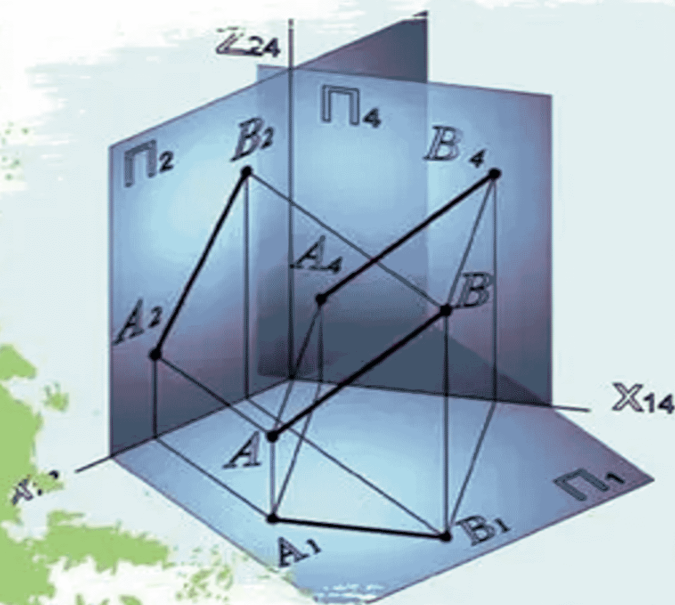


ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ЧЕРЧЕНИЕ

А. А. Чекмарев

УЧЕБНИК
2-е издание



УМО СПО рекомендует

юрайт
издательство

А. А. Чекмарев

ЧЕРЧЕНИЕ

УЧЕБНИК ДЛЯ СПО

2-е издание, переработанное и дополненное



**Курс с практическими заданиями и дополнительными материалами
доступен на образовательной платформе «Юрайт»,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

Москва • Юрайт • 2024

УДК 744(075.32)

ББК 30.11я723

Ч-37

Автор:

Чекмарев Альберт Анатольевич — доктор педагогических наук, профессор, академик РАЕН, профессор кафедры электроники и нанoeлектроники факультета электроники и телекоммуникаций Московского института электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Рецензенты:

Вяткин Г. П. — профессор Московского государственного технологического университета «СТАНКИН»;

Новожилов Э. Д. — профессор Московского педагогического университета.

Чекмарев, А. А.

Ч-37 Черчение : учебник для среднего профессионального образования / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 275 с. — (Профессиональное образование). — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-534-09554-8

В учебнике изложены основы технического рисунка и черчения, основы машиностроительного черчения, правила выполнения схем.

Рассмотрены элементы строительного и топографического черчения, основы использования персональных электронных вычислительных машин для решения графических задач. В процессе изучения черчения студенты осваивают основные положения Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и системы проектной документации для строительства (СПДС), а также современные системы автоматизированного выполнения чертежей.

Соответствует актуальным требованиям федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования и профессиональным требованиям.

Для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по естественнонаучным направлениям.

УДК 744(075.32)

ББК 30.11я723

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-534-09554-8

© Чекмарев А. А., 2017

© Чекмарев А. А., 2019, с изменениями

© ООО «Издательство Юрайт», 2024

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1. Изображения предметов — виды, разрезы, сечения	7
1.1. Основные положения	7
1.2. Виды	12
1.3. Разрезы	15
1.4. Сечения.....	18
1.5. Технические рисунки	20
1.6. Выносные элементы	26
1.7. Условности и упрощения.....	27
1.8. Примеры построения изображений — видов, разрезов, сечений	30
<i>Контрольные вопросы</i>	<i>39</i>
Глава 2. Изображение соединений деталей, типовых элементов деталей.....	40
2.1. Общие сведения	40
2.2. Изображение резьбы и резьбовых соединений	43
2.3. Изображение шпоночных и шлицевых соединений, цилиндрических зубчатых передач.....	66
2.4. Изображения неразъемных соединений сваркой, пайкой, склеиванием	70
2.5. Изображение, обозначение типовых элементов деталей и нанесение размеров на их чертежах	74
<i>Контрольные вопросы</i>	<i>77</i>
Глава 3. Чертежи и эскизы деталей	78
3.1. Правила выполнения чертежей деталей	78
3.2. Выбор изображений и планировка эскиза или чертежа.....	80
3.3. Съемка эскизов деталей.....	84
3.4. Определение размеров деталей с натуры.....	96
3.5. Нанесение размеров на эскизах и чертежах деталей.....	101
3.6. Надписи и обозначения на чертежах	118
<i>Контрольные вопросы</i>	<i>128</i>
Глава 4. Разработка чертежа общего вида изделия	130
4.1. Общие положения	130
4.2. Объем, содержание и последовательность разработки чертежа общего вида	131
4.3. Выполнение эскизов деталей для чертежа общего вида.....	134
4.4. Разработка чертежа общего вида	141

4.5. Упрощения, допускаемые при выполнении чертежей общего вида ...	150
<i>Контрольные вопросы</i>	151
Глава 5. Деталирование	152
5.1. Общие положения	152
5.2. Последовательность выполнения задания	152
5.3. Пример детализирования сборочной единицы	155
5.4. Выполнение основного комплекта конструкторских документов изделия.....	169
<i>Контрольные вопросы</i>	178
Глава 6. Схемы	179
6.1. Виды и типы схем, общие требования к выполнению	179
6.2. Кинематические схемы	184
6.3. Электрические схемы.....	187
6.4. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем	195
<i>Контрольные вопросы</i>	197
Глава 7. Основы строительного черчения	198
7.1. Система проектной документации для строительства и виды строительных чертежей	198
7.2. Конструктивные элементы зданий, условные обозначения и изображения на строительных чертежах	200
7.3. Основные требования к рабочим строительным чертежам	205
7.4. Архитектурные решения, рабочие чертежи	211
7.5. Типовой проект	218
7.6. Чертежи санитарно-технических устройств	229
7.7. Чертежи сооружений в проекциях с числовыми отметками	242
<i>Контрольные вопросы</i>	247
Приложения	248
П1. Основные требования стандартов к графическому оформлению чертежей	248
П2. Построение сопряжений и эллипса (см. Дополнительные материалы)	253
П3. Проецирование по методу третьего угла (метод А)	253
П4. Рисунки моделей для эскизирования.....	255
П5. Некоторые параметры крепежных деталей.....	258
П6. Условные графические обозначения	259
Дополнительные материалы	269
Список литературы	273
Новые издания по дисциплине «Черчение» и смежным дисциплинам	275

Введение

Цель изучения курса состоит в том, чтобы овладеть теоретическими основами построения изображений на машиностроительных и строительных чертежах и дать практические навыки.

После изучения дисциплины «Черчение» студент должен освоить:

трудовые действия

- технику черчения по стандартам ЕСКД и СПДС;
- методику преподавания черчения в школе;

необходимые умения

- выполнять чертежи по стандартам ЕСКД и СПДС, включая использование вычислительной техники при создании чертежей;
- наносить размеры с учетом основных положений конструирования, проектирования и технологии;
- выполнять и читать изображения предметов, машиностроительных и общих строительных чертежей зданий и сооружений на основе метода прямоугольного проецирования, а также отдельных видов схем;

необходимые знания

- основные положения черчения;
- системы стандартов на условные графические обозначения общего применения для использования в электрических, гидравлических, пневматических, кинематических и комбинированных схемах, Единую систему конструкторской документации (ЕСКД), Систему проектной документации для строительства (СПДС) и литературу со справочными материалами;

В процессе изучения черчения вы освоите основные положения Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) — комплекса государственных стандартов и системы проектной документации для строительства (СПДС), а также современные системы автоматизированного выполнения чертежей.

В ЕСКД установлены взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, которые обязательны для всех организаций и предприятий.

