

$$d_a = d + 2m = m(z + 2);$$

$$d_f = d - 2,5m = m(z - 2,5).$$

Пояснения некоторых новых терминов даны на рис. 9.20 и 9.21.

Вопросы расчета и проектирования зубчатых колес и передач рассматриваются в курсах теории механизмов и машин, деталей машин. После их изучения может осмысленно заполняться таблица параметров, приводимая на чертежах. Приведем основные определения зубчатых зацеплений.

В зубчатой передаче движение передается с помощью зацепления пары зубчатых колес, меньшее из которых называется *шестер-*

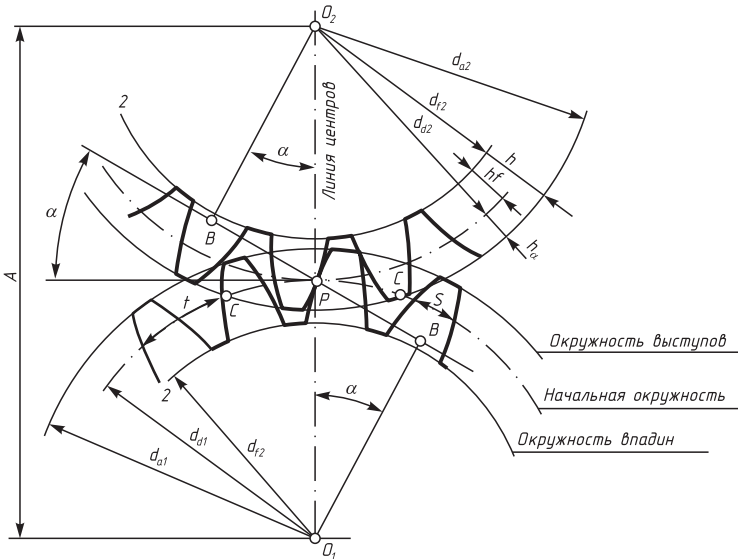


Рис. 9.20

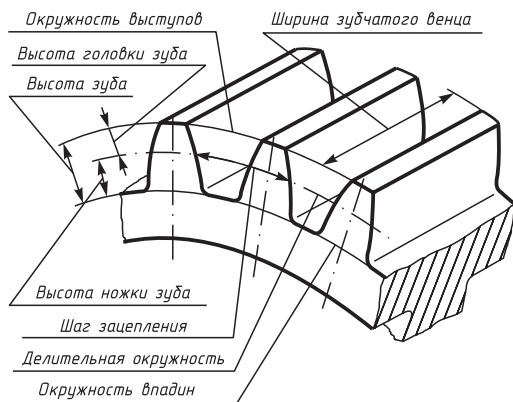


Рис. 9.21

ней, большее — *колесом*. Термин «зубчатое колесо» относится как к шестерне, так и к колесу. Параметры шестерни принято обозначать с индексом 1, параметры колеса — с индексом 2.

Зубчатые передачи подразделяют в зависимости:

- от расположения геометрических осей валов с зубчатыми колесами на *цилиндрические* (при параллельных осях), *конические* (при пересекающихся осях) и *винтовые* (при скрещивающихся осях); *реечную* передачу рассматривают как частный случай цилиндрической зубчатой передачи с колесом, диаметр которого равен бесконечности;
- расположения зубьев на ободе колеса на *прямозубые*, *косозубые*, *шевронные* и с *круговыми зубьями*;
- формы профиля зуба — *эвольвентные*, *циклоидальные* и с *зацеплением Новикова*;
- взаимного расположения колес — с *внешним* или *внутренним* зацеплением;
- числа ступеней передачи — *одно-* и *многоступенчатые*;
- характера движения валов — *рядовые* и *планетарные*.

Преимущественное применение имеют прямозубые цилиндрические и конические передачи с эвольвентными зубьями.

Геометрические и кинематические элементы зацепления цилиндрической пары колес с эвольвентными зубьями (см. рис. 9.20) имеют следующие определения.

Делительная окружность — окружность, принадлежащая отдельно взятому колесу, на которой шаг t и угол зацепления

колеса соответственно равны теоретическому шагу и углу зацепления режущего инструмента.

Окружность выступов — окружность 1, проходящая через вершины зубьев.

Окружность впадин — окружность 2, проходящая через основания зубьев.

Полюс зацепления — точка P на пересечении линии центров O_1O_2 с общей нормалью к сопряженным профилям в точке их касания (на линии зацепления).

Начальная окружность — окружность, проходящая через полюс зацепления P на линии центров колес. Начальные окружности двух находящихся в зацеплении колес касаются одна другой в полюсе зацепления и делят зубья колес по высоте на две части: головку и ножку. У отдельно взятого колеса начальной окружности не существует.

Линия зацепления — линия, неподвижная относительно линии центров O_1O_2 , по которой перемещается точка касания сопряженных элементов. Отрезок l' линии зацепления между начальной и конечной точками фактического касания сопряженных профилей называют активной частью линии зацепления.

Шаг зацепления t — расстояние между одноименными точками двух смежных зубьев, измеренное по начальной окружности и равное отношению длины начальной окружности к числу зубьев: $t = \pi d/z$.

Толщина зуба s — длина дуги окружности между двумя одноименными профилями одного зуба, измеренная по начальной окружности. Теоретическая толщина $s = 0,5t$ используется для вычерчивания зубьев эвольвентного профиля.

Модуль зацепления m — часть диаметра делительной окружности, приходящаяся на один зуб: $m = t/\pi = d/z$. Модуль является основной характеристикой размеров зубьев и измеряется в миллиметрах.

Угол зацепления α — угол между линией центров и перпендикуляром к линии зацепления.

Высота зуба или глубина впадины h — радиальное расстояние между окружностью выступов и окружностью впадин. Складывается из высоты головки зуба $h_a = m$ и высоты ножки зуба $h_f = 1,25m$, т.е. $h = 2,25m$.

Диаметр начальной окружности $d = mz$.

Диаметр окружности выступов $d_a = d + 2h_a = m(z + 2)$.

Диаметр окружности впадин $d_f = d - 2h_f = m(z - 2,5)$.

Передачное число зубчатой передачи i — отношение угловых ω скоростей ведущего и ведомого колес или отношение частоты вращения n ведущего и ведомого колес: $i = \omega_1/\omega_2 = n_1/n_2$.

Межцентровое расстояние $O_1O_2 = A = m(z_1 + z_2)/2$.

Стандартизовано два ряда модулей m (первый ряд считается предпочтительным), мм:

1-й ряд: 0,05; 0,06; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 80; 100;

2-й ряд: 0,055; 0,07; 0,09; 0,11; 0,14; 0,18; 0,22; 0,28; 0,35; 0,45; 0,55; 0,7; 0,9; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45; 55; 70; 90.

При выполнении чертежей зубья и витки колес и червяков вычерчивают в осевых разрезах и сечениях, зубья реек — в поперечных. В остальных случаях зубья и витки не вычерчивают, ограничивая изображение окружностью по диаметру выступов. При необходимости профиль зуба или витка показывают на выносном элементе или ограниченном участке изображения детали. Условное изображение цилиндрических зубчатых колес с наружным (a) и внутренним (b) зубчатым венцом показано на рис. 9.22.

Окружности и образующие поверхностей выступов зубьев и витков показывают сплошными линиями, в том числе и в зоне зацепления (рис. 9.23...9.26). Тонкими штрихпунктирными линиями обозначают: на чертежах зубчатых колес, реек, червяков и звездочек — делительные окружности, делительные линии и образующие делительных поверхностей (цилиндров, конусов и т.п.), а также окружности больших оснований делительных конусов; на чертежах глобоидных червяков и сопрягаемых с ними червячных колес — расчетные окружности и образующие расчетных поверхностей. На приведенных чертежах показаны условные изображения зубчатых передач и с цилиндрическими колесами (см. рис. 9.23), конической передачи с углом между осями 90° (см. рис. 9.24), зубчатой реечной передачи (см. рис. 9.25), червячной передачи с цилиндрическим червяком (см. рис. 9.26).

Окружности и образующие поверхностей впадин зубьев и витков на видах деталей допускается показывать сплошными тонкими линиями, а в разрезах и сечениях — сплошными основными линиями.

В продольных осевых разрезах зубчатых колес, а также в поперечных разрезах реек и червяков зубья и витки условно совмещают

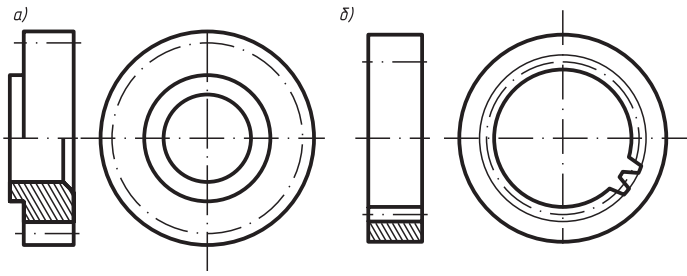


Рис. 9.22

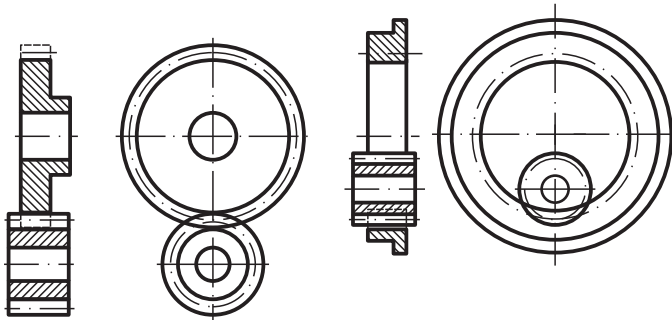


Рис. 9.23

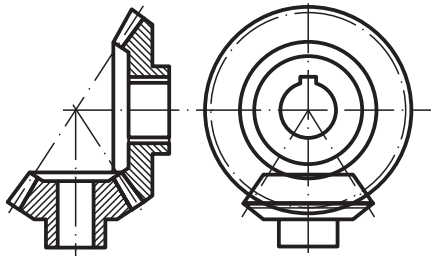


Рис. 9.24

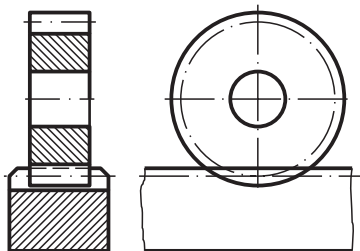


Рис. 9.25

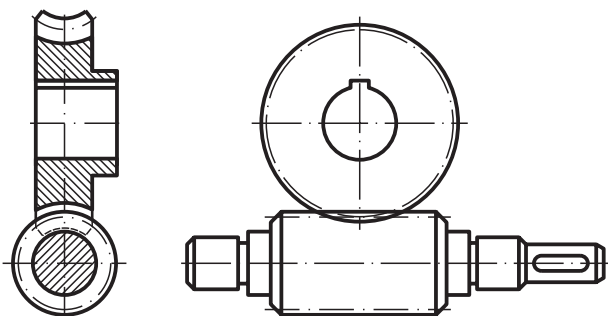


Рис. 9.26

с плоскостью чертежа и показывают нерассеченными независимо от профиля зуба и углов наклона зуба (углов подъема витка).

Примеры применения стандартных условных изображений для зубчатых цилиндрических, конических и червячных колес приведены ниже.

Изображение зубчатых передач. При изображении на чертеже зубчатых передач начальные и расчетные окружности, образующие начальных и расчетных окружностей, а также окружности больших оснований начальных конусов проводят тонкими штрихпунктирными линиями (см. рис. 9.23...9.26). Окружности и образующие поверхностей выступов зубьев и витков показывают сплошными основными линиями на всем протяжении, включая зону зацепления.

На разрезе в зоне зацепления, если секущая плоскость проходит через оси зубчатых колес, принято зуб ведущего колеса показывать расположенным перед зубом ведомого колеса. Аналогично для червячных передач виток червяка показывают расположенным перед зубом червячного колеса. В реечном зацеплении зуб колеса изображают перед зубом рейки. Во всех случаях невидимые контуры допускается не наносить (см. рис. 9.24).

Цилиндрические зубчатые колеса. Правила выполнения чертежей эвольвентных зубчатых колес с указанием параметров зубчатого венца стандартизованы. На изображении (рис. 9.27, 9.28) указывают диаметр вершин зубьев, ширину венца, размеры фасок или радиусы притуплений на кромках зубьев, шероховатость боковых поверхностей зубьев.

На поле чертежа в правом верхнем углу помещают таблицу параметров зубчатого венца, состоящую из трех частей, отделенных

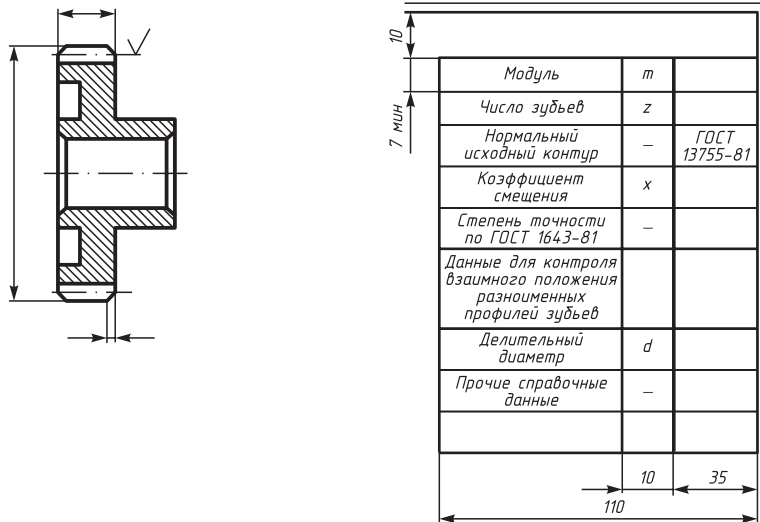


Рис. 9.27

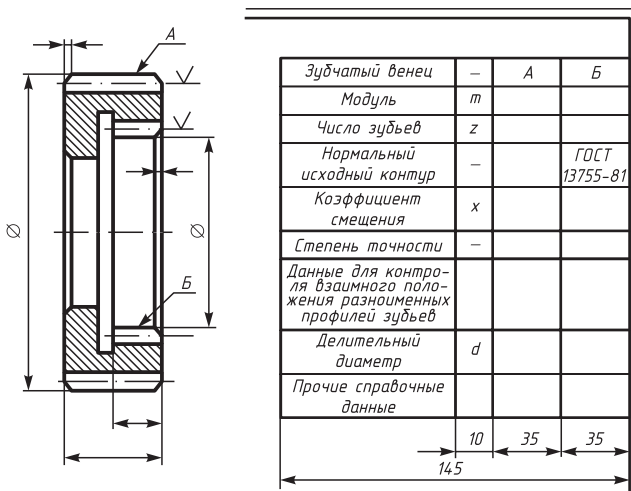


Рис. 9.28

одна от другой сплошными основными линиями: первая часть — основные данные; вторая — данные для контроля; третья — справочные данные.

В первой части таблицы указывают: модуль m стандартного ряда; число зубьев z (для зубчатого сектора — число зубьев сектор-

ного колеса); угол наклона β линии зуба косоугольных и шевронных колес; направление линии косоугольного зуба (надписью *Правое* или *Левое*, для шевронных колес — надписью *Шевронное*); нормальный исходный контур (стандартный — указанием соответствующего стандарта, нестандартный — указанием группы параметров, включающих угол профиля α , коэффициент высоты головки h_a , коэффициент толщины зуба s и др.). Если исходный контур не полностью определен перечисленными параметрами, то на чертеже должно быть приведено его изображение с необходимыми размерами. В этой части таблицы приводят также коэффициент смещения x с соответствующим знаком и степень точности по нормам бокового зазора.

Вторая часть таблицы содержит данные для контроля взаимного положения разноименных профилей зубьев. Перечень данных для зубчатых колес со стандартным или нестандартным исходным профилем определяется одним из контрольных комплексов, предусмотренных стандартом на допуски и нормы кинематической точности, плавности работы, контакта зубьев в передаче и бокового зазора. Вариант данных для прямоугольных эвольвентных колес стандартного исходного контура включает: постоянную хорду зуба \overline{s}_c , высоту до постоянной хорды \overline{h}_c , длину общей нормали W , торцевой размер M по роликам или шарикам, диаметр ролика (шарика).

В третьей части таблицы указывают: делительный диаметр d_g , шаг зацепления p_a , осевой шаг p_x , ход зуба p_z , обозначение чертежа сопряженного зубчатого колеса.

При наличии двух (и более) венцов одного вида (см. рис. 9.28) значения параметров зубчатых венцов указывают в отдельных графах (колонках) таблицы с обозначением соответствующей колонки и венца прописной буквой русского алфавита. Если изделие имеет два (или более) венца разного вида (например, цилиндрический и конический), то для каждого венца заполняют отдельную таблицу. Таблицы допускается располагать рядом или одна под другой. Неиспользуемые строки таблицы параметров разрешено исключать или прочеркивать.

Реечное зацепление. Правила выполнения чертежей механически обработанных реек, сопрягаемых с эвольвентными цилиндрическими зубчатыми колесами, устанавливает ГОСТ 2.404–75.

На изображении зубчатой рейки (рис. 9.29) указывают: длину нарезной части рейки; размеры фасок или радиусы скругления на кромках зубьев; шероховатость боковых поверхностей зубьев.

В первой части таблицы параметров обозначают: модуль m , угол наклона β линии зуба косых зубьев; направление линии зуба для косых зубьев (надписью *Правое* или *Левое*); нормальный исходный контур (нормальный стандартный со ссылкой на соответствующий стандарт или нестандартный с параметрами: угол профиля α , коэффициент высоты головки h_a' , коэффициент радиального зазора c , коэффициент толщины зуба s , степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора).

Перечень данных второй части таблицы параметров аналогичен перечню данных цилиндрических колес.

В третью часть таблицы параметров вносят число зубьев z рейки, нормальный шаг p_n и обозначение чертежа сопряженного зубчатого колеса.

Пример выполнения чертежа элементов реечного зацепления см. на рис. 9.25. Профиль зуба рейки — равнобочная трапеция с углом наклона боковых сторон 20° к высоте трапеции. Средняя линия рейки касательна к делительной окружности зубчатого колеса. Линия впадин не изображается.

Конические зубчатые колеса (рис. 9.30). Правила выполнения чертежей конических зубчатых колес с прямолинейным профилем исходного контура и указания параметров зубчатого венца установлены ГОСТ 2.405–75.

На изображении колеса указывают: внешний диаметр вершин зубьев до притупления кромки; внешний диаметр вершин зубьев после припритупления кромки; расстояние от базовой плоскости до плоскости внешней окружности вершин зубьев; угол конуса вершин зубьев; угол внешнего дополнительного конуса; базовое расстояние; размеры фасок или радиусы притупления вершин зубьев;

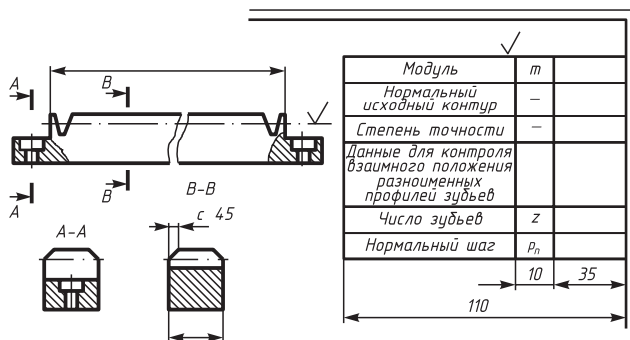


Рис. 9.29

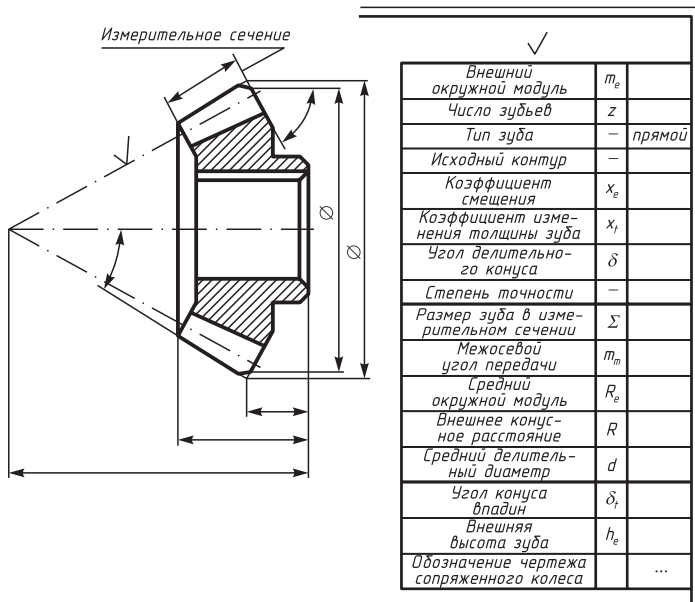


Рис. 9.30

положение измерительного сечения; шероховатость боковых поверхностей зубьев; ширину зубчатого венца. При плоскосрезанном переднем торце колеса ширину венца обозначают как справочный размер.

Зубья конических колес в зависимости от изменения размеров сечений по длине зуба могут выполняться по трем формам: *форма 1* — пропорционально понижающиеся зубья (вершины конусов делительного и впадин совпадают) — применяется для прямых зубьев и для круговых с модулем не менее 2 мм; *форма 2* — понижающиеся зубья (образующие конусов делительного, впадин и вершин не совпадают) — применяется для любых колес при их массовом производстве; *форма 3* — равновысокие зубья (образующие конусов делительного, впадин и вершин параллельны) — применяется для круговых зубьев.

Модуль конических зубчатых колес измеряют в среднем сечении зуба. Для зубьев формы 1 и 2 средний нормальный модуль всегда меньше внешнего окружного: для прямозубых колес $m = 0,857m_e$, для колес с круглыми зубьями при угле наклона зуба $\beta = 35^\circ$ $m = 0,702m_{ie}$. Внешний окружной модуль, вносимый в таблицу параметров конических колес, допускается не округлять до стандартного значения.

В таблицу параметров последовательно вносят:

1 - я часть: модуль (внешний нормальный m_{ne} , внешний окружной m_e , средний нормальный m_n для колес соответственно с тангенциальными, прямыми и круговыми зубьями); число зубьев z ; тип зуба (надписью *Тангенциальный*, *Прямой*, *Круговой*); осевую форму зуба, угол наклона зуба (внешний нормальный β_{ne} для тангенциального или средний β_n для кругового зуба); направление линии зуба (надписью *Правое* или *Левое*); исходный контур (стандартный со ссылкой на номер стандарта или нестандартный с указанием сечения, к которому относятся параметры: угол профиля α_n , коэффициент высоты головки h_a , коэффициент радиального зазора c); коэффициент смещения с соответствующим знаком (x_e, x_{ne}, x_n для колес соответственно с прямым, тангенциальным и круговым зубом; при отсутствии смещения проставляют «0»); коэффициент изменения толщины зуба с соответствующим знаком; угол делительного конуса δ ; степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора;

2 - я часть: размеры зуба в измерительном сечении (допускается на чертеже шестерни вместо размеров зуба в измерительном сечении указывать боковой зазор в паре с сопряженным зубчатым колесом записью *Допускаемый боковой зазор в паре*);

3 - я часть: межосевой угол передачи; модуль (средний окружной m_m для колес с прямыми зубьями, средний нормальный m_n для тангенциальных зубьев, внешний окружной m_{ne} для круговых зубьев); внешнее конусное расстояние R_e ; среднее конусное расстояние R ; средний делительный диаметр d ; угол конуса впадин δ_f ; внешняя высота зуба h_e и другие справочные данные с указанием обозначения чертежа сопряженного зубчатого колеса.

Основные геометрические параметры конических прямозубых колес с углом между осями $\delta = 90^\circ$ (см. рис. 9.30) приведены ниже.

Модуль $m = t/\pi$; $m_{\max} = m + b/z_1 \sin \varphi_1$. Передаточное число $i = d_1/d_2 = z_1/z_2$. Число зубьев $z_1 = d_1/m$; $z_2 = d_2/m$. Диаметр делительной окружности $d_1 = mz_1$; $d_2 = mz_2$. Диаметр окружности выступов $D_{e1} = d_1 + 2m_{\max} \cos \varphi_1 = m_{\max}(z_1 + 2\cos \varphi_1)$; $D_{e2} = d_2 + 2m_{\max} \cos \varphi_2 = m_{\max}(z_2 + 2\cos \varphi_2)$.

Диаметр окружности впадин $D_{i1} = d_1 - 2,4m_{\max} \cos \varphi_1 = m_{\max}(z_1 - 2,4\cos \varphi_1)$; $D_{i2} = d_2 - 2,4m_{\max} \cos \varphi_2 = m_{\max}(z_2 - 2,4\cos \varphi_2)$.

Угол начального конуса $\operatorname{tg} \varphi_1 = z_1/z_2$; $\operatorname{tg} \varphi_2 = z_2/z_1$. Угол дополнительного конуса $\varphi_{\delta 1} = 90^\circ - \varphi_1$; $\varphi_{\delta 2} = 90^\circ - \varphi_2$. Угол конуса выступов (угол наружного конуса) $\alpha_{n1} = \varphi_1 + \gamma_1$; $\alpha_{n2} = \varphi_2 + \gamma_2$. Угол конуса

впадин $\alpha_{вп1} = \varphi_1 - \gamma_1$; $\alpha_{н2} = \varphi_2 - \gamma_2$. Угол головки зуба $\text{tg}\gamma_1 = m/L = 2\sin \varphi_1/z_1 = 2\sin \varphi_2/z_2$. Угол ножки зуба $\text{tg}\gamma_2 = 1,2m/L = 1,2 \text{tg}\gamma_1$. Шаг по делительной окружности $t = m$. Высота зуба $h = 2,2m$. Длина зуба $b \leq L/3$. Длина образующей начального конуса $L = d_{o1} : 2\sin\varphi_1 = d_{o2}/\sin\varphi_2$.

Червяки цилиндрические и червячные колеса. Правила выполнения чертежей цилиндрических механически обработанных червяков видов *ZA* (архимедов червяк), *ZJ* (эвольвентный червяк), *ZH1* (конволютный червяк с прямолинейным профилем витка), *ZH2* (конволютный червяк с прямолинейным профилем впадины) и *ZK* (червяк, образованный Конусом) по ГОСТ 2.407–75 и сопрягаемых с ними червячных колес с углом скрещивания 90° регламентированы ГОСТ 2.406–76.

На изображении цилиндрического червяка (рис. 9.31) указывают диаметр вершин витка d_{e1} , длину нарезанной части червяка b_1 , данные для определения контура нарезанной части червяка, радиус кривизны переходной кривой витка ρ_{f1} , радиус кривизны линии притупления витка ρ_{R1} или размер фаски, шероховатость боковых поверхностей витка.

На изображении червячного колеса, сопрягаемого с червяком вида *ZA* (архимедовым) (рис. 9.32), указывают диаметр вершин зубьев d_{e2} , наибольший диаметр D_s , ширину венца b_2 , данные для определения контура венца колеса, расстояние от базового торца до средней торцевой плоскости колеса (при необходимости — до центра выемки поверхности вершин зубьев), радиус кривизны переходной кривой зуба ρ_{f2} , радиус кривизны линии притупления

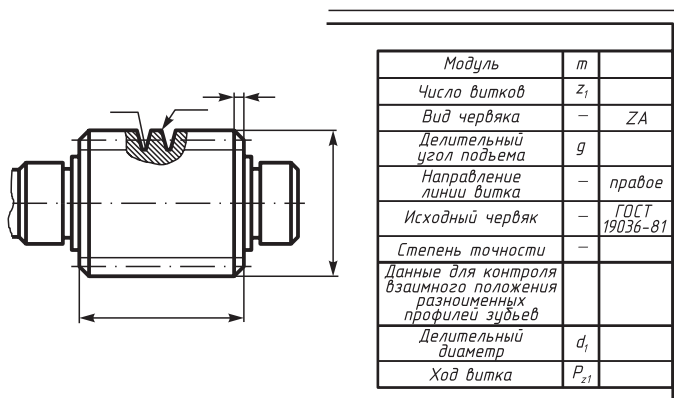


Рис. 9.31

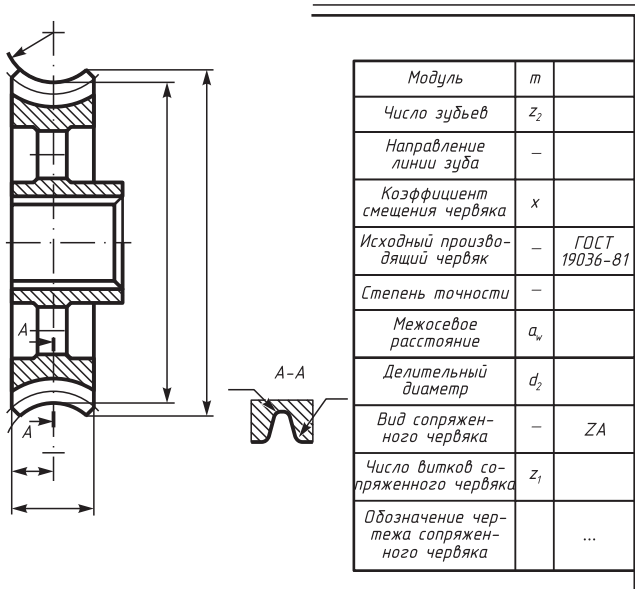


Рис. 9.32

зуба ρ_{R_2} или размер фаски, шероховатость боковых поверхностей зубьев.

В таблицу параметров червяка последовательно вносят:

1-я часть: модуль m ; число витков z_1 ; вид червяка (*ZA*, *ZJ* и т.д.); угол подъема линии витка (основной ν_b для червяка вида *ZJ* или делительный ν для червяков остальных видов); направление линии витка (надписью *Правое* или *Левое*); исходный червяк (стандартный со ссылкой на соответствующий стандарт или нестандартный с указанием всех параметров витка);

2-я часть: данные для контроля профиля витка, например делительная толщина по хорде витка s_{a1} и высота h_{a1} до хорды или размер червяка по роликам M и диаметр измерительного ролика D ;

3-я часть: делительный диаметр червяка d_1 , ход витка ρ_{z1} , межосевое расстояние a_w , число зубьев сопряженного червячного колеса z_2 , обозначение чертежа сопряженного колеса.

Аналогично для червячного колеса:

1-я часть: модуль m ; число зубьев z_2 ; направление линии зуба (надписью *Правое* или *Левое*); коэффициент смещения червяка x ; исходный производящий червяк (стандартный со ссылкой на соответствующий стандарт или нестандартный с указанием угла про-

филя, коэффициентов высоты витка, высоты головки, расчетной толщины и радиуса скругления кромки); степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора в соответствии со стандартом;

2-ю часть таблицы параметров венца на чертеже червячного колеса не заполняют;

3-я часть: межосевое расстояние a_w ; делительный диаметр d_2 ; вид сопряженного червяка ZA ; число витков сопряженного червяка z_1 , обозначение чертежа сопряженного червяка.

9.4. СТАНДАРТНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ЗВЕЗДОЧЕК ЦЕПЕЙ

Звездочки цепей имеют стандартизованный профиль, определяемый типоразмером цепи. На чертежах дают изображение звездочек в разрезе с необходимыми размерами и помещают таблицу, состоящую из трех частей, которые отделяют друг от друга сплошной основной линией.

В первой части таблицы приводят обозначение сопрягаемой цепи с указанием стандарта на нее, во второй части — данные звездочки, в третьей — справочные данные.

Таблицу параметров приводят в правом верхнем углу чертежа.

Пример изображения звездочки к приводной роликовой или втулочной цепи дан на рис. 9.33.

При выполнении чертежа блока звездочек в одной таблице указывают необходимые данные для каждого типа звездочек. Венцы обозначают прописными буквами русского алфавита. В неиспользованных графах таблицы ставят прочерк.

На чертеже звездочки, имеющей профиль, частично отличающийся от стандартизованного, помещают изображение профиля зуба (см. рис. 9.35, *в*). На изображении профиля указывают диаметр окружности, ограничивающей стандартизованную часть профиля:

- наносят все необходимые размеры для изготовления нестандартной части профиля или оговаривают эту часть профиля в технических требованиях чертежа;
- стандартизованную часть профиля выделяют штрихпунктирной утолщенной линией.

Предельные отклонения диаметра отверстия ступицы не ниже $H8$.

Звездочки к приводным роликовым и втулочным цепям по ГОСТ 13568–75 и 21834–76 выполняют по ГОСТ 2.408–68, про-

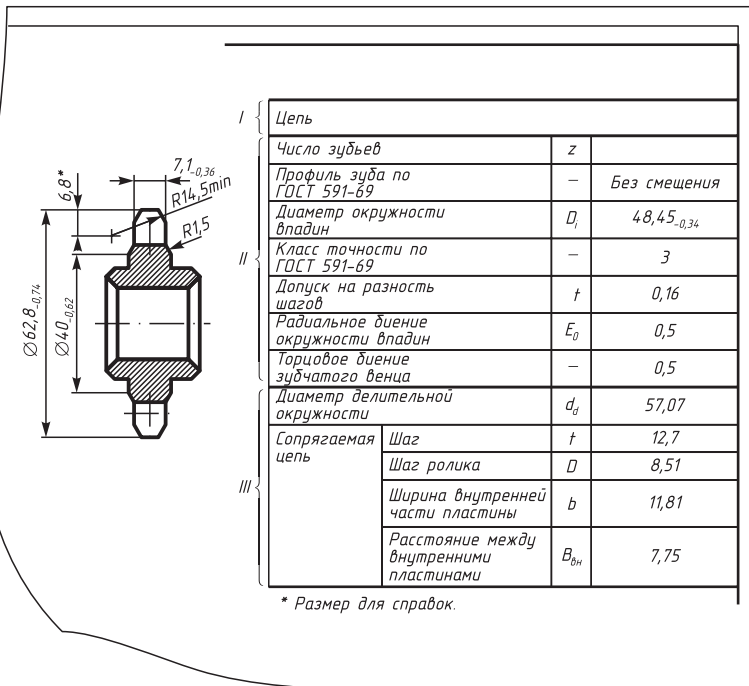


Рис. 9.33

филь зуба звездочек — по ГОСТ 591–69. Геометрическая характеристика зацепления

$$\lambda \leq 2(\lambda = t/D_{ц}),$$

где t — шаг цепи; $D_{ц}$ — диаметр элемента зацепления цепей — втулки, ролика.

На изображении звездочки (рис. 9.34) на осевом разрезе одно-рядной (a — $в$), двухрядной ($д$) и трехрядной ($з$) звездочек указы-

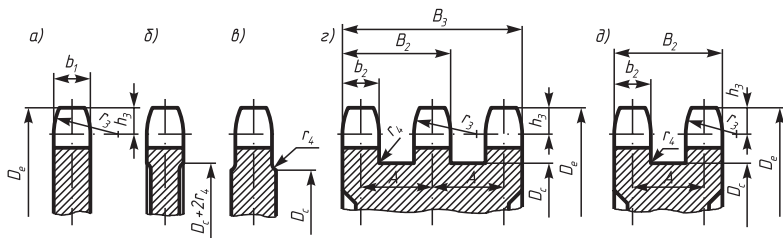


Рис. 9.34

вают ширину зуба звездочки b_1 и b_2 ; ширину венца (для многорядной звездочки) B_2, B_3 ; радиус закругления зуба (в осевой плоскости) r_3 ; расстояние от вершины зуба до линии центров дуг закруглений (в осевой плоскости) h_3 ; диаметр обода (наибольший) D_c ; радиус закругления у границы обода (при необходимости) r_4 ; диаметр окружности выступов D_e ; шероховатость поверхности зубьев Ra не более 6,3 мкм для окружной скорости до 8 м/с и не более 3,2 мкм для окружной скорости свыше 8 м/с.

Вместо указанных в таблице параметров могут быть приведены: диаметр d_1 втулки (вместо диаметра D ролика); надпись *Со смещением* (вместо *Без смещения*); размер наибольшей хорды L_x и предельные отклонения (для звездочек с нечетным числом зубьев вместо D); расстояние A между рядами для многорядной цепи. При необходимости указывают и другие справочные данные, относящиеся к элементам зацепления.

Звездочки с профилем без смещения центров дуг впадин рекомендуется применять в особо точных кинематических реверсивных передачах с одно- и двухрядными цепями. В остальных случаях рекомендуется применять звездочки со смещением центров дуг впадин.

Звездочки для пластинчатых цепей тяговых по ГОСТ 588–81, грузовых по ГОСТ 191–82, а также для приводных роликовых цепей по ГОСТ 13568–75, работающих при скоростях до 5 м/с, и транспортерных цепей на базе цепей типа ПРД по ГОСТ 13568–75 выполняют по ГОСТ 2.421–75, их профиль — по ГОСТ 2.425–74.

На чертеже звездочки, имеющей стандартизованный профиль зуба, помещают осевое сечение (или разрез) звездочки (рис. 9.35, a — $в$ — однорядной исполнения 1, 2, 3; $г$ — двухрядной исполнения 4; повторяющиеся размеры на изображениях $б, в, г$ не указаны)

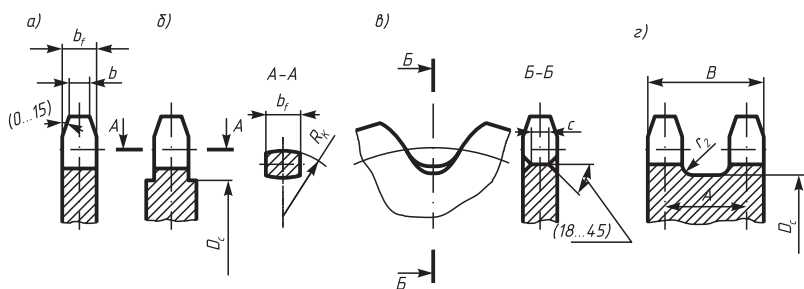


Рис. 9.35

и рис. 9.36 с указанием размеров и таблицу параметров. Таблица параметров дана для звездочек пластинчатых тяговых цепей.

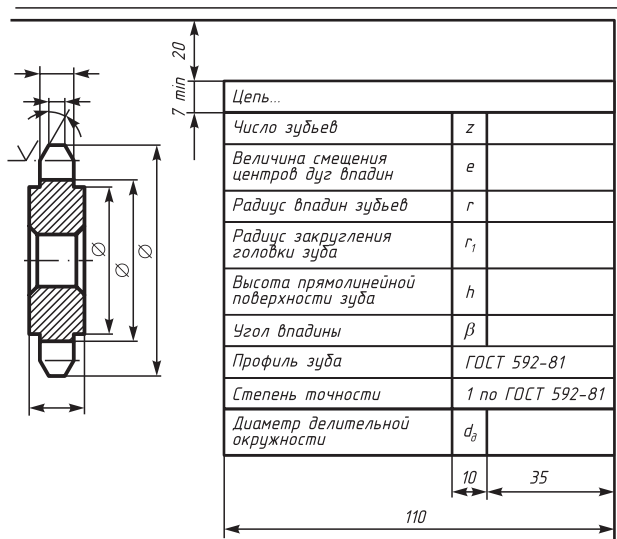


Рис. 9.36

Для звездочек грузовых цепей указывают: число зубьев z ; диаметр вспомогательной окружности D_R ; радиус впадин зубьев r , радиус головки зуба R ; профиль зуба со ссылкой на соответствующий стандарт.

9.5. СТАНДАРТНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ШКИВОВ

Шкивы в ременных передачах служат для передачи движения от одного вала (ведущего) другому (ведомому) с помощью ремней (плоских, клиновых или зубчатых). Шкив состоит из обода с размещающейся на нем рабочей частью, диска или спиц, ступицы и центрального отверстия. Учебные чертежи основных типов шкивов даны на рис. 9.37 и 9.38.

Рабочую часть шкива выполняют: а) в виде торовой поверхности радиуса R или цилиндра (реже) и двух небольших конусов по краям обода для плоских ремней; б) с канавками для клиновых ремней; в) с зубьями для специального профиля обода для зубчатых ремней.

На чертеже шкива дают два изображения: фронтальный разрез плоскостью, проходящей через ось, и вид сборки. На разрезе спицы

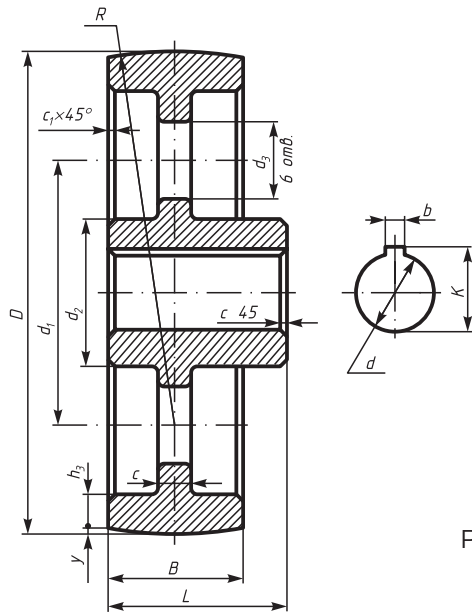


Рис. 9.37

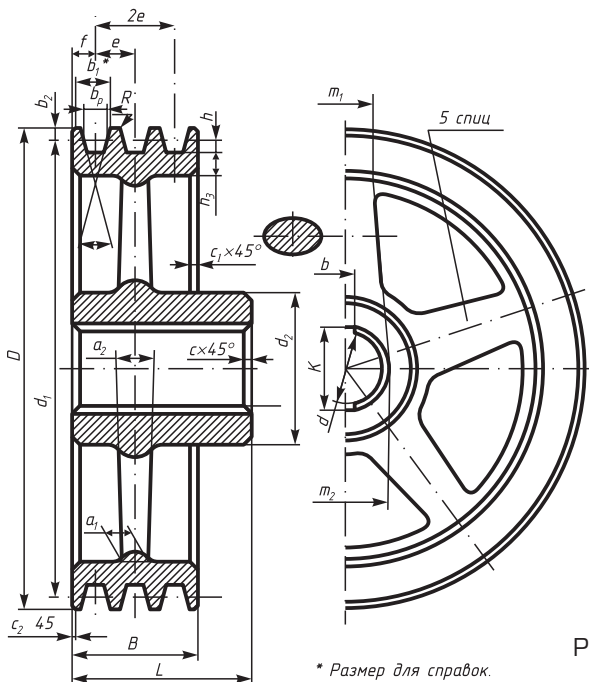


Рис. 9.38

* Размер для справок.

не штрихуют. На приведенных чертежах шкивов приведено рекомендуемое расположение размеров.

9.6. СТАНДАРТНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Правила изображения трубопроводов на чертежах одинаковы для всех труб. Их сортамент и материал записывают в основной надписи. Характерными размерами любой трубы служат диаметр ее отверстия (условный проход) и толщина стенки. Примеры чертежей труб даны на рис. 9.39 и 9.40.

На чертеже трубы наносят длину, радиусы изгибов, обработку концов и т.д. Данные заготовки трубы указывают в графе «Материалы» основной надписи в виде шифра, приводимого в стандарте на соответствующую трубу. Чертежи труб и трубопроводов выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.411–72, ГОСТ 2.784–70, ГОСТ 2.785–70.

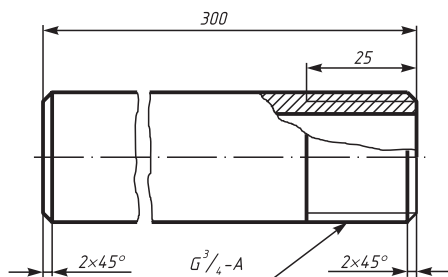
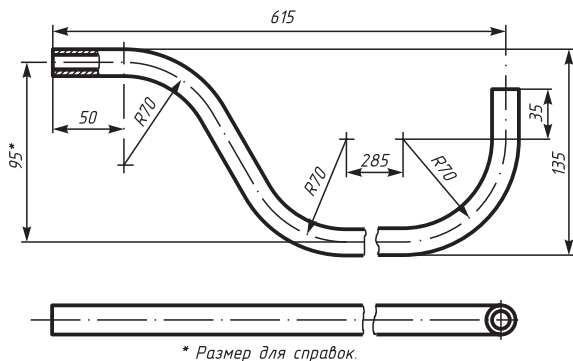


Рис. 9.39



* Размер для справок.

Рис. 9.40

9.7. СТАНДАРТНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ПРУЖИН

Чертежи пружин выполняют по ГОСТ 2.401–68. Винтовые пружины сжатия и растяжения изображают с правым направлением навивки. Левое направление навивки указывают в технических требованиях.

Пружины кручения изображают с требуемым направлением навивки.

Для параметров пружин установлены следующие основные обозначения:

- высота (длина) пружины в свободном состоянии — H_0 ; то же между зацепами — H'_0 ; высота тарельчатой пружины в свободном состоянии — h_0 ; высота (длина) пружины под нагрузкой — H_1, H_2, H_3 ; деформация (прогиб) пружины осевая — F_1, F_2, F_3 , тарельчатой максимальной — f_3 , угловая — $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$;
- диаметр пружины наружный — D , внутренний — D_1 , диаметр конической пружины наружный малый — D' ;
- диаметр контрольного стержня — D_c , гильзы — D_r ;
- длина развернутой пружины — L ;
- длина пластинчатой пружины в свободном состоянии — L_0 ;
- зазор между концом опорного витка и соседним рабочим витком — λ ;
- момент силы — M_1, M_2, M_3 ;
- напряжение касательное при кручении — τ_1, τ_2, τ_3 , нормальное при изгибе — $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$;
- сила пружины — P_1, P_2, P_3 ;
- сила межвиткового давления — $P_{и}$;
- толщина (высота) сечения — s ;
- толщина конца опорного витка — s_k ;
- угол между зацепами пружины кручения под нагрузкой $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$;
- число жил в тросе — i ;
- число рабочих витков или тарельчатых пружин в пакете — n ;
- число витков полное или число витков спиральной пружины в свободном состоянии — n_1 ;
- число оборотов барабана спиральной пружины — Ψ_1, Ψ_2, Ψ_3 ;
- шаг пружины — t ;

- шаг троса — $t_{тр}$;
- ширина сечения — B ;
- ширина опорной плоскости тарельчатой пружины — b .

Индекс 1 применяют для указания величин, соответствующих предварительной деформации, индекс 2 — рабочей деформации, индекс 3 — максимальной деформации пружины.

Примеры чертежей пружин (сжатия) приведены на рис. 9.41—9.45.

На рис. 9.41 приведена пружина сжатия с поджатыми на $1/4$ витка концами и шлифованными на $3/4$ окружности опорными поверхностями. На рис. 9.42 показана пружина сжатия с прямоугольным сечением витка с поджатыми на $3/4$ витка концами и шлифованными на $3/4$ окружности опорными поверхностями. На рис. 9.43 дана пружина сжатия трехжильная с поджатыми на $3/4$ витка концами. На рис. 9.44 приведена пружина сжатия коническая из проволоки круглого сечения с поджатыми на $3/4$ витка концами и шлифованными на $3/4$ окружности опорными поверхностями. На рис. 9.45 пружина сжатия коническая (телескопическая) из заготовки прямоугольного сечения со шлифованными на $3/4$ окружности опорными поверхностями. На рис. 9.46 концы витков пружин сжатия: a , b — поджатые на целый виток: нешлифованный (a), зашлифованный на $3/4$ окружности (b); $в$ — поджатые на $3/4$ витка и зашлифованные на $3/4$ окружности.