Установленные в стандартах ЕСКД единые правила обеспечивают:

— возможность взаимообмена конструкторскими документами между организациями и предприятиями без их переоформления; стандартизацию 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;
- 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 на сканирующих устройствах, например:

- цифровые коды, шифрующие данные, содержащиеся в конструкторских документах;
- стандартные программы для статистической обработки информации, содержащейся в конструкторских документах и их классификационных обозначениях;
- системы регистрации конструкторских документов на машинных носителях информации, обеспечивающие быструю выдачу требуемой информации и ее обработку на средствах вычислительной техники и т.п.

Развитие вычислительной техники позволило создать системы автоматизации графических работ и решения геометро-графических задач.

Создаются специализированные для различных отраслей промышленности автоматизированные рабочие места конструктора.

Для эффективного использования современных дорогостоящих технических средств автоматизации конструктор должен иметь хорошо развитые пространственное воображение и геометрическое мышление.

Глава 1

ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ — ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

1.1. Основные положения

В предыдущих главах рассмотрены элементы начертательной геометрии, являющиеся теоретической основой построения технических чертежей. При этом изображения геометрических тел и простейших предметов на их основе выполнялись параллельным ортогональным проецированием на две или три основные взаимно перпендикулярные плоскости проекций и на дополнительные плоскости проекций.

В процессе конструирования при выполнении технических чертежей предметов — деталей, приборов 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.

Основные положения и определения. Предметы на технических чертежах изображают по методу прямоугольного проецирования на взаимно перпендикулярные плоскости проекций. При этом предполагается, что изображаемый предмет расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 1.1). Такой метод проецирования называют также *методом первого угла* (метод *Е*). На рис. 1.1 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. 1.2. Грань 6 допускается располагать рядом с гранью 4. Наряду с методом *Е*, принятым в России и большинстве стран Европы и других континентов, применяют также метод *А* (метод третьего угла), принятый в США и ряде стран американского континента. Проецирование по этому методу рассмотрено в приложении 3.

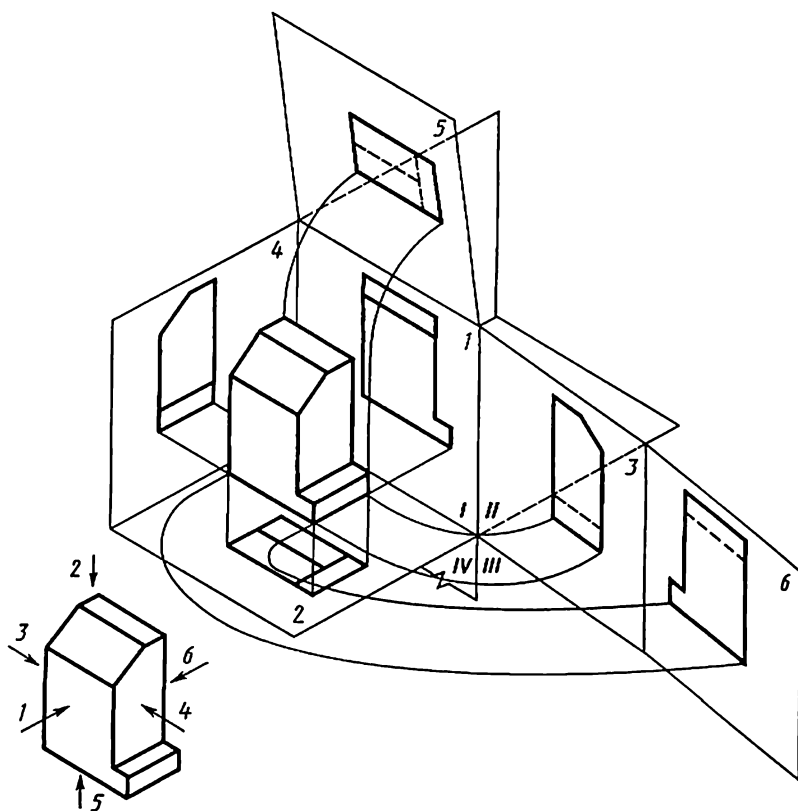


Рис. 1.1

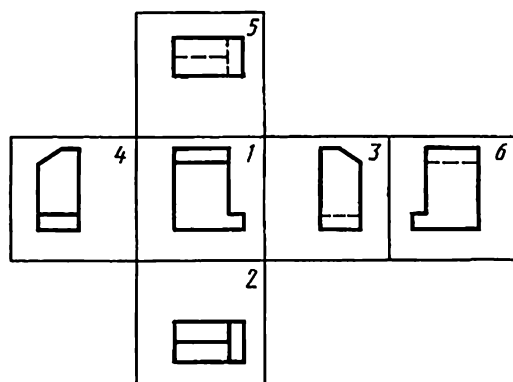


Рис. 1.2

Изображением является любой чертеж, который может быть видом, разрезом или сечением, выполненный установленным способом проецирования, как правило, в определенном масштабе, и служащий 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.

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 учебнике «Начертательная геометрия»¹: призм и пирамид — на рис. 6.4, прямоугольного волновода — на рис. 6.8, пирамиды с вырезом — на рис. 6.10, пересекающихся пирамиды и призмы — на рис. 6.13, б, цилиндрических деталей — на рис. 9.1—9.3, сферы со срезом — на рис. 9.11, различные варианты тора — на рис. 8.13, пересекающихся между собой цилиндров или цилиндра и конуса — на рис. 10.6, 10.7, деталей типа тел вращения — на рис. 10.11 и др.

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 то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Плоскости мысленного рассечения предмета (мнимые плоскости) 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 разрезом в системе трех ортогональных плоскостей проекций дают рисунки 1.3—1.5. Секущая плоскость изображена в виде прозрачной пластины, пересекающей деталь.

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

¹ Здесь и далее см.: Чекмарев А. А. Начертательная геометрия : учебник для СПО / А. А. Чекмарев. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

при проецировании. Над разрезом делают надпись по типу А—А (см. рис. 1.3, 1.5). Толщину штрихов разомкнутой линии обычно выполняют $(1,2 \div 1,5) s$, где s — толщина линии видимого контура чертежа; длина штрихов 10—15 мм. Образец обозначения плоскости разреза приведен на рис. 1.6. Буквы ставят у начала и конца линии сечения, то есть так, чтобы стрелки размещались между буквой и изображением. При этом наклон букв ориентируют по линии рамки.

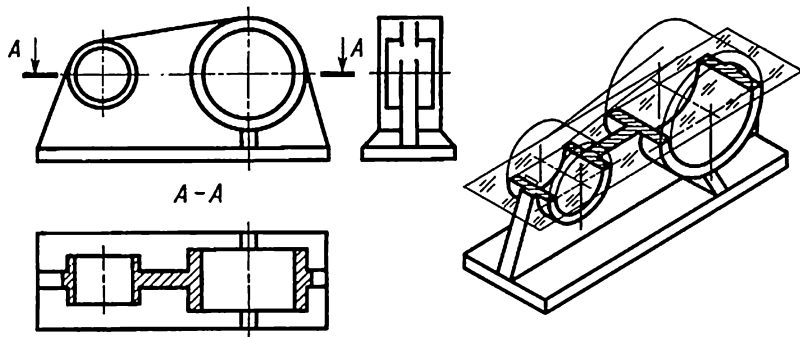


Рис. 1.3

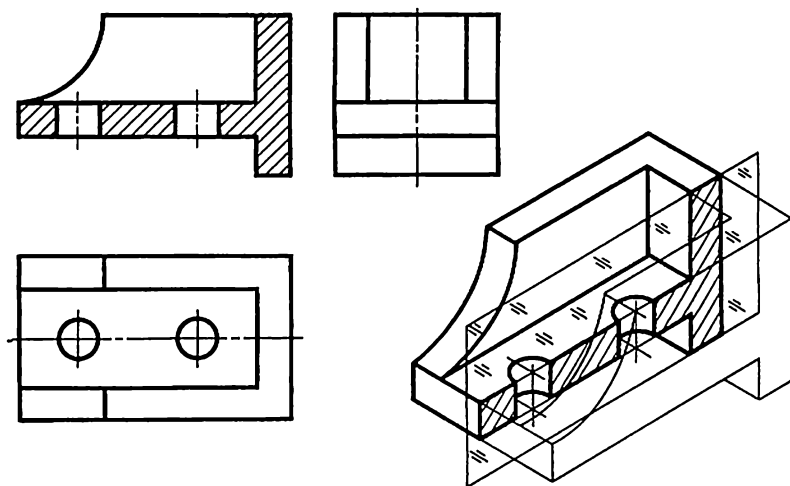


Рис. 1.4

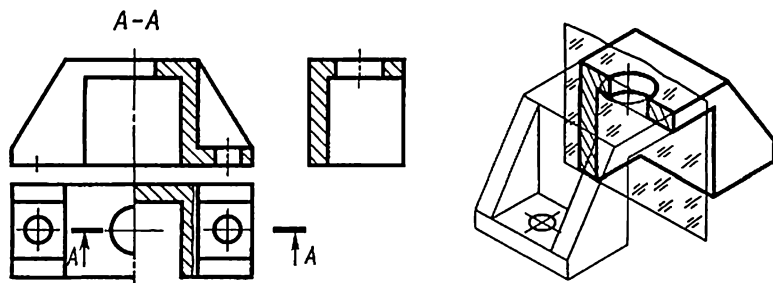


Рис. 1.5

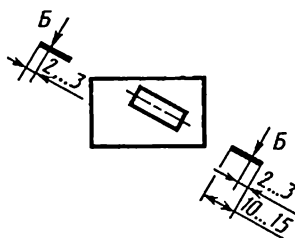


Рис. 1.6

Когда секущая плоскость разреза (горизонтальная, фронтальная или профильная) совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, то положение секущей плоскости не обозначают и разрез не надписывают. По этой причине не надписан разрез фронтальной секущей плоскостью на рис. 1.4 и профильной секущей плоскостью на рис. 1.5. 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. 1.7. Сечение, обозначенное А—А, построено способом, рассмотренным на рис. 6.9¹. Оно несколько смещено вправо относительно положения на фронтальной проекции. Несколько сечений тора плоскостями, параллельными его оси, приведены на рис. 9.13².

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 А—А. 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.

¹ Чекмарев А. А. Начертательная геометрия.

² Чекмарев А. А. Начертательная геометрия.

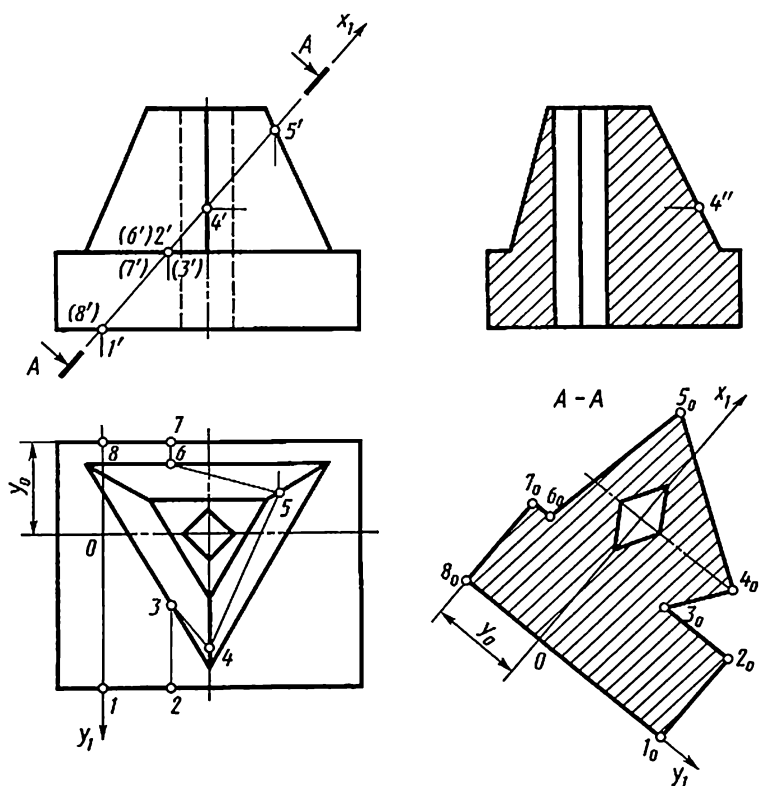


Рис. 1.7

1.2. Виды

Названия основных видов. Для видов, получаемых на основных плоскостях проекций (основные виды, см. рис. 1.2), 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. 1.2. 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 А. 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 штрихо-

выми линиями. В качестве примера на рис. 1.8 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.

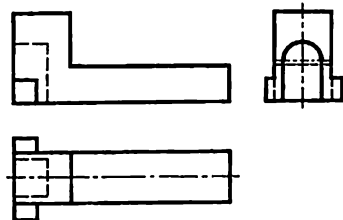


Рис. 1.8

Дополнительный вид. Если какую-либо часть предмета невозможно показать на рассмотренных выше основных видах (см. рис. 1.2) без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций. Применяемый при этом способ перемены плоскостей проекций рассмотрен выше, в параграфе 5.2.

Варианты расположения дополнительного вида на примере прямоугольного волновода показаны на рис. 1.9, а, б, в, при этом расположения а и б предпочтительнее.

Дополнительный вид отмечают на чертеже надписью типа А (рис. 1.9, б, в), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставят стрелку, указывают направление взгляда, с соответствующими буквенными обозначениями (стрелка А, рис. 1.9, б, в). Соотношение размеров для вычерчивания стрелок приведено на рис. 1.10.

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (рис. 1.9, а).

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

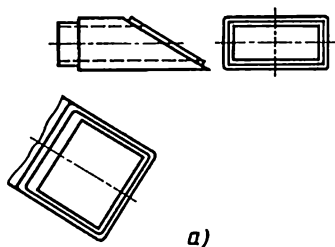
Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере (А на рис. 1.11), или не ограничен (А на рис. 1.12). Местный вид отмечают на чертеже подобно дополнительному виду.

Развернутый вид. Развернутые виды применяют для изображения:

1) искривленных предметов, которые разворачиваются в одну плоскость без искажения, например А системы охлаждения заготовки анода на рис. 1.13;

2) гнутых предметов, которые разворачиваются в одну плоскость; при таком изображении контуры выполняют сплошной линией, а места изгиба обозначают тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками (рис. 1.14). Над изображением развертки помещают специальный знак (рис. 1.14).

Предмет, как правило, изображается в окончательной форме.



a)

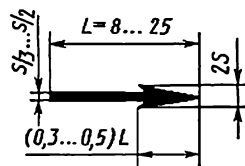
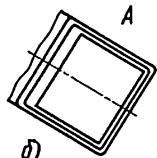
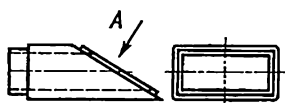


Рис. 1.10



б)

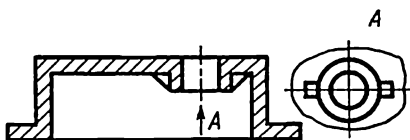
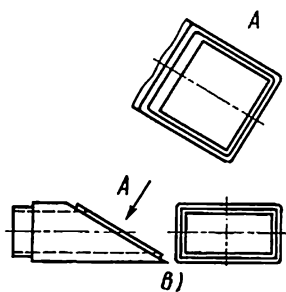


Рис. 1.11



в)

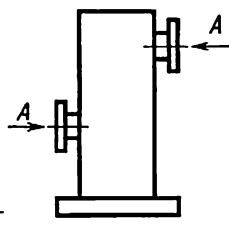
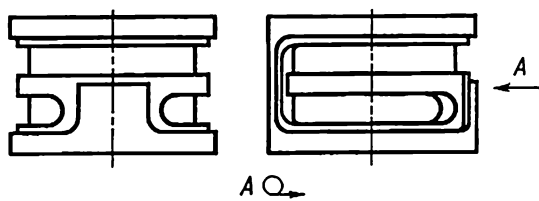