На рабочем чертеже пружины с контролируруемыми силовыми параметрами помещают диаграмму испытаний, на которой показывают зависимость нагрузки от деформации или деформации от нагрузки. Если заданным параметром является высота или дефор-

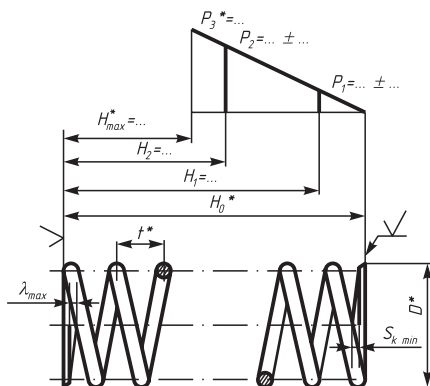


Рис. 9.41

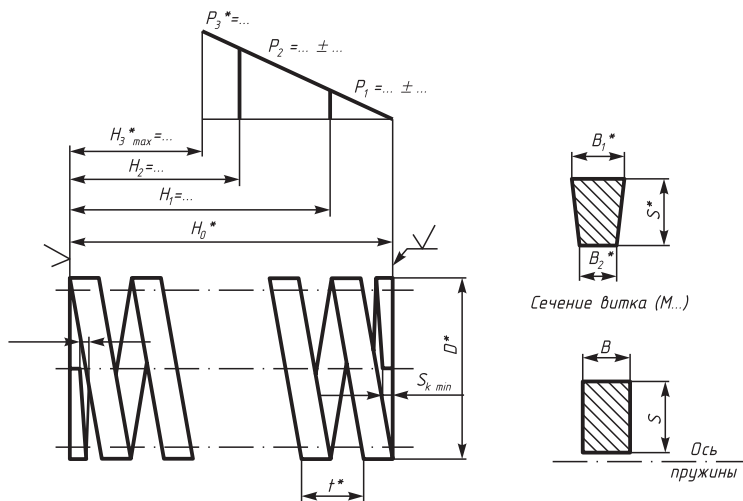


Рис. 9.42

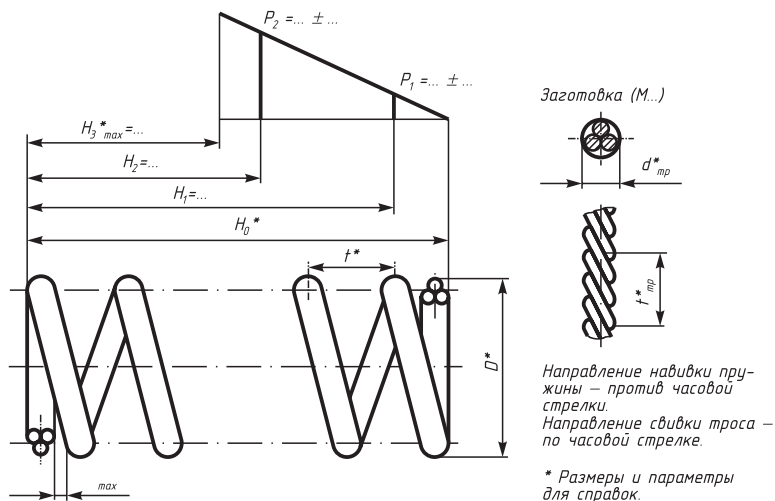


Рис. 9.43

мация (линейная или угловая), то указывают предельные отклонения нагрузки — силы или момента (см. рис. 9.41...9.45). Если заданным параметром является нагрузка, то указывают предельные отклонения высоты или деформации.

Для пружины растяжения с межвитковым давлением на диаграмме указывают значение силы P_H (рис. 9.47).

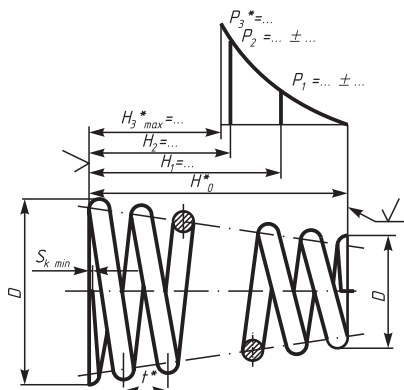


Рис. 9.44

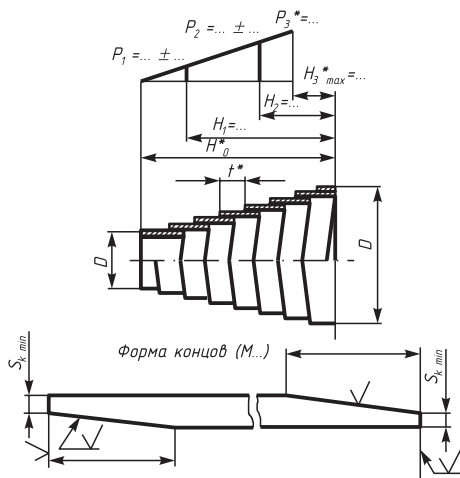


Рис. 9.45

Если для характеристики пружины достаточно задать только один исходный и зависимый от него параметр (например, P_2 и F_2 , φ_2 и M_2), то диаграмму на чертеже можно не приводить, а эти параметры указывать в технических требованиях.

Для спиральной плоской пружины с контролируемыми силовыми параметрами кроме диаграммы на чертеже помещают схему закрепления пружины с указанием размеров вала и барабана (рис. 9.48), к которым крепятся концы пружины.

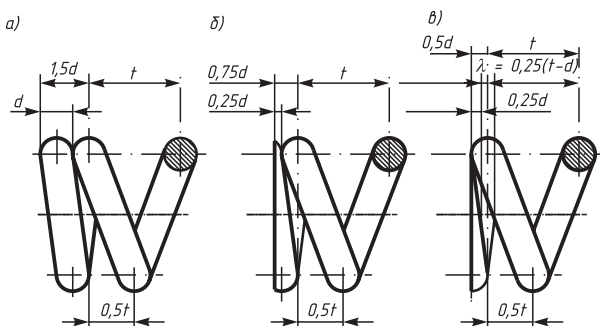


Рис. 9.46

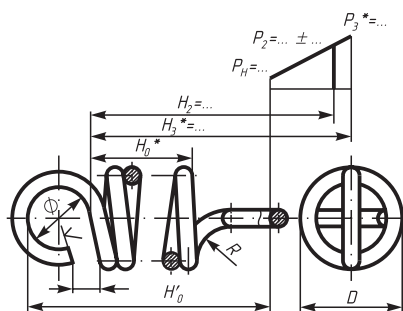


Рис. 9.47

Для пакета тарельчатых пружин с контролируемыми силовыми параметрами на чертеже приводят кроме диаграммы схему расположения пружин в пакете (рис. 9.49).

Если в механизме используют одну тарельчатую пружину с контролируемыми силовыми параметрами, то диаграмму можно приводить и для одной пружины.

Для пластинчатой пружины с контролируемыми силовыми параметрами кроме диаграммы на чертеже приводят схему закрепления пружины и указывают размеры от точки приложения нагрузки до места закрепления (рис. 9.50).

Для ограничения размеров только по внутреннему или наружному диаметру винтовой пружины на чертеже указывают одно из требований по стержню или гильзе (D_c или D_r). Можно указать на чертеже предельные отклонения диаметра пружины, тогда требование о контроле по стержню и гильзе на чертеже не мешают.

На чертеже указывают справочные значения силы P_3 , момента M_3 , деформации пружины осевой F_3 и угловой φ_3 , угла между за-

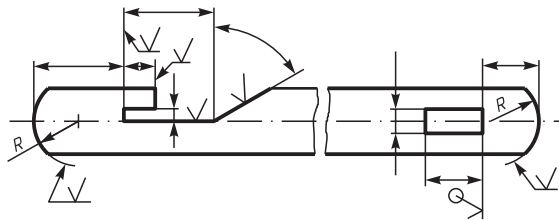
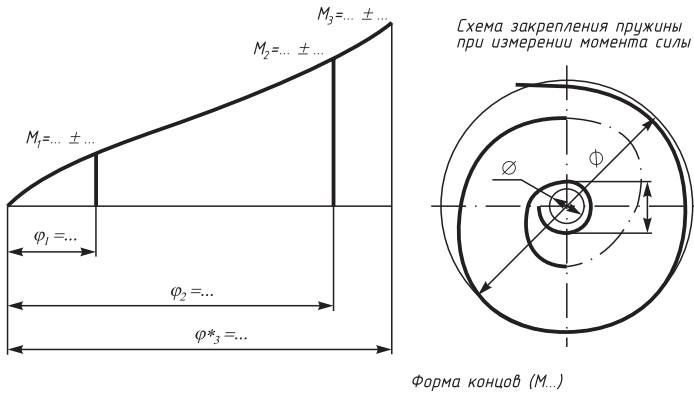


Рис. 9.48

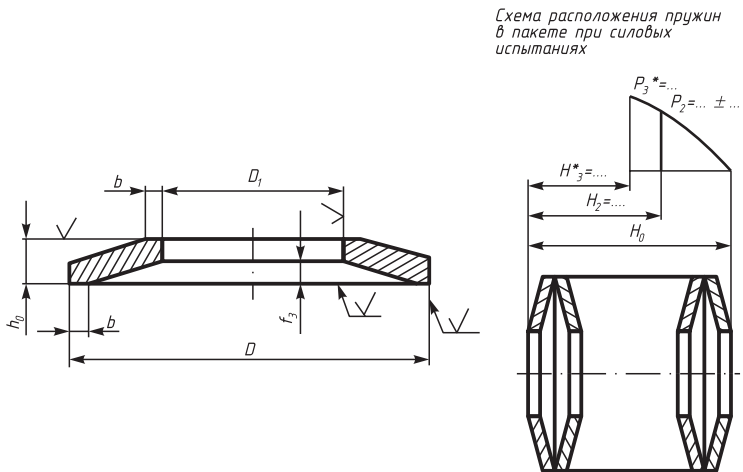


Рис. 9.49

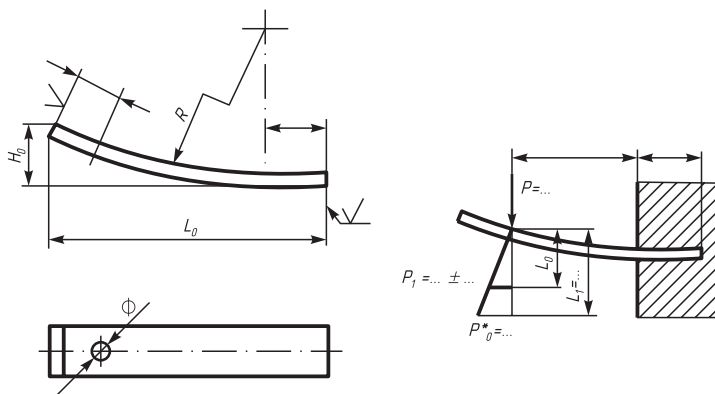


Рис. 9.50

цепами пружины α_3 , числа оборотов барабана спиральной пружины ψ_3 , высоты пружины под нагрузкой H_3 , модуля сдвига G , модуля упругости E , максимального напряжения при кручении τ_3 и при изгибе σ_3 .

На чертеже пружины стандартизированной конструкции значения величин G , E , τ_3 , σ_3 можно не указывать, при этом в технических требованиях чертежа приводят ссылку на стандартизованную пружину.

Значение твердости указывают при необходимости только на чертеже пружины, подвергающейся после навивки термической обработке.

Сортамент материала пружины, полностью определяющий размеры и предельное отклонение поперечного сечения, указывают в графе *Материал* основной надписи чертежа.

Когда необходимо учитывать изменения формы и размеров сечения, на чертеже показывают форму и размеры сечения витка готовой пружины (см. рис. 9.42).

На чертеже пружины основные технические требования рекомендуются приводить в такой последовательности записями по типу:

$$G^* = \dots \text{Па}; \tau_3^* = \dots \text{Па}; E^* = \dots \text{Па}; \sigma_3^* = \dots \text{Па}.$$

Пружина... ГОСТ...

Направление навивки пружины...

Направление свивки троса...

$l = \dots; n = \dots; n_1 = \dots; \text{HRC} = \dots; D_r = \dots \text{ мм}; D_c = \dots \text{ мм}.$

** Размеры для справок. * Параметры для справок или размеры и параметры для справок.*

*Пакет пружин маркировать на бирке и применять комплектно.
Остальные технические требования по...*

10. ЧЕРТЕЖИ ОРИГИНАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Форма деталей, называемых оригинальными, определяется их функциями в изделии, создаваемом конструктором. Они так же разнообразны, как и сами изделия. Рабочий чертеж детали является тем техническим документом, который служит для передачи от конструктора рабочему всех требований, которым должна удовлетворять деталь при поступлении ее на сборку. Требования, предъявляемые к детали, фиксируются на рабочем чертеже соответствующими изображениями, нанесением размеров, условных знаков формы поверхностей детали, условных указаний или знаков предельных отклонений, условных записей материала, шероховатости поверхностей, качества термообработки и др.

Пользуясь всеми условностями и выполняя все необходимые требования, студент может самостоятельно выполнить чертеж детали только после изучения курса основ взаимозаменяемости, деталей машин, технологии машиностроения, металловедения и многих других предметов, т.е. к концу обучения в институте.

Для освоения выполнения чертежей деталей достаточно ограничиться двумя вопросами: выявлением всех форм и грамотной простановкой размеров. По остальным вопросам ограничиться лишь указанием о месте и форме их отражения на чертежах.

10.1. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Количество изображений должно быть наименьшим, но достаточным для однозначного выявления формы и размеров детали. Применяя условные надписи, обозначения и знаки, можно сократить количество изображений.

На рис. 10.1 показан чертеж фиксатора. Для полного представления о форме фиксатора и простановки всех необходимых размеров достаточно одного изображения. Значок диаметра \varnothing перед размерами 22 и 12 выявляет цилиндрические формы фиксатора, размер $R20$ — сферическую поверхность, а размер $2 \times 45^\circ$ — коническую поверхность фаски.

Выявить формы ступицы (рис. 10.2) можно двумя изображениями. Второе изображение (вид слева) нужно для выявления формы шпоночной канавки, количества отверстий и их расположения.

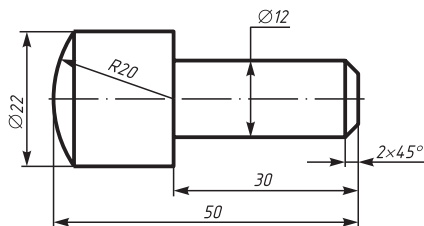


Рис. 10.1

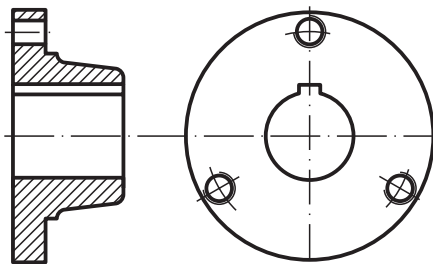


Рис. 10.2

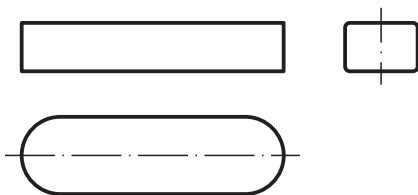


Рис. 10.3

Для определения форм призматической шпонки нужны три изображения (рис. 10.3). Для определения формы детали, показанной на рис. 10.4, требуется уже пять изображений: фронтальный разрез, вид справа, вид слева и половина вида сверху, соединенного с половиной горизонтального разреза (рис. 10.5).

За главное изображение выбирают то, которое дает наиболее полное представление о форме и размерах детали. Главное изображение детали, как правило, располагают в соответствии с ее расположением на сборочном чертеже механизма.

10.2. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ

Дать подробные и точные указания правильной простановки размеров на рабочих чертежах деталей трудно ввиду огромного раз-

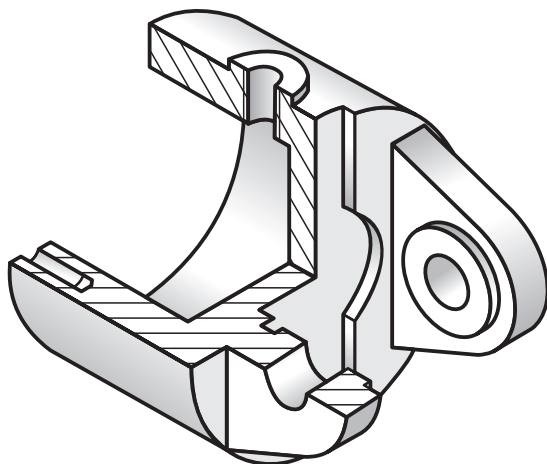


Рис. 10.4

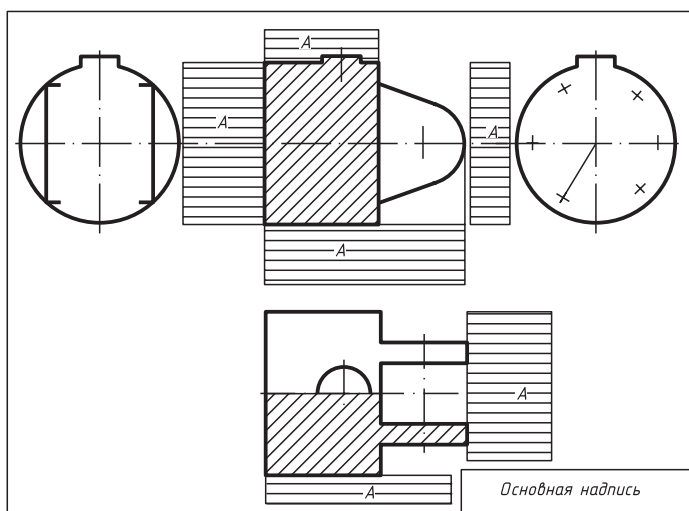


Рис. 10.5

нообразия конструкций машин, форм деталей и способов обработки этих деталей.

Основными правилами при простановке размеров являются: во-первых, условия работы детали в изделии и ее конструкция; во-вторых, технологический процесс изготовления детали.

Ниже будут разобраны лишь некоторые элементы технологии изготовления различных деталей и связанные с ними способы про-

становки размеров, а также кратко рассмотрена связь простановки размеров детали с конструкцией узла, в который она входит.

Рассмотрим некоторые общие положения по простановке размеров к ранее данным (см. § 2.7).

Размерные линии с размерами наносят вне контура изображения (рис. 10.6). Это облегчает чтение чертежа и обеспечивает достаточно места для нанесения размеров, условных знаков и обозначений.

При нанесении нескольких (параллельных) размерных линий следует избегать взаимного пересечения выносных и размерных линий (пересечение выносных линий допускается). Расстояние между размерными линиями и параллельной им линии контура должно быть 7–10 мм.

Перед размерным числом диаметра во всех случаях следует наносить знак диаметра \varnothing , а перед размерным числом радиуса — букву R (рис. 10.7).

Размер радиуса или диаметра сферической поверхности может сопровождаться знаком \circ «сфера» в случае, когда это не ясно из чертежа. Все эти обозначения упрощают чтение чертежа и иногда дают возможность уменьшить число изображений.

Не рекомендуется проставлять размеры внутреннего контура детали, изображенного на чертеже штриховыми линиями.

При нескольких изображениях размеры, определяющие какой-либо элемент, следует давать только один раз и проставлять их на том изображении, на котором данный элемент детали дается наи-

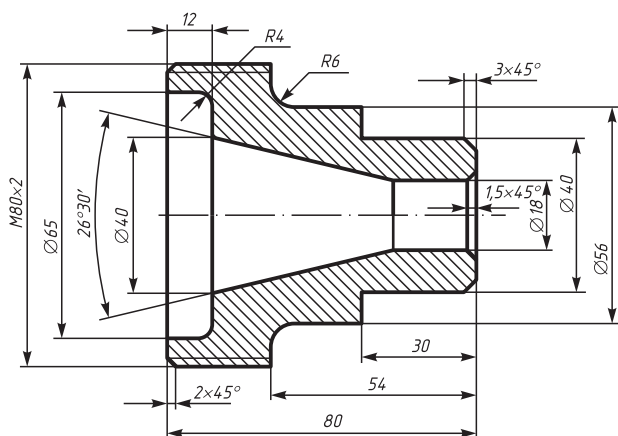


Рис. 10.6

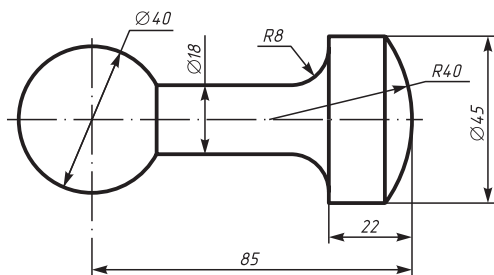


Рис. 10.7

более полно (рис. 10.8). Например, размеры, определяющие форму четырех отверстий, даны на местном разрезе, выполненном на главном изображении, размеры прямоугольного отверстия — также на главном изображении, а размеры продольного паза — на виде слева.

Простановку размеров на деталях, имеющих внутренние формы, по возможности группируют: размеры, относящиеся к внутренним очертаниям, отдельно от размеров, относящихся к наружным очертаниям.

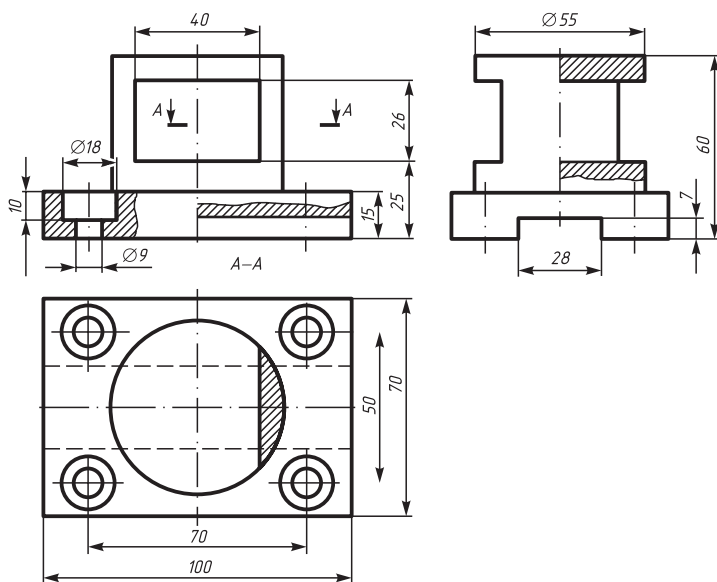


Рис. 10.8

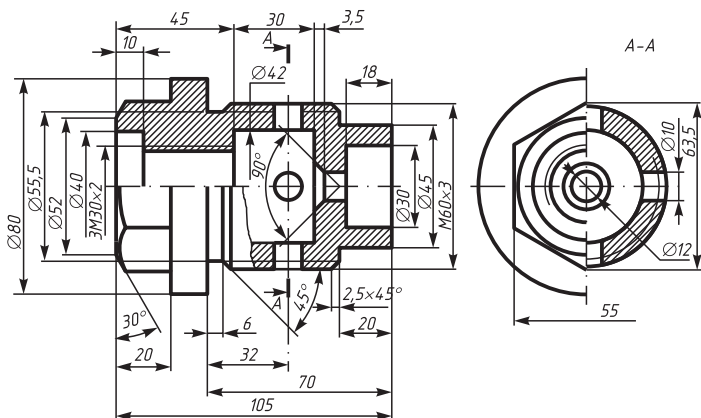


Рис. 10.9

Пример такой группировки размеров дан на рис. 10.9, где размеры длин, относящиеся к наружным очертаниям, нанесены внизу, а размеры длин, характеризующие внутреннюю форму, — наверху.

Для деталей тел вращения или сочетания различных тел вращения размеры диаметров следует проставлять на изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси тела. При такой простановке размеров можно легко прочесть форму детали (рис. 10.10). Нанесение размеров диаметров окружностей на изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси тела, допускается для максимального и минимального диаметров и для диаметра окружности, характеризующей расположение осей отверстий.

Для деталей, представляющих собой часть тела вращения, полученных резкой заготовки на две или несколько частей, размеры проставляют также на изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси, а размерные линии выполняют с обрывом (рис. 10.11).

Угловые размеры осей отверстий $\varnothing 10$ (рис. 10.10), равномерно расположенных по окружности, обычно не проставляют, а указывают только их количество.

При простановке размеров на деталях сложной конфигурации с плавными переходами фиксируют основной контур, составленный из прямолинейных участков, как показано на рис. 10.12.

При изображении детали в одной проекции размер толщины наносят, как показано на рис. 10.13.

При отсутствии на чертеже места для простановки размерных чисел на изображении мелких элементов последние следует выно-

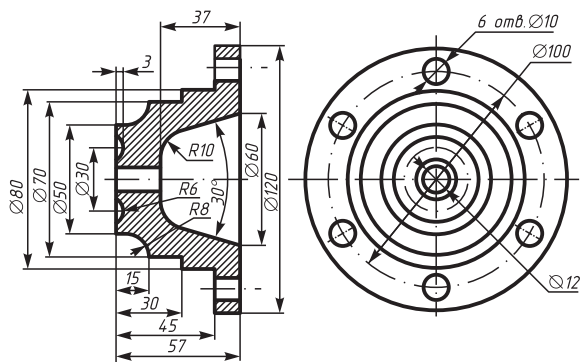


Рис. 10.10

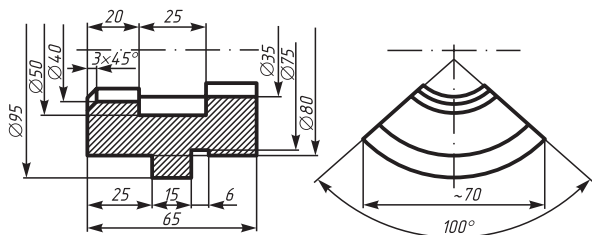


Рис. 10.11

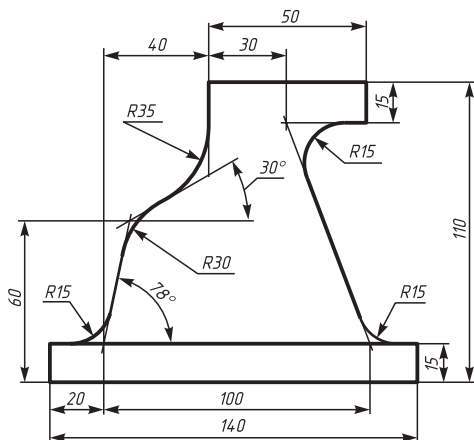


Рис. 10.12

свить на свободное поле чертежа в увеличенном масштабе и представлять размеры, как показано на рис. 10.14.

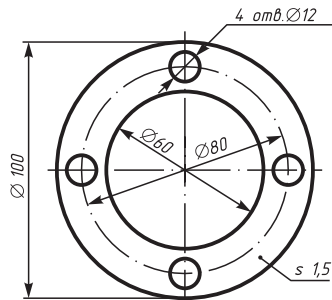


Рис. 10.13

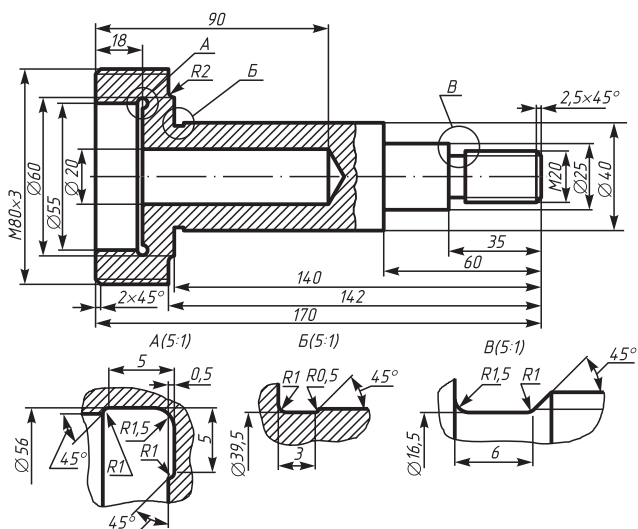


Рис. 10.14

Если деталь имеет большое число отверстий с параллельными осями, то их координацию лучше производить от какого-либо одного отверстия, например от отверстия *A* (рис. 10.15). Четыре отверстия *M10* также привязаны к отверстию *A*, однако взаимное положение этих отверстий и фигурного отверстия закоординировано уже от отверстия *B*, так как эти размеры являются сопряженными с размерами другой детали.

Размеры пружинных деталей (типа стопорных или установочных колец), которые изображают основными линиями в свободном состоянии, а после изменения первоначальной формы (в рабочем состоянии) — тонкими штрихпунктирными линиями, проставля-

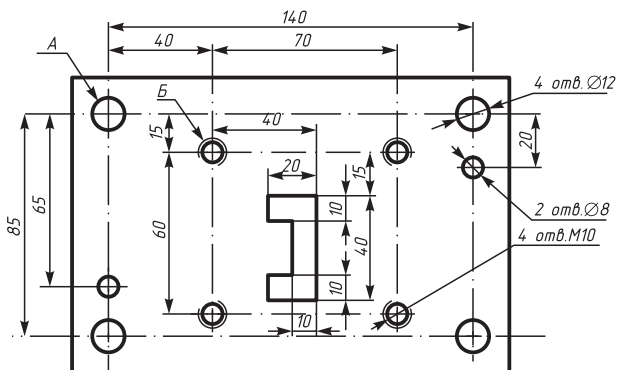


Рис. 10.15

ют на изображении, выполненном штрихпунктирными линиями (рис. 10.16, 10.17).

Детали из материалов со специфическими особенностями. Если деталь изготавливают из материала, имеющего определенное на-

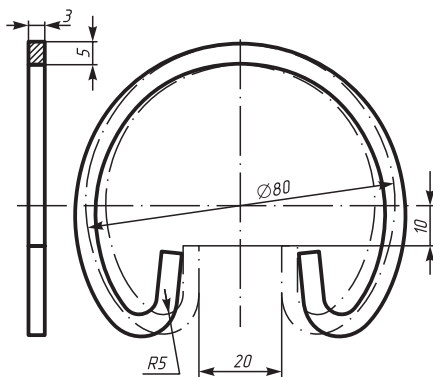


Рис. 10.16

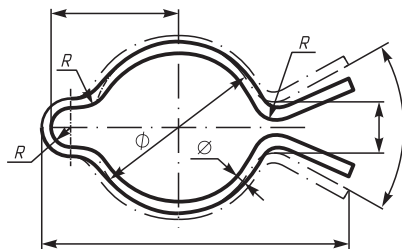


Рис. 10.17

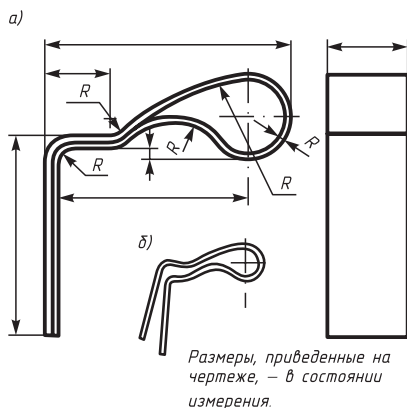


Рис. 10.18

правление волокон, основы и т.п. (металлическая лента, ткань, дерево), то на чертеже при необходимости указывают направление (рис. 10.19): *а* — проката для металла; *б* — основы для ткани; *в* — продольного для бумаги; *г* — волокон для дерева; *д* — волокон для фанеры.

Указания о расположении слоев материала детали, изготавливаемой из текстолита, фибры, гетинакса или другого слоистого материала, при необходимости помещают в технических требованиях (рис. 10.20). Если материал имеет лицевую и обратную стороны (кожа, некоторые виды пленок и др.), то на чертежах деталей при необходимости на полке линии-выноски указывают лицевую сторону (рис. 10.21).

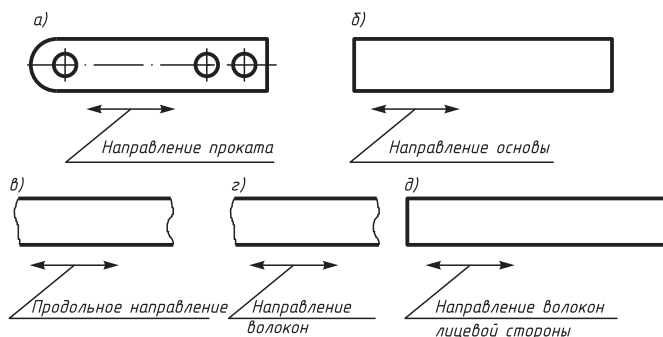


Рис. 10.19

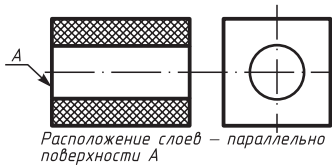


Рис. 10.20

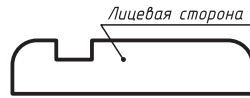


Рис. 10.21

Детали из прозрачных материалов изображают как непрозрачные. Надписи, цифры, знаки, которые у готовой детали видят с лицевой стороны, а наносят с обратной, изображают как видимые и помещают соответствующие указания в технических требованиях (рис. 10.22).

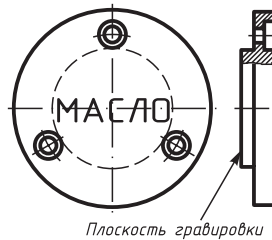


Рис. 10.22

Размеры на чертежах совместно обрабатываемых изделий. Если отдельные элементы изделия необходимо до сборки обработать совместно с другим изделием, для чего их временно соединяют и скрепляют (например, половины корпуса, части картера и т.п.), то на оба изделия выпускают в общем порядке самостоятельные чертежи с указанием на них всех размеров, предельных отклонений, шероховатости поверхности и других необходимых данных.

Размеры с предельными отклонениями элементов, обрабатываемых совместно, заключают в квадратные скобки и в технических требованиях помещают указание: *Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с...* (рис. 10.23, а, б).

В сложных случаях при указании размеров, связывающих различные поверхности обоих изделий, рядом с изображением одного из изделий, наиболее полно отражающего условия совместной обработки, помещают полное или частичное упрощенное изображение другого изделия, выполненное сплошными тонкими линиями (рис. 10.23, б).

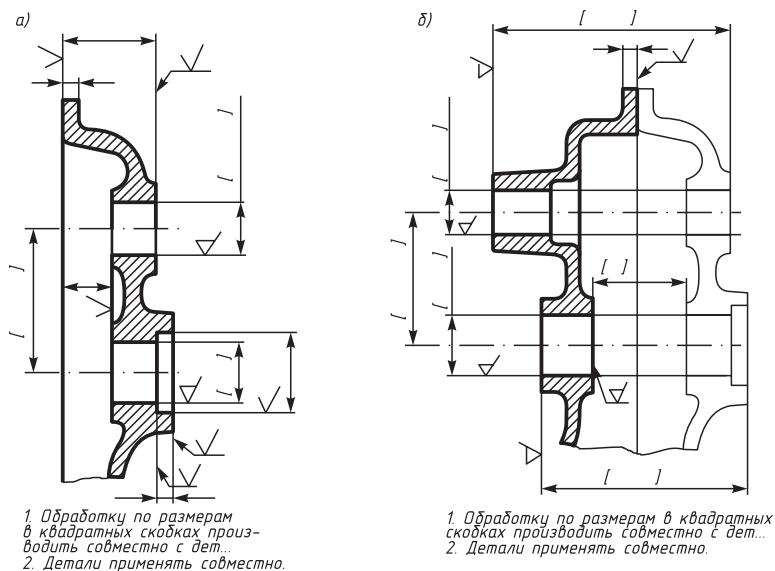


Рис. 10.23

Технические требования, относящиеся к поверхностям, обрабатываемым совместно, помещают на том чертеже, где изображены все совместно обрабатываемые изделия. Указания о совместной обработке помещают на всех чертежах совместно обрабатываемых изделий.

Если отдельные элементы изделия должны быть обработаны по другому изделию и (или) пригнаны к нему, то размеры таких элементов отмечают у изображения знаком * или буквенным обозначением, а в технических требованиях чертежа приводят соответствующие указания (рис. 10.24).

На чертеже изделия, получаемого разрезкой заготовки на части и взаимозаменяемого с любым другим изделием, изготовленным из других заготовок по данному чертежу, изображения заготовки не помещают (рис. 10.25, а).

На изделие, получаемое разрезкой заготовки на части или состоящее из двух (и более) совместно обрабатываемых частей, применяемых только совместно и не взаимозаменяемых с такими же частями другого такого же изделия, разрабатывается один чертеж (рис. 10. 25, б).

Размеры на чертежах изделий с дополнительной обработкой или переделкой выполняют с учетом следующих требований:

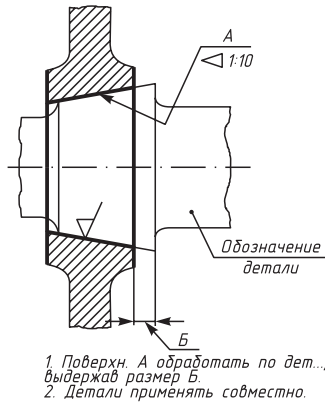


Рис. 10.24

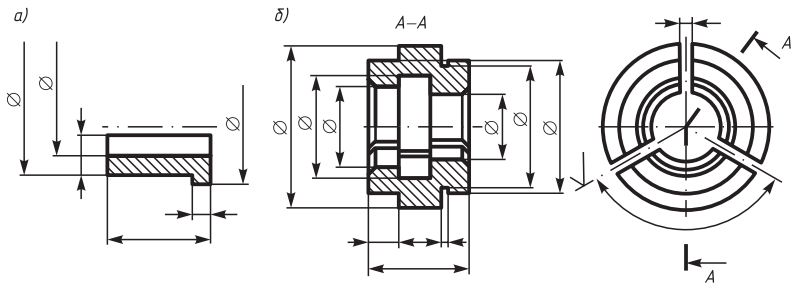


Рис. 10.25

а) изделие-заготовку изображают сплошными тонкими линиями, а поверхности, получаемые дополнительной обработкой, — сплошными основными линиями;

б) наносят только те размеры, предельные отклонения и шероховатости поверхности, которые необходимы для дополнительной обработки (рис. 10.26).

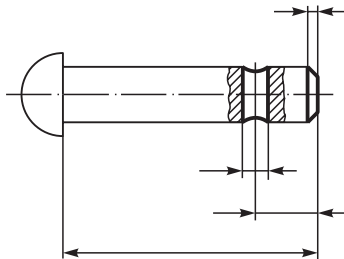


Рис. 10.26

На таких чертежах можно наносить справочные, габаритные и присоединительные размеры, а также изображать только часть изделия-заготовки, элементы которой дополнительно обрабатывают.

На чертеже детали, изготавливаемой дополнительной обработкой заготовки, в графе 3 основной надписи записывают слово *Заготовка* и обозначение изделия-заготовки. Изделие-заготовку записывают в соответствующий раздел спецификации. При этом в графе *Поз.* ставят прочерк. В графе *Наименование* после наименования изделия-заготовки указывают в скобках: (*Заготовка для...*).

Размеры гнутых и других деталей. Если форма и размеры всех элементов определены на чертеже готовой детали, то развертку не приводят. Когда изображение детали, изготавливаемой гибкой, не дает полного представления о форме и размерах отдельных ее элементов, на чертеже детали помещают ее полную или частичную развертку. На изображении развертки наносят те размеры, которые невозможно указать на изображении готовой детали. Развертку изображают сплошными основными линиями, толщина которых равна толщине линий видимого контура на изображении детали. При необходимости на изображении развертки наносят линии сгибов, выполняемые штрихпунктирными тонкими линиями с двумя точками, с указанием на полке линии-выноски *Линия сгиба*. Над изображением развертки наносят знак \curvearrowright (рис. 10.27). Не нарушая

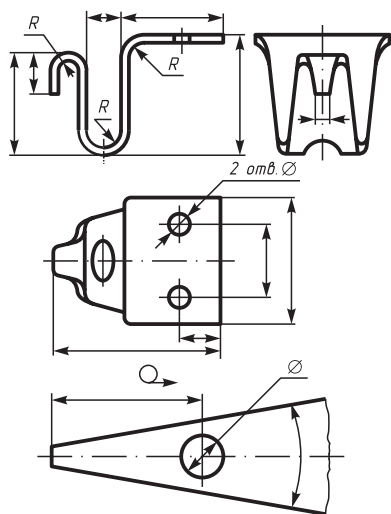


Рис. 10.27

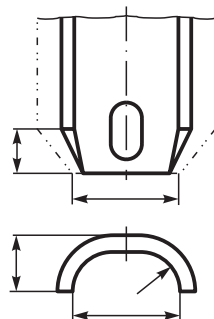


Рис. 10.28

ясности чертежа, можно совмещать развертку с видом детали. В этом случае развертку изображают штрихпунктирными тонкими линиями с двумя точками и знак \ominus не наносят (рис. 10.28).

Размеры деталей, изготовленных гибкой. При гибке деталь приобретает форму, которая соответствует форме инструмента. Поэтому размеры следует ставить на внутренний контур детали (рис. 10.29) как для листового материала, так и для прутков. Радиус изгиба труб следует относить к оси трубы (чтобы труба не сплющивалась при загибке, ее предварительно набивают песком).

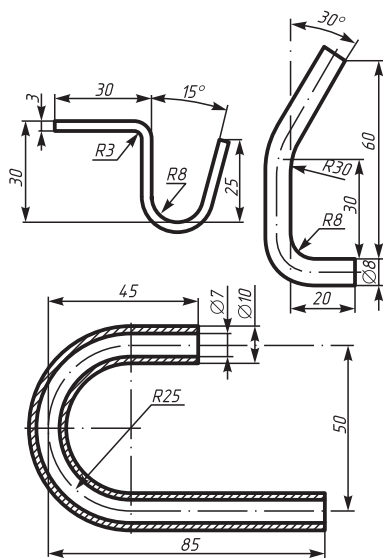


Рис. 10.29

Размер деталей, изготовленных штамповкой. Размеры на чертежах деталей, изготавливаемых штамповкой, следует проставлять так, чтобы по ним легко можно было изготовить штамп. На рис. 10.30 показан чертеж рычага, заготовка которого — штамповка. При простановке размеров на чертежах деталей, получаемых холодной штамповкой, следует задавать один контур детали, например внутренний, и толщину материала, из которого она изготавливается (рис. 10.31).

Размеры детали, изготавливаемой литьем. Пример учета особенностей конструкции литой детали при нанесении размеров приведен на рис. 10.33. На рис. 10.32 дано наглядное изображение детали, на рис. 10.34, а изображена литейная модель детали (кониче-

ские выступы соответствуют таким же выступам на стержне), на рис. 10.34, *в* — элементарных тел, образующих форму литейной модели, на рис. 10.34, *б* — литейный стержень (для формообразования внутренней полости).

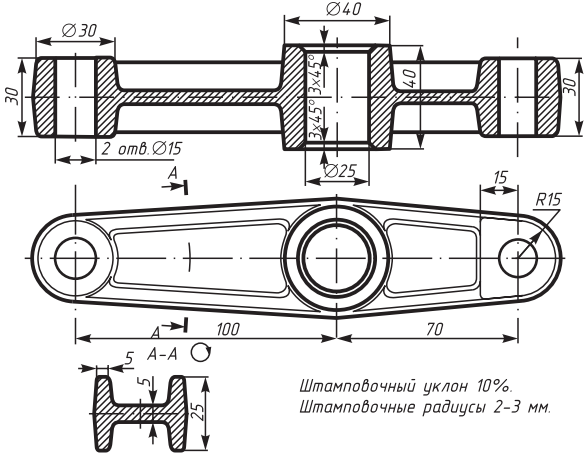


Рис. 10.30

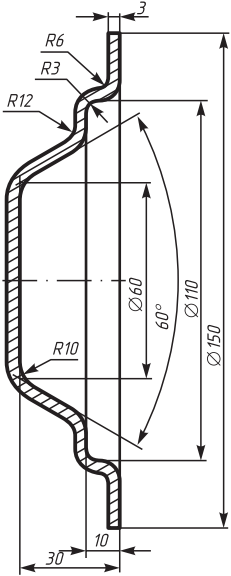


Рис. 10.31

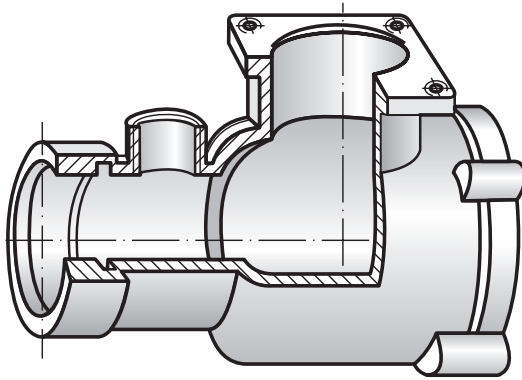


Рис. 10.32

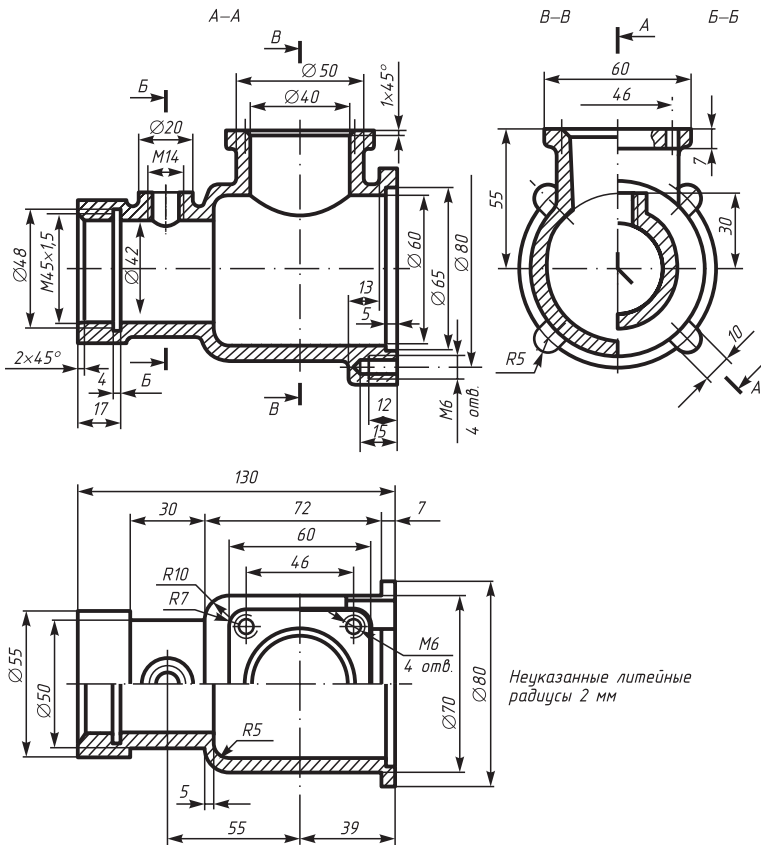
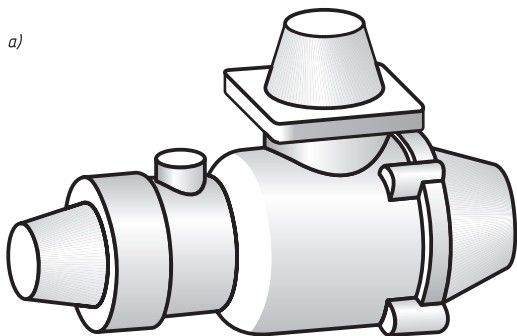
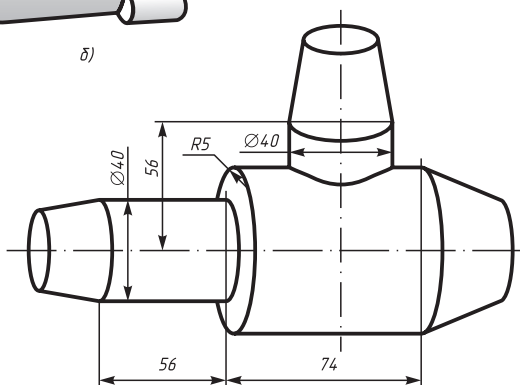


Рис. 10.33

a)



б)



в)

г)

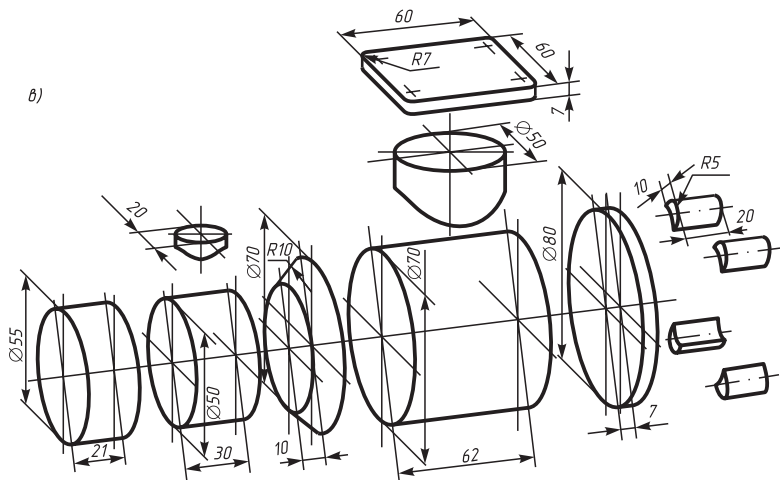


Рис. 10.34

10.3. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАБАТЫВАЕМЫЕ РЕЗАНИЕМ

Рассмотрим несколько простых, наиболее часто встречающихся примеров механической обработки и связанной с ними простановки размеров.