Рис. 1.12

Рис. 1.9



A Q

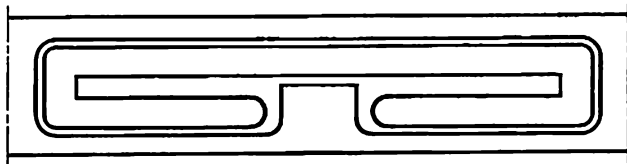


Рис. 1.13

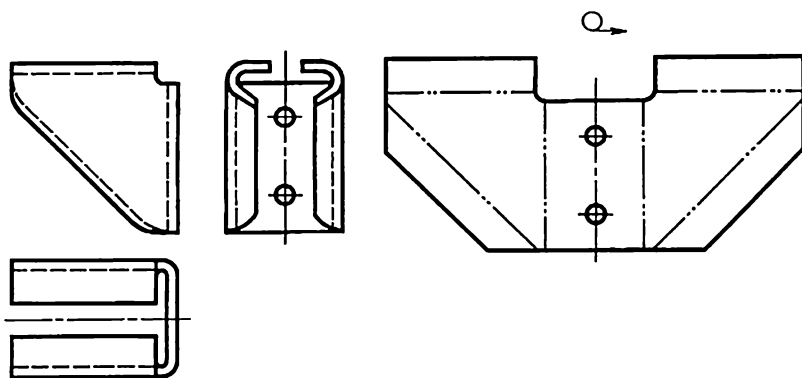


Рис. 1.14

1.3. 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 (см., например, разрез А—А на рис. 1.3);
- *вертикальные* — секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (см., например, разрез на рис. 1.4);
- *наклонные* — секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого, или секущая плоскость которого не параллельна ни одной из основных плоскостей проекций (см., например, разрез А—А на рис. 1.15).

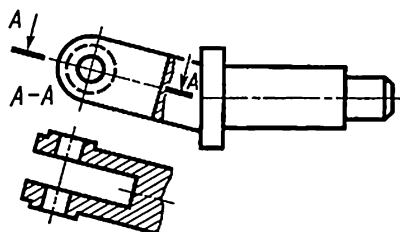


Рис. 1.15

Вертикальный разрез называют *фронтальным*, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (см., например, разрез на рис. 1.4), и *профильным*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (например, на рис. 1.5).

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. 1.4, горизонтальный разрез на рис. 1.3, профильный разрез на рис. 1.5).

Вертикальный разрез, когда секущая плоскость не параллельна фронтальной или профильной плоскостям 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.

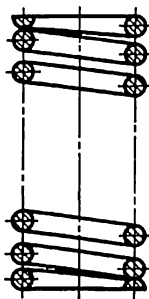


Рис. 1.16

Разрезы называют *продольными*, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (например, продольный разрез пружины на рис. 1.16), 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 (рис. 1.19).

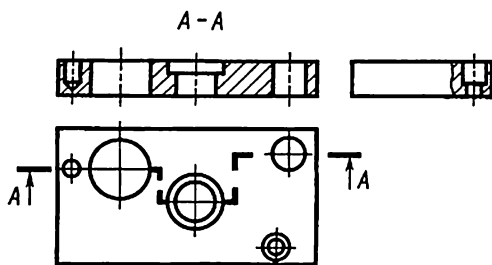


Рис. 1.17

Сложные разрезы. В зависимости от положения секущих плоскостей различают *ступенчатые* и *ломаные* разрезы. Ступенчатыми называют разрезы, когда секущие плоскости параллельны (например, фронтальный разрез А—А на рис. 1.17 при трех секущих плоскостях).

Ломаными называют разрезы, когда секущие плоскости пересекаются (например, разрез А—А на рис. 1.18, а и б).

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость (разрез А—А на рис. 1.18, а).

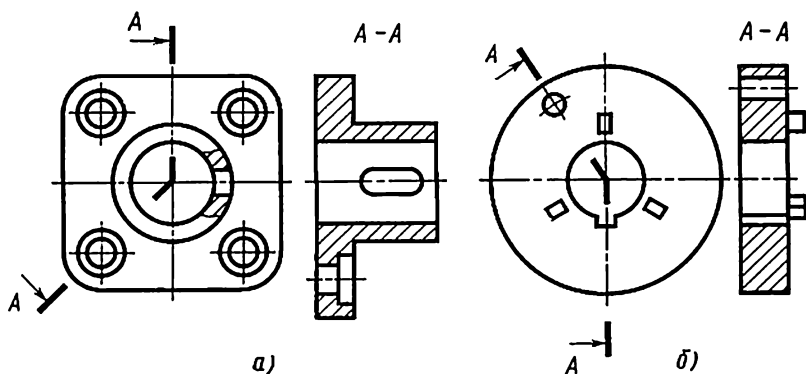


Рис. 1.18

Если совмещенные секущие плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (см. разрезы А—А на рис. 1.18).

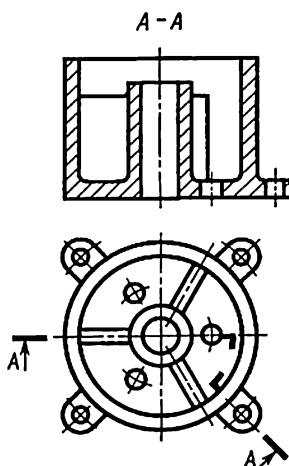


Рис. 1.19

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. 1.18, б).

Наряду с рассмотренными ступенчатыми и ломаными разрезами применяют сложные разрезы по типу, приведенному на рис. 1.19.

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. 1.20).

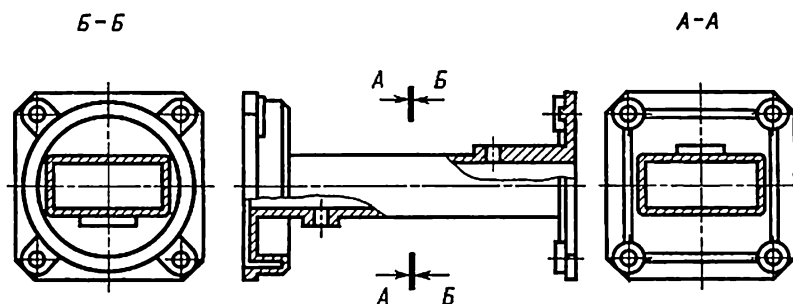


Рис. 1.20

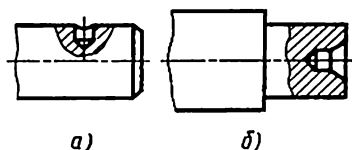


Рис. 1.21

Местный разрез. Разрез, служащий для выявления формы предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называют местным. Местный разрез отделяют от вида сплошной волнистой линией (рис. 1.21, а, б). Эта линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения (рис. 1.21, б).

1.4. Сечения

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на *вынесенные* (рис. 1.22, а) и *наложенные* (рис. 1.22, б). Вынесенные сечения являются предпочтительными, и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 1.22, в).

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения (рис. 1.22, 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. 1.22, а).

Для таких же сечений, наложенных (рис. 1.22, б) или расположенных в разрыве (рис. 1.22, в), линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

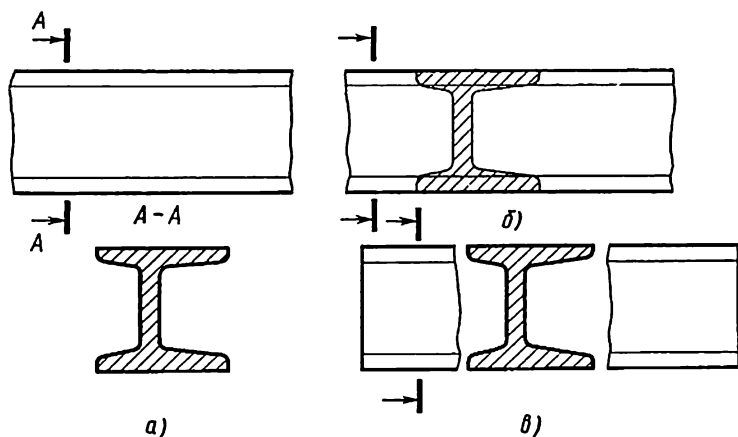


Рис. 1.22

У симметричных сечений, наложенных или вынесенных (рис. 1.23, а, б), 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. 1.22). Допускается располагать сечение на любом поле чертежа. Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения (рис. 1.24). Сечения строят вращением нормального поперечного сечения до положения, параллельного какой-либо плоскости проекций.