Сверление глухого отверстия и нарезание в нем резьбы. Последовательность обработки рассмотрена выше (см. рис. 8.4). На чертеже наносят обозначение резьбы, глубину сверления и длину резьбы с полным профилем, а также размер фаски. Дно отверстия, образованное режущей частью сверла, изображают условно как конус с углом при вершине 120° (размер не наносят). При нарезании конической резьбы длину ее не указывают.

Нарезание внутренней резьбы резцом. Последовательность обработки внутренней резьбы с проточкой для выхода резца (схема размеров — на рис. 10.35, *а*) показана на технологических эскизах: расточка внутренних диаметров на заданную глубину при подаче резца вдоль оси (*б*); проточка канавки для выхода резца при радиальной его подаче (*в*); нарезание резьбы при подаче вдоль оси (*г*, переходы обработки фаски не показаны).

Обточка ступенчатого валика (рис. 10.36) в центрах. Заготовка — пруток $\varnothing 30$. Последовательность токарной обработки показана слева на рис. 10.37, *а — д* при одной установке в центрах и на рис. 10.37 *е — ж* при другой (отрезка заготовки и зацентровка не рассмотрены). Положение резца указано в конце каждого перехода, обработанные поверхности показаны утолщенными линиями. Момент вращения на деталь передает хомутик (показан только на переходе слева). Справа показаны соответствующие операционные технологические эскизы с размерами (рас-

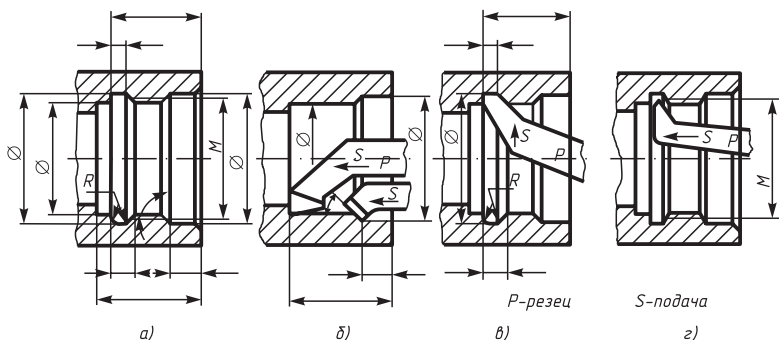


Рис. 10.35

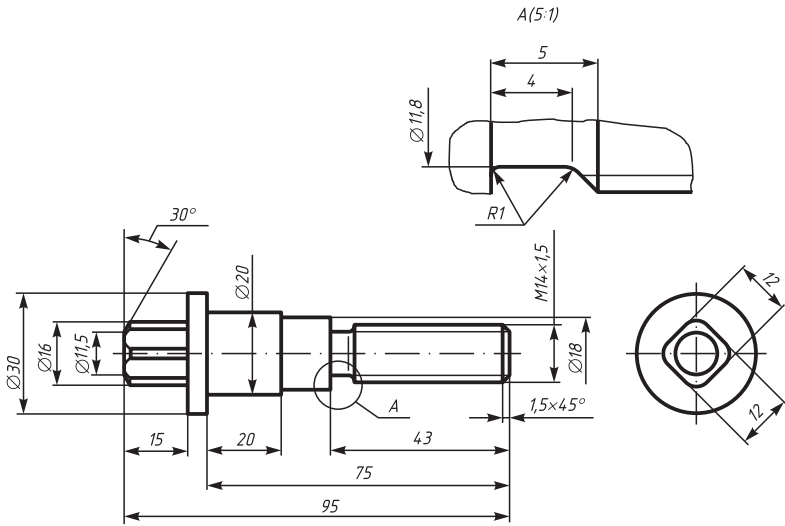


Рис. 10.36

стояния от размерных линий до контура изображения детали выбраны с учетом положения этих размерных линий на чертеже детали).

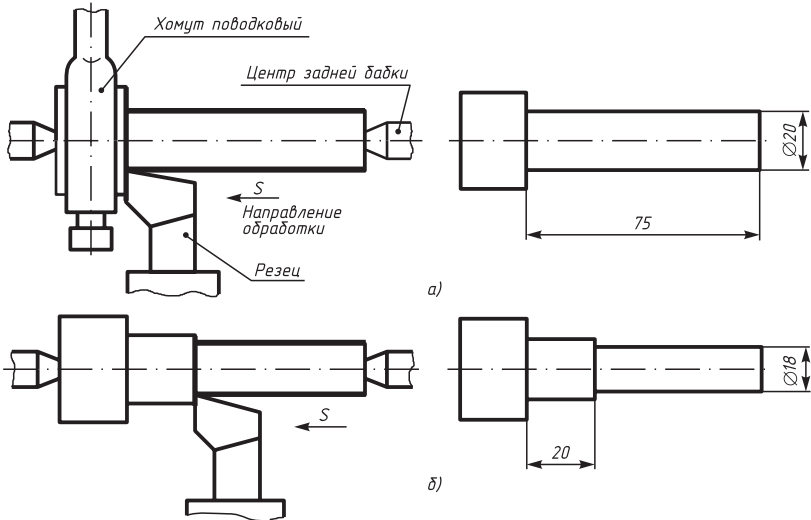


Рис. 10.37

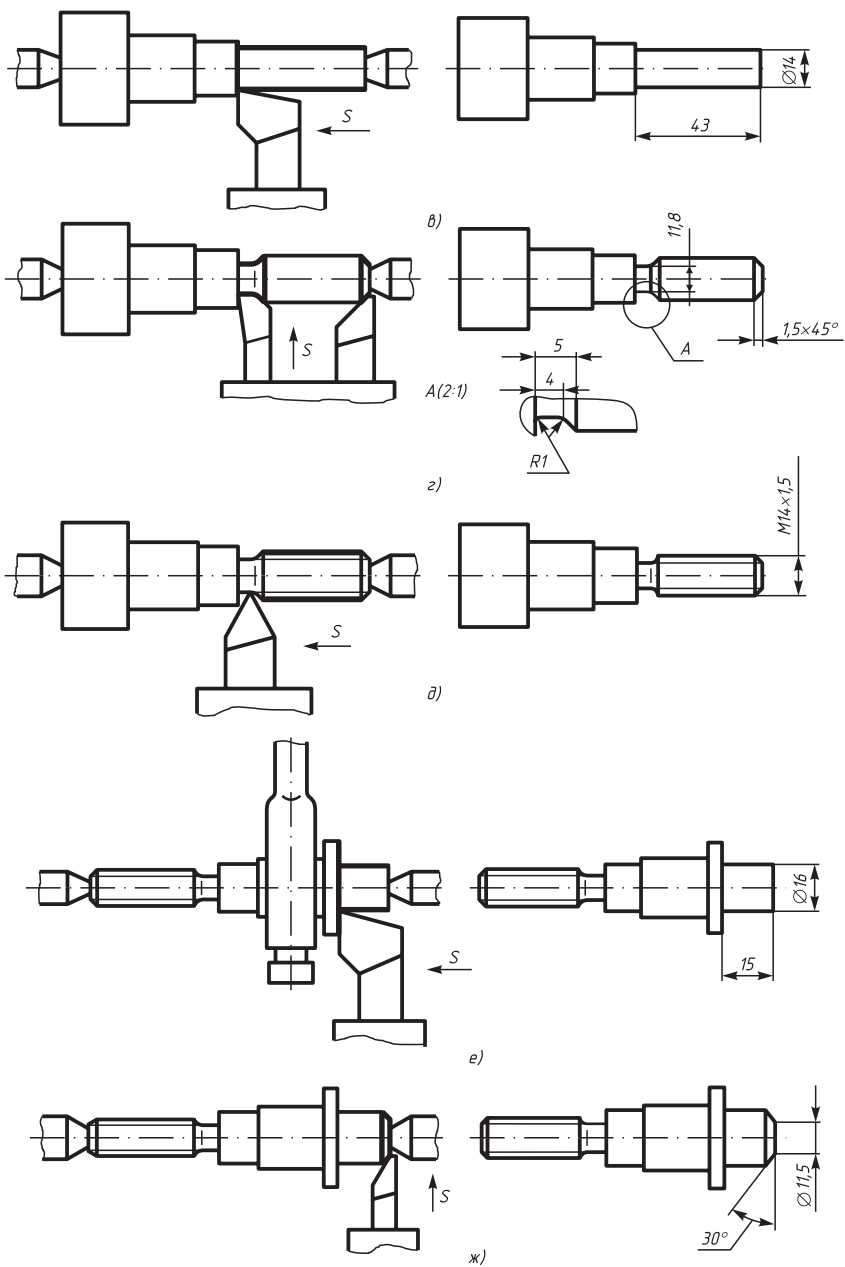


Рис. 10.37 (окончание)

Проточка канавок. Схема обработки канавок для выхода резьбового резца при нарезании внутренней резьбы рассмотрена выше (см. рис. 10.35, в). Аналогично обрабатывают наружные проточки (см. рис. 10.37, з).

Схема постановки размеров полукруглой канавки-фиксатора и положение резца приведены на рис. 10.38.

На чертеже указывают положение плоскости симметрии канавки, а ширину не указывают.

Схема постановки размеров на канавках специального назначения (рис. 10.38, 10.39, 10.40) позволяет правильно заточить режущий инструмент и точно обработать канавки при поперечной подаче резца.

Фрезерование призматических головок винтов, гаек («под ключ»), шпоночных канавок. Пример фрезеровки головки ступенчатого валика (см. рис. 10.36) двумя фрезами

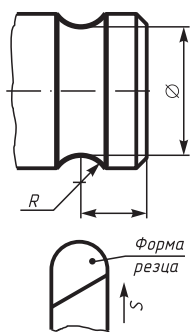


Рис. 10.38

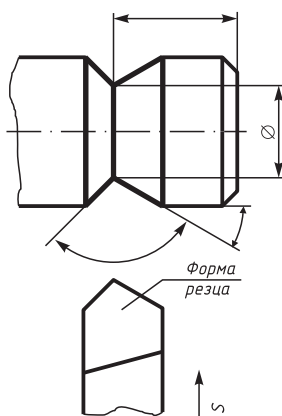


Рис. 10.39

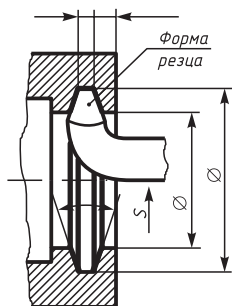


Рис. 10.40

показан на рис. 10.41. После обточки (см. рис. 10.37, 10.38) валик закрепляют в приспособлении и одновременно фрезеруют две грани головки в размер 12 «под ключ».

На рис. 10.42. изображен вал с тремя различными шпоночными канавками. Схемы фрезерования канавок и необходимые размеры

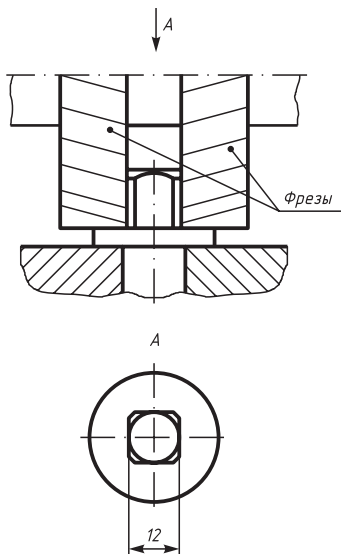


Рис. 10.41

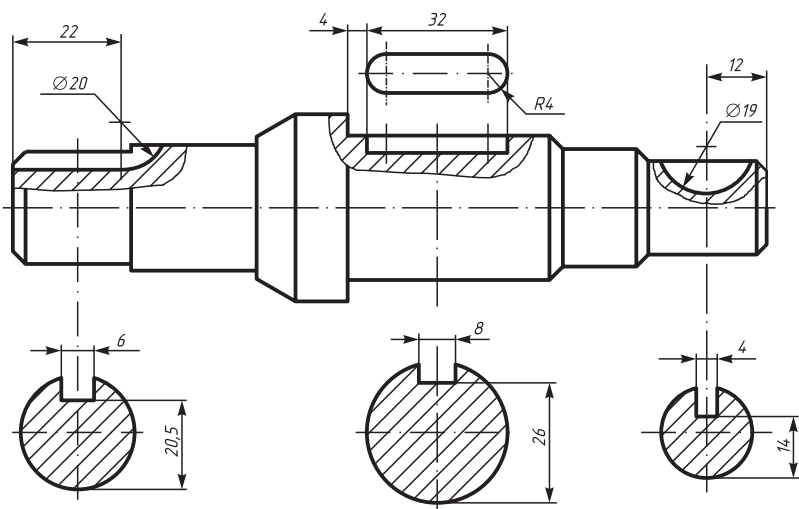


Рис. 10.42

приведены на рис. 10.43, а, б, в. Длину полного профиля левой канавки определяет размер 22 мм. Диаметр фрезы (а) выбирают минимально возможным. Среднюю канавку со скругленными кон-

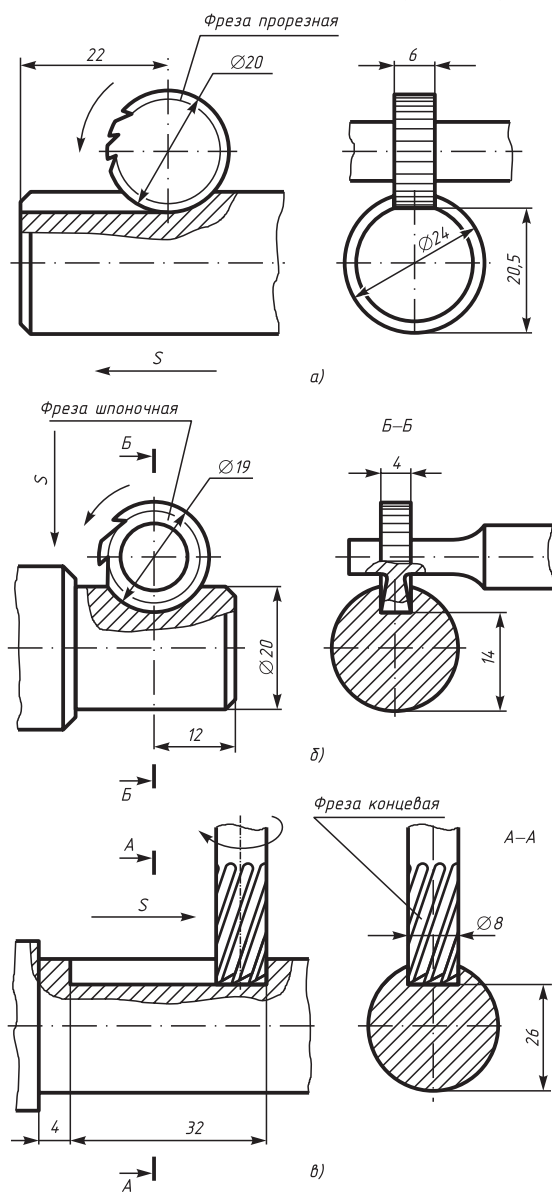


Рис. 10.43

цами фрезеруют (ϕ) концевой фрезой. Диаметр фрезы выбирают по ширине канавки. Правую канавку под сегментную шпонку фрезеруют (ϕ) специальной шпоночной фрезой, диаметр и толщина которой определены размерами канавки (они соответствуют размерам шпонки).

Проточка канавок. Очень часто в машиностроении встречаются детали (поршни, золотники и т.п.), на которых выполнено по несколько канавок. На рис. 10.44 показан золотник с тремя прямоугольными канавками и одной полукруглой. Эти канавки на токарном станке можно обработать набором резцов за одну операцию. На чертеже должны быть даны размеры (например, от технологической базы T) для установки каждого из резцов в суппорте. При такой постановке можно наиболее точно установить положение каждого резца (и канавки) относительно торца T . Для фиксирования положения полукруглой канавки указывают размер положения плоскости симметрии канавки; ширину канавки не указывают.

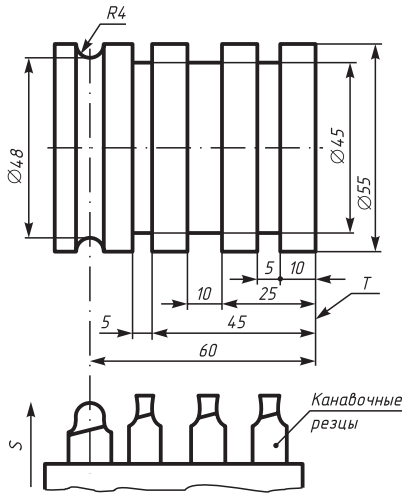


Рис. 10.44

10.4. СЪЕМКА ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ

Изучение правил и выработку практических навыков в разработке чертежей деталей обычно осуществляют в три этапа: съемка эскизов деталей с образцов, выполнение чертежей деталей по их эскизам, выполнение чертежей деталей по проектному конструкторскому чертежу общего вида изделия.

Рассмотрим первый этап — съемку эскизов деталей.

Эскизы. В условиях производства (например, при ремонтных работах) и при проведении научно-исследовательских и конструкторских работ часто возникает необходимость выполнения эскизов деталей. *Эскиз детали представляет собой чертеж, выполненный от руки, без точного соблюдения масштаба, но с сохранением пропорций между размерами отдельных элементов детали.*

В процессе работы по съемке эскизов приобретаются знания и навыки по выполнению чертежа детали, осваиваются правила оформления чертежей, изложенные в ГОСТ ЕСКД 2.301–2.307 (п. 1,2), 2.311, 2.101, 2.102, 2.109, и приемы измерения размеров элементов деталей с натуры, применяемый для этого инструмент. Одновременно изучаются элементы конструкции сравнительно простых деталей и особенности их изготовления.

Требования к выполнению эскизов деталей в учебном процессе. Эскизы выполняют на листе клетчатой писчей бумаги, близких по размерам к стандартным форматам А4 (297×210), А3 (297×420) или больших. Листы клетчатой бумаги большего формата склеивают из меньших. Эскизы простых деталей с одним изображением оформляют на половине формата А4. Эскизы выполняют остро заточенным карандашом твердости «ТМ», «НВ» или «М», «В», «F», обводят карандашом «М», «В», «F» или «2М», «2В», «2F». При съемке эскизов используют простые измерительные инструменты: линейки, штангенциркуль, кронциркуль, нутромер, радиусомеры, резбомеры, угломер.

На эскизах наносят все размеры, необходимые для изготовления и контроля изображенного предмета. Поэтому для выполнения эскизов наряду со знанием правил выполнения изображений необходимо также знание и правил нанесения размеров. Они рассмотрены ниже.

Порядок съемки эскиза детали. Перед съемкой эскиза детали:

- анализируют форму детали и устанавливают ограничивающие ее поверхности (иногда для этого выполняют некоторые измерения);
- решают, какие изображения необходимы для полного выявления формы детали;
- выбирают главное изображение;
- выбирают ориентировочные размеры изображений детали на эскизе и соответственно размер листа бумаги. Пропорции между элементами детали определяют на глаз.

На основании личного опыта, консультации преподавателя определяют назначение детали, ее материал и последовательность изготовления.

При съемке эскизов деталей не допускается «упрощать» форму их элементов.

Выбор изображений, главного изображения, формата и планировки подробно рассмотрен в гл. 9. При этом руководствуются правилами выполнения изображений предметов, изложенными в гл. 5.

В качестве примера рассмотрим деталь — подвижную губку ручных слесарных тисков, приведенную на рис. 10.45. Деталь имеет плоскость симметрии. Технология изготовления: отливка, фрезеровка направляющих типа «ласточкин хвост», плоскостей наковаленки и под планку губы, шлифовка направляющих и плоскости наковаленки, расточка центрального отверстия, слесарная обработка двух резьбовых гнезд.

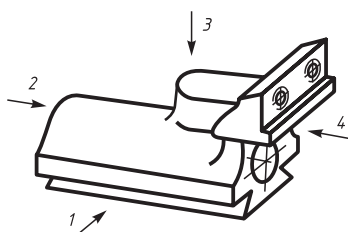


Рис. 10.45

Для полного выявления формы детали необходимы четыре вида по стрелкам 1, 2, 3 и 4, а также разрез с секущей плоскостью, совпадающей с плоскостью симметрии. В качестве главного изображения удобно взять часть вида по стрелке 1, соединенного с частью фронтального разреза. В этом случае на видах слева по стрелке 2, справа по стрелке 4 и сверху по стрелке 3 выявляют форму всех элементов детали. Учитывая симметрию, можно ограничиться половиной вида сверху.

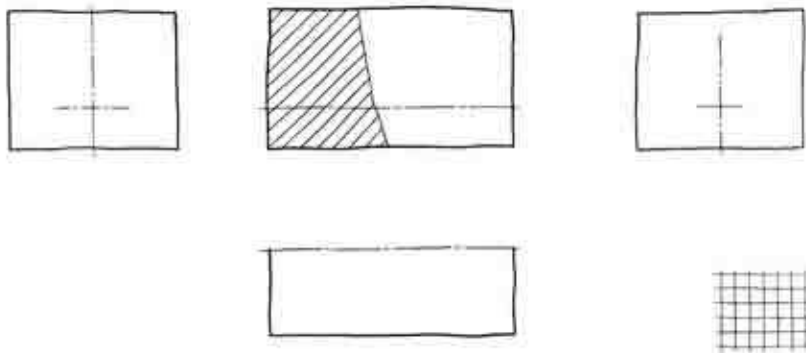
Последовательность выполнения эскиза

1. Нанесение линий внутренней рамки и основной надписи. В соответствующих графах студент сразу должен вписать свою фамилию и номер группы.

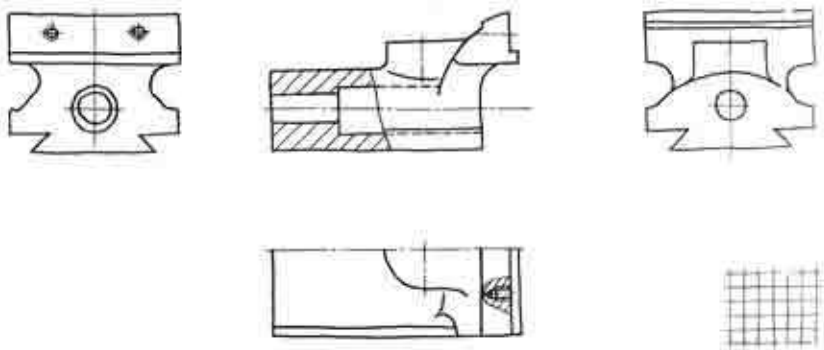
2. Выполнение планировки, т.е. вычерчивание прямоугольников по габаритным размерам изображений, и нанесение осевых и центровых линий (рис. 10.46, б), предусматривая место для размеров, согласование планировки с преподавателем.

3. Вписывание контуров изображений в эти прямоугольники, выполнение разрезов (рис. 10.46, в): фронтального, местного.

a)



б)



в)

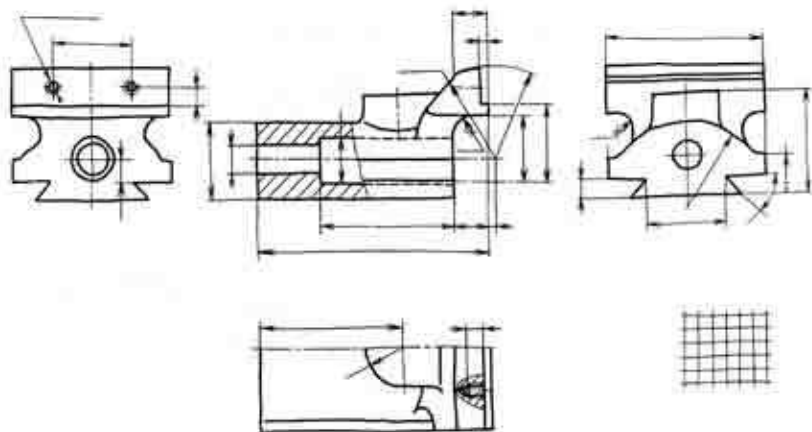


Рис. 10.46

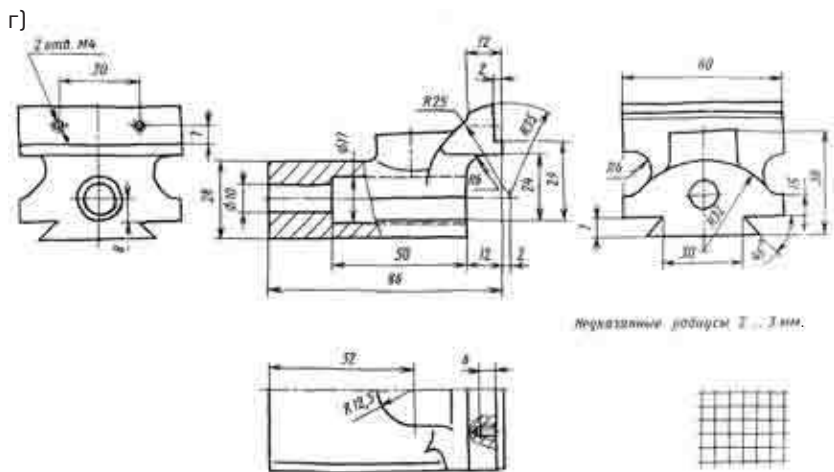


Рис. 10.46 (окончание)

Эту работу выполняют в модельной аудитории, имея перед глазами деталь.

4. Нанесение выносных и размерных линий (рис. 10.46, в, г). Эту работу целесообразно выполнять дома.

5. Измерение детали и нанесение размерных чисел (рис. 10.46, е). К измерению приступают, только убедившись в правильности нанесения размерных линий.

6. Обводка эскиза. Толщина обводки $s = 0,8...1$ мм.

Ниже рассмотрены некоторые вопросы съемки размеров детали с натуры и простановки размеров применительно к эскизам и чертежам деталей. С ними необходимо ознакомиться перед выполнением работ, указанных выше в пп. 4 и 5.

Некоторые детали, эскизы которых должны быть сняты, могут иметь форму стандартных деталей (или быть стандартными), другие — иметь стандартные элементы. Эскизы деталей, соответствующие по форме стандартным, выполняют, руководствуясь изображениями и системой простановки размеров, принятыми в стандартах. Аналогично, руководствуясь стандартами, выполняют изображения стандартных элементов.

Приведем анализ изображений нескольких деталей с учетом правил, установленных стандартами.

Деталь типа «основание». Внешний вид такой детали приведен на рис. 10.47. Приведем анализ ее формы. В основе конструкции детали — прямоугольный параллелепипед с внутренней полостью,

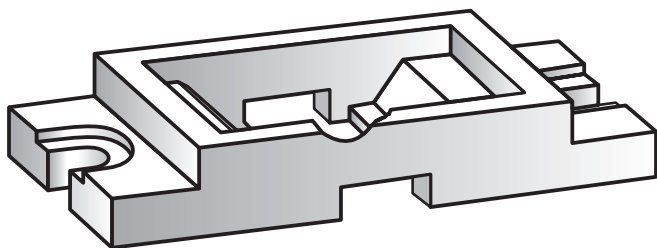


Рис. 10.47

с боковыми срезами и углублениями в них, с поперечным пазом. Деталь имеет две плоскости симметрии: продольную и поперечную. Внутренняя полость имеет симметричную ступенчатую форму, образованную несколькими плоскостями. Углубления сбоку имеют форму полуцилиндров с касательными к ним плоскостями.

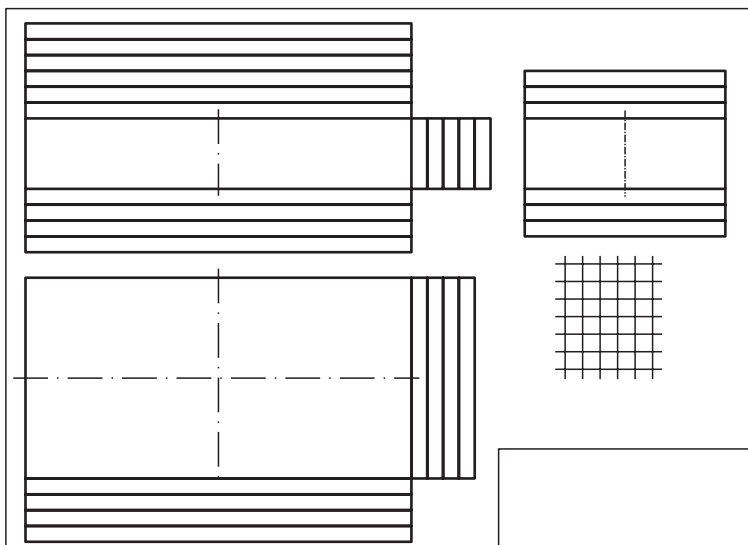
Планировка приведена на рис. 10.48, *а*, изображение — на рис. 10.48, *б*. Половина главного вида и половина фронтального разреза дают наиболее полное представление о форме детали по сравнению с ее изображениями на горизонтальной и профильной плоскостях проекций. На профильной плоскости проекций также соединены два изображения детали — половина вида слева с половиной профильного разреза. Фронтальный и профильный разрезы не обозначены надписями, так как секущие плоскости совпадают с плоскостями симметрии детали.

Симметричность детали определила и схему нанесения размерных линий, определяющих форму и положение внутренних элементов, боковых пазов и поперечного паза. Отметим также особенность нанесения размерных линий для элементов внутренних выступов на фронтальном разрезе — размерные линии № 1, 2, 3, 4 начерчены с обрывом. Слева от оси размерная линия оборвана и не имеет стрелки. Такая условность размеров установлена стандартом при соединении на одной плоскости проекций части разреза и части вида для деталей симметричной формы. Обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета. Аналогично нанесена размерная линия № 7 на профильном разрезе. Другие особенности нанесения размеров рассмотрены ниже.

Многогранная деталь типа «корпус». Внешний вид такой детали — корпуса ручного пресса — приведен на рис. 10.49. Назначение детали — несущая конструкция, вырез в которой образует рабочую зону пресса.

Анализ конструкции данной детали показывает, что в основе ее формы — многогранник, три боковые грани которого наклонны,

a)



б)

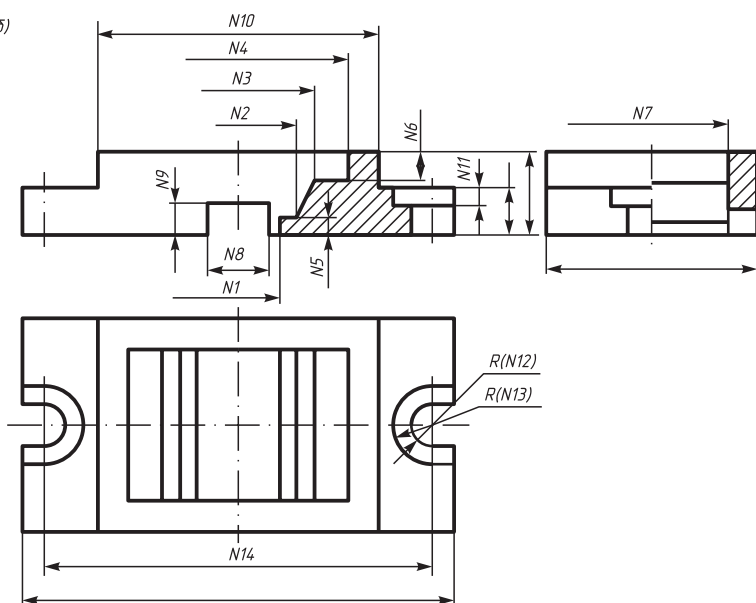


Рис. 10.48

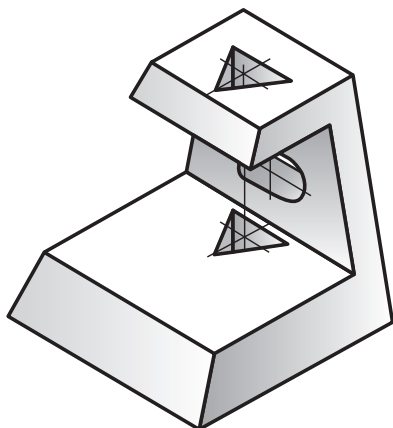


Рис. 10.49

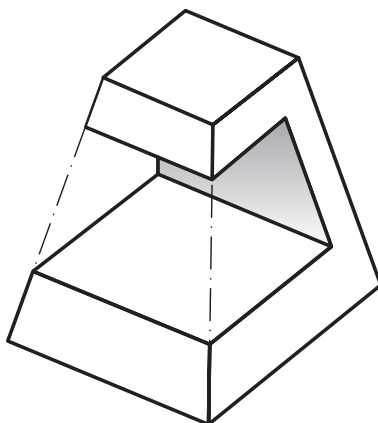


Рис. 10.50

а четвертая перпендикулярна к основаниям (рис. 10.50). В многограннике выполнен вырез двумя плоскостями, параллельными основаниям, и плоскостью, перпендикулярной к ним (параллельной четвертой боковой грани). Кроме того, в детали выполнены два одинаковых по размерам вертикальных треугольных призматических отверстия, расположенных друг под другом, и фасонное горизонтальное отверстие. Деталь имеет одну вертикальную плоскость симметрии.

Выбор изображений (рис. 10.51) в данном случае обосновывается следующим (планировка отдельным рисунком не иллюстрируется). Фронтальный разрез по плоскости симметрии выявляет вырез, образующий рабочую зону, и взаимное расположение отверстий. Его расположение позволяет выявить форму выреза на виде слева. Соединение половины вида сверху и половины горизонтального разреза $A - A$ позволяет выявить форму верхнего и нижнего трехгранных отверстий, а также форму фасонного отверстия в вертикальной стенке.

Размеры формы и размеры положения. Отметим две группы размерных линий в эскизе данной детали. К первой группе отнесем размеры определенных геометрических элементов — размеры исходной внешней формы № 5–7, № 10 и 11, размеры отверстий (диаметр описанной окружности отверстий трехгранной формы — размер № 13, фасонного отверстия — № 8 и 9, высоту выреза — № 12). Ко второй группе — размеры, определяющие положение указанных геометрических элементов относительно поверхностей исходной призмы или других элементов. Это размеры № 1–4. Раз-

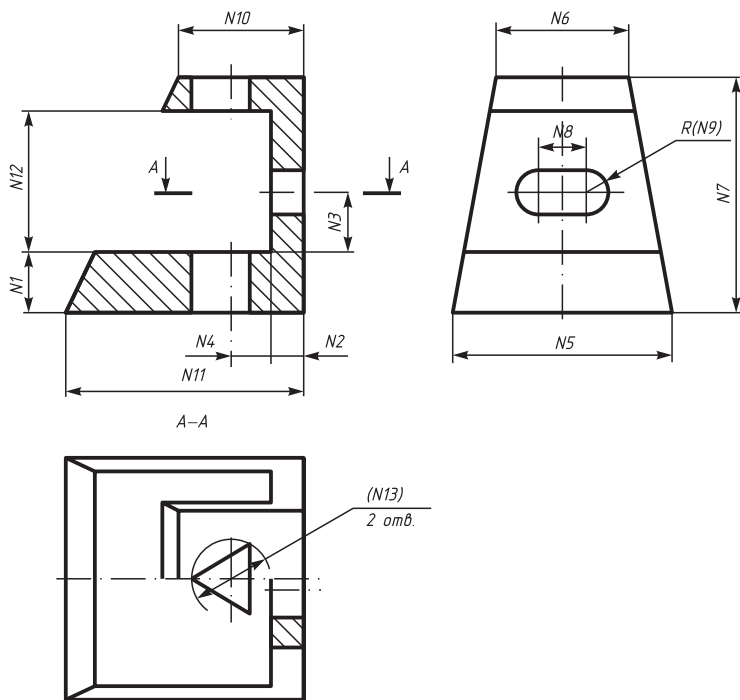


Рис. 10.51

меры № 1 и 2 определяют положение выреза относительно граней и основания призмы. При этом размер № 2 устанавливают с учетом прочности этой стенки. Размер № 3 определяет положение бокового отверстия относительно нижней поверхности выреза — рабочей поверхности детали. Размер № 4 определяет положение оси трехгранных отверстий до стенки выреза, которая является границей рабочей зоны внутри выреза.

Эскиз детали типа «корпус». Внешний вид детали и вид снизу показаны на рис. 10.52.

Анализ формы конструктивных элементов детали. В основании детали — плоский прямоугольный параллелепипед, на нем — цилиндрическая часть, имеющая сверху круглый фланец. Внутри цилиндрической части с фланцем — цилиндрическая полость с продольным ребром (см. вид снизу на рис. 10.52) и шестигранное отверстие сверху. На верхней части фланца — поперечный паз. Цилиндр укреплен наклонными ребрами жесткости. Основание и фланец имеют по четыре крепежных (цилиндрических) отверстия,

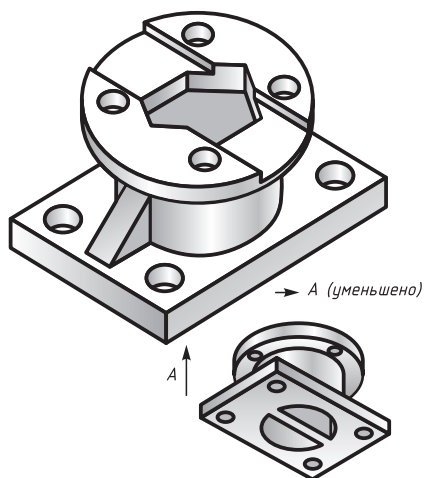


Рис. 10.52

два круглых отверстия имеются в стенках цилиндра под фланцем над ребрами. Деталь имеет две плоскости симметрии.

Эскиз детали приведен на рис. 10.53 (промежуточный этап — планировка не проводится). Особенности формы детали однозначно определяют выбор главного изображения. В связи с симметрией детали на каждой из плоскостей проекций соединены два

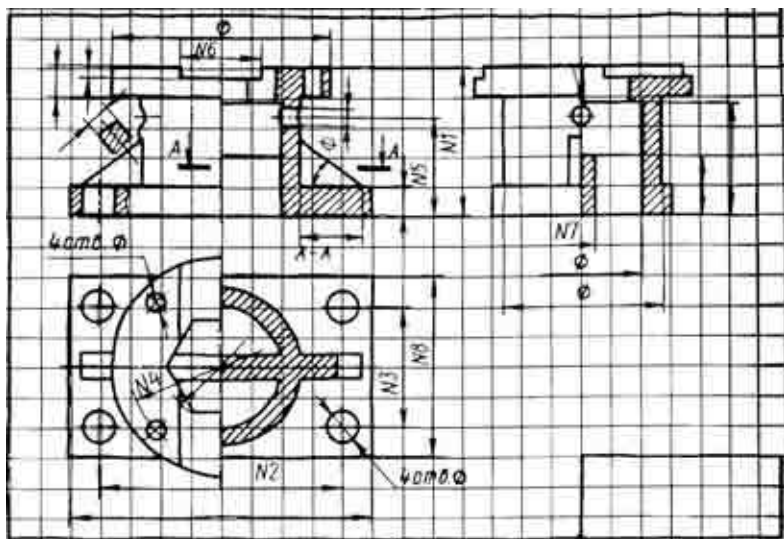


Рис. 10.53

изображения детали — половина вида с половиной разреза. Фронтальный и профильный разрезы не обозначены надписями, так как секущие плоскости совпадают с плоскостями симметрии детали. Секущая плоскость горизонтального разреза обозначена линиями сечения $A - A$ со стрелками, которые определяют положение секущей плоскости и направление взгляда.

Некоторые условности, допускаемые стандартом и применяемые при изображении детали.

Ребро жесткости в разрезах. На фронтальном разрезе не заштрихованы наружные в виде треугольника и внутренние ребра, так как секущая плоскость этого разреза направлена вдоль ребер.

На горизонтальном разрезе $A - A$ оба ребра заштрихованы, так как секущая плоскость расположена поперек ребер. На профильном разрезе соответственно заштрихована половина внутреннего ребра, попадающего в профильную плоскость разреза.

Отверстия на круглом фланце. Оси отверстий не лежат ни во фронтальной, ни в профильной секущих плоскостях. В таком случае стандартом допускается (см. рис. 5.43, б) изображать отверстия в разрезе условно без дополнительного обозначения секущей плоскости, проходящей через ось фланца и ось отверстия. При этом отверстие условно переносят в плоскость разреза по диаметру расположения его оси. В данном случае отверстие во фланце показано в разрезе на фронтальной проекции.

Местный разрез. Крепежное отверстие в основании детали изображено в местном разрезе на левой половине главного вида. Секущая фронтальная плоскость в этом случае проходит через ось отверстия, а местный разрез справа ограничен волнистой линией. Положение секущей плоскости и направление взгляда для местных разрезов ввиду их очевидности и простоты не обозначают.

Ребро в плоскости симметрии детали. На профильной проекции детали для выявления ребра шестигранного отверстия разрез в верхней части детали сделан несколько более половины детали, вид отделен от разреза волнистой линией (см. рис. 10.53).

Вынесенное сечение. Для выявления у боковых ребер формы перехода от наклонной плоскости к вертикальным применено вынесенное сечение. Оно показано вблизи главного вида. С изображением ребра на главном виде вынесенное сечение связано штрихпунктирной линией, а само сечение дополнительных обозначений не имеет (см. рис. 10.53).

Нанесение размерных линий. Для данной детали характерно большое число цилиндрических поверхностей, а также размеров положения их осей.

Диаметры цилиндрических поверхностей обязательно обозначают знаком \varnothing над размерной линией перед размерным числом. При нанесении размерных линий цилиндрических поверхностей их располагают обычно на том изображении, на котором одновременно с диаметром может быть удобно указана и длина цилиндрической поверхности. В данном случае размерные линии для обозначения диаметра и толщины фланца нанесены на главном изображении, а для обозначения наружного и внутреннего диаметров цилиндрической части детали — на профильном разрезе.

Из размеров данной детали отметим особо размеры положения. Основным размером положения является размер № 1, характеризующий расположение круглого фланца относительно основания. Этот размер одновременно является одним из основных конструктивных размеров, а также одним из габаритных размеров. Размерами положения являются также размеры № 2 и 3 — положения осей отверстий в основании, № 4 — диаметра расположения осей крепежных отверстий во фланце и № 5 — расположения осей двух сквозных отверстий в цилиндрической части детали.

10.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ С НАТУРЫ

Для определения линейных размеров при выполнении эскизов используют простейшие измерительные инструменты — измерительную линейку, кронциркуль (для измерения наружных размеров), нутромер (для внутренних размеров). С их помощью размеры измеряют с погрешностью 1...0,5 мм.

Более точно (с погрешностью 0,1...0,05 мм) измеряют размеры штангенциркулем.

Примеры измерения диаметров указанными инструментами: на рис. 10.54 — нутромером, на рис. 10.55, *a* — штангенциркулем; длин *L*: на рис. 10.55, *b* — штангенциркулем, на рис. 10.56 — линейкой; размера *A* на рис. 10.55, *b* — штангенциркулем. Схемы измерения расстояний между осями отверстий показаны на рис. 10.57 и 10.58.

Примеры измерения толщины внутренних стенок: на рис. 10.59 — измерительной линейкой, на рис. 10.60 — кронциркулем с линейкой. В первом случае толщину стенки определяют по результатам измерения трех размеров — *A*, *B*, *B*. Во втором слу-

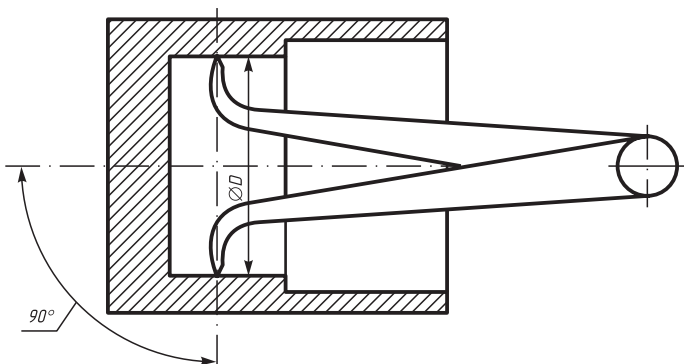


Рис. 10.54

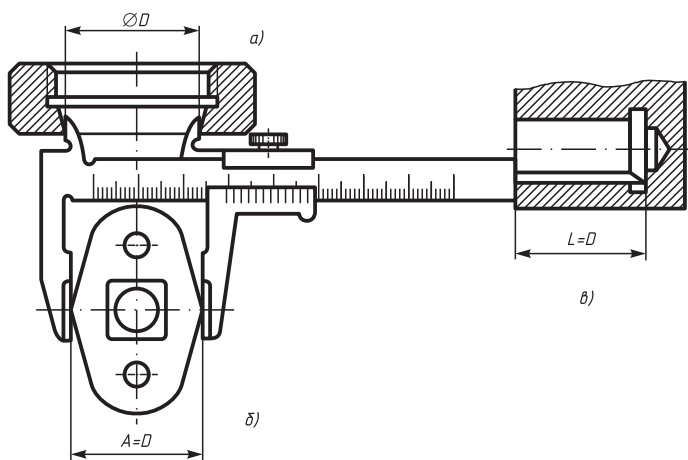


Рис. 10.55

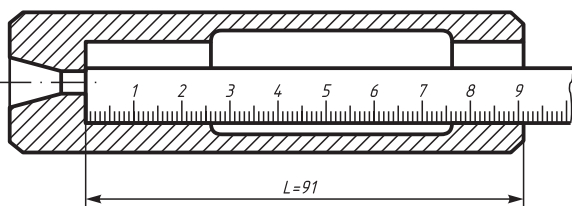


Рис. 10.56

чае — по результатам двух измерений: а) размера A — при измерении на детали; б) размера B — по линейке. Размер B выбирают

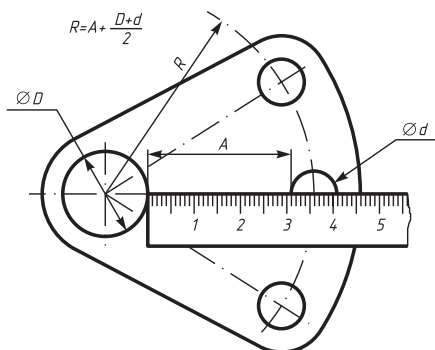


Рис. 10.57

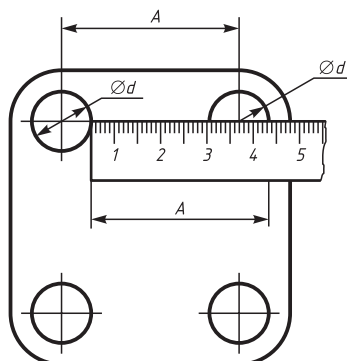


Рис. 10.58

таким, чтобы кронциркуль, не раздвигая измерительных ножек, можно было отвести от детали.

Углы измеряются с точностью до 10° угломером (рис. 10.61). В данном случае в наклонное отверстие введен гладкий стержень.