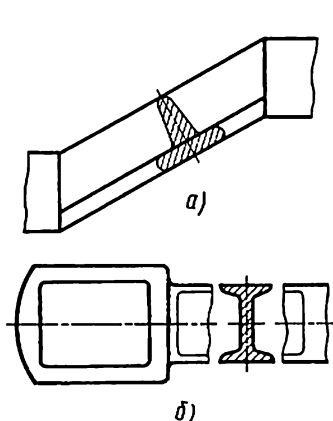


Рис. 1.23

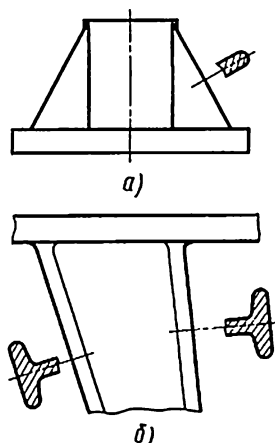


Рис. 1.24

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение, например, сечение А—А на рис. 1.25.

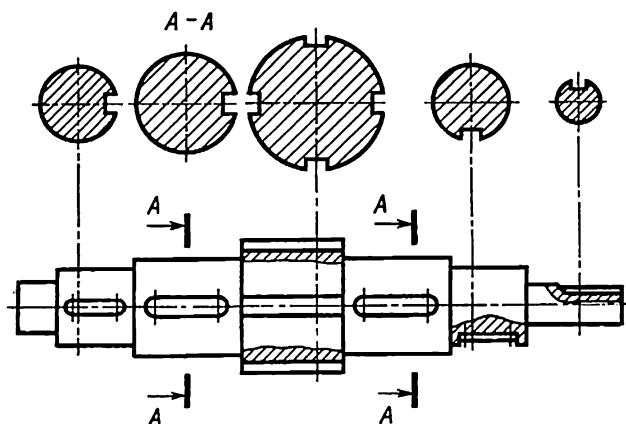


Рис. 1.25

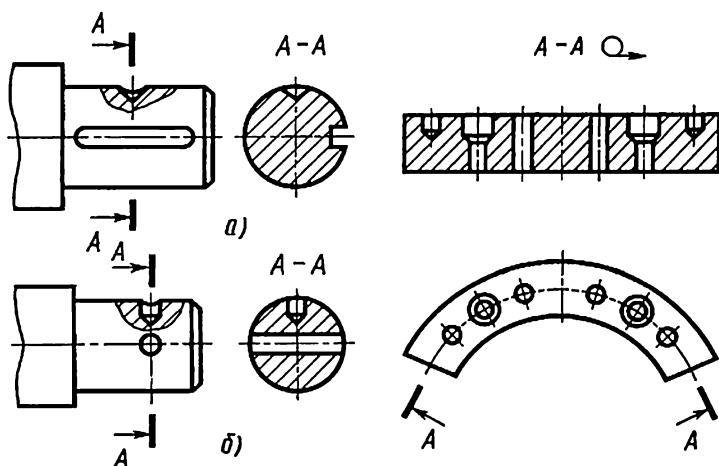


Рис. 1.26

Рис. 1.27

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью. Например, в сечениях А—А на рис. 1.26, а в соответствии с этим требованием изображено коническое углубление, на рис. 1.26, б — цилиндрические сквозное и глухое отверстия.

Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность, развертываемую затем в плоскость (см. рис. 1.27). В этом случае рядом с обозначением сечения указывают $\underline{Q}$.

1.5. 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. 1.28, а, б). Светотень, являющуюся дополнительным средством передачи объема предмета, применяют для придания аксонометрическому изображению большей выразительности (рис. 1.28, б). Чтобы выполнять аксонометрические изображения предметов с учетом светотени, кратко познакомимся с основными правилами этих построений.

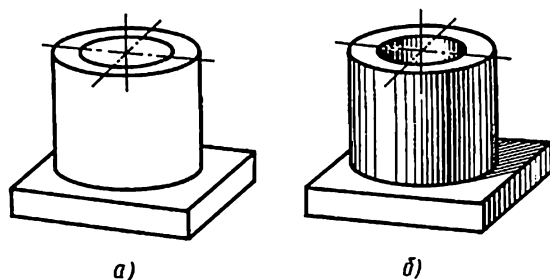


Рис. 1.28

Светотенью называется распределение света на поверхности предмета. В зависимости от формы предмета лучи света, падая на него, распределяются по его поверхности неравномерно, благодаря чему светотень и создает выразительность изображения — рельефность и объемность.

Можно отметить следующие элементы светотени (рис. 1.29): 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.

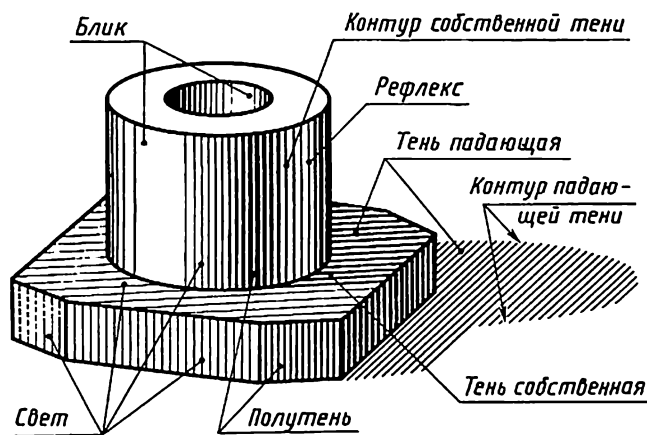


Рис. 1.29

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.

На техническом рис. 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 рис. 1.28, 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 рис. 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. 1.30, где дано направление лучей света S для изометрической (рис. 1.30, а) и двух диметрических проекций с «правой» (рис. 1.30, б) и «левой» (рис. 1.30, в) системой координат.

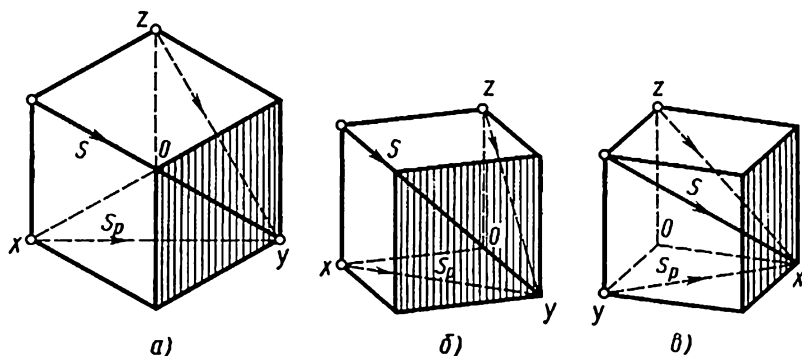


Рис. 1.30

Построение контура собственной тени (линии, отделяющей освещенную часть поверхности от неосвещенной) сводится к построению линии M, N, L касания лучевой поверхности S с поверхностью предмета (рис. 1.31), 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).

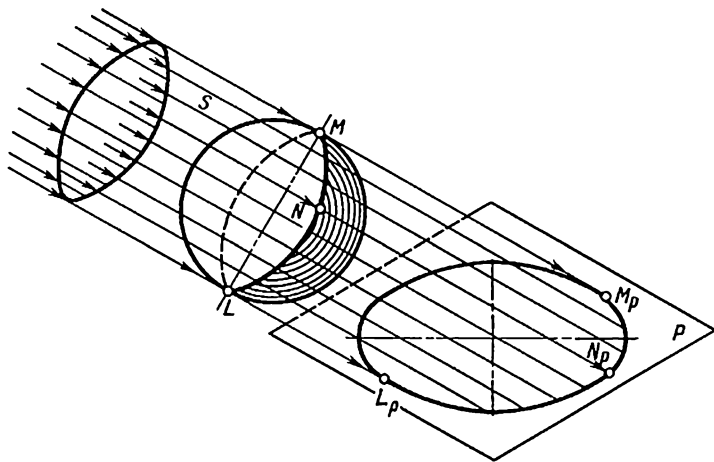


Рис. 1.31

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

На рис. 1.32, 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.