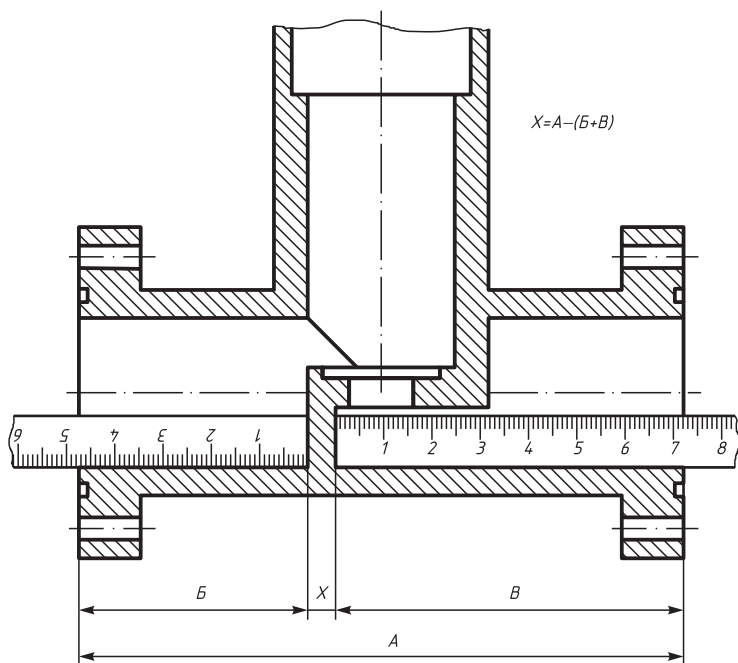


Рис. 10.59

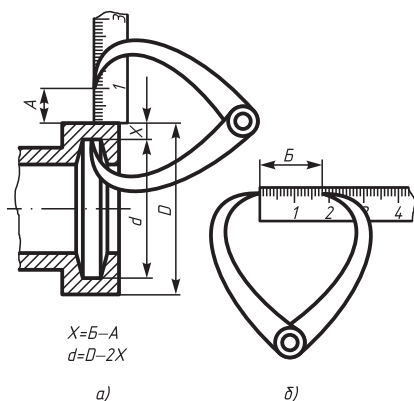


Рис. 10.60

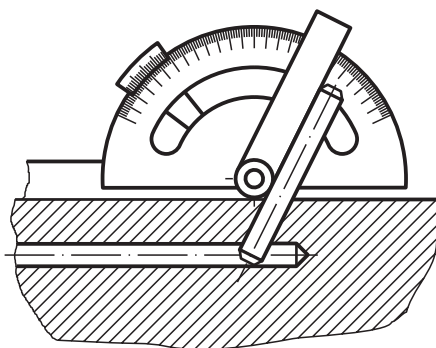


Рис. 10.61

Съемка размеров с помощью отпечатка. При острых краях форму и размеры плоского контура можно снять в виде отпечатка на бумагу. Бумагу накладывают на плоскость детали и пальцем прижимают к кромкам (рис. 10.62, *a*). Можно деталь положить на бумагу и контур обвести острым карандашом (рис. 10.62, *б*). По отпечатку устанавливают геометрическую форму и размеры контура (рис. 10.62, *в*). Радиусы и центры дуг определяют, проведя перпендикуляры из середины двух хорд дуги одного радиуса, при наличии оси симметрии ее можно считать за один из перпендикуляров.

Отпечаток контура кромки внутренней полости детали (рис. 10.63, *a*) снимают на бумагу протиранием контура графитом карандаша (*б*) или нажатием пальца (*в*). По отпечатку устанавливают геометрическую форму и размеры контура (*г*).

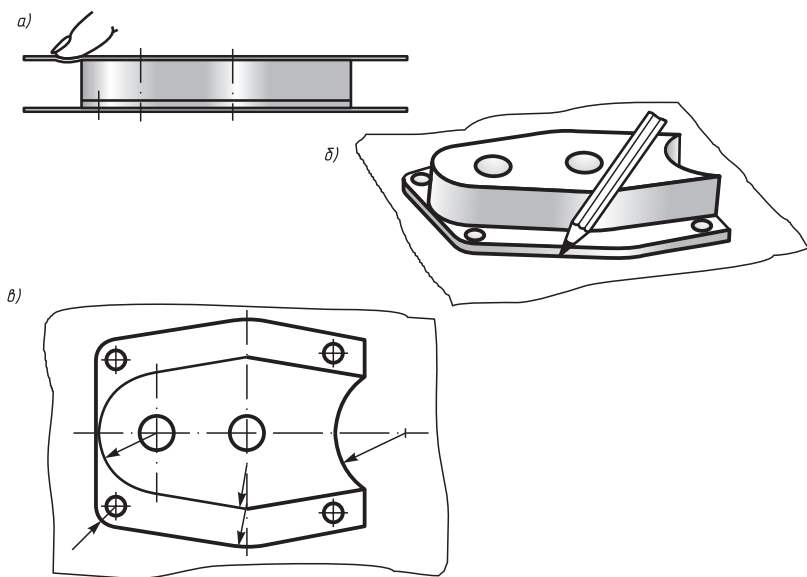


Рис. 10.62

Радиусы закруглений галтелей определяют (рис. 10.63, б) радиусометром (набор шаблонов).

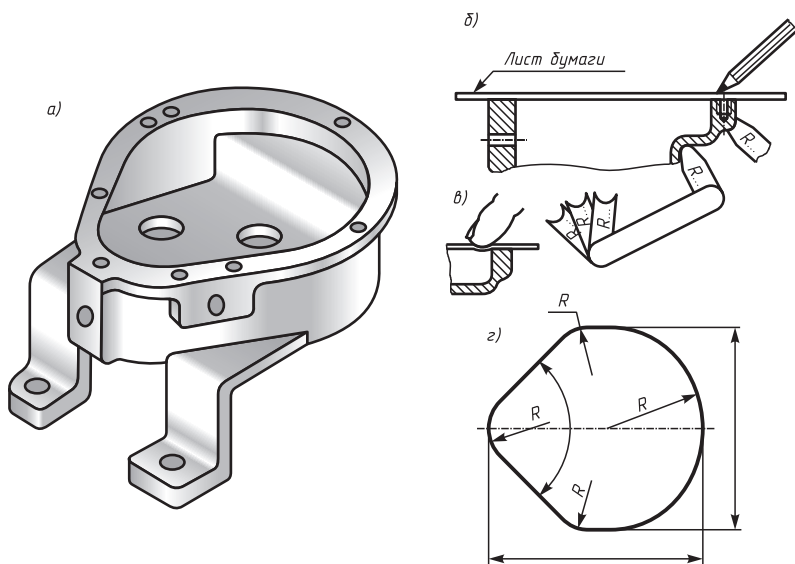


Рис. 10.63

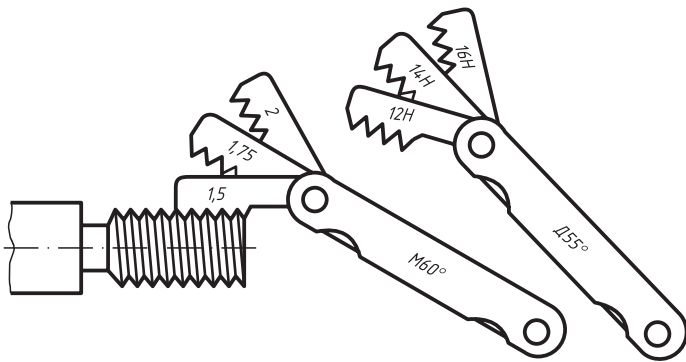


Рис. 10.64

Определение параметров стандартных резьб производят с помощью штангенциркуля и резьбомеров. Резьбомеры (рис. 10.64) представляют собой набор шаблонов (тонких стальных пластинок), измерительная часть которых соответствует профилю стандартной резьбы. Изготавливают резьбомеры двух типов: для метрической резьбы с клеймом М 60° и размером шага в миллиметрах на каждой пластине и для дюймовой и трубной резьб с клеймом Д 55° и указанием числа ниток на дюйм на каждой пластине.

Для измерения шага резьбы на детали резьбомером подбирают шаблон-пластинку, зубцы которой совпадают со впадинами измеряемой резьбы (см. рис. 10.64). Затем читают указанный на пластинке шаг (или число ниток на дюйм). Наружный диаметр стержня (или внутренний диаметр в отверстии) измеряют обычным путем штангенциркулем (рис. 10.65, а).

Определив размер и шаг (или число ниток на дюйм), устанавливают тип и размер резьбы по таблицам стандартных резьб в ГОСТ 8724–81 и 6357–81.

При отсутствии резьбомера шаг резьбы (или число ниток на дюйм) может быть определен с помощью оттиска на бумаге. Для этого резьбовую часть детали обжимают листком чистой бумаги так, чтобы получить на ней оттиски (отпечатки ниток резьбы, т.е. несколько шагов (не менее 10) — рис. 10.65, б). Затем по оттиску измеряют расстояние L между крайними достаточно четкими рисками (отпечатками). Это измерение должно быть выполнено достаточно аккуратно с погрешностью не более 0,2 мм. Сосчитав число шагов n на длине L (на единицу меньше числа рисок), определяют шаг. Например, оттиск дал 10 четких рисок (т.е. 9 шагов)

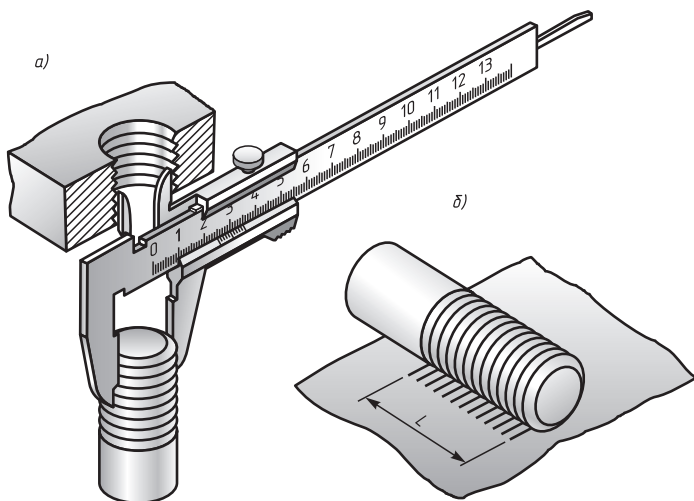


Рис. 10.65

общей длиной 13,5 мм. Наружный диаметр при измерении — 14 мм. Определяем шаг: $p = 13,5 : 9 = 1,5$ мм. По ГОСТ 8724—81 находим резьбу М14×1,5, т.е. это метрическая резьба 2-го ряда с диаметром 14 мм и мелким шагом 1,5 мм.

Шаг внутренней резьбы определяют по отпечатку на полоске бумаги, на ребре спички, карандаше (рис. 10.66). Осмотром определяют профиль резьбы, направление резьбы (правая, левая), число заходов.

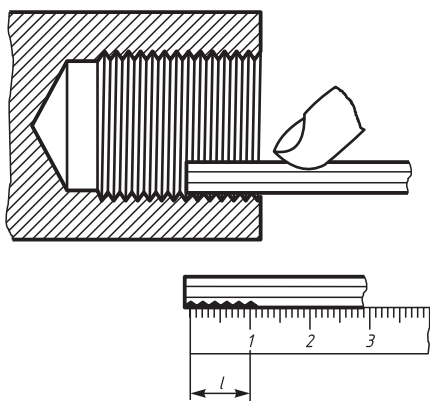


Рис. 10.66

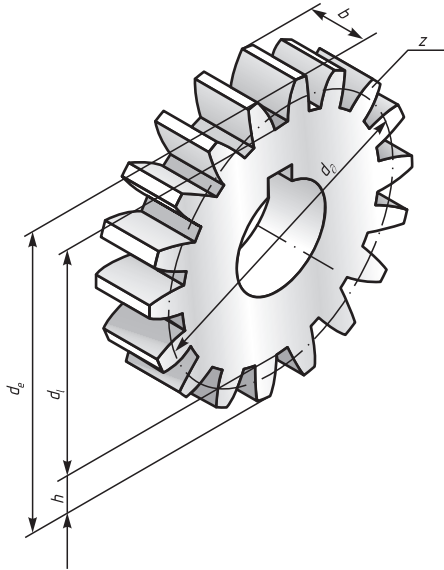


Рис. 10.67

Определение некоторых параметров зубчатого венца цилиндрического **зубчатого колеса**. При выполнении эскиза зубчатого колеса с натуры (рис. 10.67) снимают диаметр d_e выступов, ширину b , подсчитывают число зубьев Z .

Для нормального зацепления подсчитывают модуль

$$m = \frac{d_e}{z + 2}$$

и диаметр d делительной окружности

$$d_d = mz.$$

На эскизе наносят размеры d_e и b , на поле чертежа указывают величину модуля m и число зубьев Z .

Точные и автоматизированные измерения размеров. При снятии эскизов на производстве или при научно-исследовательской работе размеры измеряют с точностью, определяемой конструктивным назначением соответствующих элементов деталей или соединений; при необходимости используют высокоточные оптико-механические и электронные измерительные приборы и установки. Для исследования формы и расположения внутренних элементов приборов без их разборки применяют рентгеноскопические и рентгено-

телевизионные методы. При исследовании приборов с малыми размерами элементов, в миниатюрном и сверхминиатюрном исполнении применяют измерительные средства с большим увеличением, а также системы, позволяющие одновременно с визуальным изучением автоматически вычерчивать исследуемые объекты в заданном масштабе увеличения.

При исследовании приборов, машин, установок со сложными наружными поверхностями измерение выполняют на автоматизированных трехкоординатных измерительных машинах с записью результатов на перфоленту и последующим использованием их для автоматического вычерчивания измеренных поверхностей с помощью графопостроителей.

10.6. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЭСКИЗАХ И ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ. СИСТЕМЫ ПРОСТАНОВКИ РАЗМЕРОВ

Общие положения. Величину изображаемого предмета (изделия) и его элементов определяют размерные числа, нанесенные на чертеже. Исключение составляют случаи, предусмотренные в ГОСТ 2.414–75, 2.417–78, когда величину изделия и его элементов определяют по изображениям, выполненным с достаточной степенью точности.

При огромном разнообразии деталей размеры на них наносят с учетом следующих факторов:

- формы детали;
- взаимодействия с другими деталями сборочной единицы, т.е. ее функционирования в изделии (влияние этого фактора начинают изучать при съемке эскизов с деталей, входящих в состав определенной сборочной единицы);
- особенностей ее изготовления;
- обеспечения ясности и выразительности эскиза, чертежа.

Системы простановки размеров. Прежде чем приступать к простановке размеров, выбирают на детали поверхности, от которых проставляют размеры. Существует три системы простановки размеров:

а) от конструкторских баз, т.е. от поверхностей, линий и точек, определяющих положение детали в собранном механизме;

б) от технологических баз, т.е. от поверхностей, определяющих положение детали при обработке;

в) комбинированная — характеризуется тем, что одна часть размеров проставляется от конструкторских баз, а другая — от технологических.

Наиболее целесообразна комбинированная система, которая предусматривает простановку небольшого количества размеров (10–20% от всех размеров) от конструкторских баз. Эти размеры влияют на качество работы детали и машины в целом (эти размеры должны выполняться с большой точностью). Большая часть размеров проставляется от технологических баз, обеспечивая требования производства — простоту изготовления и измерения детали.

Основные требования к простановке размеров следующие:

а) размеры должны быть проставлены так, чтобы по ним можно было разметить детали перед обработкой, легко обработать и измерить во время обработки и после обработки. Простановка размеров должна отвечать требованиям наиболее рациональной технологии обработки и контроля детали;

б) размеры должны быть проставлены так, чтобы рабочий не занимался подсчетом недостающих размеров.

Основные общие правила нанесения размеров на отдельные элементы деталей рассмотрены в гл. 2. Ниже будет рассмотрено нанесение размеров на изделие.

Нанесение размеров в зависимости от конструктивных элементов.

В качестве примера рассмотрим нанесение размеров на рис. 10.68. Здесь важнейшим элементом является направляющая с углом 90°

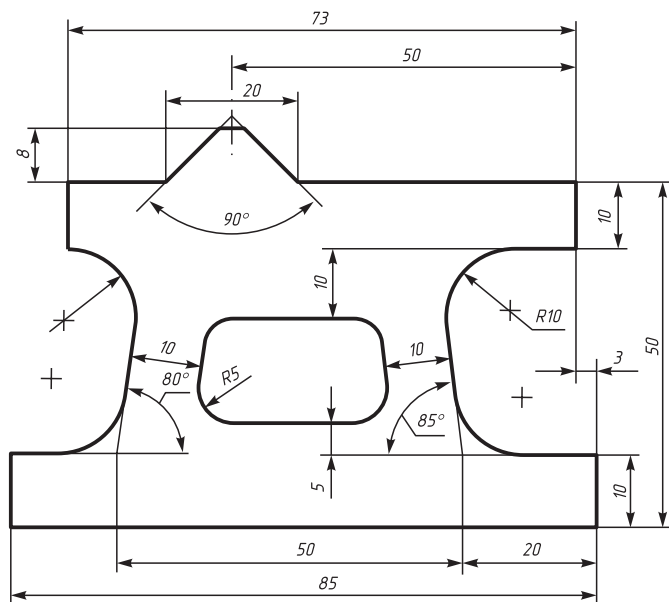


Рис. 10.68

и высотой 8 мм. Она задана координатой 50 мм теоретической вершины, шириной 20 мм основания и высотой 50 мм. В этом случае общая высота детали складывается из двух размеров — (50 + 8) мм. Размеры положения двух перемычек шириной 10 мм заданы от теоретических точек пересечения их стенок под углами 80° и 85°, указанных размерами 50, 20 и 10 мм.

Если радиусы скруглений, сгибов и т.п. на всем чертеже одинаковы или какой-либо радиус является преобладающим, то вместо нанесения размеров этих радиусов непосредственно на изображениях рекомендуется в технических требованиях делать запись типа «Радиусы скруглений 4 мм», «Внутренние радиусы сгибов 6 мм», «Неуказанные радиусы 8 мм» и т.п.

Размеры криволинейного контура наносят, как показано на рис. 10.69. Пример применения правил нанесения размеров показан на рис. 10.70.

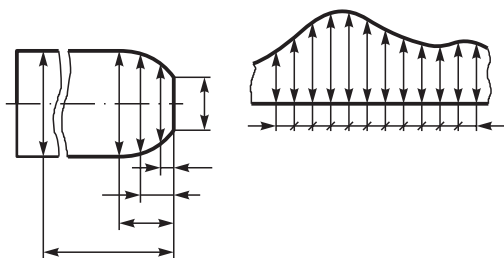


Рис. 10.69

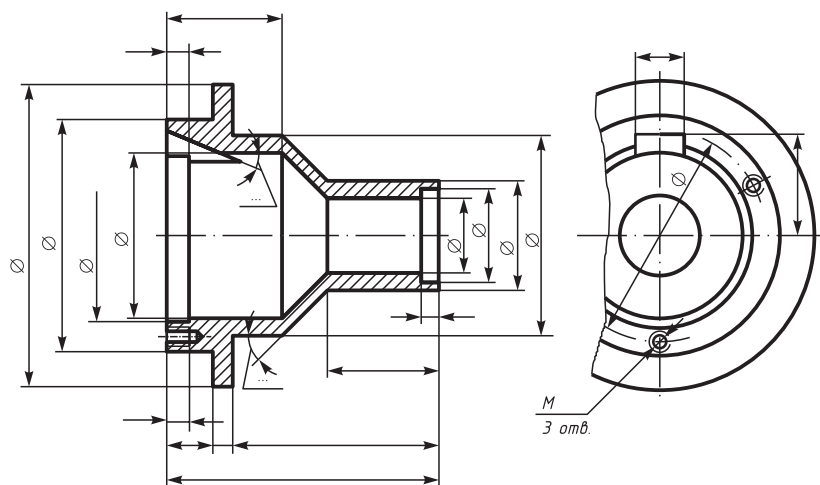


Рис. 10.70

10.7. НАНЕСЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ НАДПИСЕЙ, ОБОЗНАЧЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

На поле производственного рабочего чертежа наряду с уже рассмотренными изображениями изделия, его размерами и обозначениями изображений приводят обозначения допускаемых отклонений размеров, формы и расположения поверхностей, их шероховатости, а также различные надписи, характеризующие изделие и материал, технические требования и таблицы. Эти данные изучают в таких дисциплинах, как технология конструкционных материалов, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин, основы взаимозаменяемости и технические измерения и др. Чтобы дать общее представление об оформлении рабочего чертежа, кратко рассмотрим указанные требования к его оформлению.

Надписи на чертежах. Правило нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц установлены ГОСТ 2.316–68. Их выполняют на чертежах в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графическими или условными обозначениями.

Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным.

Надписи выполняют без сокращений, за исключением общепринятых, установленных в стандартах и перечисленных в приложении к ГОСТ 2.316–68.

Текст на поле чертежа, таблицы и надписи с обозначением изображений, как правило, располагают параллельно основной надписи.

Около изображений на полках линий-выносок наносят только краткие надписи, относящиеся непосредственно к изображению предмета, например указание о количестве конструктивных элементов (отверстий, канавок и т.п.), если они не внесены в таблицу, а также указания лицевой стороны, направления проката волокон и т.п.

Линию-выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии, заканчивают точкой.

Линию-выноску, отводимую от линий видимого и невидимого контура, изображенного основной и штриховой линией, заканчивают стрелкой. На конце линии-выноски, отводимой от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки. Линии-выноски проводят так, чтобы они не пересекались между собой, были не-

параллельны линиям штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю) и не пересекали, по возможности, размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись.

Надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней.

Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью. Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т.п.

Технические требования излагают по возможности в следующем порядке:

а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность и т.д.), указание материалов-заменителей;

б) размеры, предельные отклонения размеров, формы взаимного расположения поверхностей, массы и т.п.;

в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;

г) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

д) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;

е) другие требования к качеству изделий, например: бесшумность, виброустойчивость и т.д.;

ж) условия и методы испытаний;

з) указания о маркировке и клеймении;

и) правила транспортирования и хранения и др.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт технических требований записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишут.

Если для изделия таблица параметров установлена стандартом (например, для зубчатого колеса, червяка, шлицевого вала, оптических деталей и т.п.), то ее помещают по правилам, указанным в соответствующем стандарте. Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ 2.105–79.

Нанесение предельных отклонений размеров. Рассмотренные выше размеры деталей, наносимые на чертеже, называют номинальными. Номинальные размеры находят расчетами деталей (на прочность, жесткость и др.), а также назначают из конструктивных

или технологических соображений. Однако действительные значения размеров деталей и изделий могут отличаться от номинальных вследствие неточности технологического оборудования, погрешностей и износа инструмента и приспособлений, силовой и температурной деформации системы станок — приспособление — инструмент — деталь, неоднородности физико-механических свойств материала и остаточных напряжений в деталях, а также из-за ошибок рабочего и других причин.

Поэтому конструктор наряду с расчетом номинальных размеров устанавливает те предельные значения размеров, которые должны быть у годных деталей или изделий. Большой из них называется наибольшим предельным размером, меньший — наименьшим предельным размером. Обозначим их D_{\max} и D_{\min} — для отверстия, d_{\max} и d_{\min} — для вала. При этом как наибольший, так и наименьший предельные размеры могут быть больше или меньше номинального значения или один из них может быть равен номинальному значению.

Для упрощения чертежей введены предельные отклонения от номинального размера, проставляемые рядом с этим размером со знаком + или —.

Верхним предельным отклонением ES , es называется алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами; нижним предельным отклонением EI , ei — алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами. Для отверстия верхнее отклонение $ES = D_{\max} - D$, нижнее отклонение $EI = D_{\min} - D$; для вала: $es = d_{\max} - d$; $ei = d_{\min} - d$, где D и d — номинальные размеры отверстия и вала.

На машиностроительных чертежах номинальные значения и предельные отклонения линейных размеров проставляют в миллиметрах без указания размерности. Другие единицы измерения (например, сантиметры, метры и т.д.) указывают у соответствующего размера или в технических требованиях. Угловые размеры и их предельные отклонения указывают с обозначением единицы измерения (например, 0° , $30'40''$). Предельные отклонения для многих видов соединений стандартизованы и даются в виде таблиц. В таблицах предельные отклонения указывают в микрометрах, а на чертежах — в миллиметрах более мелким шрифтом (например, $42^{+0,003}_{-0,013}$, $42^{-0,013}_{-0,024}$, $2^{+0,011}_{-0,025}$). Верхнее отклонение ставят немного выше, а нижнее — несколько ниже номинального размера. При равенстве абсолютных величин отклонений их величину указывают один раз со знаком \pm рядом с номинальным размером и одина-

ковым с ним шрифтом (например, $60\pm 0,2$; $120^\circ\pm 20^\circ$). Отклонение, равное нулю, на чертежах не ставят. В этом случае указывают только одно отклонение — положительное на месте верхнего или отрицательное на месте нижнего предельного отклонения (например, $200^{+0,2}$, $200_{-0,2}$).

Рассмотрим также понятие допуск. Допуском T (начальная буква французского слова *tolerance* — допуск) называется разность между наибольшим и наименьшим допустимыми значениями того или иного параметра. Допуск T размера — разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним предельными отклонениями. Допуск — величина всегда положительная. Он определяет величину допустимого рассеяния действительных размеров годных деталей в партии, т.е. заданную точность изготовления. С увеличением допуска качество изделий, как правило, ухудшается, но стоимость изготовления уменьшается.

При соединении двух деталей образуется посадка. *Посадкой называется характер соединения двух деталей, определяемый величиной получающихся зазоров или натягов*. Посадка характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их взаимному смещению. В зависимости от взаимного расположения предельных отклонений отверстия и вала посадка может быть с зазором, с натягом или переходной, при которой возможно получение как зазора, так и натяга.

Зазор — разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала; он обеспечивает возможность относительного перемещения собранных деталей.

Натяг — разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. Он обеспечивает взаимную неподвижность деталей после их сборки.

Посадка с зазором — посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении. К посадкам с зазором относятся также посадки, в которых наименьший предельный размер отверстия и наибольший предельный размер вала совпадают, т.е. наименьший зазор равен нулю.

Посадка с натягом — посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении.

Переходная посадка — посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга. В переходных посадках при наибольшем предельном размере вала и наименьшем предельном размере отверстия получается наибольший натяг, а при наибольшем пре-

дельном размере отверстия и наименьшем предельном размере вала — наибольший зазор.

Пример обозначения посадки: $40\ H7/g6$ (или $40\ H7 - g6$ или $40\ \frac{H7}{g6}$), где 40 — номинальный размер в мм, общий для отверстия и вала. При назначении предельных отклонений пользуются стандартными системами допусков и посадок.

Большинство стран мира применяет системы допусков и посадок *ISO* (Международная организация по стандартизации).

Стандартные посадки обозначаются буквой латинского алфавита и цифрой. При этом заглавными буквами обозначают посадки отверстия, строчными — вала. Цифра в обозначении посадки соответствует номеру качества (степени точности). В каждом изделии детали разного назначения изготавливают с различной точностью. Для нормирования требуемых уровней точности установлены качества (степени точности) изготовления деталей и изделий. Под качеством понимают совокупность допусков, характеризующихся постоянной относительной точностью для всех размеров данного диапазона (например, от 1 до 500 мм). Точность в пределах одного качества изменяется только в зависимости от номинального размера. Качество определяет величину допуска на изготовление, а следовательно, и соответствующие методы и средства обработки деталей машин.

Рассмотрим некоторые требования ГОСТ 2.307–68 к нанесению предельных отклонений размеров, не указанные выше. Многократно повторяющиеся на чертеже предельные отклонения линейных размеров 12-го и менее точных качеств допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях при условии, что эта запись однозначно определяет величину и направление предельных отклонений. Например: неуказанные предельные отклонения размеров отверстий — по $H12$, валов — по $h12$.

Если стандартные предельные отклонения указывают условными обозначениями, то в следующих случаях обязательно указывают и их численные значения:

а) номинальный размер не включен в ряд нормальных линейных размеров по ГОСТ 6636–69; например: $41,5h7 (-0,025)$;

б) при назначении предельных отклонений, установленных стандартами на определенные виды изделий и их элементы, например посадки подшипников, шпонок и т.д. (пример размера посадки для шпоночного паза — 12 ПШ ($\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,075 \end{smallmatrix}$);

в) при назначении предельных отклонений размеров уступов с несимметричным полем допуска, например длина уступа вала $20h8$ ($-0,033$) и др.

Предельные отклонения угловых размеров указывают только числовыми величинами.

Когда необходимо указать только один предельный размер (второй ограничен каким-либо условием), после размерного числа указывают соответственно \max или \min , например 40_{\min} , $R5_{\max}$.

Указания на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей. *Под отклонением формы поверхности* (или профиля) *понимают отклонение формы реальной поверхности* (реального профиля) *от формы номинальной поверхности* (номинального профиля). В основу нормирования и количественной оценки отклонений формы и расположения поверхностей положен принцип прилегающих прямых, поверхностей и профилей. Прилегающая прямая — это прямая, соприкасающаяся с реальным профилем и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реального профиля в пределах нормируемого участка имело минимальное значение. Прилегающая окружность — это окружность минимального диаметра, описанная вокруг реального профиля наружной поверхности вращения, или максимального диаметра, вписанная в реальный профиль внутренней поверхности вращения. Прилегающая плоскость — это плоскость, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имело минимальное значение. Прилегающий цилиндр — это цилиндр минимального диаметра, описанный вокруг реальной наружной поверхности, или максимального диаметра, вписанный в реальную внутреннюю поверхность.

Прилегающие поверхности и профили соответствуют условиям сопряжения деталей при посадках с нулевым зазором. При измерении прилегающими поверхностями служат рабочие поверхности контрольных плит, интерференционных стекол, лекальных и поверочных линеек, калибров, контрольных оправок и т.п. Количественно отклонение формы оценивается наибольшим расстоянием Δ от точек реальной поверхности (профиля) до прилегающей поверхности (профиля) по нормали к последней.

Рассмотрим некоторые предельные отклонения формы и расположения поверхностей и их обозначения на чертежах.

Отклонение от плоскостности определяется как наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка. Поле допуска плоскостности — область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску плоскостности. На чертежах допуск плоскостности обозначают знаком \square .

Отклонение от круглости — наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности. Допуск круглости — наибольшее допустимое значение отклонения от круглости. Поле допуска круглости — область на плоскости, перпендикулярной оси поверхности вращения или проходящей через центр сферы, ограниченная двумя концентрическими окружностями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску круглости T . На чертежах допуск круглости обозначается знаком \bigcirc .

Отклонение от цилиндричности определяется наибольшим расстоянием от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра. Поле допуска цилиндричности — область пространства, ограниченного двумя соосными цилиндрами, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску цилиндричности T . На чертежах допуск цилиндричности обозначают знаком \oslash .

Отклонения расположения поверхностей. *Отклонением расположения поверхности или профиля называют отклонение реального расположения поверхности (профиля) от его номинального расположения.* Рассмотрим примеры отклонения расположения поверхностей и их обозначения на чертежах. Отклонение от параллельности плоскостей — разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний между прилегающими плоскостями в пределах нормируемого участка. На чертежах допуск параллельности плоскостей обозначают знаком $//$.

Отклонение от соосности относительно общей оси — наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности вращения и общей осью двух или более поверхностей на длине нормируемого участка. Допуск соосности в диаметральном выражении равен удвоенному наибольшему допустимому значению отклонения от соосности, а в радиусном выражении — наибольшему допустимому значению этого отклонения. На чертежах допуск соосности обозначают знаком \odot .

Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей. Радиальное биение поверхности вращения относительно базовой оси является результатом совместного проявления отклонения от круглости профиля рассматриваемого сечения и отклонения его центра относительно базовой оси. Оно равно разности наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении, перпендикулярном этой оси. На чертеже допуск радиального биения обозначают знаком ↗.

Торцевое биение (полное) — суммарное отклонение торцевой поверхности от плоскостности и отклонение этой поверхности от перпендикулярности относительно базовой оси; оно равно разности наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси. Допуск полного торцевого биения обозначают знаком ↗↖. Торцевое биение иногда определяют на заданном диаметре d . В этом случае его обозначают знаком ↗.

Число значения отклонений формы и расположения поверхностей установлены в ГОСТ 24643—81. Допуски формы и расположения поверхностей указывают только в тех случаях, когда по функциональным или технологическим причинам они должны быть меньше допусков размера.

Допуски расположения осей отверстий для крепежных деталей (болтов, винтов, шпилек и др.) должны устанавливаться одним из двух способов: 1) позиционными допусками осей отверстий и 2) предельными отклонениями размеров, координирующих оси отверстий. Под позиционным допуском понимается наибольшее допускаемое значение между реальным расположением оси отверстия и ее номинальным расположением. Этот способ предпочтителен для сборочной группы при числе деталей более двух. Приведены указания по выбору допусков расположения осей отверстий для крепежных деталей в зависимости от типа соединений и характера расположения отверстий.

На чертеже знак (символ) и числовое значение допуска формы и расположения вписывают в рамку: на первом месте указывают знак, на втором — числовое значение допуска и на третьем — базу, относительно которой определяют допуск (рис. 10.71, *а*). Рамку соединяют с контурной линией детали или выносной линией (*б*). Пример допуска круглости 0,005 мм при допуске на размер 0,021 мм приведен на рис. 10.71, *в*.

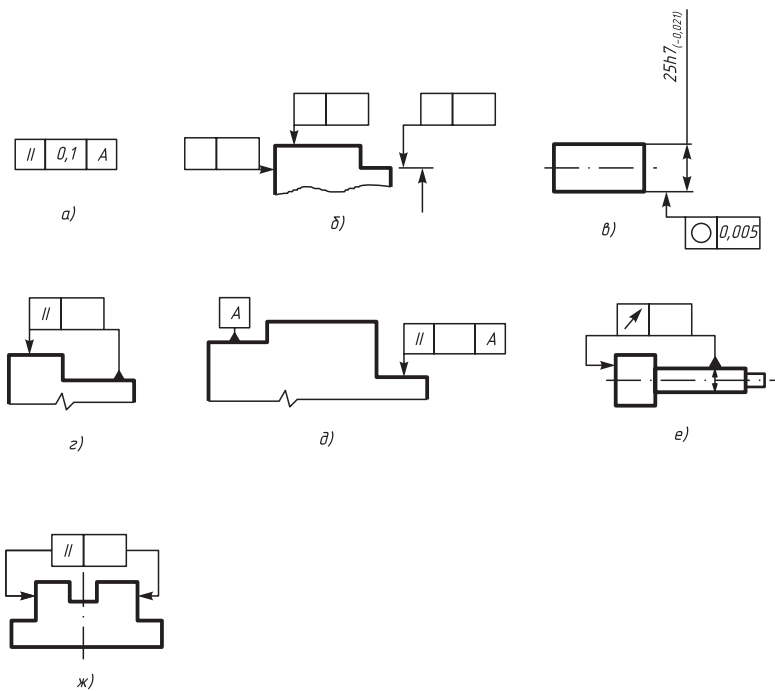


Рис. 10.71

Базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют с линией рамки допуска (рис. 10.71, *г*). Чаще базу обозначают буквой и соединяют ее с треугольником (*д*).

Если базой является ось или плоскость симметрии, то треугольник располагают в конце размерной линии соответствующего размера (диаметра, ширины) поверхности (рис. 10.71, *е*). Если назначают допуск расположения для двух одинаковых поверхностей, то вместо зачерненного треугольника применяют стрелку (рис. 10.71, *ж*).

Система нормирования и обозначения шероховатости поверхности. Шероховатостью поверхности (по ГОСТ 2789–73) называют совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами на базовой длине l . Базовой длиной l называют длину базовой линии, используемой для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности, и для количественного определения ее параметров. Базовая линия имеет заданную геометрическую форму и определенное положение относительно профиля

поверхности. Шероховатость обработанной поверхности является следствием пластической деформации поверхностного слоя детали при образовании стружки, копирования неровностей режущих кромок инструмента и трения его о деталь, вырывания с поверхности частиц материала и других причин.

Числовые значения шероховатости поверхности определяют от единой базы, за которую принята средняя линия профиля, проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение профиля до этой линии минимально. Систему отсчета шероховатости от средней линии профиля m называют системой M . Количественно шероховатость поверхности устанавливают независимо от способа ее обработки. По системе M шероховатость поверхности можно оценивать одним или несколькими параметрами: средним арифметическим отклонением профиля Ra , высотой неровностей профиля по десяти точкам Rz , наибольшей высотой неровностей профиля S , средним шагом неровностей профиля по вершинам R_{\max} , относительной опорной длиной профиля t_p . Параметр Ra является предпочтительным.

Среднее арифметическое отклонение профиля Ra — среднее арифметическое значение профиля y в пределах базовой длины:

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

где l — базовая длина; n — число отклонений профиля y ; координата x — по средней линии профиля m .

Отклонение профиля y в системе M — расстояние между любой точкой профиля и средней линией, измеренное по нормали, проведенной к средней линии через эту точку профиля.

Высота неровностей профиля по десяти точкам Rz — среднее значение абсолютных высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины:

$$Rz = \frac{\sum_{i=1}^5 |H_{\max i}| + \sum_{i=1}^5 |H_{\min i}|}{5},$$

где $H_{\max i}$ — высота i -го наибольшего выступа профиля; $H_{\min i}$ — глубина i -й наибольшей впадины профиля.

Числовые значения параметров шероховатости Ra , Rz и др. приведены в ГОСТ 2789–73.

Обозначение шероховатости поверхностей (ГОСТ 2.309–73). Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей детали независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции. В обозначении шероховатости поверхности, вид обработки которой конструктор не устанавливает, применяют знак, указанный на рис. 10.72. Структура обозначения шероховатости поверхности: 1 — знак; 2 — базовая длина; параметр (параметры) шероховатости; 3 — полка знака; 4 — условное обозначение направления неровностей; 5 — способ обработки и (или) другие дополнительные указания.

На рис. 10.73 приведены варианты знаков в обозначении шероховатости поверхности: a — способ обработки поверхности конструктор не устанавливает; b — удаляется слой материала; b — поверхность образуется без удаления слоя материала с указанием значения параметра шероховатости.

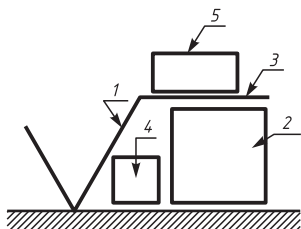


Рис. 10.72

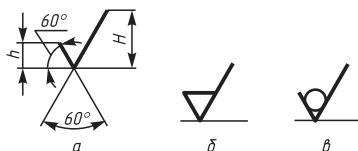


Рис. 10.73

В обозначении применяют один из знаков шероховатости, изображенных на рис. 10.73. Высота h приблизительно равна примененной на данном чертеже высоте цифр размерных чисел. Высоту H принимают равной $(1,5...3)h$. Толщина линий знаков примерно равна половине толщины сплошной основной линии чертежа.

В обозначении шероховатости поверхности, образуемой без снятия слоя материала, например литьем, ковкой, объемной штамповкой, прокатом, волочением и т.п., применяют знак $\sqrt{\quad}$; поверхности, не обрабатываемые по данному чертежу, обозначают этим же знаком. Состояние поверхности, обозначаемой знаком $\sqrt{\quad}$, должно удовлетворять требованиям, установленным соответствующим стандартом или техническими условиями на сортамент материала.

Значение параметра шероховатости Ra указывают в ее обозначении без символа, например 0,32; для остальных параметров — после соответствующего символа, например $Rz16$. Здесь указано наибольшее допустимое значение параметров шероховатости; их наименьшее значение не ограничивается.

Обозначение шероховатости поверхности на изображении детали располагают на линиях контура (рис. 10.74), выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или полках линий-выносок.

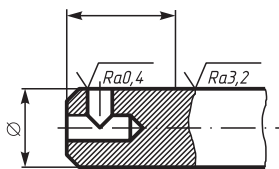


Рис. 10.74

Допускается при недостатке места располагать обозначение шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях.

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей детали обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят. Расстояние от обозначения шероховатости до верхней и правой линий рамки чертежа 5...10 мм. При указании одинаковой шероховатости для части поверхностей детали в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости и знак $\sqrt{\quad}$. Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости или знак $\sqrt{\quad}$, должны иметь шероховатость, указанную перед знаком $\sqrt{\quad}$. Когда часть поверхностей изделия не обрабатывают по данному чертежу, в правом верхнем углу чертежа перед знаком $\sqrt{\quad}$ помещают знак ∇ . Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участ-

ках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости.

Нанесение обозначений покрытий и термической обработки. Обозначение покрытий по ГОСТ 2.310–68 и 9.032–74 указывают в технических требованиях чертежа. Перед обозначением вида покрытия (защитного, защитно-декоративного, износостойкого и др.), наносимого на поверхность детали, в технических требованиях указывают слово «Покрытие...». Если одинаковое покрытие наносят на несколько поверхностей, то их обозначают одной буквой на полке линии-выноски и записывают: «Покрытие поверхностей А...», где буква А означает покрываемые поверхности. Если на поверхности детали наносят разные покрытия, то эти покрытия обозначают разными буквами и записывают: «Покрытие поверхности А..., поверхности В...». Участки поверхности, подлежащие покрытию, обозначают одной буквой, указывают размеры их формы и положения.

Если деталь подвергается термической обработке, то в технических требованиях указывают твердость материала, получаемую в результате нее. Если термической обработке подвергают часть детали, то обрабатываемый участок обводят штрихпунктирной утолщенной линией (на расстоянии 0,8...1 мм от контурной), указывают размер обрабатываемого участка и на полке линии-выноски обозначают твердость поверхности.

Указание на чертежах о маркировании изделий. Правила указания маркирования и клеймения на чертежах установлены ГОСТ 2.314–68. Указание о маркировании и клеймении помещают в технических требованиях чертежа и начинают словами: «Маркировать...» или «Клеймить...». Указание о клеймении на чертежах помещают только в тех случаях, когда необходимо предусмотреть на изделии определенное место клеймения, размеры и способ нанесения клейма.

Место нанесения маркировки или клейма на изображении изделия отмечают точкой и соединяют ее линией-выноской со знаками маркирования или клеймения, которые располагают вне изображения. Знак маркировки — окружность диаметром 10...15 мм, знак клеймения — равносторонний треугольник высотой 10...15 мм. Внутри знака помещают номер соответствующего пункта технических требований, в котором приведены указания о маркировании или клеймении. Знаки маркирования и клеймения выполняют сплошными основными линиями.

Если маркированию или клеймению подлежат определенные части изделия (головка болта, торец вала и т.п.), то знаки маркирования и клеймения на чертеж не наносят, а место клеймения указывают в технических требованиях.

Указания о маркировании и клеймении должны определять: содержание маркировки и клейма, место нанесения и, ²¹ при необходимости, способ нанесения и размер шрифта.

11. ИЗОБРАЖЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ

11.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Соединения деталей между собой в приборах, машинах, установках весьма разнообразны по своему назначению, конструктивной форме, технологии изготовления.

Примеры применения некоторых из них приведены на рис. 11.1. В конструкции (рис. 11.1, *а*) разъемного фланцевого соединения вакуумного трубопровода применены три вида соединений: разъемное (вакуумное и болтовое) и неразъемное (сварное). Соединение фланцев 1 и 2, образует кольцевой зуб на фланце 1 и ответную канавку на фланце 2, в которую зуб вдавливает металлическую кольцевую прокладку 3 из пластичного ленточного материала, например меди. Формы сечений зуба и канавки установлены экспериментально. Сжатие фланцев вдоль оси обеспечивает болтовое соединение (в данном случае четырьмя болтами), состоящее из болта 5, шайбы 7 и гайки 6. Патрубки 4 приварены к цилиндрическим выступам фланцев плавящимся электродом (на изображении их соединения условно показаны форма кромок до сварки и наплавленный металл — сварной шов).

В конструкции уплотнительного устройства (рис. 11.1, *б*) применены два резьбовых соединения — накидной гайки 3 со штуцером 4 и штуцера 4 с корпусом 6. Герметичное уплотнение между

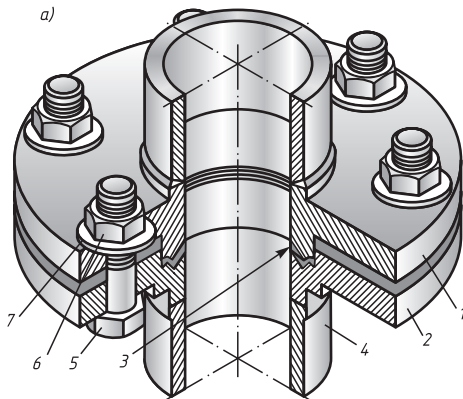


Рис. 11.1

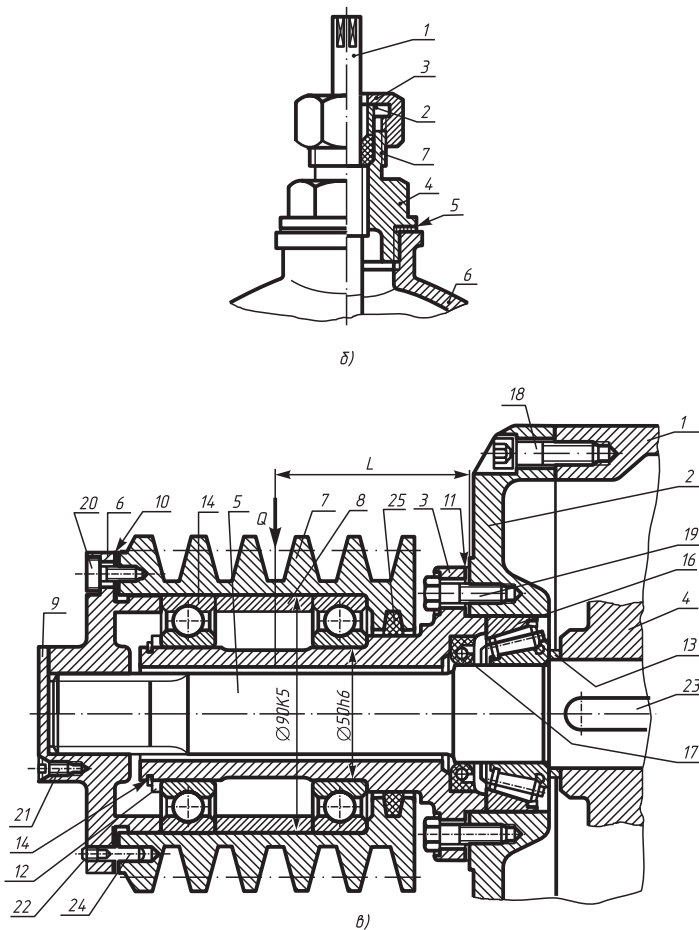


Рис. 11.1 (окончание)

штоком 1 и штуцером 4 создано сальниковым уплотнением, состоящим из уплотнительной набивки 7, зажимаемой втулкой 2 при завинчивании гайки 3. Уплотнительную набивку выполняют из шнура, изготовленного из пряжи и пропитанного густой смазкой или графитовым порошком, или в виде колец из резины, тефлона. Объем набивки выполняют таким, чтобы между торцами втулки 2 и штуцера 4 после сборки нового соединения оставался зазор, в пределах которого можно перемещать втулку 2 во время эксплуатации для компенсации износа набивочного материала, подтягивая гайку 3. Торцевое уплотнение между штуцером 4 и корпусом 6

обеспечивает прокладка 5 из податливого материала: паронита, резины и т.п.

В конструкции (рис. 11.1, в) консольного шкива клиноременной передачи применены болтовые, винтовые, штифтовое, шпоночное и шлицевое между валом 5 и фланцем 6 разъемные соединения, опоры на шариковых и роликовых подшипниках качения, герметичное кольцевое 25 и манжетное 17 уплотнения, уплотнения с помощью прокладок 10 и 11.

В данной конструкции на неподвижном корпусе 1 болтами 18 закреплена крышка 2, на ней болтами 19 через прокладку 11 закреплен кронштейн (цапфа) 3, являющийся опорой для подшипников 14 шкива 7. На шкиве 7 винтами 20 закреплен фланец 6 (имеющий внутренние шлицы, см. рис. 9.48). Вал 5 вращается в корпусе 1 на роликовых подшипниках качения. Вращение от шкива 7 через фланец 6, вал 5 и шпонку 23 передается детали 4. Втулка 8 служит для установки шарикоподшипников. Их положение на валу фиксирует кольцо 12 и пружинное кольцо 14. Кольцо 13 устанавливает расстояние между деталью 4 и торцом внутреннего кольца роликового подшипника. Штифт 24 фиксирует положение крышки на шкиве, винт 22 предотвращает его выпадение. Крышка 9, закрепленная винтами 21, герметизирует полость подшипников. В данной конструкции радиальное усилие на шкиве 7 от натяжения ремней воспринимает кронштейн 3, т.е. изгибающий момент не передается на вал 5.

Изображения соединений стандартными деталями рассмотрены ранее по ходу изложения курса: болтовое — рис. 8.21, 8.27, винтовое — рис. 8.30, шпилечное — рис. 8.32, трубное — рис. 8.34, шпоночное и шлицевое — рис. 9.18 и 9.19, схема зубчатого соединения — рис. 9.20, зубчатое цилиндрическое соединение с внутренним и наружным зацеплением — рис. 9.23, коническое — рис. 9.24, реечное — рис. 9.25, червяная передача — рис. 9.26. Поэтому ниже рассмотрены некоторые особенности разъемных соединений и неразъемные соединения.

11.2. СОПРЯЖЕННЫЕ И СВОБОДНЫЕ РАЗМЕРЫ МЕХАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Размеры деталей сборочных единиц подразделяют на сопряженные и свободные. *Сопряженные размеры — это размеры сопрягаемых (соединяемых) деталей, которые должны быть одинаковы.* Они обеспечивают заданное положение деталей в сборочной еди-

нице, точность ее работы, надлежащие условия сборки и разборки, требуемую взаимозаменяемость. После изготовления деталей эти размеры обязательно проверяют контролеры службы контроля или управления качеством.

Вопросам правильного измерения и нанесения сопряженных размеров уделяют особое внимание при съемке эскизов с деталей устройств.

Свободные размеры обычно относят к поверхностям деталей, не соприкасающимся с другими деталями сборочной единицы и не влияющим существенно на работу механизма. Однако значения отдельных свободных размеров смежных деталей могут быть взаимно связаны определенными конструктивными условиями (значения свободных размеров одной детали наносят в соответствии с аналогичными размерами смежных деталей). Такие размеры называют *свободными зависимыми*.

Правильное нанесение на чертеже деталей таких взаимозависимых (зависимых) свободных размеров является необходимым условием обеспечения правильной работы изделия, его монтажа и демонтажа. Поэтому при съемке эскизов выделяют свободные зависимые размеры деталей устройства и проверяют правильность их измерения и нанесения на эскизах.

Характер взаимосвязи размеров деталей сборочной единицы определяется ее конструкцией. Поясним это на примерах.

На рис. 11.2 показано седло 1 клапана, запрессованное в корпус 2 по диаметру d_1 , значение которого для седла и корпуса является сопряженным размером. В то же время диаметры d_2 седла и d_3 корпуса являются свободными зависимыми размерами, так как к ним не предъявляется больших требований по точности изготовления; необходимо только, чтобы $d_3 > d_2$. Здесь же свободными зависимыми размерами являются размеры l_1 седла и l_2 отверстия в корпусе; для них также необходимо условие $l_2 > l_1$.

На рис. 11.3 показано винтовое соединение двух деталей. Наружные диаметры резьбы d винта 3 и детали 1 являются сопряженными (внутренний и средний диаметры резьбы также являются сопряженными размерами, но в обозначении резьбы на чертежах деталей их не указывают). Наружный диаметр d резьбы винта и диаметр d_1 отверстия в детали 2 представляют собой свободные зависимые размеры, так как отверстие в детали 2 должно быть больше диаметра винта.

Сопряженные размеры двух конических поверхностей с одинаковой конусностью показаны на примере фрикционной муфты

(рис. 11.4). Сопряжение конических поверхностей определяется величиной сопряженных размеров — их конусности $\triangleleft 1 : a$ и диаметрами d (конусность — отношение разности диаметров двух сечений конуса к расстоянию между ними). При этом диаметры d задают в «основной» плоскости, являющейся для наружного кону-

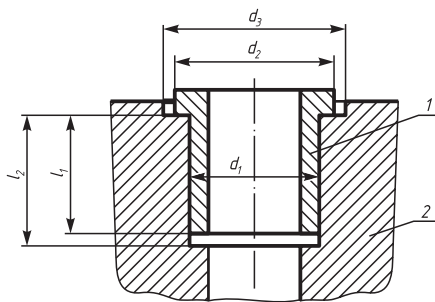


Рис. 11.2

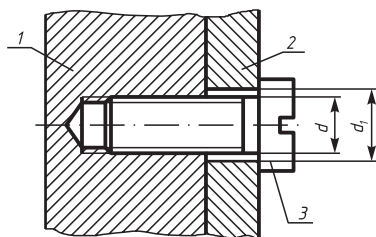


Рис. 11.3

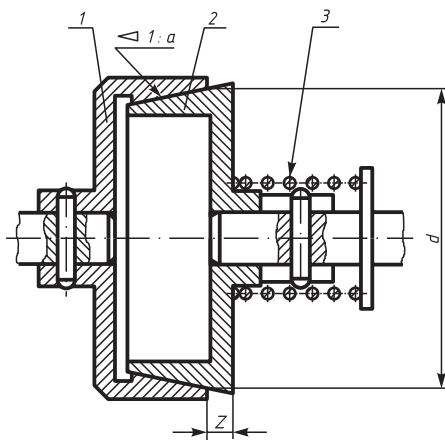


Рис. 11.4

са (левая полумуфта 1) плоскостью его большего основания. Для внутреннего конуса (правая полумуфта 2) положение «основной» плоскости определено размером l от одного из торцов детали.

Сопряженные размеры двух пирамидальных поверхностей показаны на рис. 11.5. Для передачи крутящего момента с маховика 1 на шток 2 вакуумного вентиля их сопряжение выполнено в виде четырехгранной пирамиды. Сопряженные размеры здесь — уклон $\simeq 1 : a$ посадочных граней относительно оси штока и размеры поперечных сечений отверстия в маховике и конца штока, определяемые в «основной» плоскости, т.е. размеры b стороны квадрата (в сечении $A-A$). Длина l посадочной поверхности штока и длина l_1 посадочной поверхности маховика являются свободными размерами с условием $l_1 > l$, чтобы обеспечить осевую затяжку маховика на штоке.

Другие примеры осевых сопряженных и свободных зависимых размеров приведены ниже.

На рис. 11.6, *a*, *б* показаны два варианта установки ролика 2 на панели 3 прибора: *a* — ролик вращается на неподвижной оси 1; *б* — ролик вращается вместе с валом 1, на котором он закреплен при помощи гайки 4, шайбы 5 и шпонки 6. В первой конструкции (рис. 11.6, *a*) размеры l ролика и оси — сопряженные размеры. Необходимый зазор обеспечивают специально назначенными допускаемыми отклонениями этих размеров (их изучают в курсе по допускам, посадкам и техническим измерениям) так, чтобы длина оси всегда была несколько больше длины ролика (при равенстве величины номинального значения l у ролика и оси). Размеры длины оси и длины ролика выполняют с большой точностью. При неправильном выполнении этих размеров ролик может быть зажат в осевом направлении или, напротив, между роликом и корпусом

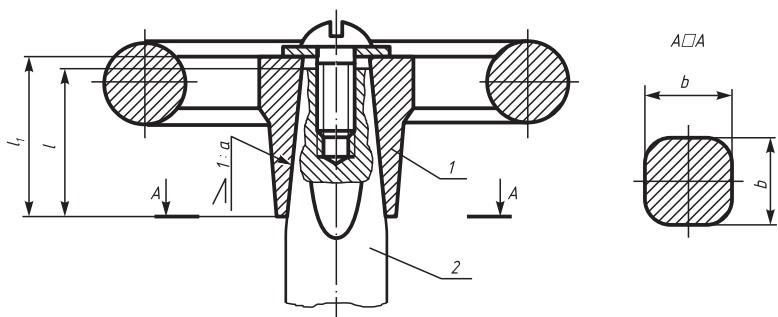


Рис. 11.5

может возникнуть недопустимый осевой зазор (люфт). Правильное нанесение размера l длины на оси ролика от конструктивной базы — торца K — показано на рис. 11.6, б. Во второй конструкции (рис. 11.6, в) ролик зажат на валу в осевом направлении, что обеспечивает условие $l_1 < l_2$. В этом случае размеры l_1 и l_2 — свободные зависимые. Схема нанесения размеров длины на валу от технологической базы T в этом случае приведена на рис. 11.6, г.

Другой пример нанесения размеров длины от технологической базы T приведен на рис. 11.7 для случая неподвижного крепления шарикоподшипника на валу (условно показана только половина

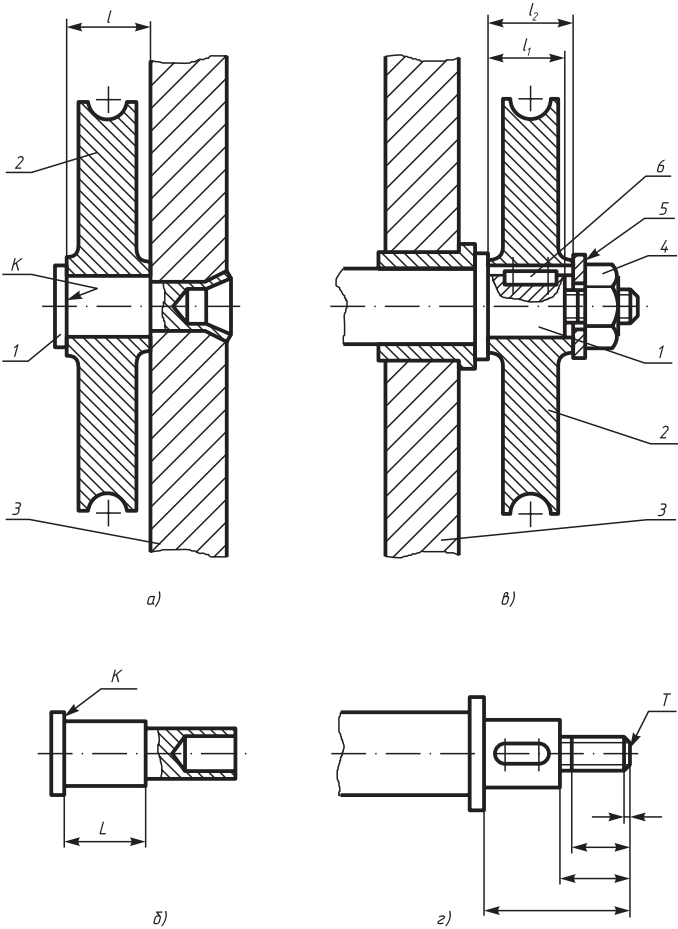


Рис. 11.6

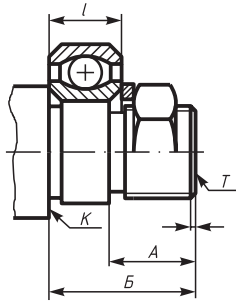


Рис. 11.7

разреза). Свободные зависимые размеры: l — высота внутреннего кольца подшипника, A и B — осевые размеры вала ($l > B - A$). Конструктивная база вала — торец K . Размеры A и B нанесены от технологической базы T .

На рис. 11.8 изображена рукоятка прибора, ручка 2 которой свободно вращается на оси 1. Штифт 3 предохраняет ручку от соскальзывания с оси, а кольцевая канавка на оси допускает свободное вращение ручки со штифтом вокруг оси. Размер l_2 , определяющий положение канавки на оси, и размер l_1 , определяющий положение штифта в ручке, являются свободными зависимыми размерами ($l_2 > l_1$). В данной конструкции имеются и другие — как сопряженные (диаметр d_1), так и свободные зависимые (d_2 и d_3 , $d_3 > d_2$) размеры диаметров оси и ручки.

Сопряженными являются также размеры, определяющие положение осей отверстий двух соединяемых винтами, болтами или шпильками деталей (см. рис. 11.9, 11.10).

На рис. 11.9 сопрягаемый размер l определяет положение осей отверстий под винты в подшипнике скольжения 1 и в корпусе 2 прибора.

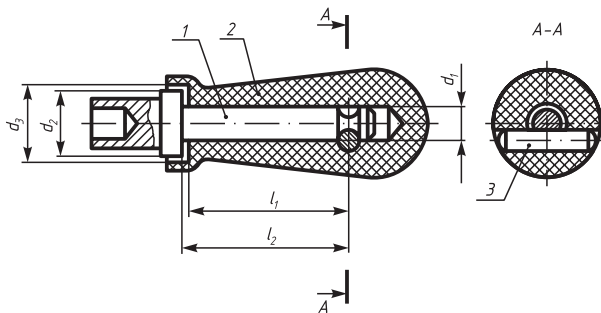


Рис. 11.8

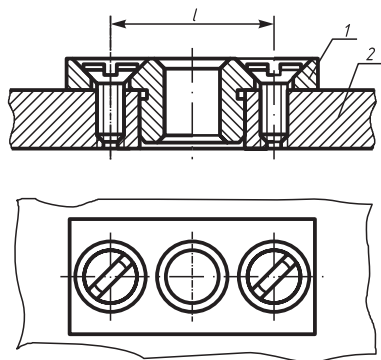


Рис. 11.9

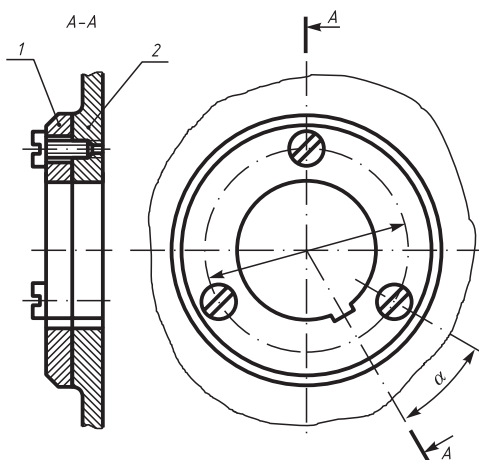


Рис. 11.10

В конструкции на рис. 11.10 для деталей 1 и 2 диаметр d расположения осей отверстий под крепежные детали является сопряженным. Сопряженным является и угловой размер (величина угла α), определяющий положение шпоночных пазов в обеих деталях относительно осей их крепежных отверстий.

Приведенные примеры, разумеется, не исчерпывают всего многообразия сопряженных и свободных зависимых размеров на чертежах деталей. Однако при съемке эскизов необходимо анализировать конструкцию сборочных единиц и особое внимание обращать на правильность измерения и нанесения указанных размеров.

11.3. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ

Цепные передачи применяют в сельскохозяйственных машинах (комбайны), велосипедах, мотоциклах, автомобилях, дорожно-строительных машинах и т.д. Они достаточно просты, универсальны и экономичны. Состоят из ведущей и ведомой звездочек и охватывающих их одно-, двух-, трехрядных и более цепей. Схематически цепная передача изображена на рис. 11.11. Цепь состоит из звеньев, соединенных шарнирами, обеспечивающими ее подвижность. Приводные цепи втулочно-роликовые, втулочные, зубчатые и фасонно-звенные стандартизованы. Основными характеристиками цепей являются их тип, шаг, ширина и разрушающая нагрузка. Условные изображения звездочек, цепей и цепных передач на сборочных чертежах должны выполняться по ГОСТ 2.402–68.

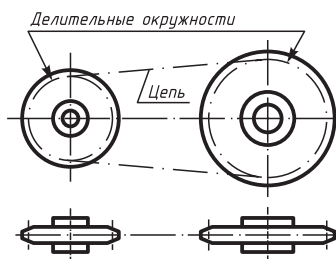


Рис. 11.11

На чертежах звездочек цепных передач показывают штрихпунктирными тонкими линиями делительные окружности и образующие делительных цилиндров. Если секущая плоскость проходит через ось звездочки, то на разрезах и сечениях звездочки зубья условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают нерасsectенными, а приводную цепь в разрезе или сечении вообще не изображают.

При изображении внешнего вида цепных передач цепь показывают тонкой штрихпунктирной линией, соединяющей делительные окружности звездочек.

11.4. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ

Подшипники (или опоры) служат для поддержания шеек вращающихся валов или осей различных передач. Различают подшипники скольжения и подшипники качения. Типовой подшипник скольжения состоит из корпуса, вкладышей и смазывающих

устройств (рис. 11.12). Подшипники качения — это стандартные узлы, состоящие из внутреннего 2 и наружного 1 колец, между которыми располагаются тела качения 3 — шарики или ролики. Тела качения удерживаются на определенном расстоянии друг от друга специальной обоймой 4 — сепаратором (рис. 11.13).

Стандартные подшипники скольжения (см. рис. 11.12) состоят из корпуса 1, крышки 2, вкладышей 3 и 4, шпилек 5, шайб 6 и гаек 7. Нестандартные подшипники скольжения могут состоять только из двух вкладышей, размещаемых в опорах корпуса, например двигателя автомобиля. Подшипники скольжения требуют специальную систему смазки.

Подшипники качения воспринимают различные нагрузки — от радиальной до осевой, изготавливаются в габаритах от нескольких

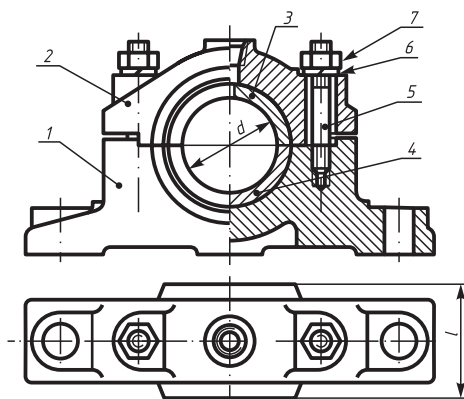


Рис. 11.12

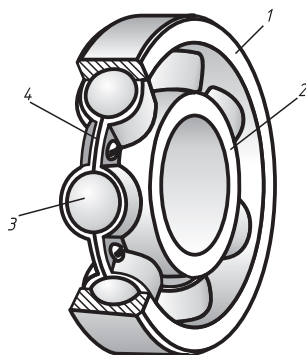


Рис. 11.13

миллиметров до нескольких метров в диаметре. Их конструкции достаточно разнообразны (рис. 11.14) и определяются воспринимаемой нагрузкой: радиальные (*a*, *б*), радиально-упорные (*в*), упорные (*д*). Меньшие габариты имеют игольчатые (*з*) подшипники. Производство подшипников качения особо точное. Их выпускают сверхлегкой, особо легкой, легкой, средней и тяжелой серии по диаметру, обозначаемой одной из цифр 0, 8, 9, 1, 7, 2, 3, 4 и 5 в порядке увеличения размера наружного диаметра подшипника при одинаковом внутреннем диаметре, и узкой, нормальной, широкой или особо широкой серии по ширине (высоте), обозначаемой одной из цифр 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4, 5 и 6 в порядке увеличения размера ширины или высоты.

На рис. 11.15 показаны однорядные радиальные шариковые подшипники для вала $d = 45$ мм различных серий по наружному диаметру (слева направо) — особо легкой серии, легкой, средней и тяжелой — и узких по ширине, выпускаемых по ГОСТ 8338–75.

Различны марки материалов, из которых их изготавливают (например, из сталей марок ШХ15, ШХ15СГ и др.), различны степени точности, покрытия, термообработка и некоторые другие параметры. Все эти особенности могут быть отражены в условном обозна-

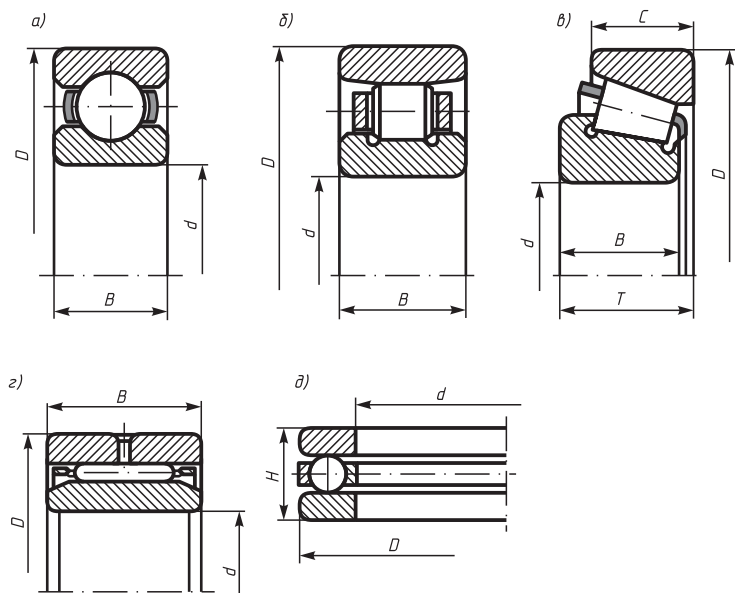


Рис. 11.14

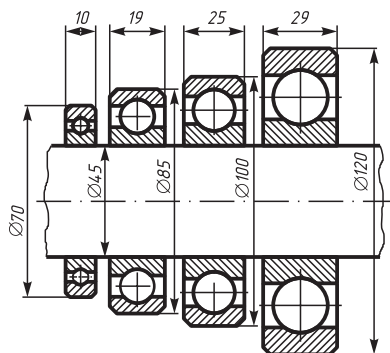


Рис. 11.15

чении подшипника качения. Основное условное обозначение состоит из семи цифр, отсчитываемых справа налево.

Первые две цифры определяют внутренний диаметр подшипника как частное от деления на 5. Так, например, для $d = 400$ мм в условное обозначение войдет число 80; для подшипника, показанного на рис. 11.16, войдет число 08¹. Третья цифра характеризует серию по D . Пусть в данном примере легкая серия диаметров 2. Вносим ее в условное обозначение: 208. Эта серия совместно с серией ширин определяет основные размеры подшипника — D и B . Четвертая цифра характеризует тип подшипника по направлению воспринимаемой нагрузки и формы тела качения, обозначаемый согласно табл. 3 ГОСТ 3189–75 цифрой от 0 до 9. Так, например, шариковый радиальный обозначают цифрой 0, роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами — 2, роликовый игольчатый — 4, шариковый упорный — 8, роликовый конический — 7 и т.д. Дополняем обозначение четвертой цифрой: 0208.

Пятая и шестая цифры определяют конструктивную разновидность подшипника, обозначаемую по ГОСТ 3395–75 от 00 до 99. В данном примере радиальный шариковый подшипник имеет одностороннее уплотнение. Его обозначение — 16, выпускают по ГОСТ 8882–75. Дополняем обозначение 160208 ГОСТ 8882–75.

Седьмая цифра определяет серию ширин, в данном примере — 3 (широкая). Вносим ее в обозначение 3160208 ГОСТ 8882–75, которое наносят на торцевой (нерабочей) поверхности подшипника.

¹ Здесь и далее рассмотрены случаи, когда $20 \leq d \leq 495$ мм, исключая диаметры, равные 22, 28 и 43, как не делящиеся на 5. Их обозначения, а также для $20 > d \geq 500$ мм имеют некоторые особенности — см. ГОСТ 3189–75. Подшипники шариковые и роликовые. Система условных обозначений.

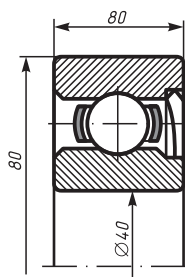


Рис. 11.16

Нулевые обозначения, расположенные левее последней значащей цифры, не указывают. Пусть 0 — обозначение типа подшипника, 00 — конструктивной разновидности, 0 — серии ширин. Тогда условное обозначение будет состоять из трех цифр, например 204 ГОСТ 8338–75 (см. рис. 11.15).

Класс точности (0 — нормальная, 6, 5, 4, 2 — повышенные в порядке возрастания) указывают через тире перед обозначением, например: 2–3160208 ГОСТ 8288–75; 6–204 ГОСТ 8338–75.

Шарики и ролики (чаще игольчатые) применяют и в качестве отдельных деталей. Примеры обозначений:

Шарик 5,8 — 10 ГОСТ 3722–81, где 5, 8 — номинальный диаметр в мм; 10 — степень точности.

Ролик 2×15,8.3 ГОСТ 6870–81, где 2 — диаметр; 15,8 — длина в мм ролика игольчатого; 3 — степень точности, исполнение А (не указывают).

Подшипники качения на сборочных чертежах согласно ГОСТ 2.420–69, как правило, в осевых размерах и сечениях изображают упрощенно, без указания типа и конструктивных особенностей, основными линиями обводят только их контур с проведением тонких диагоналей (рис. 11.17, а). При необходимости в контур под-

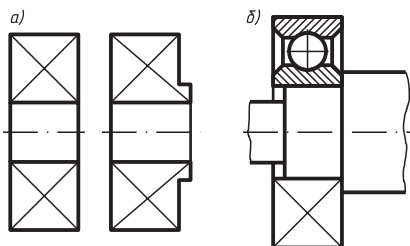


Рис. 11.17

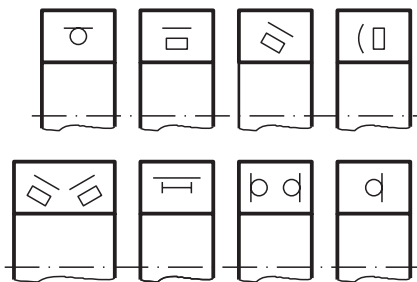


Рис. 11.18

шипника вписывают условное графическое обозначение по ГОСТ 2.770–68, как показано на рис. 11.18 в последовательности, как на рис. 11.14.

На учебных чертежах целесообразно применять «смешанные» изображения (рис. 11.17, б) с допустимыми ГОСТ 2.109–73 упрощениями, т.е. без фасок, галтелей, сепаратора и т.п.

11.5. ИЗОБРАЖЕНИЕ КЛЕПАНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Клепанные соединения и их условные стандартные изображения приведены на рис. 11.19. На рис. 11.19, а показаны соединения заклепкой с полукруглой, плоской или скругленной головкой и такой же замыкающей головкой. На рис. 11.19, б дано соединение с потайной головкой и полукруглой, плоской или скругленной замыкающей головкой. На рис. 11.19, в изображено соединение с потайной головкой и потайной замыкающей головкой. На рис. 11.19, г дано соединение заклепкой с полупотайной замыкающей головкой. На рис. 11.19, д представлены соединения специальными заклепками. Условные изображения (справа) показаны в сечении и на виде.

Если изделие, изображенное на сборочном чертеже, имеет ряд однотипных соединений и заклепками одного типа с одинаковыми размерами, то заклепки, входящие в соединения, показывают условной в одном-двух местах каждого соединения, а в остальных — центровыми или осевыми линиями (рис. 11.20). Группы одинаковых заклепок обозначают (рис. 11.21) условными знаками (а) или буквами (б).

Конструкция и размеры стандартных заклепок приведены на рис. 11.22: а — с полукруглой головкой; б — с потайной головкой; в — с полукруглой низкой головкой; г — с плоской головкой.

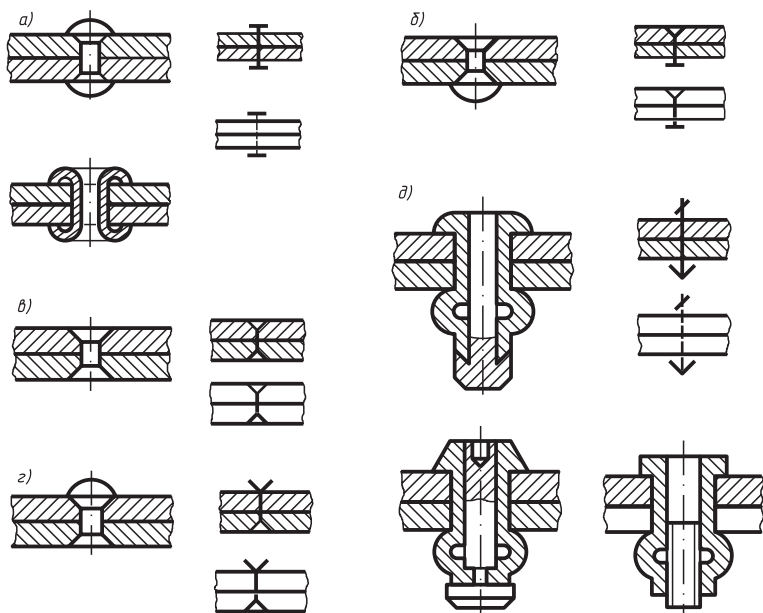


Рис. 11.19

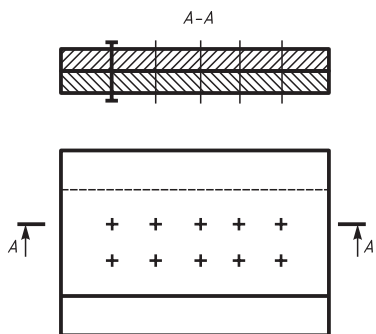


Рис. 11.20

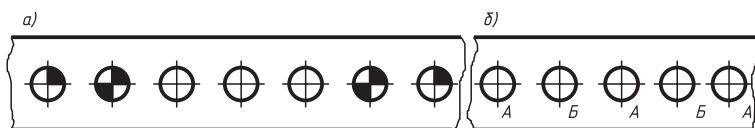


Рис. 11.21

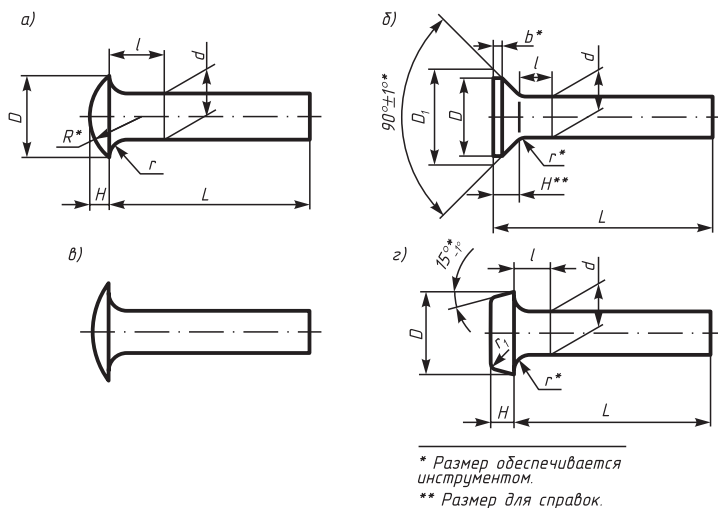


Рис. 11.22

Схема условного обозначения заклепок дана на примере:
Заклепка С8×20.38.МЗ.03 ГОСТ...

где С — класс точности (класс точности В не указывают); 8 — диаметр стержня, мм; 20 — длина, мм; 38 — условное обозначение марки (группы) материала; МЗ — марка материала; 03 — условное обозначение вида покрытия и его толщины; ГОСТ — обозначение стандарта на конкретный вид заклепок.

Кроме указанных стандартизованы и выпускаются пустотелые (а) и полупустотелые (б) заклепки (рис. 11.23). Пустотелые заклепки стандартизованы со скругленной, с плоской и потайной головками.

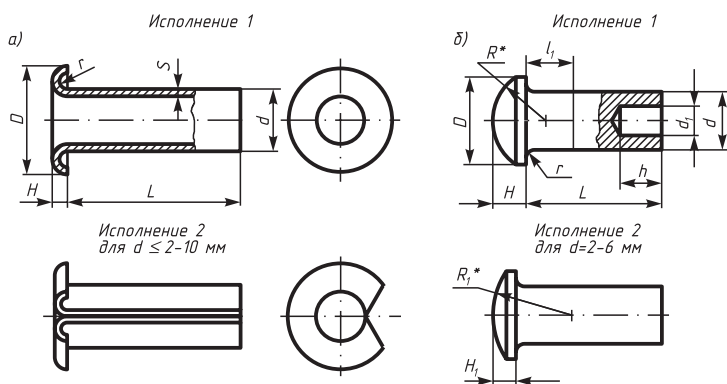


Рис. 11.23

Материал заклепок достаточно пластичный для образования головок: углеродистые стали Ст2, 10, 10кп, Ст3, 15, 15кп, легированная сталь 09Г2, нержавеющая сталь 12Х18Н9Т, латунь Л63, Л63 (антимагнитная), медь М3, МТ, алюминиевые сплавы АМг5П, Д18, АД1.

11.6. ИЗОБРАЖЕНИЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Сварные конструкции очень широко применяются в современной технике. При выполнении чертежей деталей, входящих в сварной узел, следует учитывать, что процесс сварки вызывает коробление свариваемых деталей и поэтому окончательная обработка некоторых поверхностей (сопряженных с поверхностями других деталей) производится после сварки. Поэтому при выполнении чертежей деталей сборки, в которую входит сварной узел, следует выполнять чертежи отдельных деталей этого сварного узла (если нужно, указав разделку кромок под сварку) и всего узла в сборе после сварки. На последнем чертеже должны стоять размеры, относящиеся к взаимному расположению свариваемых деталей, и размеры механической обработки.

Показанный на рис. 11.24 сварной узел (опора) состоит из пяти деталей: пластины, плиты, втулки и двух ребер. Чертежи этих деталей показаны на рис. 11.25. Чертеж сварного узла приведен на рис. 11.26. На этом чертеже размер 30 (расположение пластины) и размер 75 (расстояние между ребрами) необходимы сварщику. После сварки обрабатывают поверхность *P* плиты и цилиндрическую

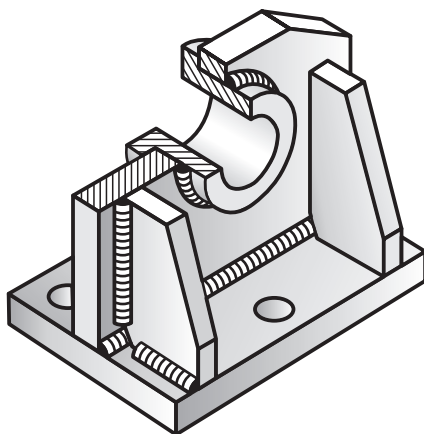


Рис. 11.24

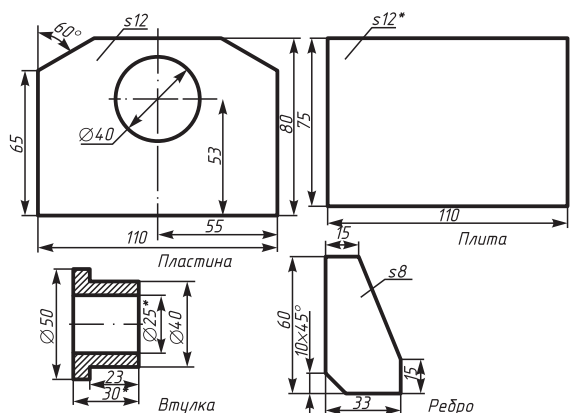


Рис. 11.25

поверхность втулки, выдерживая размеры 65 (до оси втулки) и диаметр 25. Обрабатывают также торцы втулки M и N по размеру 30. Размеры $\varnothing 25$ и 30 втулки и толщина плиты 12, подвергаемые указанной механической обработке, указаны на рис. 11.25 условно со звездочкой; эти размеры должны иметь припуск на обработку. Сверление отверстий в плите производят после обработки втулки (рис. 11.26), связывая их положение с торцом M (размер 8).

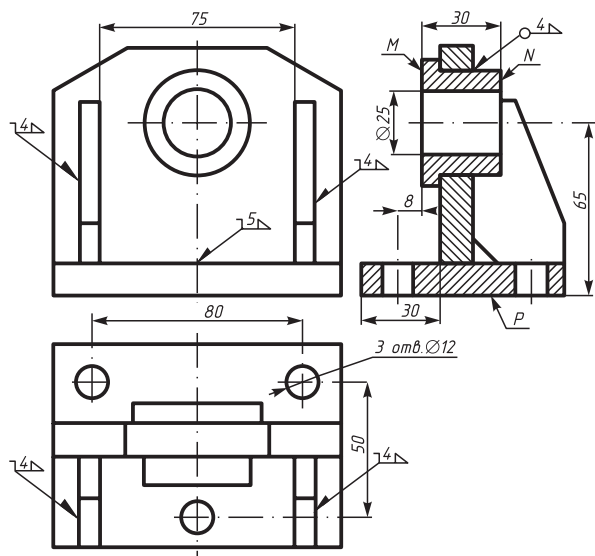


Рис. 11.26

Изображение швов сварных соединений. Сварка — процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, либо пластическом деформировании, либо совместным действием того и другого (ГОСТ 2601–84). Способы сварки определяются формой энергии для образования сварного соединения, видом источника энергии и технологическими признаками.

Условные изображения и обозначения сварных соединений стандартизованы. Сварные соединения независимо от способа сварки условно изображают: видимые швы — сплошной основной линией (справа на рис. 11.27, *а, в*). От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рис. 11.27, справа), невидимые — штриховой линией (справа на рис. 11.27, *б, г*).

Видимую одиночную сварную точку обозначают знаком «+» (рис. 11.28), невидимые сварные точки не изображают.

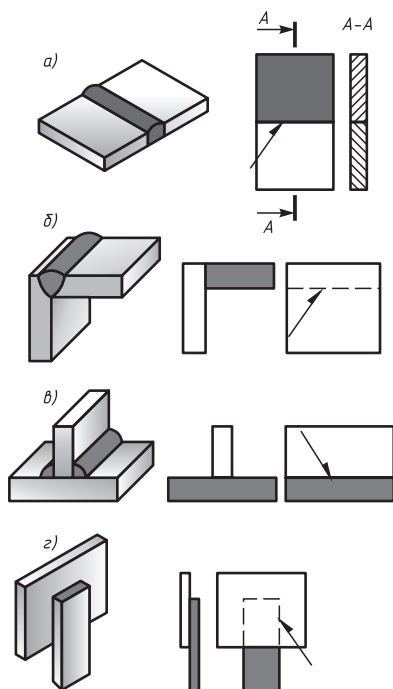


Рис. 11.27

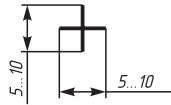


Рис. 11.28

На изображение сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их обозначают прописными буквами русского алфавита (рис. 11.29, а). Для нестандартного шва указывают размеры конструктивных элементов, необходимых для его выполнения (рис. 11.29, б). Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва — сплошными тонкими линиями.

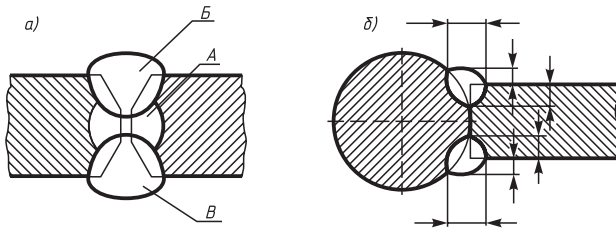


Рис. 11.29

Условные обозначения швов сварных соединений. Структура условного обозначения стандартного шва или сварной точки приведена на рис. 11.30, а, нестандартного — на рис. 11.30, б.

На месте указанных прямоугольников записывают следующие данные:

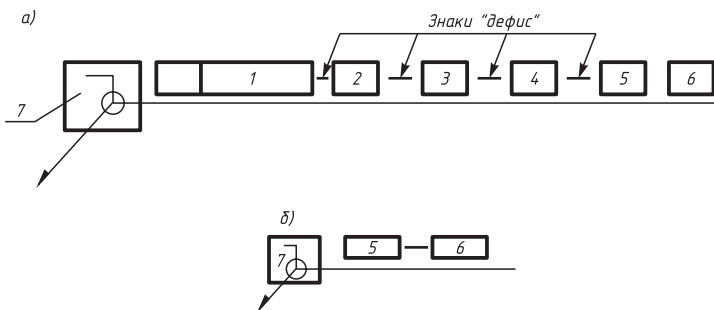


Рис. 11.30

- 1 — обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов;
- 2 — буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту;
- 3 — условное обозначение способа сварки по стандарту;
- 4 — знак 6 (по рис. 11.31) и размер катета согласно стандарту;
- 5 — размеры и знаки, указанные ниже;
- 6 — вспомогательные знаки (по рис. 11.31);
- 7 — вспомогательные знаки 7 или 8 (по рис. 11.31).

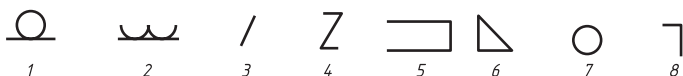


Рис. 11.31

Вспомогательные знаки в условных обозначениях сварных соединений (рис. 11.31): 1 — усиление шва снять; 2 — наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу; 3 — шов прерывистый или точечный с цепным расположением, угол наклона линии 60° ; 4 — шов прерывистый или точечный с шахматным расположением; 5 — шов по незамкнутой линии (знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа); 6 — знак в прямоугольнике 4 (см. рис. 11.30) перед размером катета по стандарту; 7 — шов по замкнутой линии (диаметр знака 3...5 мм); 8 — шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения.

На месте прямоугольника 5 записывают следующие данные:

- для прерывистого шва — размер длины провариваемого участка, знак 3 или 4 (по рис. 11.31) и размер шага;
- для одиночной сварочной точки — размер расчетного диаметра точки;
- для шва контактной точечной сварки или электрозаклепочного — размер расчетного диаметра точки или электрозаклепки, знак 3 или 4 (по рис. 11.31) и размер шага;
- для шва контактной шовной сварки — размер расчетной ширины шва;
- для прерывистого шва контактной шовной сварки — размер расчетной ширины шва, знак умножения, размер длины провариваемого участка, знак 3 (по рис. 11.31) и размер шага.

Для нестандартных швов способ сварки указывают в технических требованиях или в таблице швов.

Вспомогательные знаки (рис. 11.31) выполняют сплошными тонкими линиями, их высота одинакова с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

Условное обозначение (УО) шва наносят на полке линии-выноски для шва с лицевой стороны и под полкой для шва с обратной стороны (рис. 11.32). Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва наносят на полке или под полкой линии-выноски после условного обозначения шва (см. рис. 11.32, б, в), или указывают в таблице швов, или приводят в технических требованиях чертежа, например *Параметр шероховатости сварных швов...*

Сварочные материалы указывают на чертеже в технических требованиях или таблице швов; их можно и не указывать.

При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносят у одного из швов, а от изображений остальных швов этого типа проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают один порядковый номер, который наносят:

- на линии-выноске, имеющей полку с обозначением шва (рис. 11.33);
- на полке (под полкой) линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с лицевой (обратной) стороны (рис. 11.33, б).

Количество одинаковых швов можно указывать на линии-выноске, имеющей полку с обозначением (рис. 11.33, а).

Упрощение обозначений швов сварных соединений. При наличии на чертеже швов, выполняемых по одному и тому же стандарту,

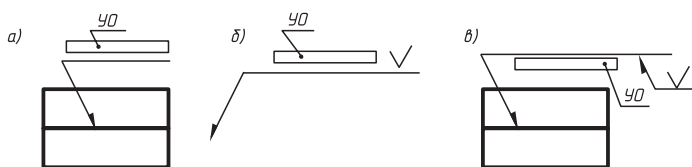


Рис. 11.32

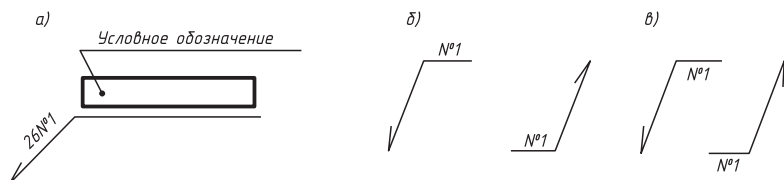


Рис. 11.33

стандарт приводят в технических требованиях по типу *Сварные швы... по...* или в таблице. Если все швы одинаковы и изображены с одной стороны, то порядковый номер им не присваивают, а швы отмечают линиями-выносками без полок (рис. 11.34), обозначение шва указывают в технических требованиях.

На чертеже симметричного изделия при наличии на изображении оси симметрии можно отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия. На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, эти швы можно отмечать линиями-выносками и обозначать только у одного из изображений одинаковых частей (предпочтительно у изображения, от которого проведена линия-выноска с номером позиции).

Можно не отмечать на чертеже швы линиями-выносками, а приводить указания по сварке записью в технических требованиях, эта запись однозначно определяет место сварки, способы сварки, типы швов сварных соединений, размеры их конструктивных элементов в поперечном сечении шва и расположение швов.

Одинаковые требования, предъявляемые ко всем швам или группе швов, приводят один раз — в технических требованиях или в таблице швов.

Типы швов, их конструктивные элементы и размеры стандартизованы. Наряду со сваркой соединений из стали и сплавов на железоникелевой и никелевой основе дуговой сваркой выполняют соединения из медных и алюминиевых сплавов под флюсом, в углекислом газе, инертных газах, покрытым электродом.

Кроме указанных соединений контактной точечной, рельефной и шовной сваркой выполняют также соединения титановых, алюминиевых, магниевых и медных сплавов. Подобные типы сварных соединений получают при сварке нагретым газом с присадочным прутом или экструзионной сварке пропилена, полипропилена и винипласта.

В учебном процессе по курсу инженерной графики обозначения стандартных швов упрощают и наносят, например, только номер



Рис. 11.34

стандарта, буквенно-цифровое обозначение шва, размер катета его поперечного сечения и знак \circ , если требуется.

Примеры сварных швов на рис. 11.35: *a* — шов углового соединения, без скоса кромки, односторонний, выполняемый электродуговой сваркой с катетом шва 5 мм; *b* — сварное соединение цилиндрической детали с пластиной. В этом соединении шов односторонний без скоса кромок выполнен по замкнутому контуру (знак \circ), газовой сваркой (буква *Г*), с катетом шва 3 мм. ГОСТ 5264–80 определяет типы швов сварных соединений деталей из углеродистых сталей, выполненных ручной электродуговой сваркой.

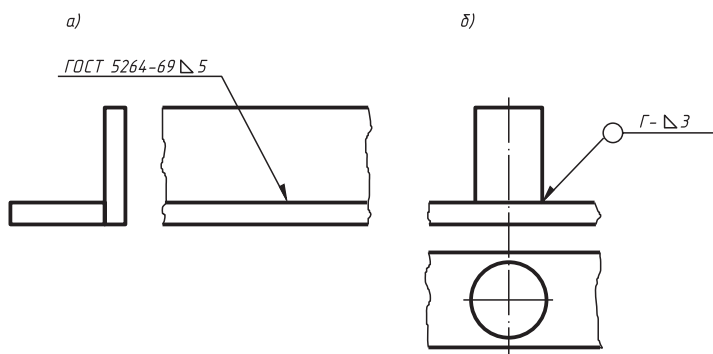


Рис. 11.35

Пример конструктивных элементов соединений контактной шовной сваркой приведен на рис. 11.36. На нем указаны: d — расчетный диаметр литого ядра точки или ширина литой зоны шва; h и h_1 — величина проплавления; f — перекрытие литых зон шва; B — ширина нахлестки; расстояние $u \geq 0,5B$; s и s_1 — толщины свариваемых деталей; g и g_1 — глубина вмятия не более $1/5$ толщины деталей; $l \approx d$.

11.7. ПАЯНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ ИЗОБРАЖЕНИЕ

При пайке детали соединяет специальный материал — припой, который заполняет зазор между деталями и прочно соединяется с ними. Во время пайки детали и припой нагревают до расплавления припоя и заполнения им зазора соединения.