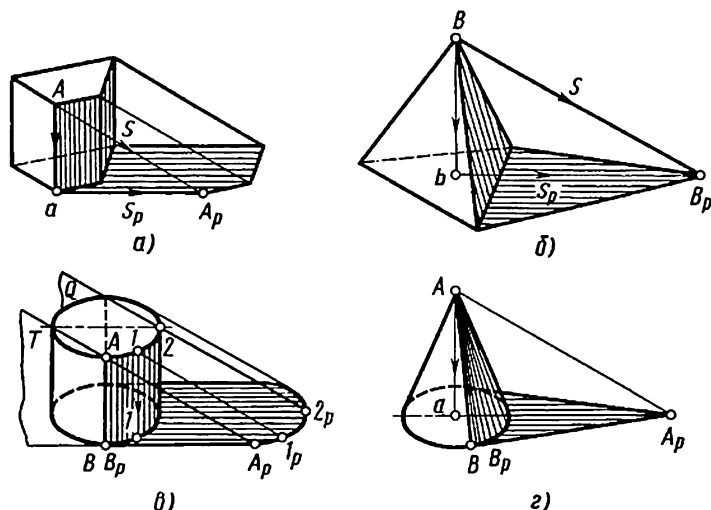


Рис. 1.32

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 к основанию конуса. Точка $B = B_p$ 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. 1.33, где падающая тень построена на плоскости основания призмы и на части цилиндрической поверхности Q . Порядок построения ясен из чертежа.

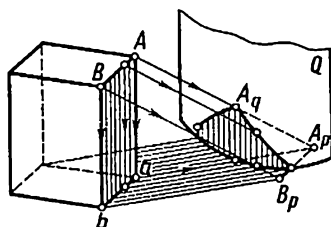


Рис. 1.33

Светотень можно передавать карандашом, пером (тушью) или отмывкой (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 не должна быть очень длинной, так как длинные штрихи проводить трудно. На рис. 1.34 показаны примеры выполнения штриховки на различных поверхностях.

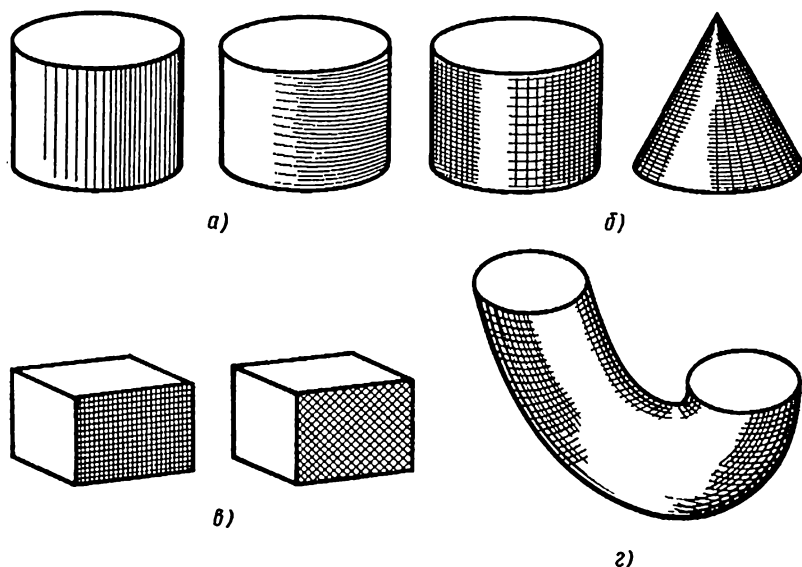


Рис. 1.34

Направление штрихов должно быть согласовано с формой изображаемого предмета (см. рис. 1.34, 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.

Шраффировка является особым видом штриховки, выполненной с помощью чертежных инструментов. Этот способ выполнения светотени наиболее часто применяют в техническом рис., несмотря на то, что, пользуясь им, невозможно получить плавные переходы от светлого к темному на кривых поверхностях. Примеры шраффировки на различных поверхностях показаны на рис. 1.35, 1.36, 1.38, 1.39, а на рис. 1.37 — только аксонометрическое изображение.

Следует заметить, что средством передачи объема нужно пользоваться в технических рисунках осторожно и экономично, не делая такое изображение самоцелью. На рис. 1.37 приведен пример передачи формы предмета без нанесения тени.

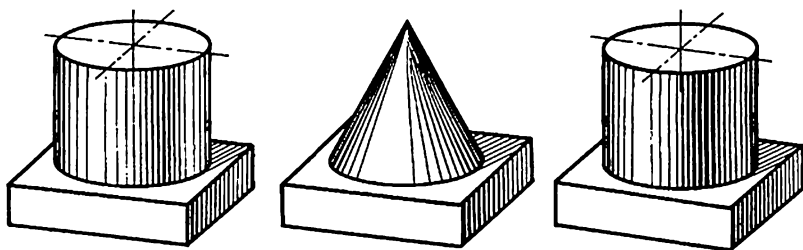


Рис. 1.35

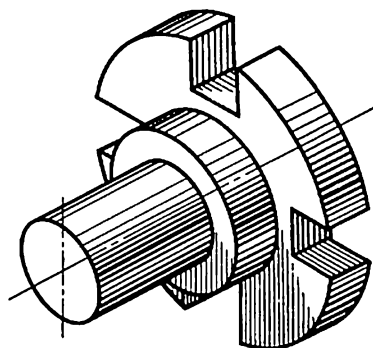


Рис. 1.36

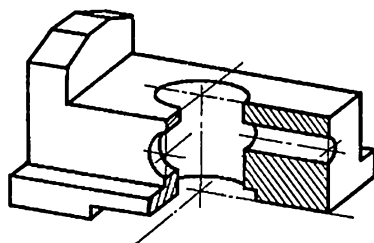


Рис. 1.37

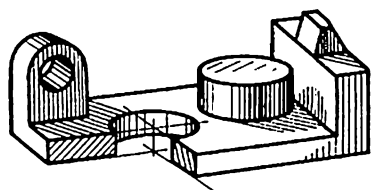


Рис. 1.38

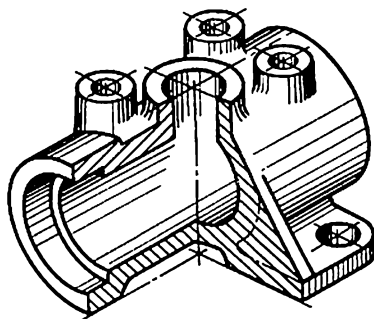


Рис. 1.39

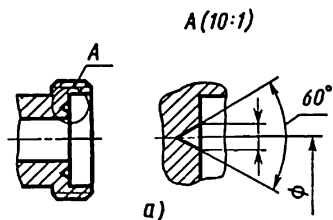
1.6. Выносные элементы

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

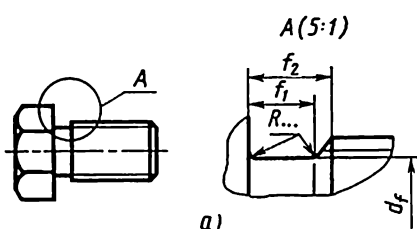
Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по содержанию (например, изображение может быть видом, а выносной элемент — разрезом).

При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией — окружностью, овалом и т. п. с обозначением буквы выносного элемента

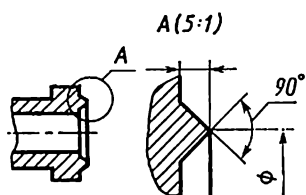
на полке линии-выноски. У выносного элемента указывают букву и масштаб (рис. 1.40, а, б). На рис. 1.40, б выносной элемент выполнен как вид, на изображении детали ему соответствует разрез. На рис. 1.41, а и б приведены выносные элементы, показывающие конструкцию канавки и зуба разборного соединения и схему нанесения размеров.