Изображают и обозначают паяные соединения в соответствии с ГОСТ 2.313–82. Паяное соединение на чертежах изображают ли-

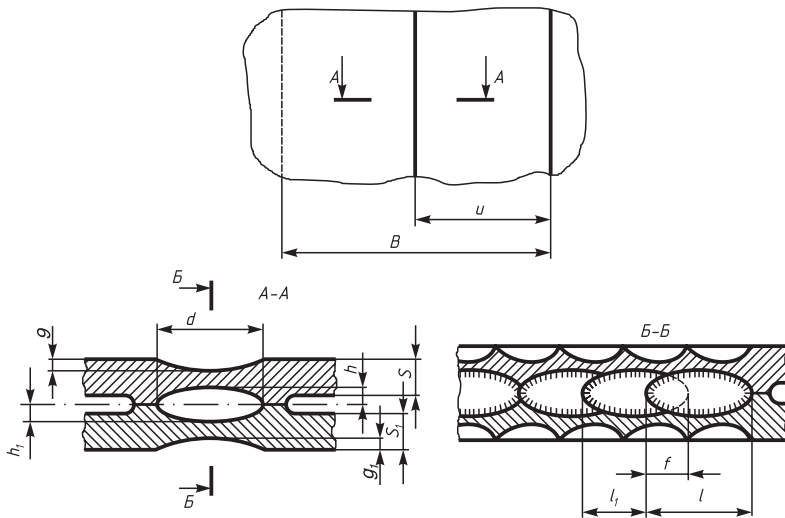


Рис. 11.36

нией, толщина которой в 2 раза больше, чем линия обводки видимого контура, т.е. $2s$. К паяному соединению проводят выносную линию со стрелкой. Эту линию пересекают условным знаком пайки в виде полудуги (рис. 11.37, а). Для швов, выполненных по периметру, линию-выноску заканчивают окружностью диаметром 3...4 мм, от которой проводят полочку. Ее используют для обозначения номера пункта технических требований, в которых указывают марку припоя и требования к качеству шва.



Рис. 11.37

При необходимости на изображении паяного соединения указывают размеры шва и обозначения качества его поверхности.

Конструкции паяных соединений весьма разнообразны.

На рис. 11.38 даны примеры паяного соединения керамического изолятора (а) с металлическими деталями, таврового паяного соединения двух пластин (б, в), трубы по замкнутому контуру (г), ограниченного определенными участками (д). Основные типы паяных соединений (рис. 11.39): ПН-1 — ПН-3 — нахлесточные;

ПН-4 — ПН-6 — телескопические; ПВ-1, ПВ-2 — стыковые; ПВ-3, ПВ-4 — косостыковые; ПТ-1 — ПТ-4 — тавровые; ПУ-1, ПУ-3 — угловые; ПС-1, ПС-5 — соприкасающиеся. Кроме указанных в промышленности широко применяются комбинированные соединения.

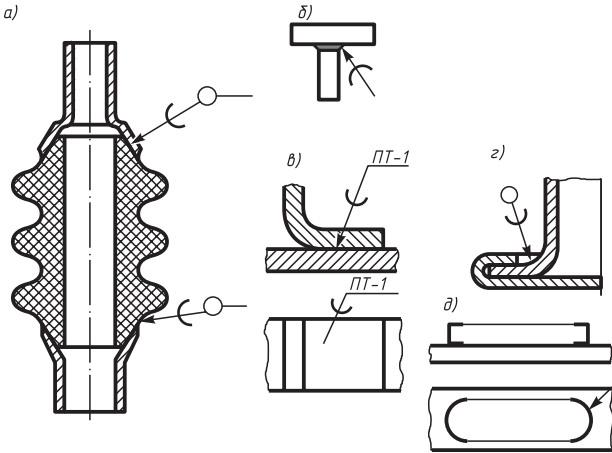


Рис. 11.38

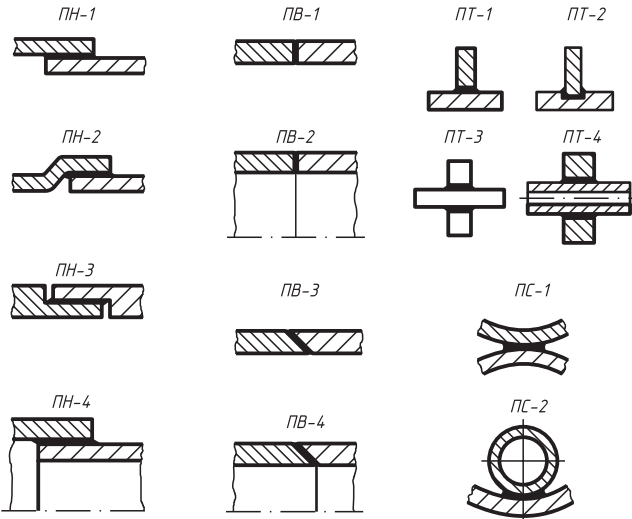


Рис. 11.39

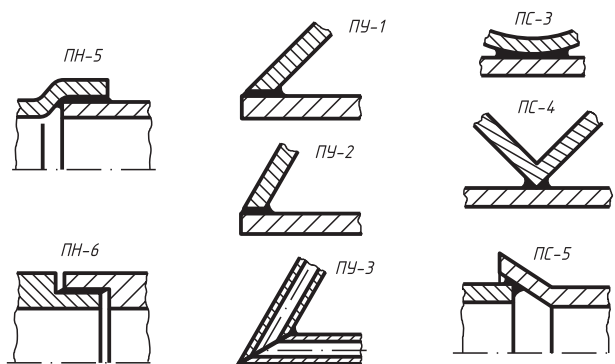


Рис. 11.39 (окончание)

11.8. ИЗОБРАЖЕНИЕ КЛЕЕНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Склеивание как метод получения неразъемных соединений находит большое распространение при соединении металлических материалов, металлических с неметаллическими и др. Применяют различные синтетические клеи, например: БФ-2, БФ-3 и др., карбонильный, ПУ-2, ПК-5 и др.

Изображают на чертежах в разрезах и на видах клееные швы, как и паяные, линией толщиной $2s$ и выносной линией со стрелкой, на которой наносят знак **К** (см. рис. 11.37, б), символизирующий букву К. Полочку от выносной линии используют для обозначения номера пункта технических требований, в котором указывают марки клея и требования к качеству шва.

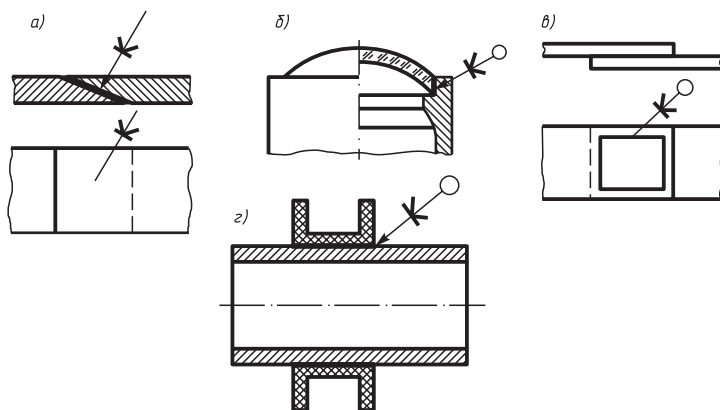


Рис. 11.40

Примеры клееных соединений приведены на рис. 11.40: *a* — с косым срезом; *б, в* — по замкнутой линии; *г* — по цилиндрической поверхности металлической трубки и пластмассового кольца.

11.9. ИЗОБРАЖЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ОПРЕССОВКОЙ

Деталь, опрессованная пластмассой, образует с ней неразъемное соединение. На рис. 11.41 показана головка рычага, выполненная из пластмассы; внутри головки находится опрессованный наконечник. Для изготовления такой головки сначала выполняют по чертежу наконечник (рис. 11.42, *a*), а затем его закрепляют в пресс-форме и опрессовывают пластмассой. Для изготовления пресс-формы необходимо задать поверхность, ограничивающую внутреннюю полость, которую заполнит пластмасса (рис. 11.42, *б*). Размер *З* необходим для увязки положения наконечника.

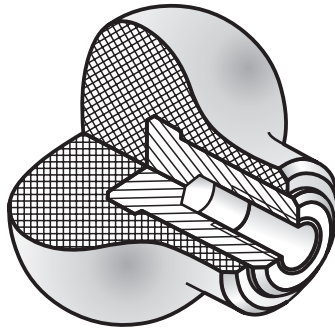


Рис. 11.41

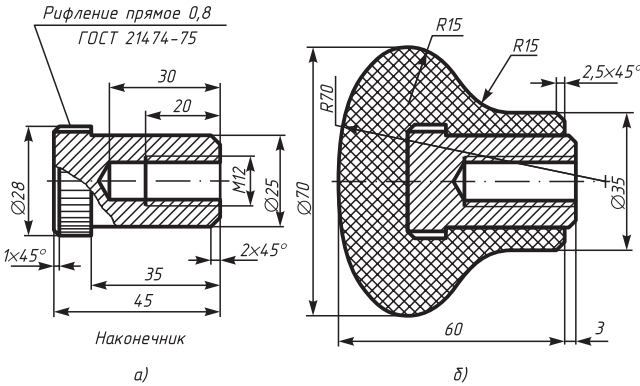


Рис. 11.42

12. ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА ИЗДЕЛИЯ

12.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Разработка нового изделия и конструкторской документации на него в общем случае проходит пять стадий, установленных в ГОСТ 2.103–68. На четырех из этих стадий (техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект) разрабатывают проектную документацию и на завершающей стадии — рабочую документацию (опытного образца или опытных партий, установочной серии и установившегося или массового производства). На стадиях эскизного и технического проектов изготавливают и испытывают макеты изделий.

ГОСТ 2.101–68 устанавливает виды изделий всех отраслей промышленности.

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащий изготовлению на предприятии. Установлены следующие четыре вида изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Изделия подразделяют следующим образом: *неспецифицированные* (детали) — не имеющие составных частей; *специфицированные* (сборочные единицы, комплексы, комплекты) — состоящие из двух и более составных частей.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (литой корпус, вал, болт и т.п.). К деталям относят также изделия, изготовленные из одного листа (куска) материала с помощью местной сварки, пайки, склеивания и т.п., а также изделия, подвергнутые покрытиям.

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (станок, сварной корпус, маховик из пластмассы с арматурой и т.п.).

Комплекс — два и более специфицированных изделия, которые не соединены на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначены для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (поточная линия станков, ракетно-космический комплекс и т.п.).

Комплект — два и более изделия, которые не соединены на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляют собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (комплект запасных частей, инструмента и т.п.).

Изготовлению любого изделия предшествует процесс проектирования, т.е. разработка различных конструкторских документов, в том числе и чертежей. Чтобы можно было планировать и контролировать выполнение проекта, процесс проектирования проводится по этапам и стадиям. Документы, выполненные на каждой стадии, после согласования и утверждения их заказчиком являются основанием для перехода к следующей стадии работы.

Техническое предложение разрабатывается исполнителем совместно с заказчиком с целью выявления дополнительных или уточненных требований к изделию. Оно должно содержать техническое и экономическое обоснование целесообразности разработки проекта на основе сравнительной оценки различных вариантов решения.

Эскизный проект разрабатывается исполнителем с целью установления принципиальных (конструктивных, схемных и др.) решений изделия. Он должен давать общее представление об устройстве и принципе работы разрабатываемого изделия, а также содержать данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры изделия.

Технический проект содержит окончательное техническое решение, дающее полное представление об устройстве изделия, и другие данные, необходимые для разработки рабочей документации.

Разработка рабочей документации — заключительная стадия процесса конструирования изделия. Она включает выполнение рабочих чертежей и других документов, необходимых для изготовления и испытания изделия. Стандартом установлено более 25 видов конструкторских документов. В курсе машиностроительного черчения студенты изучают правила выполнения следующих документов: *чертеж детали* — содержит изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля; *сборочный чертеж* — содержит изображение изделия и другие данные, необходимые для его сборки (изготовления) и контроля; *чертеж общего вида* — определяет конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия; *спецификация* — определяет состав сборочной единицы, комплекса или

комплекта; *таблица* — содержит в зависимости от назначения соответствующие данные, сведенные в таблицу.

Конструкторские документы в зависимости от стадии разработки подразделяют на *проектные* (документы технического предложения, эскизного или технического проекта) и *рабочие* (рабочая документация). Чертеж общего вида является *проектным* документом. Он обязателен для технического проекта. Студенты старших курсов выполняют курсовые и дипломные проекты, в состав которых обязательно входят и чертежи общих видов. Знание и умение выполнения чертежа общего вида необходимы и для последующей конструкторской деятельности инженера.

В учебном процессе студенты разрабатывают, как правило, проектную конструкторскую документацию — курсовые работы и проекты, дипломные проекты и работы. В составе некоторых проектов на отдельные детали разрабатывают чертежи, соответствующие рабочим.

Одним из первых этапов студенческой проектной работы является разработка чертежа общего вида сборочной единицы — отдельного прибора или узла машины, установки по ее основным деталям. Аналогичные работы часто выполняют и в промышленности — при восстановлении утраченных чертежей или для создания конструкторской документации, необходимой для ремонта или модернизации импортных образцов оборудования, приборов.

Чертеж общего вида — это чертеж, содержащий данные, определяющие конструкцию изделия, взаимодействие его частей, служащий для пояснения принципа работы изделия и разработки рабочей документации — рабочих чертежей деталей и сборочных чертежей, входящих в изделие сборочных единиц, включая сборочный чертеж изделия.

В ГОСТ 2.119–73 и 2.120–73 установлено, что в общем случае чертеж общего вида должен содержать:

а) изображения изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия;

б) наименования, а также обозначения (если они имеются) тех составных частей, для которых необходимо указать данные (технические характеристики, количество, указания о материале, принципе работы и др.) или запись которых необходима для пояс-

нения чертежа общего вида, описания принципа работы изделия, указания о составе и др.;

в) размеры и другие наносимые на изображение данные (при необходимости);

г) схему (если она требуется, но оформлять ее отдельным документом нецелесообразно);

д) технические характеристики изделия, если это необходимо для удобства сопоставления вариантов по чертежу общего вида.

Разрабатываемый по курсу «Инженерная графика» чертеж общего вида должен содержать:

1) изображения (виды, разрезы, сечения), определяющие конструкцию и технические формы всех составных частей изделия, их расположение, количество и дающие представление о взаимодействии составных частей;

2) установочные, присоединительные и габаритные размеры;

3) обозначения составных частей и их перечень в виде таблицы.

На чертеже общего вида изображают вид соединений деталей сборочной единицы (соединения с зазором или без него, резьбовые, штифтовые, шпоночные; склеивание, пайка, сварка деталей; развальцовка, клепка и т.п.), применяя лишь минимальные упрощения, как это оговорено ниже в § 12.5.

Особое внимание обращают на то, чтобы в чертеже содержалось такое количество изображений, которое достаточно для понимания формы всех входящих в его состав сборочных единиц и отдельных деталей. Его выполняют так, чтобы по нему можно было выполнить чертеж любой детали.

Отдельные элементы конструкции обычно чертят, пользуясь техническими справочниками, например стандартные крепежные детали (винты, гайки и т.д.), которые входят в состав сборочной единицы.

12.2. ОБЪЕМ, СОДЕРЖАНИЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА

Этапы разработки чертежа общего вида. При выполнении чертежа общего вида обычно выполняют в определенной последовательности следующие работы.

1. Ознакомление со сборочной единицей: изучение назначения, конструкции, принципа работы и взаимодействия составных частей, а также последовательности разборки и сборки. Обычно при

этом руководствуются разработанным кафедрой паспортом — схемой сборочной единицы, описанием и спецификацией.

2. Выполнение эскизов деталей, входящих в состав сборочной единицы, включая эскизы некоторых стандартизованных деталей. Узвязки сопряженных размеров деталей. Съемка эскизов деталей подробно рассмотрена в гл. 10.

3. Выполнение чертежа общего вида на основе снятых эскизов. При этом решаются вопросы выбора главного изображения и числа изображений на чертеже общего вида. Перед планировкой полезно выполнить от руки изометрию сборочной единицы. Пример планировки чертежа общего вида показан рис. 12.1. В основу планировки обычно принимают планировку эскиза корпусной детали. Более подробно этот этап рассмотрен ниже.

Пример выполнения чертежа общего вида приведен на рис. 12.2, таблица к нему — на рис. 12.3.

Особенность работы над чертежом общего вида состоит в том, что съемку эскизов деталей студенты выполняют только в аудитории. При работе над чертежом общего вида студенты прорабатывают отдельные стандарты ЕСКД, номера которых указаны в соответствующих параграфах. Для решения отдельных конструктивных вопросов рекомендуется использовать учебно-методическую и справочную литературу.

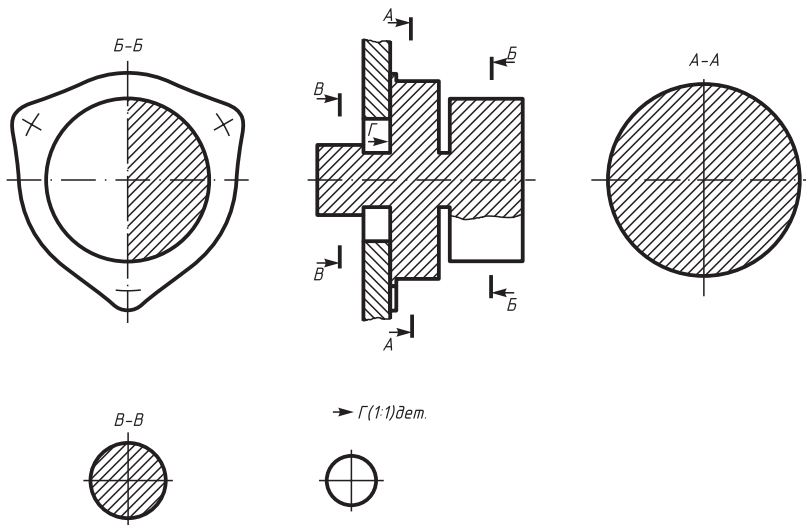


Рис. 12.1

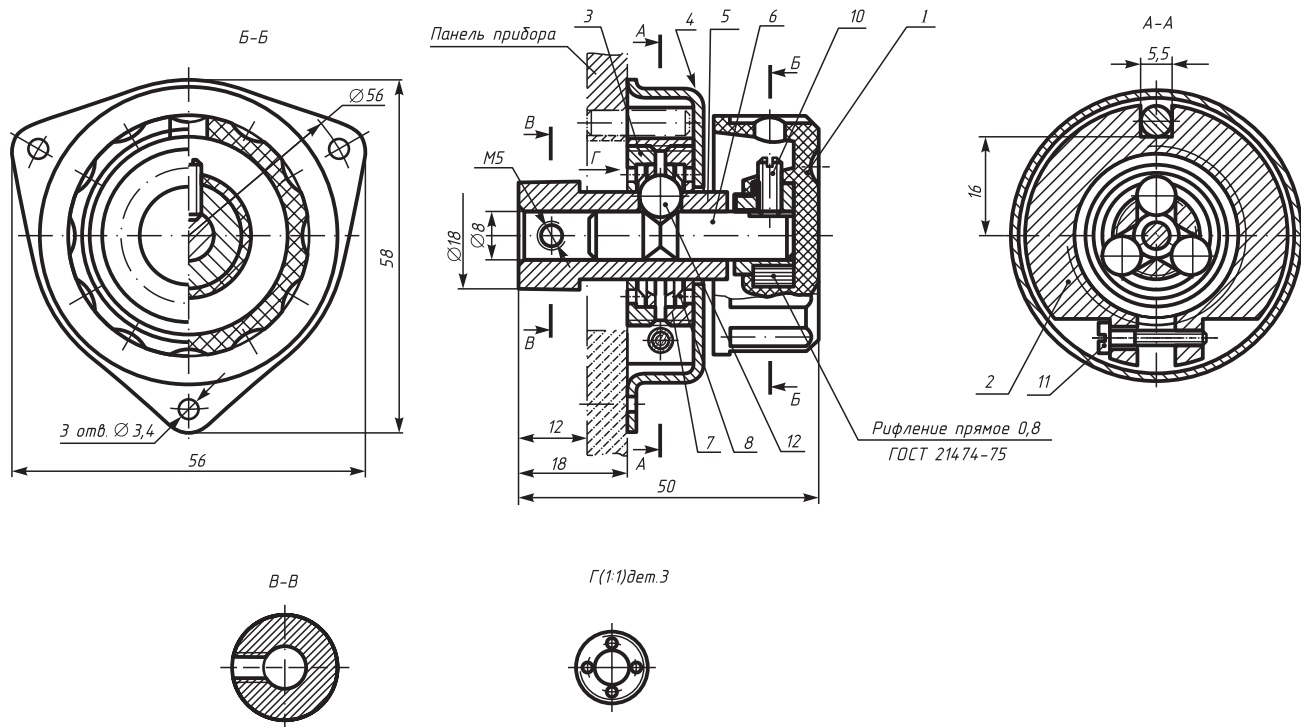


Рис. 12.2

<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Материал</i>
		<i>Сборочные</i>		
		<i>единицы</i>		
1		<i>Ручка</i>	1	
		<i>Детали</i>		
2		<i>Корпус</i>	1	<i>Латунь</i>
3		<i>Обойма</i>	2	<i>Латунь</i>
4		<i>Крышка</i>	1	<i>Сталь</i>
5		<i>Втулка</i>	1	<i>Латунь</i>
6		<i>Вал</i>	1	<i>Сталь</i>
7		<i>Кольцо</i>	2	<i>Латунь</i>
8		<i>Шайба</i>	2	<i>Бронза</i>
		<i>пружинная</i>		
		<i>Стандартные</i>		
		<i>изделия</i>		
10		<i>Винт М4×10</i>	1	<i>Сталь</i>
		<i>ГОСТ 14.77-84</i>		
11		<i>Винт М3×16</i>	1	<i>Сталь</i>
		<i>ГОСТ 14.91-80</i>		
12		<i>Шарик Ø7</i>	3	<i>Сталь</i>
		<i>ГОСТ 3722-60</i>		

Рис. 12.3

Ознакомление с заданием. Для выполнения чертежа общего вида каждому студенту выдают индивидуальное задание — вариант сборочной единицы с техническим описанием. Руководствуясь техническим описанием, надо уяснить назначение сборочной единицы, принцип работы и взаимодействие основных составных частей. Мысленно наметить последовательность разборки и сборки и выполнить их практически. При этом следует внимательно изучить конструктивные и технические формы составных частей.

Выполнение эскизов деталей устройства имеет свои особенности, определяемые конструкцией соединений, и рассматривается ниже в § 12.3. Особенности выбора главного изображения и числа изображений — планировки чертежа, а также некоторые правила, относящиеся к оформлению чертежа общего вида, рассмотрены в § 12.4.

12.3. ВЫПОЛНЕНИЕ ЭСКИЗОВ ДЛЯ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА

Общие правила съемки эскизов деталей рассмотрены в гл. 10. При съемке эскизов деталей для выполнения чертежа общего вида сборочной единицы особое внимание обращают на вопросы нанесения и увязки размеров смежных, сопрягаемых деталей. В гл. 10 рассмотрена система нанесения размеров главным образом из технологических соображений (см. § 10.5), от технологических баз. При съемке же эскизов деталей сборочных единиц некоторые размеры наносят с учетом взаимосвязи этих деталей в устройствах и их конструктивных особенностей, т.е. из конструктивных соображений, от конструкторских баз. Эти особенности рассмотрены ниже.

При съемке эскизов для чертежей общего вида иногда выполняют эскизы сборочных единиц, входящих в состав устройства. К числу таких сборочных единиц относятся армированные изделия, например из пластмассы с металлическими деталями.

В качестве примера на рис. 12.4, 12.5, 12.6, *а* — и приведен комплект выполненных эскизов для верньера (рис. 12.6, *б* — и только с размерными линиями), чертеж общего вида которого приведен на рис. 12.2.

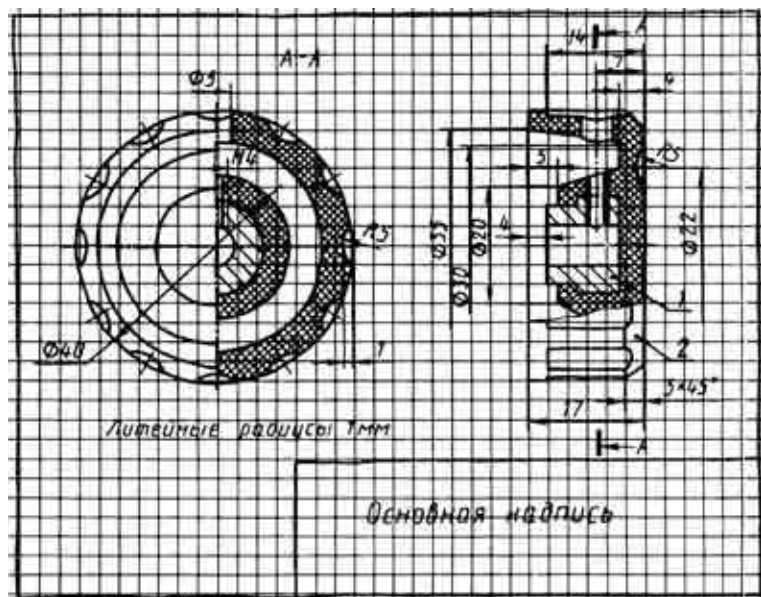


Рис. 12.4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Назначение	Кол.	Примечание
		1		Детали Втулка	1	Бронза
		2		Материалы Пластмасса	6 2	

Рис. 12.5

Эскизы сборочных единиц. Если в изделии имеются сборочные единицы, то при съемке эскизов на них оформляют эскизы сборочных единиц со спецификациями, определяющими их состав. В учебном процессе такими сборочными единицами бывают обычно неразъемные соединения деталей (или деталей и материалов),

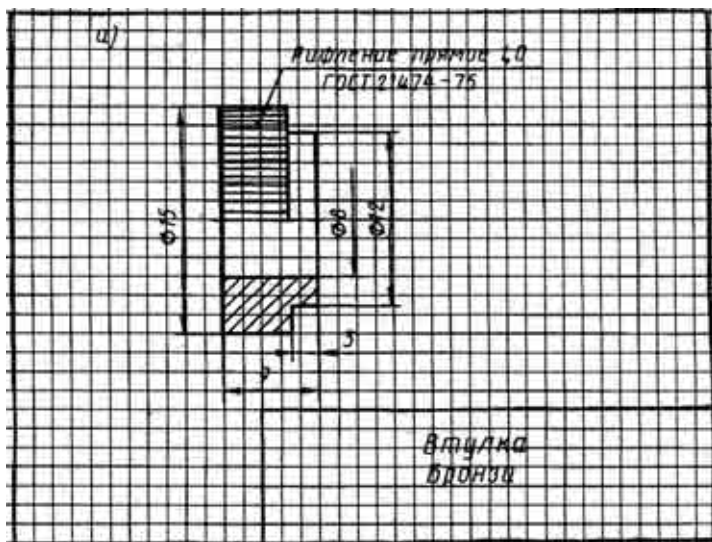


Рис. 12.6, а

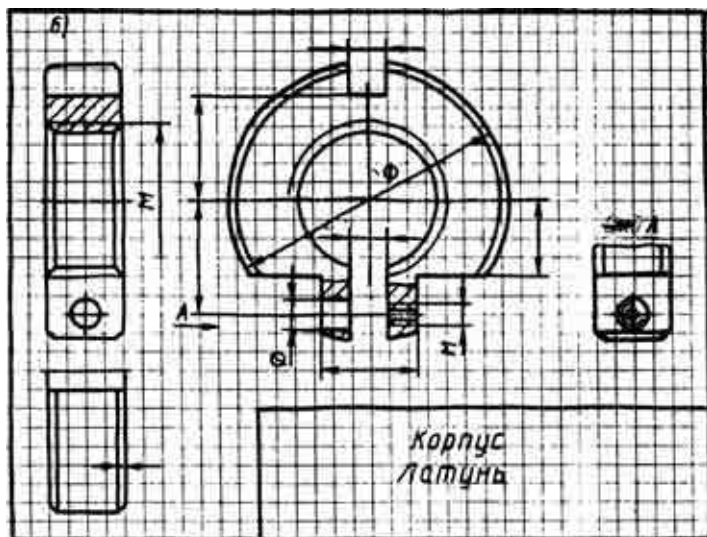


Рис. 12.6, б

получаемые армированием¹, сваркой или наплавкой, а также неразъемные соединения деталей (материалов), которые после соединения их пайкой, склеиванием, развальцовкой, напрессовкой и другими сборочными операциями подвергаются дополнительной механической обработке. На детали (металлическую арматуру), входящие в состав таких сборочных единиц, оформляют отдельные эскизы. Более подробно о спецификации см. в § 13.1.

Пример. В показанной на рис. 12.2 конструкции верньера ручка *1* является сборочной единицей, представляющей собой армированное изделие. На нее разработан эскиз — см. рис. 12.4 со спецификацией на рис. 12.5. Ручка верньера состоит из арматуры — металлической втулки *1* и материала — пластмассы *2*. В армированной сборочной единице материал приобретает установленную эскизом или чертежом форму после прессования (или заливки) в пресс-форму совместно с арматурой. Поэтому на эскизе (чертеже) армированной сборочной единицы наносят все размеры, определяющие

¹ Армирование представляет собой технологический процесс изготовления неразъемных сборочных единиц, осуществляемый путем заливки или прессования металлической арматуры в виде втулок, стержней, шпилек и т.п. материалом, которым может быть пластмасса, стекло, фарфор, керамика, металлы и их сплавы и т.п., отличающиеся от материала арматуры (см. рис. 12.4).

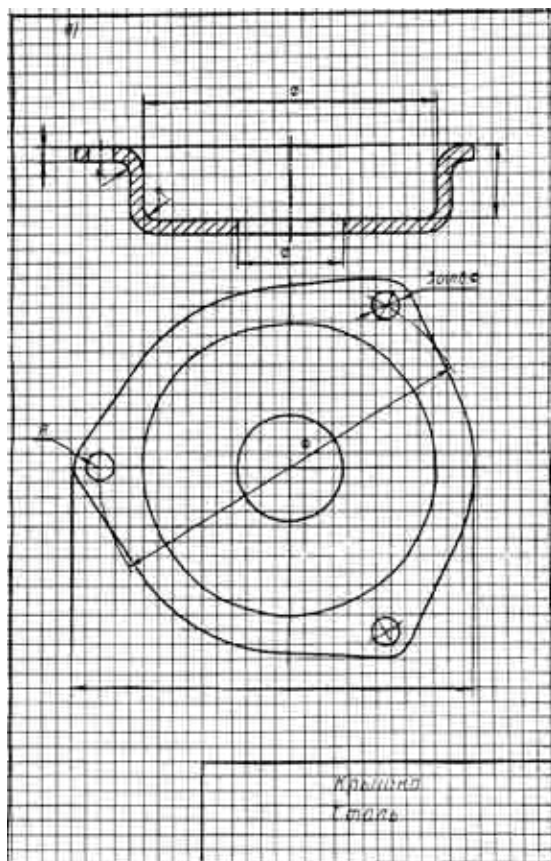


Рис. 12.6, в

ее форму, за исключением размеров арматуры, а также размеры, которые определяют положение арматуры относительно формуемых поверхностей. В эскизе на рис. 12.4 нанесены все размеры, определяющие форму пластмассовой части ручки. Размер 4 мм определяет положение металлической втулки относительно торца ручки. Металлическая втулка использована при изготовлении металлопластмассовой ручки верньера как самостоятельная предварительно изготовленная деталь. Поэтому на нее выполнен отдельный эскиз — рис. 12.6, а, на котором нанесены все размеры, необходимые для ее изготовления (резьбовое отверстие М4 на эскизе втулки не показано, так как его обрабатывают после прессования ручки).

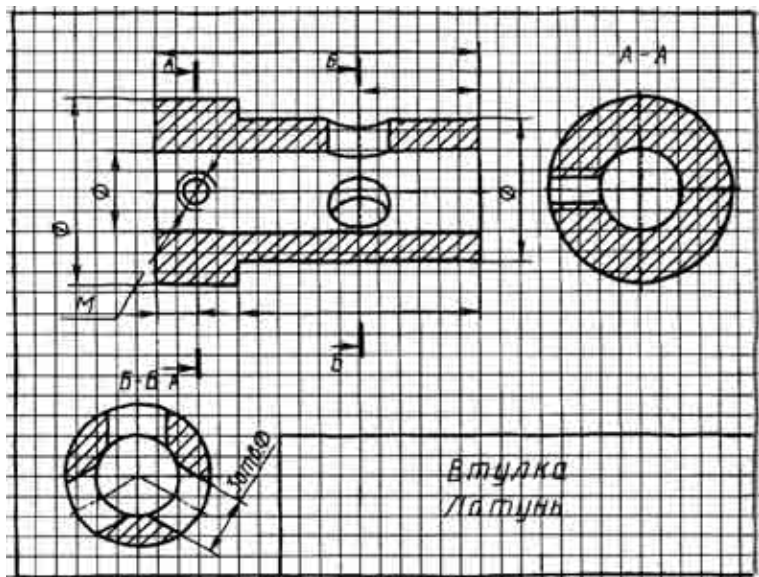


Рис. 12.6, г

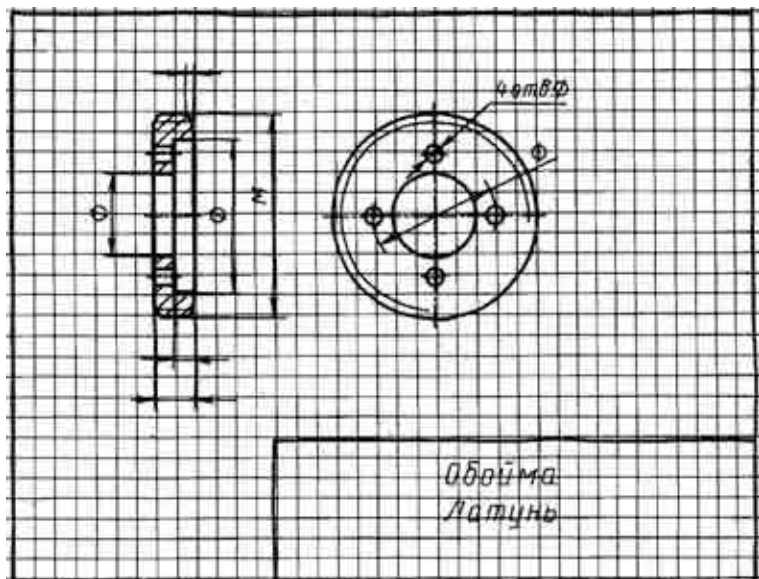


Рис. 12.6, д

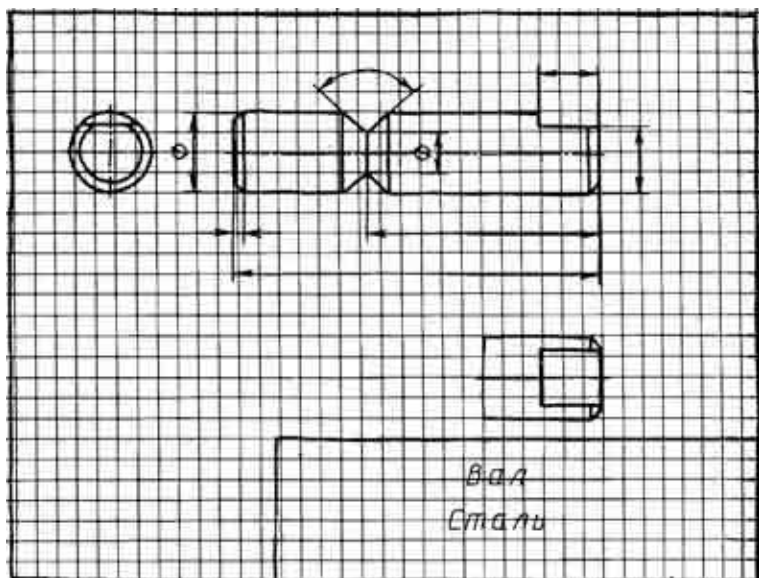


Рис. 12.6, е

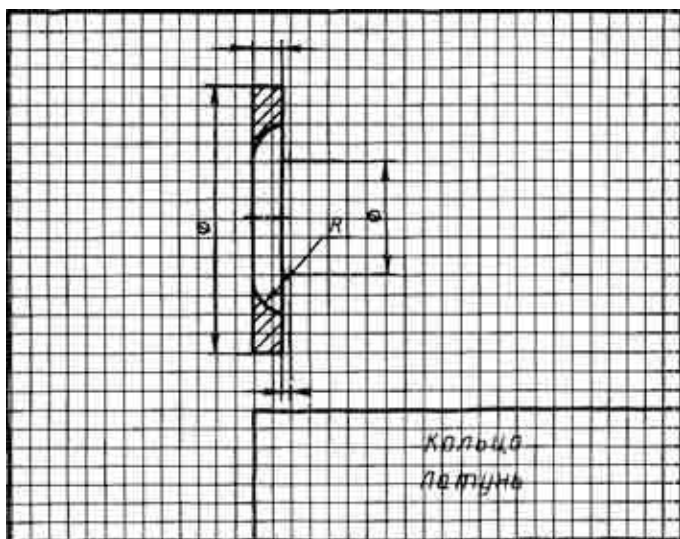


Рис. 12.6, ж

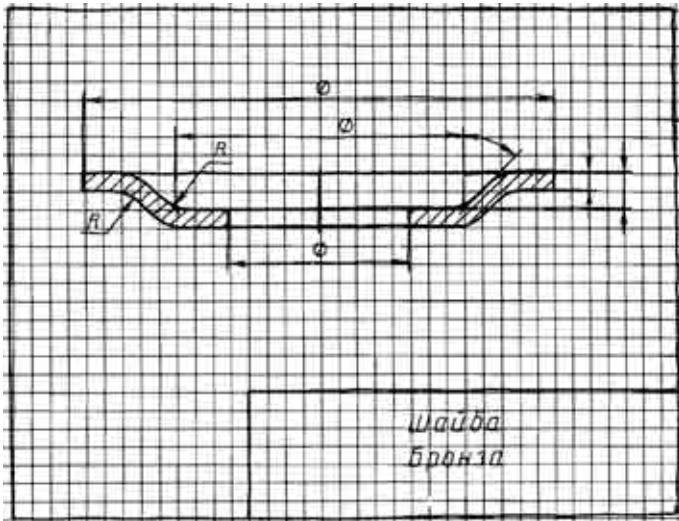


Рис. 12.6, з

12.4. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА

Выбор главного изображения и числа изображений. При разработке чертежа общего вида изделия изображения выполняют в соответствии с правилами, изложенными в ГОСТ 2.305–688, а также в ГОСТ 2.109–68.

На главном изображении чертежа общего вида изделие обычно располагают в рабочем положении. Во многих случаях рабочее положение изделия может быть любым. Для таких изделий на чертеже общего вида главное изображение выбирают так, чтобы выбранное положение было удобно при сборке и давало наиболее полное представление о конструкции изделия. Главное изображение обычно выполняют как фронтальный или сложный разрез или при симметричной конструкции, соединяя половину главного вида и половину фронтального разреза.

Состав других изображений определяют в зависимости от особенностей конструкции изделия и формы ее деталей. Количество изображений должно быть наименьшим, но достаточным, чтобы давать полное представление о конструкции изделия в целом и взаимодействии его составных частей, о конструкции и технических формах всех его деталей и сборочных единиц. Необходимость выявления на чертеже общего вида технических форм всех деталей изделия является одним из существенных отличий чертежа общего вида

от сборочных чертежей. Для выполнения этого требования на чертежах общего вида во многих случаях помимо изображения изделия в целом дают ряд дополнительных изображений для группы деталей или отдельных деталей. Так, на чертеже общего вида рассмотренного выше верньера (см. рис. 12.2) даны сечение $B - B$ втулки 5 и вид Γ на обойму 3, необходимости в которых на сборочном чертеже нет. Отметим также, что для сборочного чертежа верньера (см. рис. 12.2) вполне достаточно двух изображений — фронтального разреза и разреза, секущая плоскость которого совпадает с секущей плоскостью разреза $A - A$, а направление взгляда ей противоположно. Разреза секущей плоскостью $B - B$ не требуется, так как он предназначен для выявления формы наружной поверхности ручки (в рабочей конструкторской документации эта форма выявлена на чертеже сборочной единицы — *Ручки* (см. рис. 12.4).

Другой пример выбора числа изображений на чертеже общего вида изделия рассмотрен ниже.

На чертеже общего вида допускается помещать изображение соседних изделий, сопрягаемых с конструируемым. Сопрягаемые изделия или их элементы условно называют «обстановка». Пример изображения «обстановки» — *Панель прибора* — см. на рис. 10.2. Линии «обстановки» — тонкие линии отсутствующего контура. Составные части изделия, расположенные за «обстановкой», изображают как видимые. Предметы «обстановки» выполняют упрощенно, приводя лишь необходимые данные для определения места установки, методов присоединения и крепления изделия. В разрезах и сечениях «обстановку» допускается не штриховать. Наименование или обозначение изделий, составляющих «обстановку», если это необходимо указать на чертеже, помещают непосредственно на ее изображении или на полке линии-выноски, проведенной от соответствующего изображения (см. *Панель прибора* на рис. 12.2).

Если изделие имеет корпус, эскиз которого снят, то в качестве основы для выбора главного изображения и числа изображений изделия обычно можно принять эскиз *Корпуса*.

Планировка чертежа общего вида. Цель планировки — определить главное изображение и место других изображений на чертеже при условии рекомендуемого расположения основных изображений и равномерного заполнения формата чертежа. Выполняют планировку вычерчиванием от руки на любой бумаге мягким карандашом контурных упрощенных изображений изделия. При этом предусматривают место на поле чертежа для таблицы состав-

ных частей (с учетом числа деталей), обычно в правом нижнем углу (см. ниже «Выполнение таблицы составных частей изделия»).

При выполнении планировки учитывают следующие рекомендации по расположению изображений на чертеже общего вида.

Основные изображения изделия на чертеже общего вида располагают в проекционной связи относительно главного изображения. В отдельных случаях для более рационального использования поля чертежа часть их помещают на свободном поле и отмечают соответствующими надписями, указывающими направление взгляда.

Основными изображениями на чертеже общего вида могут быть как виды изделия, так и разрезы плоскостями, параллельными основным плоскостям проекций (см., например, полный фронтальный разрез на месте главного вида и профильный разрез $A - A$ на месте вида слева на рис. 12.2), или сложные разрезы. Как видно, это делают при несимметричном характере изображений в тех случаях, когда разрез дает более исчерпывающую информацию об изделии, чем вид. Вид на изделие (если он необходим) в этом случае располагают на свободном месте чертежа с соответствующей надписью, поясняющей направление взгляда.

Отдельные изображения на чертеже общего вида могут быть даны в уменьшенном по сравнению с главным изображением масштабе, если форма изображаемых элементов простая и «чтение» их этим не затрудняется (см., например, вид G на обойму Z в масштабе 1:1 на рис. 12.2).

Мелкие конструктивные элементы, используемые дополнительные виды, сечения или выносные элементы выполняют в увеличенном масштабе.

В приведенном выше примере выполнения планировки чертежа общего вида (см. рис. 12.1) главное изображение — фронтальный разрез верньера, на котором наиболее полно выявлены основные элементы конструкции. На этом изображении дана одновременно и часть вида на ручку (см. рис. 12.4) для выявления формы ее внешних поверхностей. Полный профильный разрез $A - A$ выявляет конструкцию корпуса 2, стягивающий его винт 11, количество и расположение шариков 12 и отверстий для них во втулке 5. Разрез $A - A$ несимметричный и поэтому выполнен полным. Вид на верньер справа — симметричный, поэтому он соединен с половиной разреза $B - B$, который выявляет форму поверхности ручки и конструкцию ее крепления на валу 6 винтом 10. Вид справа выявляет форму крышки 4, количество и расположение в ней отверстий $\varnothing 3,4$ мм, внешние формы ручки. Кроме указанных основных

изображений на планировке предусмотрены два дополнительных изображения : сечение $B - B$ втулки 5 и вид Γ на обойму 3. Сечение $B - B$ показывает, что отверстие $M5$ проходит только через одну стенку. На виде Γ видно количество и расположение отверстий «под ключ» в обойме.

Так же как и на чертежах деталей, на чертеже общего вида такие детали, как винты, болты, шпильки, заклепки, штифты, шпонки, непустотелые валы, оси, рукоятки, штоки и т.п., при продольном разрезе показывают нерассеченными и не штрихуют (например, вал 6, винты 10, 11 на рис. 12.2). Если в этих деталях имеются отверстия, пазы и т.п. элементы, то на чертеже их показывают с помощью местных разрезов. Например, местными разрезами показаны отверстия в осях ролика на рис. 11.6, a и рукоятки на рис. 11.8, резьбовое отверстие на конце штока с завернутым в него винтом на рис. 11.5 и отверстия со штифтами в валах муфты на рис. 11.4. Шарики всегда показывают нерассеченными (шарики 12 на рис. 12.2).

Как правило, показывают нерассеченными на чертежах общего вида гайки и шайбы.

Нанесение размеров. На чертежах общего вида наносят габаритные и присоединительные размеры в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307–68.

Габаритные размеры определяют предельные расстояния между точками очертания изделия по трем координатным направлениям. При наличии в изделии перемещающихся деталей габаритные размеры указывают для двух крайних положений этих деталей и проставляют по типу: $90...100$.

Присоединительные размеры определяют координаты и размеры элементов или составных частей изделий, с помощью которых к данному изделию присоединяют другие изделия, работающие с ним в комплексе.

Примеры простановки размеров приведены на рассмотренном ранее чертеже общего вида верньера (см. рис. 12.2).

Габаритными являются размеры 50, 56 и 58 мм, так как они определяют размеры верньера по трем координатным осям

Присоединительные размеры можно разделить на две группы:

а) определяющие крепление верньера на панели и его ориентацию: это три отверстия диаметром 3,4 мм и диаметр 56 мм окружности расположения их осей в крышке 4, ширина 5,5 мм и расстояние 16 мм до оси от прямоугольного паза в корпусе 2;

б) определяющие сопряжение с осью присоединяемого к верньеру прибора — диаметр 8 мм и глубина 12 мм отверстия во втул-

ке 5 и размер 18 мм до торца втулки, а также размер $M5$, определяющие диаметр винта, которым ось присоединяемого прибора зажимается во втулке 5, и наружный диаметр 18 мм втулки, который определяет длину l зажимного винта ($l > 0,5 \times 18 - 0,5 \times 8 = 5$).

Нанесение номеров позиций. Номера позиций деталей, материалов или сборочных единиц, входящих в изделие, указывают на полках линий-выносок, проводимых от соответствующих деталей, материалов или сборочных единиц (см. ГОСТ 2.109–73).

Линии-выноски и полки на чертежах выполняют сплошной тонкой линией толщиной $s/2$. Длина полки — 6...8 мм.

Линию-выноску заканчивают точкой на изображении соответствующей ей составной части устройства. Если размер или характер изображения составной части устройства не позволяет закончить линию-выноску точкой, то ее заканчивают стрелкой, упирающейся в изображение этой составной части. Например, стрелками заканчивают линии-выноски на изображениях пружин (см. рис. 11.4) с малым (менее 2 мм) поперечным сечением витков; на изображениях тонких прокладок и некоторых деталей, изготавливаемых из тонких листовых материалов (толщиной менее 2 мм); на изображениях мелких винтов, штифтов, шайб (дет. 8 на рис. 12.2), гнезд, пистонов, проводов и т.п.

Линии-выноски на чертеже общего вида по возможности не должны пересекаться с размерными и выносными линиями. Это легче обеспечить при коротких выносных линиях и оптимальной группировке позиций.

Если линии-выноски пересекают заштрихованные изображения (сечения) деталей, то их проводят так, чтобы они не были параллельны линиям штриховки.

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части устройства проецируются как видимые, — как правило, на основных видах и разрезах.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют их в колонку или строчку по возможности на одной линии (см. рис. 12.2) и как можно ближе к изображению.