а)

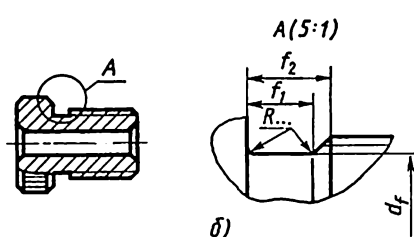


а)



б)

Рис. 1.40



б)

Рис. 1.41

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

1.7. 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 представляют 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. 1.42 на виде слева показано немного более его половины.

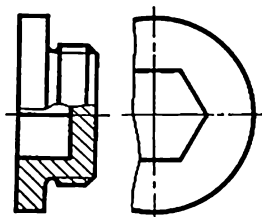


Рис. 1.42

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 приведены изображения радиатора охлаждения (рис. 1.43, а), коллектора электронов мощного электронного прибора с развитой наружной поверхностью охлаждения в виде кольцевых ребер прямоугольного профиля (рис. 1.43, б). На рис. 1.43, в приведен чертеж зубчатого колеса с наружным зубчатым венцом, форма зубьев показана на виде слева.

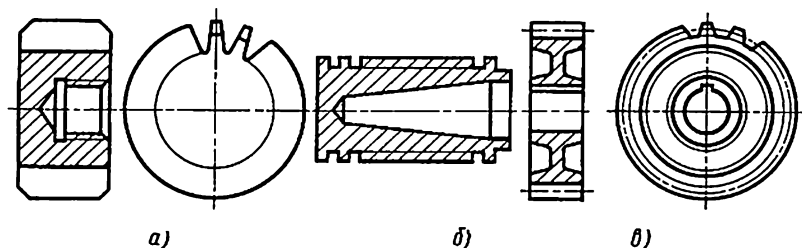


Рис. 1.43

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. 1.16). Аналогично изображены витки подогревателя катода электровакуумного прибора (рис. 1.44, а) и индуктора (рис. 1.44, б) для нагрева током высокой частоты, охлаждаемого водой.

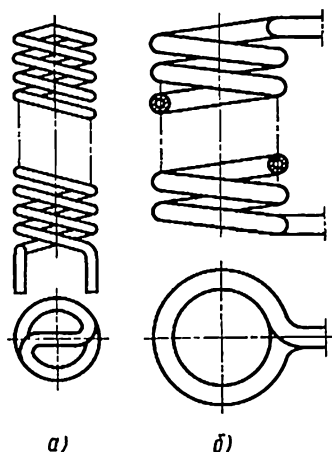


Рис. 1.44

Плавный переход от одной поверхности к другой показывают условно тонкой линией, например от конических поверхностей к цилиндру на рис. 1.40, а, б (радиус перехода $R \dots$), 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 линиями. Так, на рис. 1.45 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. 1.46).

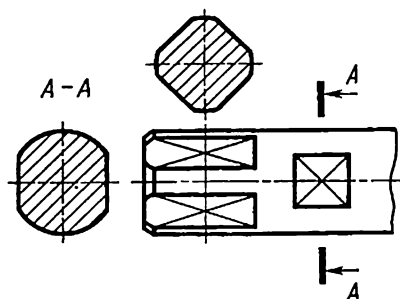


Рис. 1.45

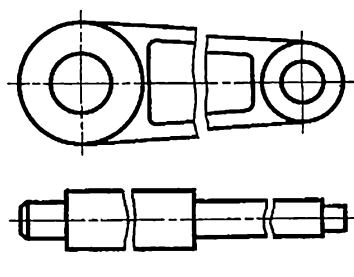


Рис. 1.46

На чертежах предметов со сплошной сеткой, плетенкой, орнаментом, рельефом, рифлениями и т. д. допускается изображать эти элементы частично, с возможным упрощением. Так, например, на рис. 1.47 частично и упрощенно изображено сетчатое рифление на цилиндрической поверхности детали.

Для упрощения чертежей или сокращения количества изображений допускается:

а) часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, изображать штрихпунктирной утолщенной линией непосредственно на разрезе; такой наложенной проекцией на рис. 1.48 на разрезе А—А 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. 1.49, а) или паза (рис. 1.49, б);

в) изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, когда они не попадают в секущую плоскость (рис. 1.50).

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.

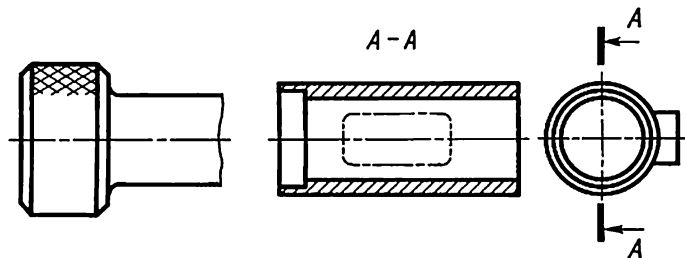


Рис. 1.47

Рис. 1.48

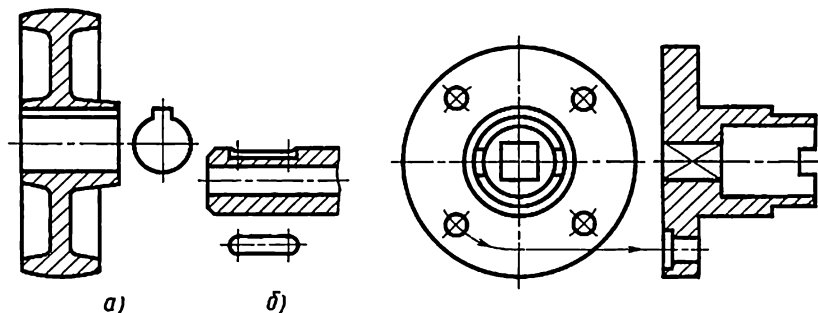


Рис. 1.49

Рис. 1.50

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

1.8. Примеры построения изображений — видов, разрезов, сечений

На рис. 1.51 показаны два чертежа одного предмета — треугольной пирамиды с призматическим отверстием. Изображения на рис. 1.51, а — только виды. Изображения на рис. 1.51, б — главный вид, часть вида сверху и часть горизонтального разреза А—А, профильный разрез. Чертеж на рис. 1.51, б значительно более нагляден, информативен, чем чертеж на рис. 1.51, а. Для более четкого представления условностей разрезов рассмотрим построение проекций некоторых точек. Пусть задана проекция n . Точка N находится на сечении пирамиды секущей

горизонтальной плоскостью разреза $A—A$. Ее фронтальную проекцию n' строим в проекционной связи на фронтальной проекции — фронтальном следе секущей плоскости разреза $A—A$. По положению проекции l' видно, насколько ниже секущей плоскости разреза $A—A$ расположена точка L боковой грани призматического отверстия.

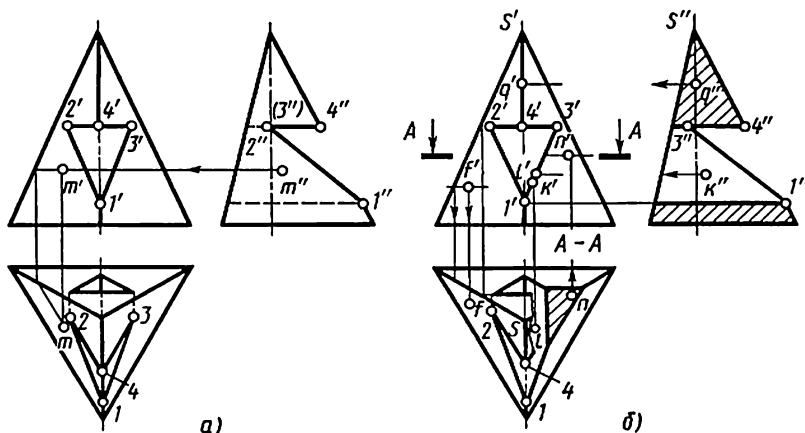


Рис. 1.51

По профильной проекции q'' фронтальная проекция q' 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. 1.51, а построены по профильной проекции m'' точки, расположенной на боковой грани пирамиды. Аналогичная точка F на рис. 1.51, б имеет лишь две проекции f' и f .