На чертеже общего вида по возможности группируют расположение полки линий-выносок позиций тех деталей, которые в конструкции сборочной единицы взаимосвязаны общим функциональным назначением или условиями совместной сборки и разборки. Так, например, на рис. 12.2 сгруппированы вместе позиции взаимосвязанных деталей 7, 8 и 12, которые в конструкции верньера со-

вместно выполняют функцию безлюфтовой шариковой опоры для вала 6, а также позиций корпуса 2 и стягивающего его винта 11.

На сборочных чертежах номера позиций на поле чертежа наносят в соответствии с порядком записи составных частей в спецификации.

Номера позиций присваивают всем составным частям устройства, т.е. сборочным единицам, деталям, стандартным изделиям и материалам. Нанесение номеров позиций выполняют по принципу сквозной нумерации. Порядок нумерации составных частей устройства следующий: вначале номерами позиций обозначают сборочные единицы устройства, затем — его детали, далее — стандартные изделия и в последнюю очередь — материалы, между группами — резервные номера.

Позиции для сборочных единиц, входящих в состав устройства, указывают от изображения их основных деталей. Например, на рис. 12.2 номер позиции армированной сборочной единицы — ручки верньера 1 указан от изображения ее материала, так как в данном случае материал является основной составной частью ручки.

Деталям и материалам, которые входят в состав сборочных единиц устройства, номера позиций на чертеже общего вида не присваивают. Такие детали и материалы учитывают в спецификациях соответствующих сборочных единиц, выполняемых при составлении для них сборочных чертежей в процессе съемки эскизов.

Нумерацию деталей устройства начинают с его основной детали (корпуса, основания, шасси и т.п.).

Номер позиции, как правило, наносят на чертеже один раз. Если в устройстве содержится несколько одинаковых деталей, то линией-выноской и номером позиции отмечают только одну из них, количество таких деталей указывают в таблице составных частей устройства в соответствующей графе (например, на рис. 12.2 детали 3, 7, 8, 12).

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления. В этих случаях линию-выноску проводят от изображения составной части, номер которой указывают первым (рис. 12.7).

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже (на чертежах общего вида в учебном процессе номера позиций выполняют шрифтом № 7).

Выполнение таблицы составных частей изделия. Для чертежа общего вида перечень составных частей изделия оформляют в виде таблицы (ГОСТ 2.120–73).

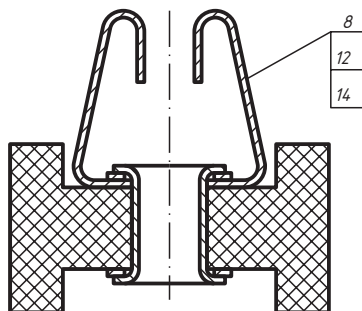


Рис. 12.7

Таблицу составных частей изделия по содержанию, а также порядок ее заполнения обычно принимают аналогичными спецификации и порядку ее заполнения, которые предусмотрены для уборочных чертежей (см. § 13.1).

Таблицу выполняют на одном листе с чертежом общего вида и размещают на свободном поле чертежа, обычно в правом нижнем углу чертежа непосредственно над его основной надписью.

Чертеж общего вида более сложного изделия. Поэтапное выполнение чертежа общего вида более сложного изделия — вентиля приведено на рис. 12.8, а, б, в.

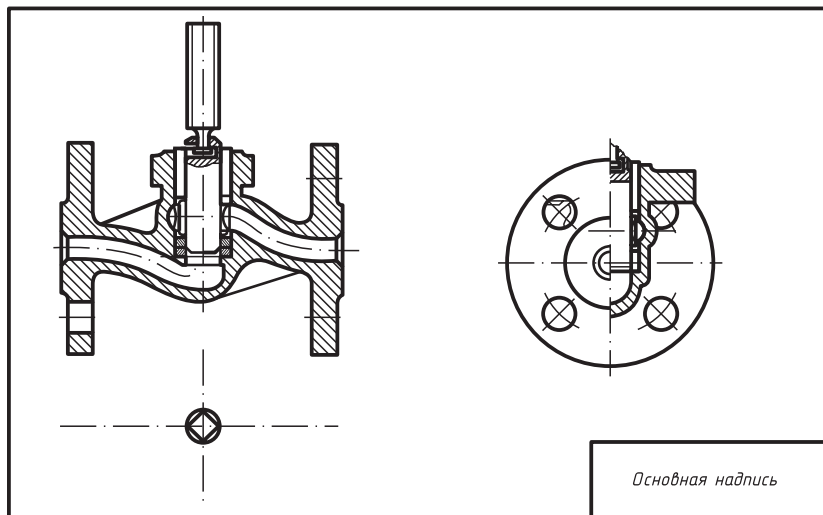


Рис. 12.8, а

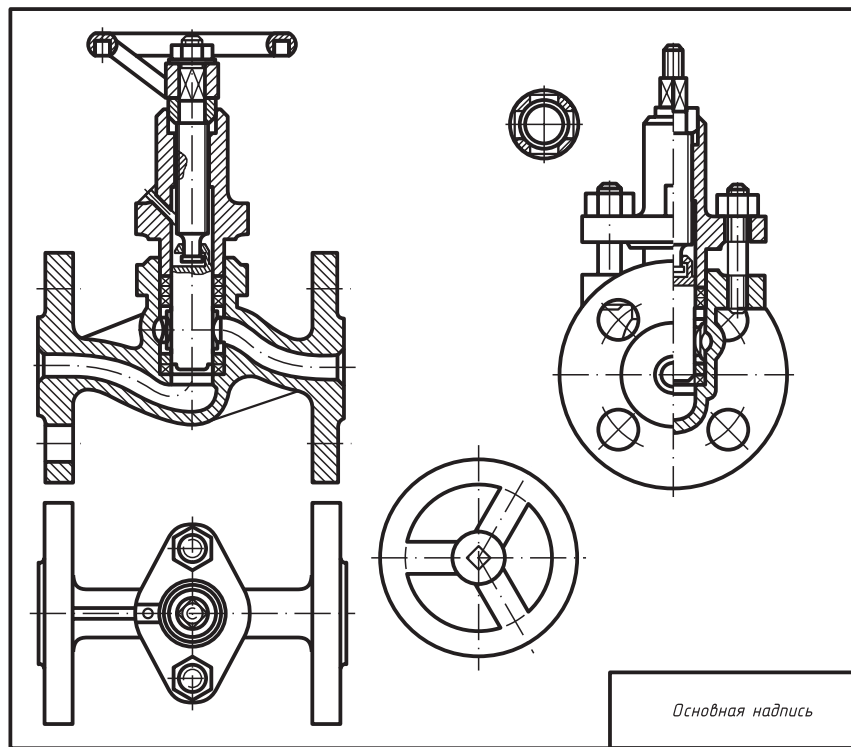


Рис. 12.8, б

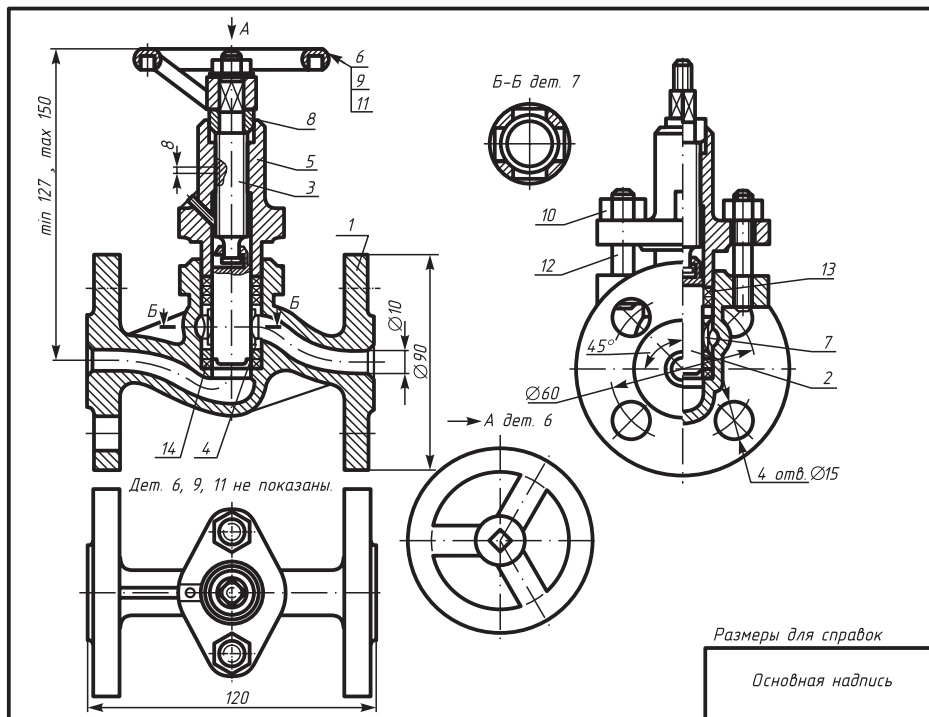


Рис. 12.8, в

12.5. УПРОЩЕНИЯ, ДОПУСКАЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ ОБЩЕГО ВИДА

В учебном процессе при выполнении чертежей общего вида обычно не применяют упрощенные, а тем более условные изображения крепежных деталей по ЕСКД ГОСТ 2.315–68. Допускается пользоваться упрощенными изображениями крепежных деталей в тех случаях, когда на чертеже диаметры их стержней менее 3 мм.

Разрешается шлицы на головках крепежных деталей при ширине их менее 1 мм изображать одной сплошной линией: на одном виде — по оси крепежных деталей, на другом — под углом 45° к рамке чертежа или по углом 45° к центральной линии, когда последняя наклонена к рамке чертежа под углом, близким к 45° (рис. 12.9).

В чертежах общего вида на изображениях резьбовых соединений разрешается не показывать разность между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы, изображая конец глухого резьбового отверстия.

Если чертеж общего вида содержит ряд однотипных элементов (например, ряд одинаковых отверстий или винтовых, болтовых, заклепочных и т.п. соединений), то на всех изображениях чертежа общего вида, содержащих однотипные элементы, последние целесообразно показывать полностью независимо от их числа. Напри-

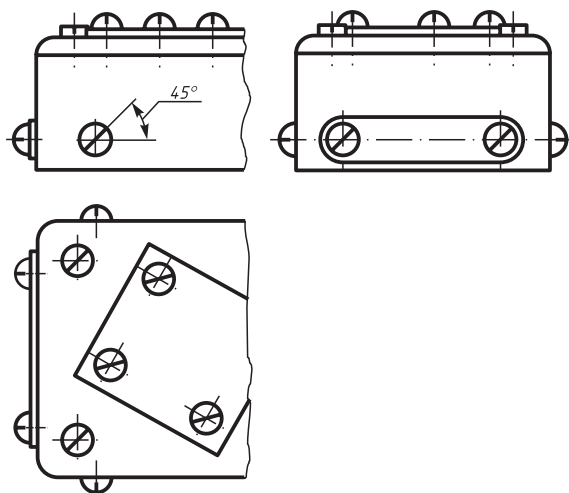


Рис. 12.9

мер, на рис. 12.2 изображены все одинаковые отверстия $\varnothing 3,5$ мм, на рис. 12.9 — головки всех винтов.

Номера позиций для повторяющихся однотипных соединений наносят один раз для каждой группы одинаковых по типу и размерам соединений.

Допускается не показывать фаски на стержнях с резьбой и в отверстиях с резьбой.

На чертеже общего вида допускается не показывать крышки, кожухи, экраны, рукоятки и другие детали, загораживающие закрытые ими составные части устройства. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: *Крышка не показана* или *Крышка поз. 3 не показана*.

Если в таких случаях технические формы этих деталей на других изображениях устройства выявлены не полностью, то чертеж общего вида дополняют соответствующими видами на отсутствующие изображения этих деталей, которые сопровождают надписями по типу: *Г, дет. 3*.

13. РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

13.1. ВЫПОЛНЕНИЕ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ ИЗДЕЛИЯ

Виды и комплектность конструкторских документов установлены ГОСТ 2.102–68. При этом к конструкторским документам относят графические 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.

Завершающей стадией разработки конструкторской документации является разработка рабочей документации для изготовления опытного образца или опытной партии изделий и проведения их испытаний. По результатам испытаний документацию корректируют и изготавливают по ней установочную серию изделий.

Конструкторские документы подразделяют на следующие виды:

- чертежи детали: 1) сборочный, в том числе для выполнения гидромонтажных и пневмомонтажных работ; 2) общего вида; 3) теоретический, определяющий геометрические размеры изделия и координаты расположения составных частей; 4) габаритный; 5) электромонтажный; 6) монтажный, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения; 7) упаковочный;
- 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;
- ведомости: 1) спецификаций; 2) ссылочных документов; 3) покупных изделий; 4) согласования применимости покупных изделий; 5) держателей подлинников, т.е. тех предприятий, на которых хранятся подлинники документов, примененных в данном изделии; 6) технического предложения; 7) эскизного проекта; 8) технического проекта;
- пояснительная записка, содержащая описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений;

- технические условия, содержащие требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других документах;
- программа и методика испытаний, а также другие документы (таблицы, расчеты, эксплуатационные и ремонтные документы, патентный формуляр, карта технического уровня и качества изделия, инструкция).

В зависимости от стадии разработки изделия подразделяются на проектные (техническое предложение, эскизный проект и технический проект) и рабочие (рабочая документация). В проектной документации обязательными документами являются:

- на этапе технического предложения — ведомость технического предложения и пояснительная записка;
- на этапе эскизного проекта — ведомость эскизного проекта и пояснительная записка;
- на этапе технического проекта — чертеж общего вида (см. гл. 12), ведомость технического проекта и пояснительная записка.

На этих этапах не разрабатывают сборочные, монтажные и упаковочные чертежи, спецификации, ведомости спецификаций, ссылочных документов и держателей подлинников, эксплуатационные и ремонтные документы. Остальные документы могут разрабатываться в зависимости от характера, назначения и условий производства. Чертежи деталей могут разрабатываться на этапе технического проекта.

При определении комплексности конструкторских документов различают:

- основной конструкторский документ (для деталей это чертеж детали, для сборочных единиц, комплексов и комплектов — это их спецификация);
- основной комплект конструкторских документов;
- полный комплект конструкторских документов.

Основной комплект конструкторских документов изделия объединяет конструкторские документы, относящиеся ко всему изделию (составленный на все данное изделие в целом), например сборочный чертеж, принципиальная электрическая схема, технические условия, эксплуатационная документация. Конструкторские документы составных частей (деталей, входящих в изделие сборочных единиц) в основной комплект документов изделия не входят.

Полный комплект конструкторских документов изделия составляют (в общем случае) из следующих документов:

- основного комплекта конструкторских документов на данное изделие;
- основных комплектов конструкторских документов на все составные части данного изделия, примененные по своим основным конструкторским документам.

Пример полного комплекта конструкторских документов комплекса приведен на рис. 13.1. Основной конструкторский документ изделия показан в овале. Документы основного комплекта показаны в прямоугольниках (в примере на рис. 13.1 показана часть таких документов). Документы, обведенные в двойные рамки, предусматриваются только для изделий, предназначенных для самостоятельной поставки. Число ступеней входимости для комплексов, сборочных единиц и комплектов, а также число входящих комплексов, сборочных единиц, комплектов и деталей не ограничивается.

Рассмотрим выполнение сборочных чертежей и основного комплекта конструкторской документации на примере специального вентилятора.

Чертеж общего вида вентилятора (проектная документация технического проекта) приведен на рис. 13.2, таблица составных частей для удобства чтения оформлена отдельно на рис. 13.3. Воздух в корпус 1 вентилятора поступает через отверстие диаметром 21 мм в крышке 2 и выдувается через трубку 6 с выходным диаметром 12 мм. Поток воздуха создается крыльчаткой 3, вращающейся в двух радиально-упорных шарикоподшипниках 14, закрепленных в корпусе 1. От внешнего привода крыльчатка вращается через зубчатое колесо 10, закрепленное на оси ступицы 3 крыльчатки штифтом 15. При установке вентилятора его крепят через два отверстия диаметром 4,8 мм в выступах крышки 2 и через два отверстия $\varnothing 1,8$ мм — под штифты. Прокладка 9 из губчатой резины обеспечивает герметизацию соединения трубки с воздухопроводом.

Основной комплект конструкторской документации на вентилятор должен содержать как минимум сборочный чертеж вентилятора (рис. 13.4) и его спецификацию (рис. 13.5).

Из сравнения чертежей общего вида (см. рис. 13.2) и сборочного (рис. 13.4) видно их существенное различие. На сборочном чертеже: меньшее число изображений (два) вентилятора; вместо горизонтального разреза $A - A$ выполнен профильный разрез $A - A$, что позволило сделать чертеж более компактным; нет изображений

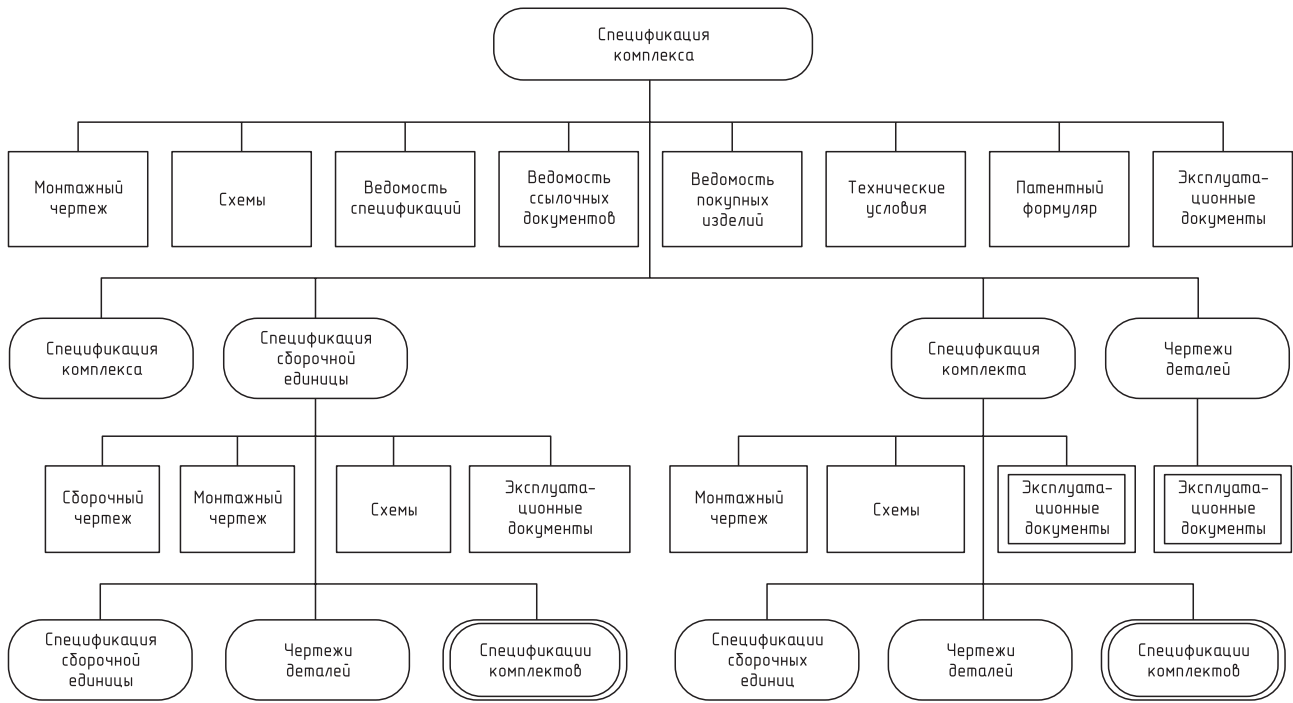
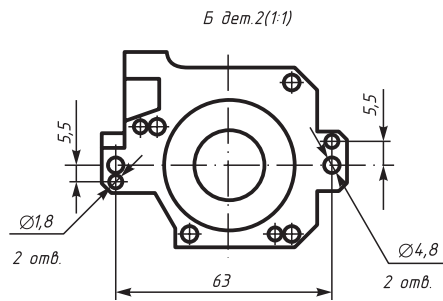
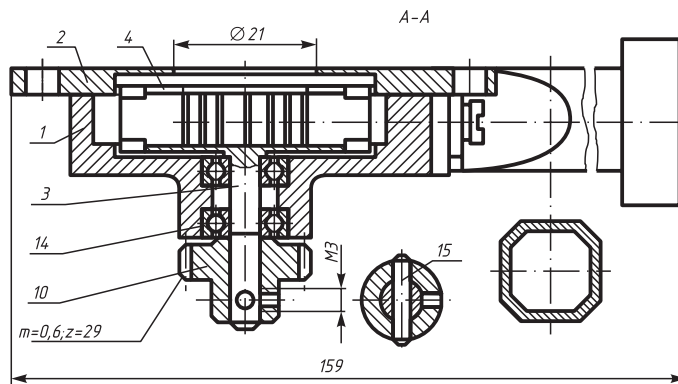


Рис. 13.1



Детали 6,7,8,9,12 и 13 не показаны.



Детали 2,11 и 16 не показаны.

Рис. 13.2

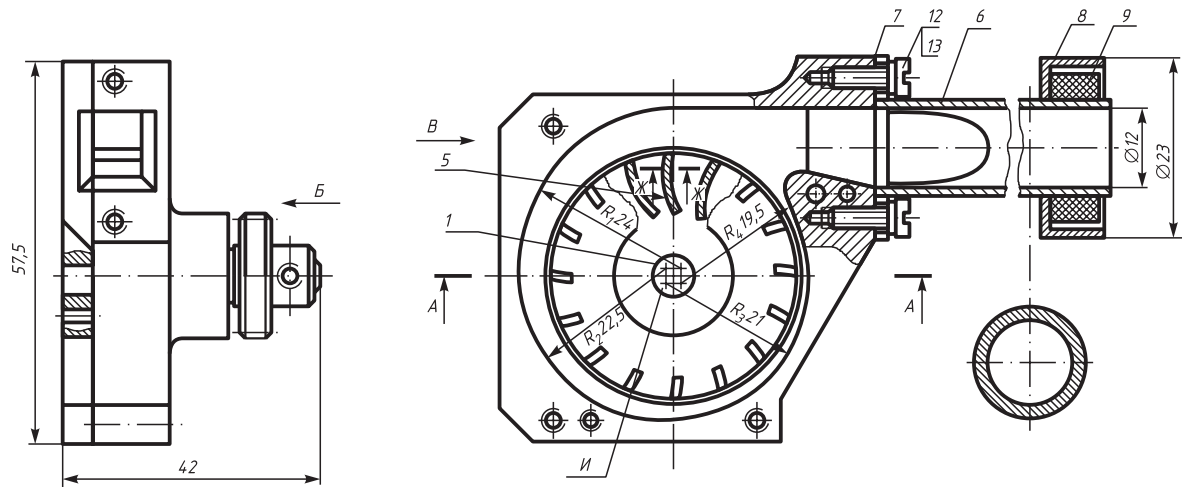


Рис. 13.2 (продолжение)

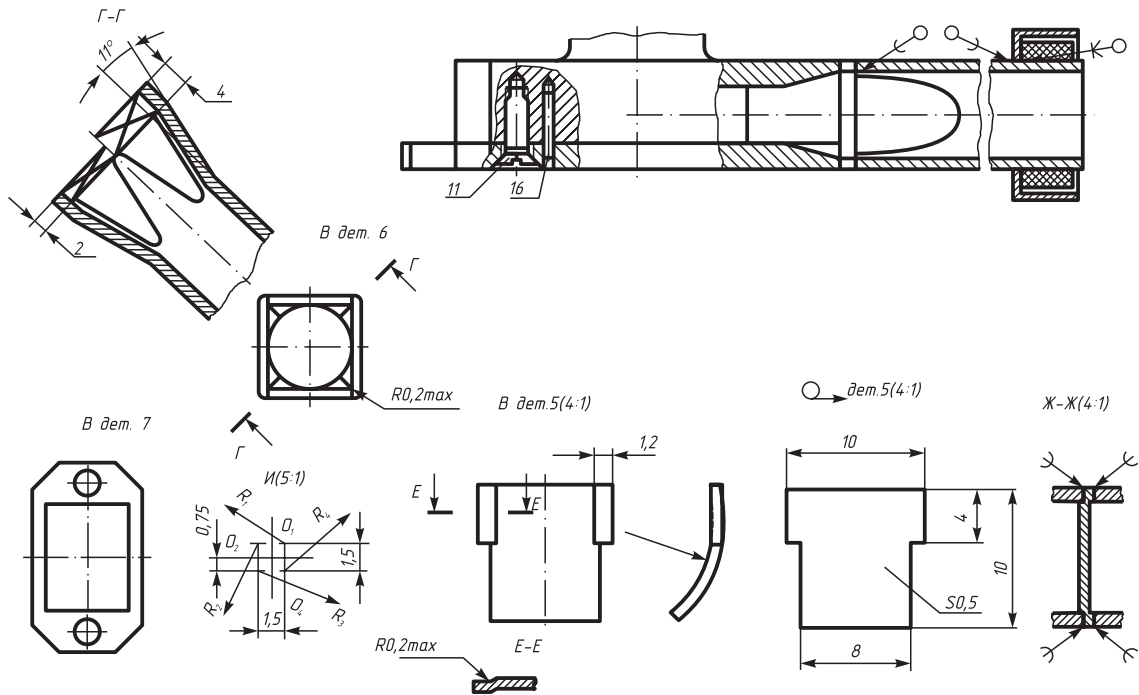


Рис. 13.2 (окончание)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Сборочные единицы</i>		
		3	237.4.20.100	Крыльчатка	1	
		6	237.4.20.200	Трубка	1	
				<i>Детали</i>		
		1	237.4.20.001	Корпус	1	Сплав Д16
		2	237.4.20.002	Крышка	1	Сплав Д16
		3	237.4.20.101	Ступица	1	Сталь Х18Н9Т
		4	237.4.20.102	Диск	1	Сталь Х18Н9Т
		5	237.4.20.103	Лопасть	16	—
		6	237.4.20.201	Трубка	1	Медь М3
		7	237.4.20.202	Планка	1	Сталь 20
		8	237.4.20.203	Кольцо	1	Сталь 20
		9	237.4.20.204	Прокладка	1	Резина зубчатая
		10	237.4.20.003	Колесо зубчатое	1	Сталь 9Х18
				<i>Стандартные изделия</i>		
		11		Винт М3×8 ГОСТ 17475-80	4	
		12		Винт М3×8 ГОСТ 1491-80	2	
		13		Шайба пруж. 3 ГОСТ 6402-70	2	
		14		Подшипник 1000095	2	
				ГОСТ 8338-75		
		15		Штифт кон. 1,6×12 ГОСТ 3129-70	1	
		16		Штифт цил. 2×10 ГОСТ 3128-70	2	
				<i>Материалы</i>		
		17		Клей ЛН		
		18		Припой Л-63		

Рис. 13.3

отдельных деталей, их элементов и некоторых соединений, форма которых не выявляется на изображениях вентилятора; другое расположение позиций; нет таблицы составных частей.

Сборочный чертеж крыльчатки приведен на рис. 13.6, спецификация — на рис. 13.7 (трубки — на рис. 13.8, 13.9). Из сравнения сборочных чертежей с чертежом общего вида (см. рис. 13.2) видно

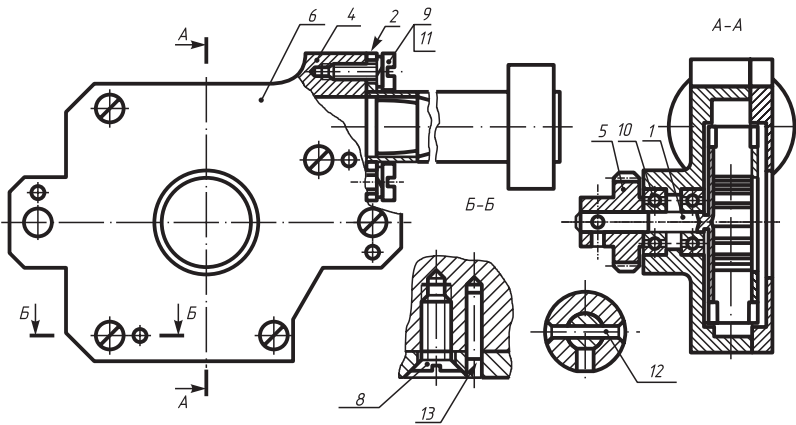


Рис. 13.4

		6	6	8	70	63	10	22	5
15	8 min	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<i>Документация</i>			
						<i>Технические условия</i>			
						<i>Сборочные единицы</i>			
				1		Крыльчатка	1		
				2		Трубка	1		
						<i>Детали</i>			
				4		Корпус	1		
				5		Колесо зубчатое	1		
				6		Крышка	1		
						<i>Стандартные изделия</i>			
				8		Винт М3×8 ГОСТ 17475-80	4		
				9		Винт М3×8 ГОСТ 1491-80	2		
				10		Подшипник 1000095 ГОСТ 8338-75	2		
				11		Шайба пруж. 3 ГОСТ 6402-70	2		
				12		Штифт кон. 1,6×12 ГОСТ 3129-70	1		
				13		Штифт цил. 2×10 ГОСТ 3128-70	2		

Рис. 13.5

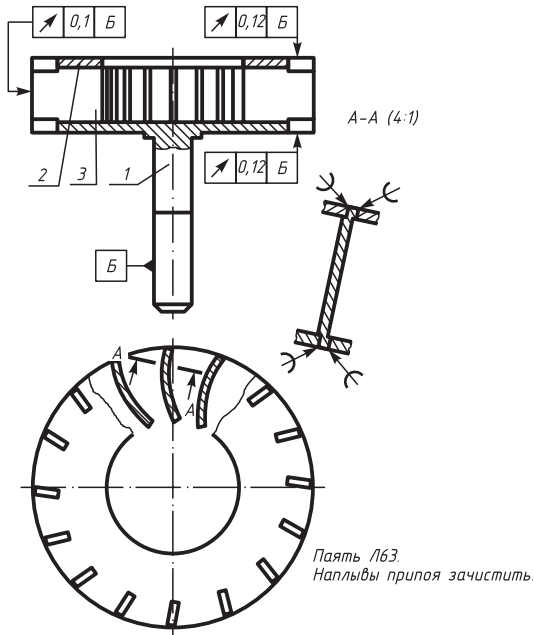


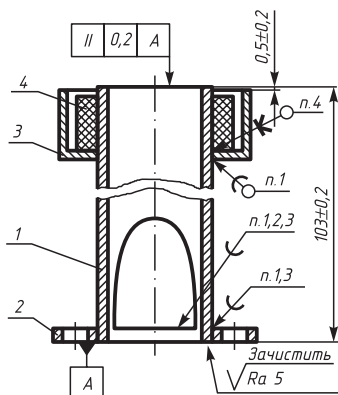
Рис. 13.6

				<i>Детали</i>	
		1	Ступица	1	
		2	Диск	1	
		3	Лопасть	16	
<i>Крыльчатка</i>					

Рис. 13.7

их различие. На чертеже крыльчатки нет подробного изображения формы лопасти, введены требования на допускаемые отклонения

расположения относительно оси ступицы (поверхности *В*): радиального биения лопастей — не более $0,1$, торцевого биения диска ступицы и диска 2 — не более $0,12$ мм, требования зачистить напльвы припоя.



1. Припой Л63.
2. Припой на внутренней стенке зачистить.
3. Шов герметический.
4. Клей ЛН.

Рис. 13.8

		<i>Детали</i>	
1		Трубка	1
2		Планка	1
3		Кольцо	1
4		Прокладка	1
		Трубка	

Рис. 13.9

На сборочном чертеже трубки (рис. 13.8) в отличие от чертежа общего вида нет изображений формы сечения трубки в различных

участках, формы планки, указаны размеры с допускаемыми отклонениями $103\pm 0,2$ и $0,5\pm 0,2$, допускаемые отклонения параллельности $0,2$ торца трубки к плоскости A планки и технические требования.

13.2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Задание на детализацию обычно состоит из чертежа общего вида, технического описания к нему и вопросов. Каждому студенту выдают индивидуальный вариант задания. Рекомендуется следующий порядок выполнения работы по детализации:

- ознакомление с заданием;
- разработка планировки;
- выполнение чертежей;
- нанесение размеров, корректировка;
- обводка чертежей.

Рассмотрим отдельные этапы работы более подробно.

Ознакомление с заданием. Читая описание изображенного изделия и чертеж, устанавливают назначение, устройство и принцип действия изделия, виды примененных соединений, разбираются во взаимодействии деталей, определяют порядок сборки и разборки изделия. Стараются представить форму каждой детали.

До начала работы студент готовит ответы на все вопросы задания, не требующие графических построений.

Если по какой-либо причине описание изделия отсутствует, то для ознакомления с ним используют литературу с описанием аналогичных изделий.

Разработка планировки. В учебном процессе, а также и на ряде производств применяют систему выполнения чертежей, при которой на одном листе располагают чертежи нескольких деталей.

Прежде чем начинать вычерчивание деталей, выполняют планировку листа, т.е. размещают на нем форматы чертежей деталей и изображений каждой детали на своем формате. Перед выполнением этой работы нужно установить количество изображений каждой детали, необходимое для выявления ее формы, и выбрать формат чертежа. Размер формата определяют в зависимости от сложности детали, количества изображений и масштаба. Для правильного выбора формата чертежа сложных деталей можно рекомендовать такой прием: на каждое изображение детали на чертеже общего вида кладут листок кальки или другой прозрачной бумаги и на ней обводят изображение детали. После этого анализируют возможность умень-

шения числа изображений до необходимого минимума. Для оставленных изображений отмечают зоны для размеров вне контура изображений. Изображения с зонами для размеров размещают на поле стандартного формата. При этом используют рассмотренные ранее приемы уменьшения их размеров без ухудшения наглядности изображений. Пример планировки чертежа детали приведен выше (см. рис. 9.6). Поле на рис. 9.6 между изображениями оставлено для размещения на нем размерных линий. При симметричных изображениях для упрощения можно давать половины этих изображений.

Обычно с учетом зон для простановки размеров занятая изображениями площадь составляет 30...40% всей площади формата.

Пример планировки целого листа (формата А1) приведен на рис. 13.10, основную надпись располагают в нижнем правом углу каждого формата.

Все чертежи выполняют на стандартных форматах. Поле с левой стороны для подшивки листа (20 мм) имеют все чертежи, по остальным трем сторонам расстояние от линии рамки до границы формата — 5 мм. Для некрупных деталей в учебном процессе допускается использовать формат А5, полученный делением формата А4 пополам.

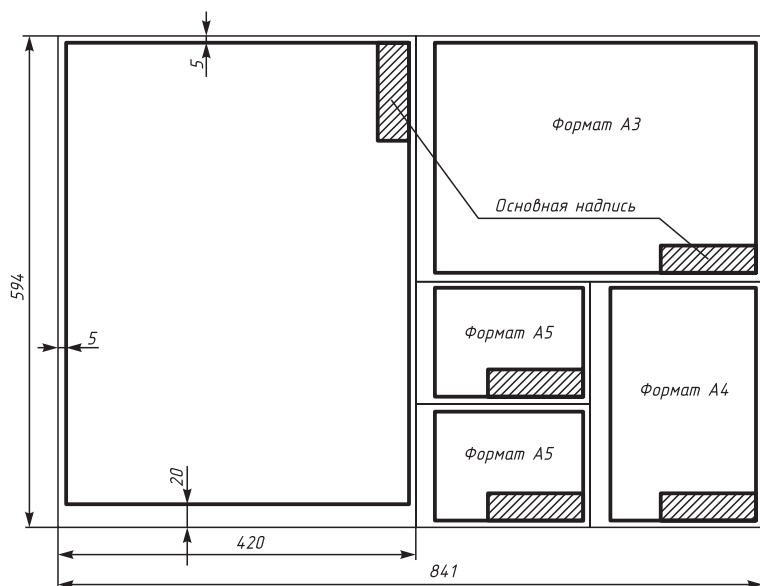


Рис. 13.10

Планировка целого листа — ответственный этап работы, так как здесь решаются вопросы выбора главного изображения, количества изображений и выбора форматов. При неправильной планировке неизбежны исправления и переделки.

Выполнение чертежей в тонких линиях. К этой работе приступают после того, как убедятся в правильности планировки. При выполнении ее руководствуются правилами, изложенными в гл. 10. Нанесение размеров выполняют после тщательной проверки правильности выполненных изображений.

Простановка размеров и обводка чертежа. При разработке чертежей многих деталей работа по простановке размеров нередко оказывается более сложной, чем работа по выполнению изображений. При простановке размеров руководствуются рассмотренными выше технологическими и конструктивными соображениями. Размеры элементов деталей определяют непосредственным измерением по чертежу задания с учетом масштаба изображения. Особое внимание при вписывании размеров обращают на сопряженные размеры, т.е. на те размеры сопрягаемых (соединяемых) деталей, номинальные значения которых являются одинаковыми. Во избежание ошибок их целесообразно вписывать в первую очередь и последовательно на всех чертежах сопрягаемых деталей. Например, в конструкции, приведенной на рис. 13.11, сопряженными одинаковыми являются номинальный размер A — внутренний диаметр

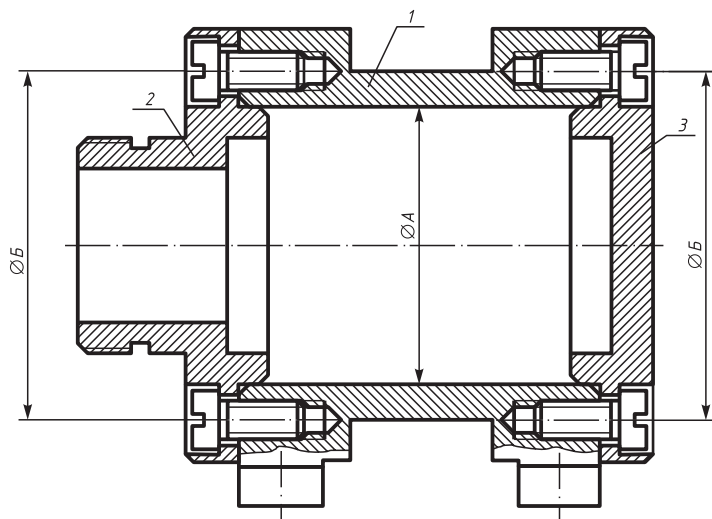


Рис. 13.11

цилиндра 1 и наружные диаметры буртиков крышек 2 и 3 или размер *B* — диаметр расположения осей резьбовых гнезд в цилиндре 1 и отверстий под винты в крышках 2 и 3. Такие размеры на чертежах деталей рекомендуется подчеркивать красным карандашом.

Проверив правильность выполнения чертежа, его обводят.

13.3. ПРИМЕР ДЕТАЛИРОВАНИЯ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ

Деталирование сборочной единицы рассмотрим на примере задней бабки токарного станка. Чертеж общего вида задней бабки приведен на рис. 13.12. Перечень ее деталей приведен в таблице составных частей. Для краткости в графе «Примечание» материалы (серый чугун СЧ15-32, бронза Бр АМц 9–2) обозначены только маркой материала (СЧ15-32, Бр АМц 9–2 соответственно).

Назначение и принцип действия. Задняя бабка токарного станка предназначена для создания дополнительной опоры длинной обрабатываемой детали со стороны свободного правого торца или для закрепления патрона с режущим инструментом, например сверлом.

Дополнительную опору создает центр 7, конический конец которого входит в коническое углубление (центровое гнездо) обрабатываемой детали. Для подхода резца на величину минимального радиуса при обработке торца детали центр имеет срез со стороны резца и ориентируется при установке штифтом 18. Центр 7 перемещают вдоль оси станка на 60 мм (330 ... 270) при вращении ручки 11.

Описание конструкции. Задняя бабка смонтирована в корпусе 1, внутри которого перемещают в осевом направлении пиноль 2. Поступательное движение пиноли создают винтовой парой — винтом 3 и гайкой 4, неподвижно закрепленной в пиноли винтами 13. Вращение от ручки 11 на винт 3 передает маховичок 6 через сегментную шпонку 17.

Винт 3 вращается во втулке 5, которая неподвижно укреплена в корпусе 1 тремя стопорными винтами 12. Стопорный винт 14 предотвращает проворачивание пиноли 2 в корпусе 1 под действием сил трения в винтовой паре.

После упора центра 7 в обрабатываемую деталь пиноль 2 фиксируют в корпусе 1 поворотом ручки 9. При этом пиноль зажимают детали 8 и 10.

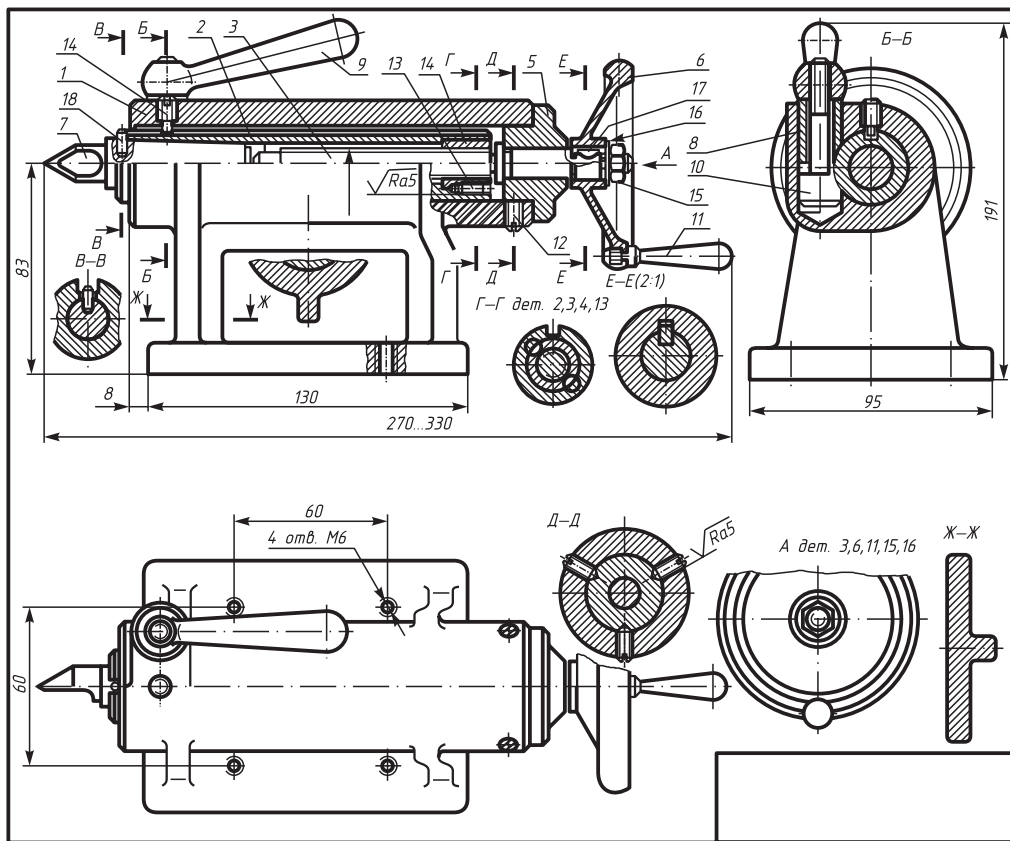


Рис. 13.12

Таблица составных частей задней бабки

<i>Позиция</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Количество</i>	<i>Примечание</i>
<i>Детали</i>				
1		<i>Корпус</i>	1	<i>СЧ15-32</i>
2		<i>Пиноль</i>	1	<i>Сталь 45</i>
3		<i>Винт</i>	1	<i>Сталь 45</i>
4		<i>Гайка</i>	1	<i>Бр АМЦ 9-2</i>
5		<i>Втулка</i>	1	<i>СЧ15-32</i>
6		<i>Маховичок</i>	1	<i>СЧ15-32</i>
7		<i>Центр</i>	1	<i>Сталь У8А</i>
8		<i>Втулка</i>	1	<i>Сталь 45</i>
9		<i>Ручка</i>	1	<i>Сталь 45</i>
10		<i>Сухарь</i>	1	<i>Сталь 45</i>
11		<i>Ручка</i>	1	<i>Сталь 45</i>
<i>Стандартные изделия</i>				
12		<i>Винт М6×12 ГОСТ 1476-84</i>	3	
13		<i>Винт М5×12 ГОСТ 1477-84</i>	2	
14		<i>Винт М6×14 ГОСТ 1478-84</i>	1	
15		<i>Гайка М8 ГОСТ 5915-70</i>	1	
16		<i>Шайба 8 ГОСТ 11371-78</i>	1	
17		<i>Шпонка сегм. 3×3,7 ГОСТ 24071-80</i>	1	
18		<i>Штифт 3,6×8 ГОСТ 3128-70</i>	1	

Совмещение оси пиноли с осью шпинделя станка обеспечивают размер 83 корпуса 1 и закрепление его на специальных салазках четырьмя винтами с резьбой М6.

Задания на детализацию и вопросы для чтения чертежа:

1. Разобраться в устройстве задней бабки токарного станка, ее назначении в целом и каждой детали в отдельности.

2. Продумать порядок сборки и разборки задней бабки.

3. Выполнить чертежи всех деталей задней бабки или часть из них. В последнем случае в первую очередь разрабатывают чертежи на следующие детали: 1, 2, 3, затем остальные.

4. Выполнить диметрическую проекцию детали 1.

5. В какой последовательности следует произвести разборку задней бабки, чтобы заменить износившуюся гайку 4?

6. Каковы размеры основных форматов для выполнения чертежей?

7. Какими основными параметрами определяется любая резьба? Как обозначается трапецеидальная резьба? Укажите ее на чертеже и назовите ее основные параметры.

8. Как изображают конец глухого резьбового отверстия? Покажите его на чертеже.

9. Какие резьбы имеет гайка 4?

10. Что называется видом? Укажите один из основных видов, имеющих на чертеже. Как его называют?

11. Какие требования предъявляют к главному изображению? Покажите на чертеже главное изображение.

12. Как располагают секущую плоскость при профильном разрезе? Покажите на чертеже пример профильного разреза.

13. Какой разрез называют местным? Покажите на чертеже пример местного разреза.

14. Что называют сечением? Как подразделяют сечения, не входящие в состав разреза? Покажите на чертеже пример сечения. Какое оно?

15. С какой целью изображены сечения $\Gamma - \Gamma$, $\Delta - \Delta$, $E - E$, $Ж - Ж$?

16. С какой целью изображен разрез $B - B$?

17. Какие детали показывают нерассеченными при продольном разрезе? Покажите пример таких деталей на чертеже.

18. Какие виды называют дополнительными? Покажите пример дополнительного вида на чертеже.

19. Какие размеры называют присоединительными? Покажите присоединительные размеры на чертеже.

20. Какие размеры называют габаритными? Покажите габаритные размеры на чертеже. Каково значение наибольшего габаритного размера?

21. Как располагают и чему равны величины большой и малой осей эллипсов в прямоугольной и диметрической проекциях?

Анализ конструкции деталей. Перед выполнением чертежей изучают приведенное выше задание и отвечают на имеющиеся в нем вопросы в процессе чтения чертежа. В результате изучения чертежа устанавливают конструктивные формы всех деталей, их конструктивные особенности, определяют количество необходимых

изображений и их масштаб. Тем самым определяют и форматы будущих чертежей.

Корпус 1. Верхняя цилиндрическая часть корпуса соединена с прямоугольной плитой основания двумя поперечными стенками, форма которых видна на разрез *Б — Б*. Дополнительную жесткость корпусу в осевом направлении придают ребра, расположенные с внутренней стороны стенок и снизу цилиндрической части. Форма поперечного сечения стенок и примыкающих к ним ребер видна на вынесенных сечениях. Слева к цилиндрической части сделан прилив для размещения деталей *8* и *10*. Три резьбовых отверстия под винты *12* обрабатывают при сборке со втулкой *5*. Материал корпуса — серый чугу́н СЧ15-32.

Главное изображение для корпуса, а также профильный разрез целесообразно принять такими же, как и на чертеже общего вида. Часть вида сверху можно совместить с частью горизонтального разреза. В этом случае сечение *Ж — Ж*, имеющееся на чертеже общего вида, не потребуется. Масштаб изображения можно принять *М 1:1*. Планировка чертежа изображена на рис. 13.13.

Пиноль 2. В основе конструкции пиноли — тело вращения. Главное изображение — фронтальный разрез, как и на чертеже общего вида при горизонтальном расположении оси вращения. В связи с большой длиной цилиндрической части (в зоне трапецеидальной резьбы винта) изображение по длине уменьшено за счет местного разрыва. Форма и глубина продольного паза выявлены на вынесенном сечении, форма паза под штифт *18* — на частичном виде сверху. Масштаб изображения — по чертежу общего вида *М 1:1*. Резьбовые гнезда под винты *13* обрабатывают в сборе с гайкой *4*. Планировку чертежа см. на рис. 13.13.

Винт 3. Винт представляет собой тело вращения с четырьмя цилиндрическими участками, тремя проточками, двумя резьбами (трапецеидальной и метрической) и пазом под сегментную шпонку. Главное изображение — вид с горизонтальным расположением оси вращения. В связи с большой длиной трапецеидальной резьбы изображение по длине уменьшено за счет местного разрыва так, чтобы для чертежа хватало ширины формата А4. Масштаб изображения *М 2:1*. Для выявления шпоночного паза под шпонку выполнено вынесенное сечение. Форма проточек выявлена на выносных элементах *А, Б, В, Г*. Планировку чертежа см. на рис. 13.13.

Маховичок 6. Маховичок представляет собой тело вращения с цилиндрической ступицей, ободом сложного профиля и коническим переходом между ними. Контур сечения обода образован со-

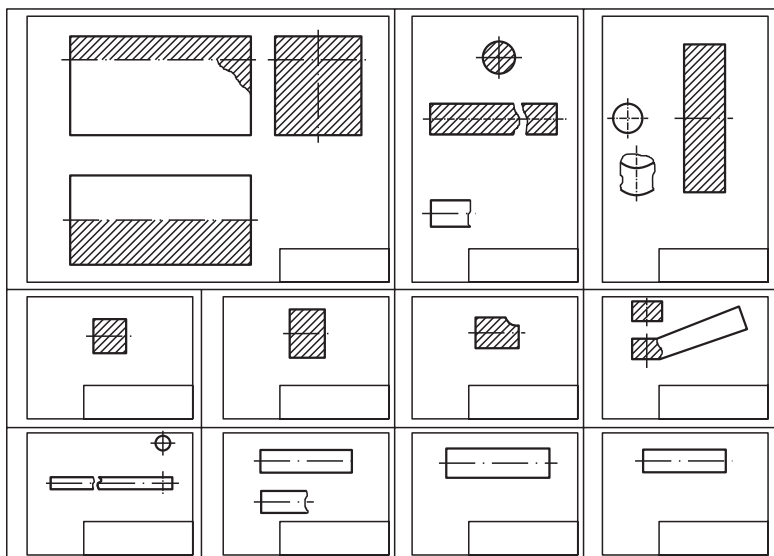


Рис. 13.13

прикасающимися участками трех торцов, плоским кольцом и конусом. Главное изображение — фронтальный разрез. Форма паза в ступице и углубление под торец ручки показаны видом контура отверстия и видом *A*. Заготовку маховичка изготавливают литьем, поэтому деталь имеет плавные переходы между элементарными поверхностями. Масштаб изображения М 2:1. Планировку чертежа см. на рис. 13.13.

Остальные детали — тела вращения. Главные изображения для них — фронтальный разрез для гайки 4, втулки 5, втулки 8; вид для центра 7, сухаря 10, ручки 11. При изображении ручки расположение детали на главном изображении удобно принять таким же, как и на чертеже общего вида, соединив часть вида и часть разреза (по резьбовому отверстию). Отметим, что для удобства пользования чертежом в производстве изображения втулки и ручки повернуты на 180° относительно их изображений на чертеже общего вида. Форма среза на детали *Центр* показана на виде сверху. Этот вид выполнен частично, только в области среза.

Разработка планировки листа. С учетом расположения, числа и масштаба выбранных изображений чертежи деталей размещены на листе формата А1, например так, как показано на рис. 13.13.

Разработка чертежей деталей. Чертежи деталей разрабатывают в соответствии с утвержденной планировкой (см. рис. 13.13).

Нанесение размеров. Размеры на чертежах деталей нанесены исходя из конструктивных соображений с учетом технологических особенностей (литье). Сопряженные размеры на чертежах подчеркнуты. Рассмотрим некоторые особенности нанесения размеров на чертежах деталей.

На чертеже корпуса 1 (рис. 13.14) отмечены сопряженные размеры: внутренние диаметры 30 мм (под шпindel), 16 мм и резьбовое отверстие М6. Конструктивные и присоединительные размеры 83; 8; 130 мм, 4 отв. М6 и размеры положения 35; 60 и 60 мм перенесены с чертежа общего вида.

На чертеже пиноли 2 (рис. 13.5) подчеркнуты сопряженные размеры: диаметры 30; 20 и 17,780 мм, конусность 1:20,020 (конус Морзе № 2). Размер 18 глубины расточки диаметром 30 мм равен размеру длины гайки 4 (см. рис. 13.17). Длина 150 мм определена из цепочки размеров длины винта со стороны трапецидальной резьбы и длины конуса Морзе центра, расположенного в пиноли. При упоре винта в торец центра между торцом буртика винта и торцом гайки (и пиноли) должен оставаться зазор 2...3 мм для осевого перемещения винта при выталкивании центра. Цепочка размеров винта и центра (размерная цепь) равна $94 + (85 - 23 - 4) = 152$ мм, где 94 — длина части винта (см. рис. 13.16); $(85 - 23 - 4)$ — расстояние между номинальным диаметром 17,780 мм конуса Морзе № 2 центра и его торцом (см. рис. 13.20).

Следовательно, для выталкивания центра обеспечено перемещение винта на $152 - 150 = 2$ мм, где 152 — размерная цепь винта и центра; 150 — длина пиноли.

На чертеже винта 3 (рис. 13.16) подчеркнуты сопряженные размеры: трапецидальной резьбы $Tr12 \times 3LH$, диаметров 12 и 10 мм, резьбы М8, ширины 3 и диаметра 10 мм паза под шпонку.

На чертеже гайки 4 (рис. 13.17) сопряженные размеры: резьба $Tr12 \times 3LH$ и диаметр 20 мм; свободный зависимый размер — длина 18 мм.

На чертеже втулки 5 (рис. 13.18) сопряженные размеры: диаметры 12; 30 мм и длина 25 мм.

На чертеже маховичка (рис. 13.19) подчеркнуты сопряженные размеры: диаметр 10 мм, ширина 2 шпоночного паза и резьба М6. Размер 14,5 (толщина ступицы) является зависимым свободным размером. Он больше чем размер 14 посадочного цилиндрического участка на винте для плотного закрепления маховичка с по-

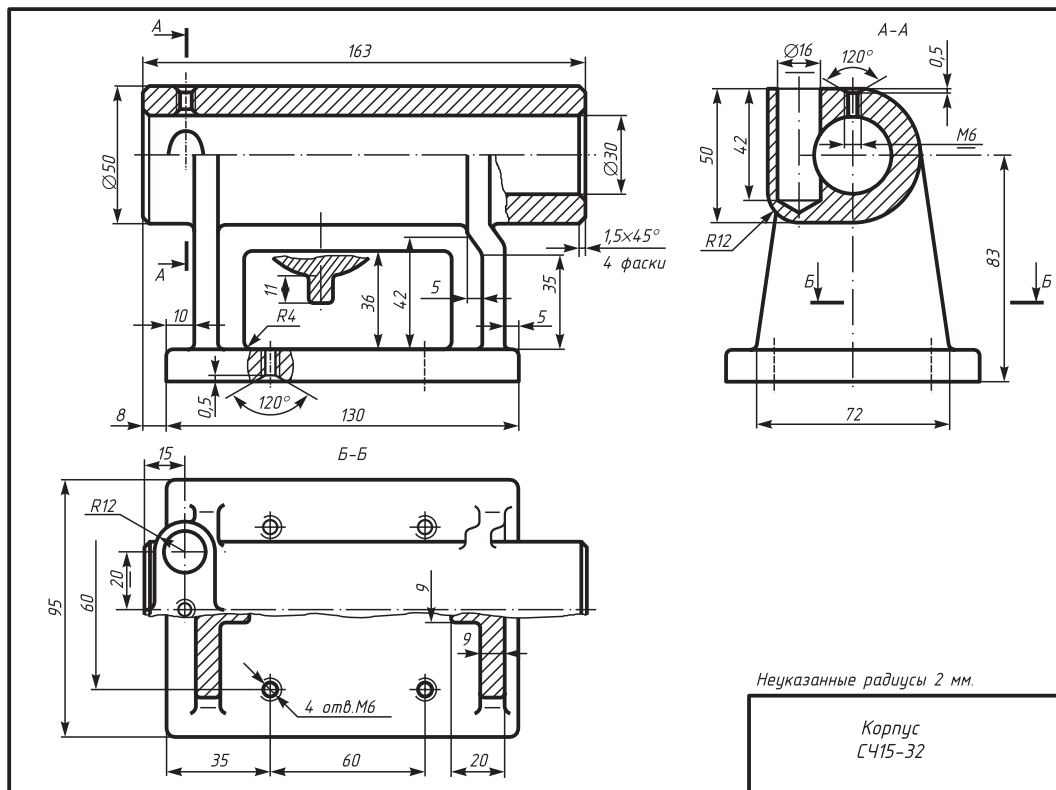


Рис. 13.14

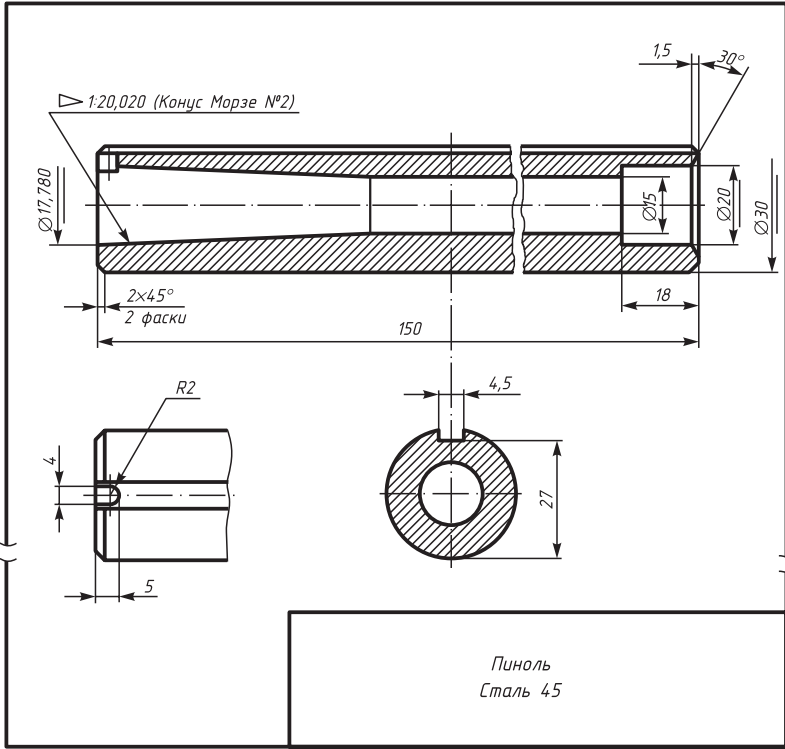


Рис. 13.15

мощью гайки М8. Зависимым свободным размером является также диаметр 8,5 мм углубления под ручку.

На чертеже центра 7 (рис. 13.20) сопряженный размер — конусность 1:20,020 (конус морзе № 2) и диаметр 17,780 мм на заданном базорасстоянии 4*. Осьевые размеры центра рассмотрены выше при рассмотрении чертежа пиноли.

На чертеже втулки 8 (рис. 13.21) сопряженные размеры: диаметр 16 мм и радиус 15 мм, зависимый свободный размер — диаметр 8,5 мм.

На чертежах ручек 9 (рис. 13.22) и 11 (рис. 13.23) по одному сопряженному размеру: резьба М8 и М6. У ручки 11 — один зависимый свободный размер — диаметр 8 мм.

На чертеже сухаря 10 (рис. 13.24) три сопряженных размера: диаметр 16 мм, резьба М18 и радиус 15 мм.

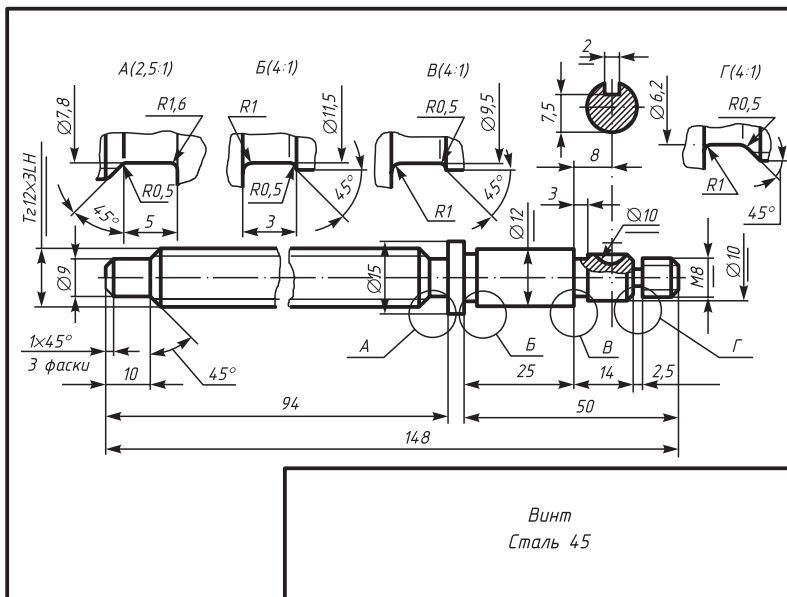


Рис. 13.16

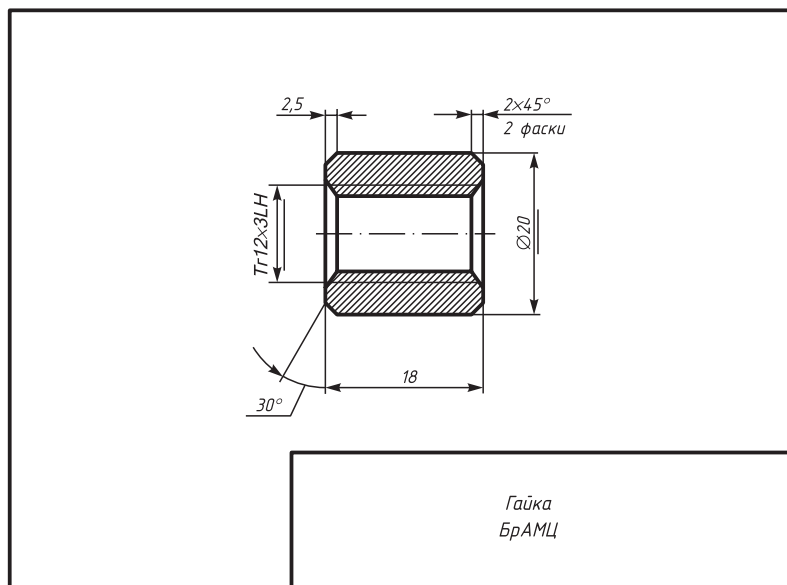


Рис. 13.17

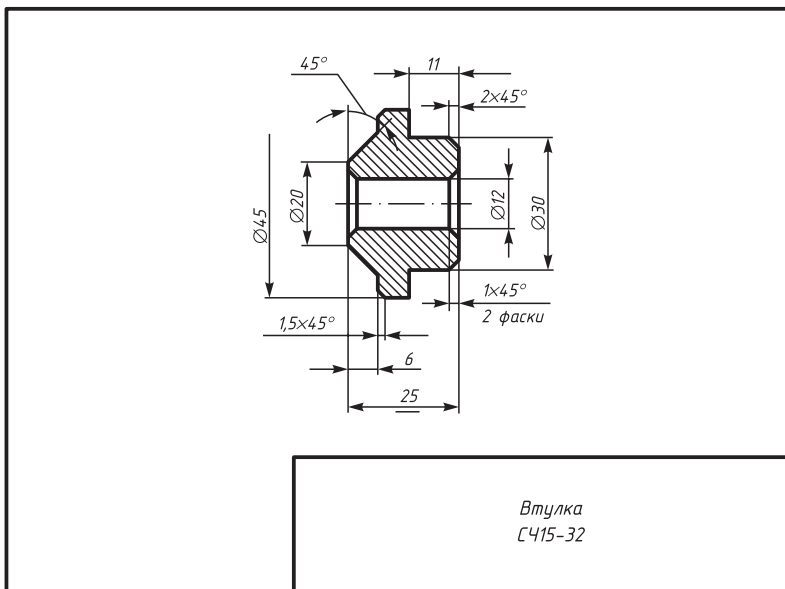


Рис. 13.18

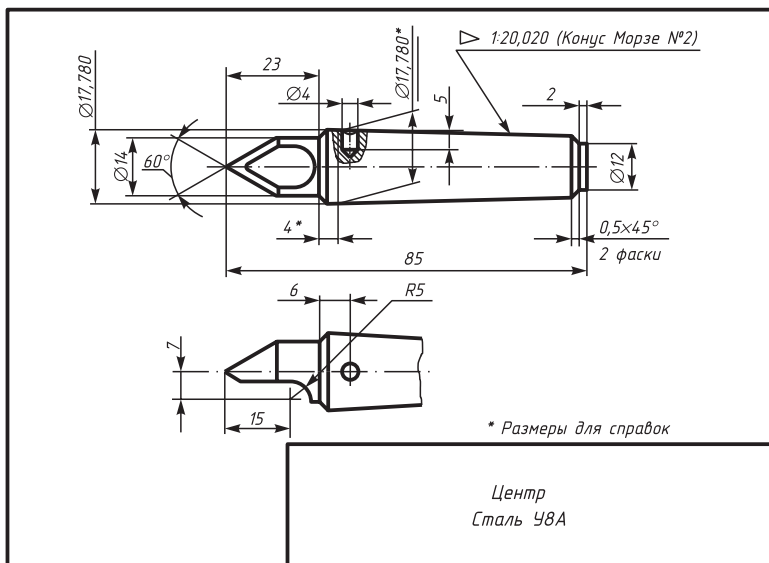


Рис. 13.20

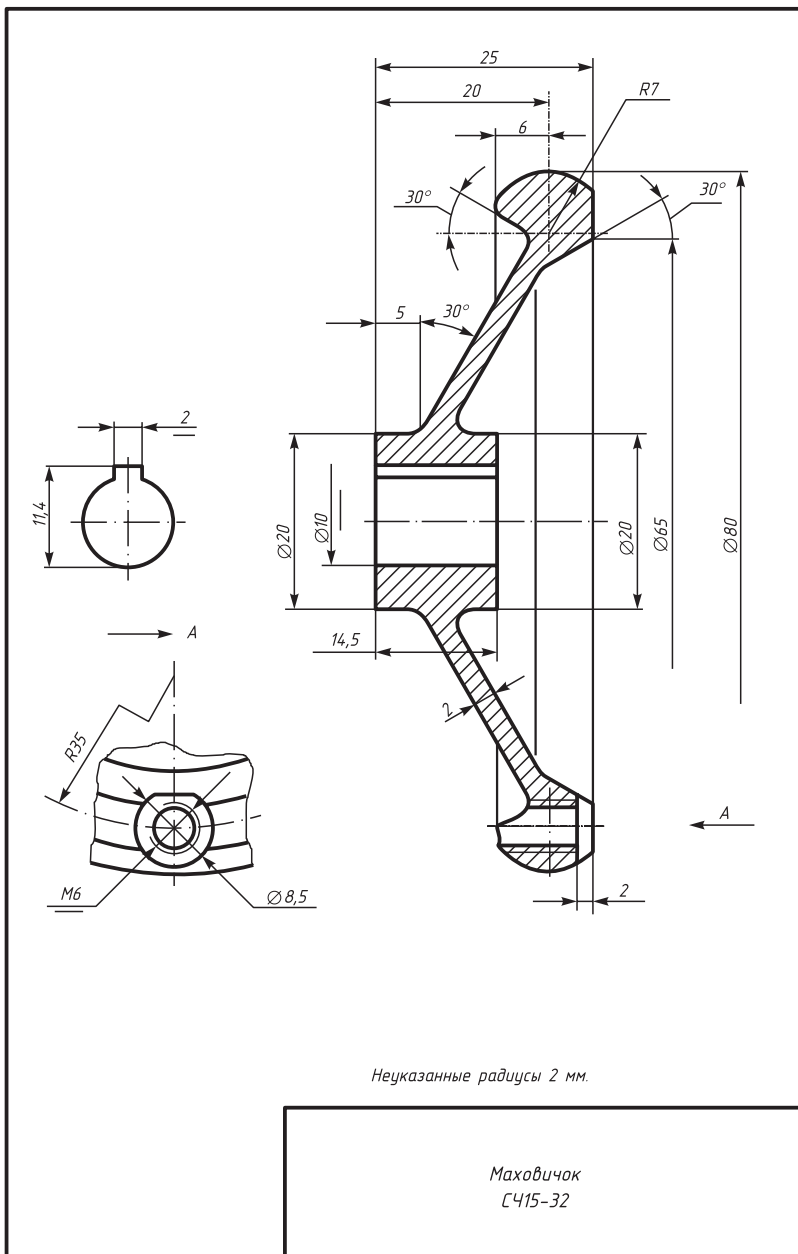


Рис. 13.19

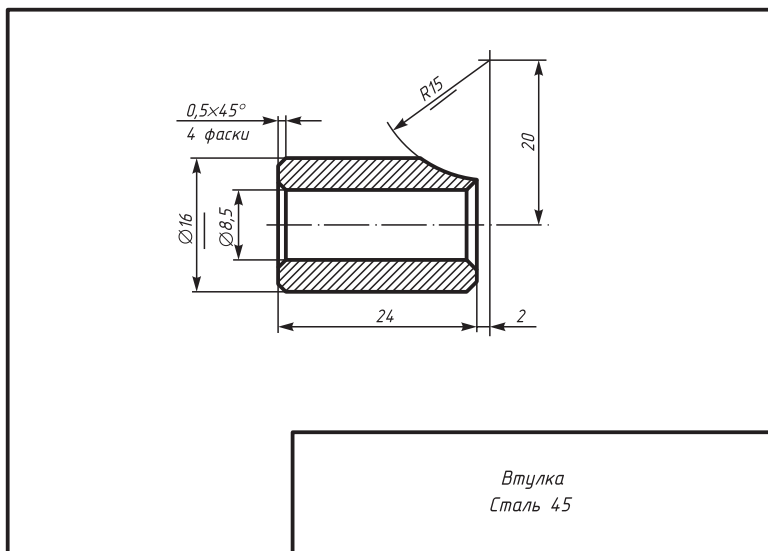


Рис. 13.21

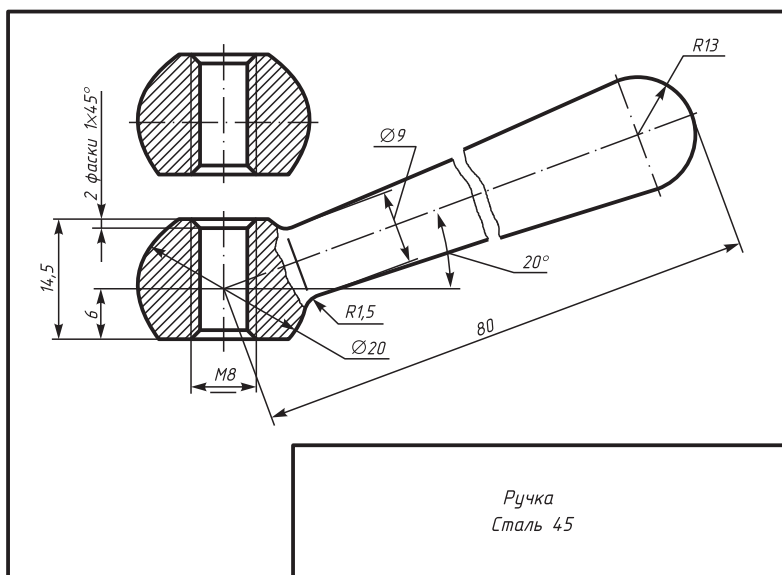


Рис. 13.22

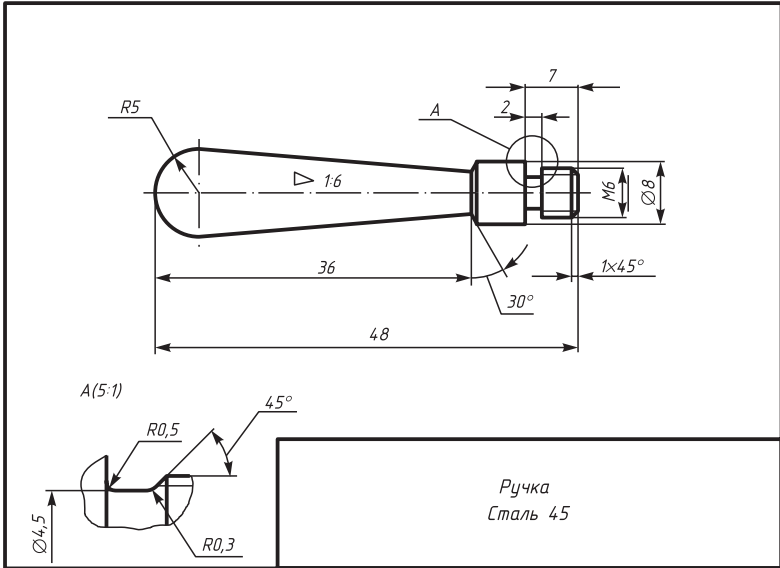


Рис. 13.23

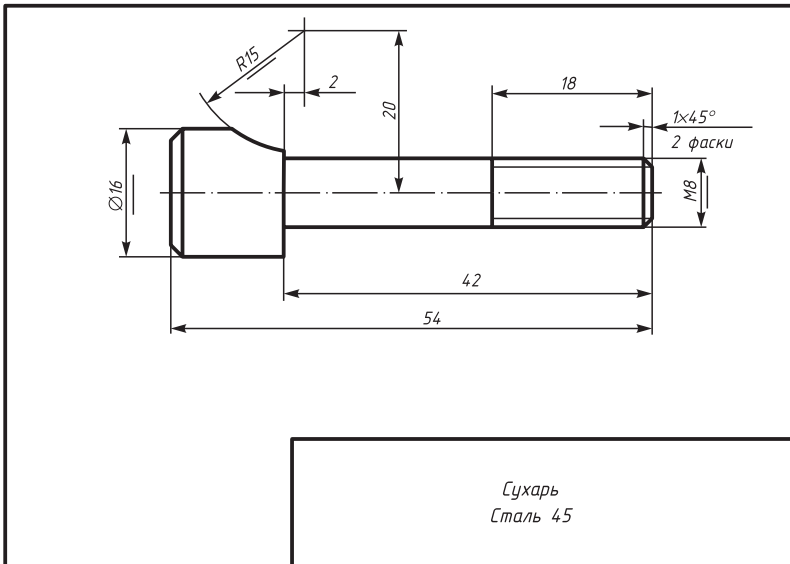


Рис. 13.24

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

- Аксинометрические проекции 125
 - геометрических тел 130
 - деталей 135
 - окружности 130
- Армированные изделия 331

Б

- База 146
 - конструкторская 147
 - измерительная 147
 - технологическая 147
- Болты 187

В

- Валы зубчатые (шлицевые) 214
- Вид 92
 - главный 92
 - дополнительный 93
 - местный 94
 - обозначение 92
 - основной 92
 - развернутый 94
- Винты 194
 - крепежные 196
- Выполнение чертежей деталей 203
 - сборочных единиц 303

Г

- Гайки 189
 - накидные 200, 209
- Гипербола 49
- Головки болтов 187
 - винтов 194

Д

- Детали 145
 - из сортового материала 257
 - изготовленные гибкой 257
 - штамповкой 257
 - имеющие форму тел вращения 204
 - ограниченные преимущественно плоскостями 119
 - пружинного типа 235
 - с поверхностями двойной кривизны 244
 - с элементами зубчатых зацеплений 216
 - стандартные 203
- Деталирование 367
- Диаметр резьбы наружный 172
- Диметрия 132
- Документы конструкторские 6

Е

- Единица сборочная 360
- ЕСКД 6

З

- Зазор, изображение 188, 194
- Знак диаметра 33
 - дуги окружности 31, 33
 - квадрата 33
 - конусного соединения 34
 - конусности 34
 - паяного соединения 328
 - радиуса 32
 - сварного соединения 323
 - уклона 34
 - шероховатости поверхности 299

И

- Изделие, виды 7
- Измерения 278
- Изображение, обозначения 86
 - правила выполнения 90
 - резьбы 181
 - условности и упрощения 105
- Изометрия 128

К

- Канавки для выхода шлифовального круга 104
 - под уплотнительные кольца 104
- Квадрат 33
- Колеса зубчатые 214
- Компоновка чертежа 119
- Конусность 34
- Конусы 34
- Коэффициенты искажения 126

Л

- Линия выноски 13
 - выносная 14
 - перехода 13
 - размерная 14
 - разомкнутая 14
 - сплошная волнистая 14
 - сплошная основная 13
 - сплошная тонкая с изломами 14
 - штриховая 14
 - штрихпунктирная с двумя точками тонкая 14
 - штрихпунктирная утолщенная 14

М

- Масштаб 12

Материалы, графические обозначения 15
– обозначения марки 15
Модуль зубчатого колеса 215

Н

Надписи, обозначающие изображения 24, 166
– количество элементов детали 152
– толщину листа 34
Надписи и шкалы 170
Надпись основная 24
Неразъемные соединения 317, 320, 327
Номера позиций 303

О

Обозначения видов 86
– линий 13
– марок материалов 15
– отверстий 152
– поверхностей 145
– разрезов 96
– резьбы 181
– сечений 100
– стандартных деталей 187
– углов 34
– шероховатости поверхности 300
Овал 48
Отверстия зубчатые (шлицевые) 214
– под крепежные детали 152
– центровые
Оформление рабочего чертежа 243

П

Пазы шпоночные 159
Передачи зубчатые 214
Полка линии-выноски 14
Профиль резьбы 172
Пружины 235

Р

Размеры габаритные 335
– диаметров 33
– длины 28
– дуги окружности 29
– номинальные 335
– присоединительные 335
– положения поверхностей 149
– элементов деталей 26
– радиусов 32
– свободные 305, 335
– сопряженные 305, 335
– углов 30
– фасок 35
– формы отверстий 156
– поверхностей 148

– элементов деталей 35
Разрезы вертикальные 96
– горизонтальные 96
– ломаные 98
– местные 98
– наклонные 96
– продольные 97
– простые 96
– профильные 96
– сложные 97
– ступенчатые 97
– условности и упрощения 105
– фронтальные 96

Разъемные соединения 305

Рамка 12

Резьба, изображение 172

– коническая 180
– левая 176
– метрическая 178
– многозаходная 178
– однозаходная 177
– правая 177
– трапецидальная 181
– трубная цилиндрическая 178
– упорная 181
– параметры внутренний диаметр 176
– наружный диаметр 172
– профиль 176
– средний диаметр 176
– угол профиля 177
– ход 177
– шаг 177
– технологические элементы недорез 173
– проточка 174
– сбеги 173
Рифление прямое 170
– сетчатое 170

С

Сборочные единицы, изображение 332, 370
Сварка 320
Сечения, виды: вынесенные 100
– наложенные 100
– несимметричные 100
– обозначения 100
– симметричные 101
Согласование размеров 305
Соединения зубчатые (шлицевые)
прямобочные 214
– шпонками 213
– штифтами 212
Соединения резьбовые болтами 187
– винтами 196
Спецификация 364

Спираль Архимеда 46
Стандарты ЕСКД 12
Стрелки односторонние (сварные швы) 323
– направления взгляда 86
– размерные 26

Т

Таблица составных частей 338
Технические требования 335

У

Уклон 34
Упрощения и условности в изображениях
– зубчатых передач 214
– линии пересечения 78
– общие 105
– пружин 235
– разъемных соединений 187
– резьбовых деталей 181
– сборочных единиц 354

Ф

Фаски 166
Форматы дополнительные 12
– основные 12

Ч

Чертежи деталей, планировка 119
– рабочие 203
Чертежи сборочных единиц, общий вид
(учебный) 332

– планировка 345
– сборочный чертеж 367
Числа размерные 26
Чтение чертежей сборочных единиц 356

Ш

Шаг резьбы 172
Шайбы круглые 190
– пружинные 191
Швы клееные 330
– паяные 327
– сварные 321
Шкалы 171
Шлицевые валы 214
– отверстия 214
Шпонки призматические 213
– сегментные 213
Шрифт чертежный 19
Штриховка в сечениях деталей 16
– клееных соединений 330
– на аксонометрических проекциях 135
– паяных соединений 328
– сварных соединений 322

Э

Элементы выносные 103
Эллипс 48
Эскизирование 267

СОКРАЩЕННЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СТАНДАРТОВ

Стандарты ЕСКД

ГОСТ 2.001–70	Общие положения
ГОСТ 2.101–68	Виды изделий
ГОСТ 2.102–68	Виды и комплектность конструкторских документов
ГОСТ 2.103–68	Стадии разработки
ГОСТ 2.104–68	Основные надписи
ГОСТ 2.105–79	Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 2.106–68	Текстовые документы
ГОСТ 2.108–68	Спецификация
ГОСТ 2.109–73	Основные требования к чертежам
ГОСТ 2.118–73	Техническое предложение
ГОСТ 2.119–73	Эскизный проект
ГОСТ 2.120–73	Технический проект
ГОСТ 2.201–80	Обозначение изделий и конструкторских документов
ГОСТ 2.301–68	Форматы
ГОСТ 2.302–68	Масштабы
ГОСТ 2.303–68	Линии
ГОСТ 2.304–68	Шрифты чертежные
ГОСТ 2.305–68	Изображения, виды, разрезы, сечения
ГОСТ 2.306–68	Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах
ГОСТ 2.307–68	Нанесение размеров и предельных отклонений
ГОСТ 2.308–79	Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей
ГОСТ 2.309–73	Обозначение шероховатости поверхностей
ГОСТ 2.310–68	Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термических и других видов обработки
ГОСТ 2.311–68	Изображение резьбы
ГОСТ 2.312–72	Условные изображения и обозначения швов сварных соединений
ГОСТ 2.313–82	Условные изображения и обозначения швов неразъемных соединений
ГОСТ 2.314–68	Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий
ГОСТ 2.315–68	Изображения упрощенные и условные крепежных деталей
ГОСТ 2.316–68	Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц
ГОСТ 2.317–69	Аксонметрические проекции

ГОСТ 2.318–81	Правила упрощенного нанесения размеров отверстий
ГОСТ 2.319–81	Правила выполнения диаграмм
ГОСТ 2.320–82	Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов
ГОСТ 2.401...2.429	Правила выполнения чертежей (условных изображений)
ГОСТ 2.401–68	пружин
ГОСТ 2.402–68	зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач
ГОСТ 2.403–75	цилиндрических зубчатых колес
ГОСТ 2.404–75	зубчатых реек
ГОСТ 2.405–75	конических зубчатых колес
ГОСТ 2.406–76	цилиндрических червяков и червячных колес
ГОСТ 2.407–75	червяков и колес глобоидных передач
ГОСТ 2.408–68	звездочек приводных, роликовых и втулочных цепей
ГОСТ 2.409–74	зубчатых (шлицевых) соединений
ГОСТ 2.410–68	металлических конструкций
ГОСТ 2.411–72	труб, трубопроводов и трубопроводных систем
ГОСТ 2.412–81	оптических изделий (и их схем)
ГОСТ 2.413–72	изделий, изготавливаемых с применением электрического монтажа
ГОСТ 2.414–75	жгутов, кабелей и проводов
ГОСТ 2.415–68	изделий с электрическими обмотками
ГОСТ 2.416–68	сердечников магнитопроводов (условные изображения)
ГОСТ 2.417–68	печатных плат
ГОСТ 2.418–77	упаковки
ГОСТ 2.420–69	подшипников качения на сборочных чертежах (условные изображения)
ГОСТ 2.421–75	звездочек для пластинчатых цепей
ГОСТ 2.422–70	цилиндрических зубчатых колес передач Новикова с двумя линиями зацепления
ГОСТ 2.423–73	элементов литейной формы и отливки
ГОСТ 2.424–80	штампов
ГОСТ 2.425–74	звездочек и для зубчатых цепей
ГОСТ 2.426–74	звездочек для разборных цепей
ГОСТ 2.427–75	звездочек для круглозвенных цепей
ГОСТ 2.429–84	поковок
ГОСТ 2.701–76	Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
ГОСТ 2.702–75	Правила выполнения электрических схем
ГОСТ 2.703–68	Правила выполнения кинематических схем
ГОСТ 2.704–76	Правила выполнения гидравлических и пневматических схем

Технические стандарты

ГОСТ 1139–80	Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски
ГОСТ 1479–84	Винты установочные с коническим концом и прямым шлицем классов А и В. Конструкция и размеры
ГОСТ 1491–80	Винты с цилиндрической головкой. Конструкция и размеры
ГОСТ 2601–84	Сварка металлов. Термины и определения основных понятий
ГОСТ 2789–73	Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения
ГОСТ 3128–70	Штифты цилиндрические. Технические условия
ГОСТ 3129–70	Штифты конические. Технические условия
ГОСТ 5264–80	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 5915–70	Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 6111–52	Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60°
ГОСТ 6211–81	Резьба трубная коническая
ГОСТ 6357–81	Резьба трубная цилиндрическая
ГОСТ 6402–70	Шайбы пружинные
ГОСТ 7798–70	Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 8724–81	Резьба метрическая. Диаметры и шаги
ГОСТ 8820–69	Канавки для выхода шлифовального круга. Форма и размеры
ГОСТ 9484–81	Резьба трапецеидальная. Профили
ГОСТ 10549–80	Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски
ГОСТ 11371–78	Шайбы. Технические условия
ГОСТ 13766–86	Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения I класса, разряда I из стали круглого сечения. Основные параметры витков
ГОСТ 14034–74	Отверстия центровые. Размеры
ГОСТ 17473–80	Винты с полукруглой головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры
ГОСТ 18123–82	Шайбы. Общие технические условия
ГОСТ 23360–78	Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки
ГОСТ 24071–81	Соединения шпоночные с сегментными шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вяткин Г.П.* и др. Машиностроительное черчение. 2-е изд., перераб. и доп. / Г.П. Вяткин, А.Н. Андреева, А.К. Болтухин, Г.В. Буланже, М.И. Дулов, Ю.П. Казаков, Ю.А. Коноплянников, А.Г. Леонов, В.Б. Мартынов, В.Н. Редькина, Ю.И. Степанов, Э.Г. Гер-Арутюнов, А.К. Шульга, В.А. Янушевич. М.: Машиностроение, 1985.
2. *Гардан И., Люка М.* Машинная графика и автоматизация конструирования. М., 1987.
3. *Горелик А.Г.* Автоматизация инженерно-графических работ с помощью ЭВМ. Минск, 1980.
4. Государственные стандарты ЕСКД: ГОСТ 2.301–68 — ГОСТ 2.307–68 (пп. 1, 2); ГОСТ 2.308–79 — ГОСТ 2.313–82; ГОСТ 2.316–68, ГОСТ 2.317–69 и частично ГОСТ 2.101–68 — ГОСТ 2.105–69; ГОСТ 2.109–73.
5. *Иванов Ю.Б.* Атлас чертежей общих видов для детализования. В 4 ч. Ч. 1. Технологические приспособления для обработки деталей машин и приборов. Ч. 2. Технологические приспособления для обработки машин и приборов, приводы к ним и штампы. Ч. 3. Измерительные приспособления. Ч. 4. Узлы автомобилей. М., 2006.
6. Инженерная и компьютерная графика / Э.Т. Романычева, А.К. Иванова, А.С. Куликов, Т.М. Сидорова, С.Ю. Сидоров. М., 2006.
7. *Киселевич А.Д.* и др. Автоматизация выполнения чертежей в инженерной графике. М., 1982.
8. *Левицкий В.С.* Машиностроительное черчение. М.: Высшая школа, 1988.
9. *Нартова Л.Г., Якунин В.И.* Начертательная геометрия. М.: Академия, 2005.
10. *Попова Г.Н., Алексеев С.Ю.* Машиностроительное черчение. Л., 1986.
11. *Потемкин А.* Инженерная графика. Просто и доступно. М.: Лори, 2000.
12. *Ростовцев Н.Н., Соловьев С.А.* Техническое рисование. М.: Просвещение, 1979.
13. *Савелов А.А.* Плоские кривые: Справочное руководство. М., 1960.

14. Справочное руководство по черчению / В.Н. Богданов, И.Ф. Малезик, А.П. Верхола, Г.Е. Дмитренко, Б.Д. Коваленко, В.Н. Нигора, Р.А. Ткачук. М.: Машиностроение, 1989.
15. Творческое наследие академика Сергея Павловича Королева. Избранные труды и документы / Под общ. ред. академика М.В. Келдыша. М.: Наука, 1980.
16. Техническое черчение. / Е.И. Годик, В.М. Лысянский, В.Е. Михайленко, А.М. Пономарев; Под ред. проф. Е.И. Годика Киев: Вища школа, 1976.
17. *Фоли Дж., А. вэн Дэм.* Основы интерактивной машинной график: В 2 кн. М.: Мир, 1985.
18. *Фролов С.А., Войнов А.В., Феоктистова Е.Д.* Машиностроительное черчение. М.: Машиностроение, 1981.
19. *Чекмарев А.А.* Начертательная геометрия и черчение. М.: Высшее образование, 2006.
20. *Чекмарев А.А., Верховский А.В., Пузиков А.А.* Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика: Программа, контрольные задания и методические указания для студентов-заочников направлений подготовки (специальностей) в области техники, технологии, педагогики, сельского и рыбного хозяйства. М.: Высшая школа, 2006.
21. *Чекмарев А.А., Осипов В.К.* Справочник по машиностроительному черчению. М.: Высшая школа, 2006.
22. *Чемоданова Т.В.* Pro/ENGINEER: деталь, сборка, чертеж. СПб.: БХВ–Петербург, 2003.
23. *Шарикян Ю.Э.* Методика преподавания курса «Машиностроительное черчение». М.: Высшая школа, 1990.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.....	6
1.1. Единая система конструкторской документации	6
1.2. Виды изделий.....	7
1.3. Виды конструкторских документов	7
1.4. Примеры сборочных единиц	8
2. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	12
2.1. Форматы	12
2.2. Масштабы	12
2.3. Линии.....	13
2.4. Обозначения материалов	15
2.5. Шрифты	19
2.6. Основные надписи	24
2.7. Нанесение размеров	26
3. КРИВЫЕ ЛИНИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЧЕРТЕЖАХ	39
3.1. Геометрические основы технических форм	39
3.2. Плоские кривые линии.....	43
3.3. Сопряжения	52
3.4. Кулачки	56
4. ЭЛЕМЕНТЫ ГЕОМЕТРИИ ДЕТАЛЕЙ	57
4.1. Геометрические основы конструкции	57
4.2. Построение линии среза на поверхности тела вращения сложной формы.....	76
4.3. Построение линий пересечения и перехода.....	78
5. ИЗОБРАЖЕНИЯ, НАДПИСИ, ОБОЗНАЧЕНИЯ	86
5.1. Основные правила выполнения изображений	86
5.2. Виды.....	92
5.3. Разрезы.....	96

5.4. Сечения.....	100
5.5. Выносные элементы	103
5.6. Условности и упрощения.....	105
5.7. Примеры построения изображений – видов, разрезов, сечений	109
5.8. Компоненты чертежей	119
5.9. Надписи и обозначения на чертежах	121
6. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ДЕТАЛЕЙ.....	125
6.1. Аксонометрическое проецирование	125
6.2. Изометрическая проекция.....	128
6.3. Диметрическая проекция	132
6.4. Аксонометрическое изображение сферы и способ вписывания сферических поверхностей	134
6.5. Кабинетная проекция.....	134
6.6. Построение аксонометрических изображений деталей	135
6.7. Технические рисунки	138
7. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ	145
7.1. Основные простые элементы деталей.....	145
7.2. Изображение отверстий и однотипных элементов.....	152
7.3. Элементы крепежных деталей	161
7.4. Изображение элементов литых деталей	163
7.5. Изображение фасок, смазочных канавок, надписей, знаков, шкал	166
8. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ И РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	172
8.1. Основные параметры резьбы и ее изображение	172
8.2. Изображение и обозначение резьбы.....	181
8.3. Конструктивные и технологические элементы резьбы.....	186
8.4. Резьбовые соединения и их детали.....	187
9. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ. ДЕТАЛИ СО СТАНДАРТНЫМИ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ	203
9.1. Правила выполнения чертежей деталей	203
9.2. Изображение стандартных деталей.....	208

9.3. Стандартные изображения зубчатых передач и их деталей	214
9.4. Стандартные изображения чертежей звездочек цепей.....	229
9.5. Стандартные изображения шкивов	232
9.6. Стандартные изображения трубопроводов	234
9.7. Стандартные изображения чертежей пружин	235
10. ЧЕРТЕЖИ ОРИГИНАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ	243
10.1. Выполнение чертежей деталей	243
10.2. Простановка размеров	244
10.3. Простановка размеров на элементы деталей, обрабатываемые резанием.....	261
10.4. Съёмка эскизов деталей	267
10.5. Определение размеров деталей с натуры	278
10.6. Нанесение размеров на эскизах и чертежах деталей. Системы простановки размеров.....	286
10.7. Нанесение различных надписей, обозначений на чертежах	289
11. ИЗОБРАЖЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ.....	303
11.1. Общие сведения	303
11.2. Сопряженные и свободные размеры механических соединений.....	305
11.3. Изображение цепных передач	312
11.4. Изображение подшипников	312
11.5. Изображение клепаных соединений.....	317
11.6. Изображение сварных соединений	320
11.7. Паяные соединения и их изображение	327
11.8. Изображение клееных соединений	330
11.9. Изображение сборочных единиц, изготовленных опрессовкой	331
12. ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА ИЗДЕЛИЯ	332
12.1. Общие положения	332
12.2. Объем, содержание и последовательность разработки чертежа общего вида	335
12.3. Выполнение эскизов для чертежа общего вида	339
12.4. Разработка чертежа общего вида.....	345
12.5. Упрощения, допускаемые при выполнении чертежей общего вида	354

13. РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	356
13.1. Выполнение основного комплекта конструкторских документов изделия.....	356
13.2. Последовательность выполнения задания	367
13.3. Пример детализования сборочной единицы	370
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	384
СОКРАЩЕННЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СТАНДАРТОВ	387
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	390

По вопросам приобретения книг обращайтесь:

Отдел продаж «ИНФРА-М» (оптовая продажа):
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в, тел.: (495) 380-4260; факс: (495) 363-9212
E-mail: books@infra-m.ru

•
Отдел «Книга—почтой»:
тел. (495) 363-4260 (доб. 232, 246)

•
Центр комплектования библиотек:
119019, Москва, ул. Моховая, д. 16 (Российская государственная библиотека, кор. К)
тел. (495) 695-9315

Учебное издание

Чекмарев Альберт Анатольевич

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Учебник

Оригинал-макет подготовлен в Издательском Доме «ИНФРА-М»

Подписано в печать 25.04.2010.

Формат 60х90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Newton.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 25,0. Уч.-изд. л. 24,09.

Издательский Дом «ИНФРА-М»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в
Тел.: (495) 380-05-40, 380-05-43. Факс: (495) 363-92-12
E-mail: books@infra-m.ru <http://www.infra-m.ru>