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

Усеченная пирамида с отверстиями. Исходный чертеж-задание приведен на рис. 1.52, а. Требуется выполнить чертеж в системе трех плоскостей проекций, построив 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 расчлениают 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 положении. Выявляют плоскости или оси симметрии как всего предмета, так и отдельных его элементов.

В данном примере (рис. 1.52, б) четырехугольная усеченная пирамида имеет вертикальное и горизонтальное отверстия призматической

формы. Грани горизонтального окна перпендикулярны плоскости V . Кроме того, боковые грани параллельны плоскости W , а нижняя параллельна плоскости H . Треугольное вертикальное отверстие изображено на главном виде (линия невидимого контура) и на виде сверху, горизонтальное пятиугольное окно — только на главном виде.

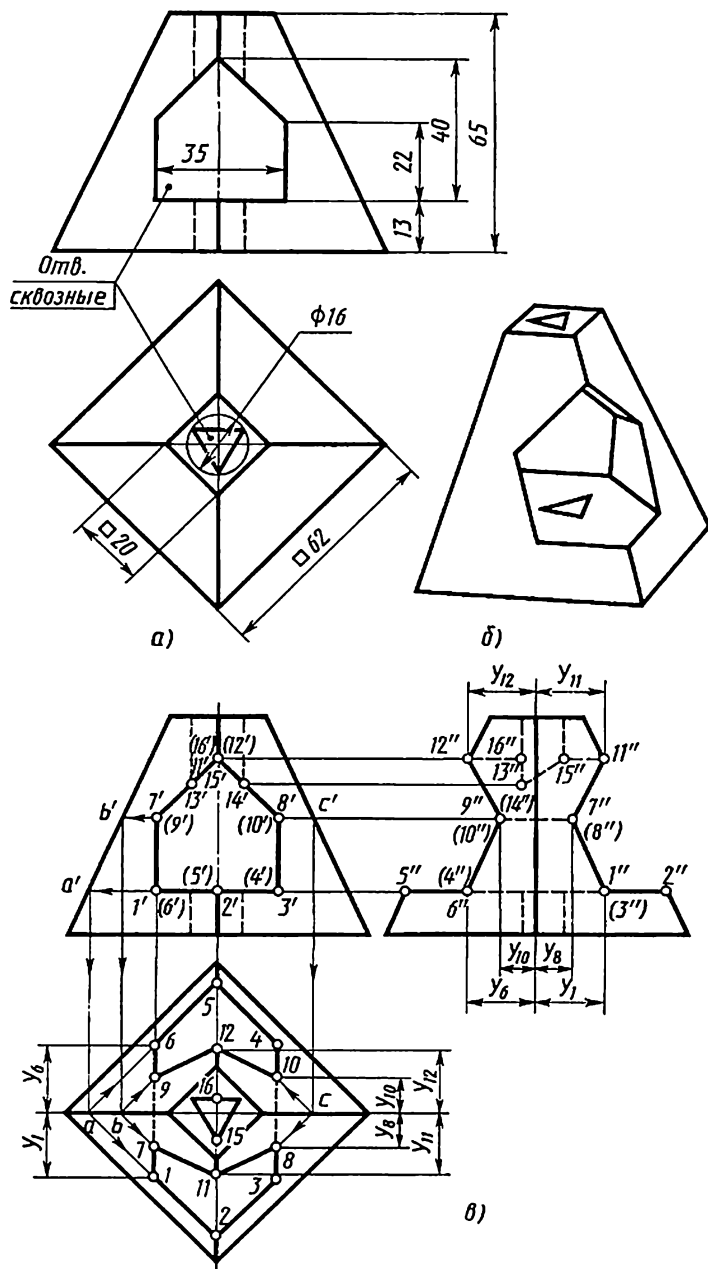


Рис. 1.52

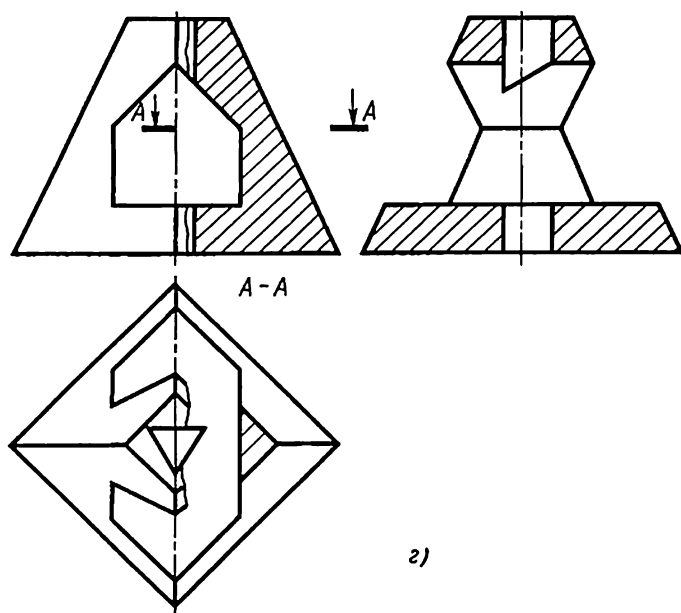


Рис. 1.52 Продолжение

Построение вида сверху в части изображения горизонтального пятиугольного призматического окна и вида слева пирамиды в целом приведено на рис. 1.52, 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 b —7, b —9, c —8 и c —10. 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. 1.52, г. При этом учтено, что тело

пирамиды в осевой плоскости симметрии — профильной — имеет ребра, проходящие через точки 11 и 2, 12 и 5. Поэтому несколько более половины главного вида соединено с фронтальным разрезом, несколько более половины вида сверху соединено с разрезом А—А.

Пример выполнения чертежа шара с отверстием сложной формы в системе V, H, W приведен на рис. 1.53, *а* — исходное задание; рис. 1.53, *б* — наглядное изображение; рис. 1.53, *в* — построение видов; рис. 1.53, *г* — окончательный чертеж. 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. 1.54, *а, б*. Плита имеет одну плоскость симметрии (на виде сверху внешняя форма изображена прямоугольником с размерами 140×90 мм) и верхнюю ступенчатую поверхность, образованную 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) находится 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.

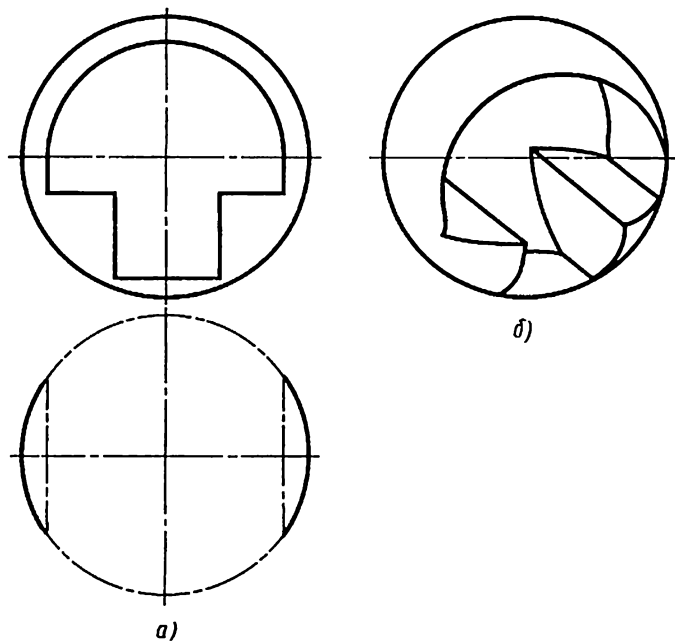


Рис. 1.53

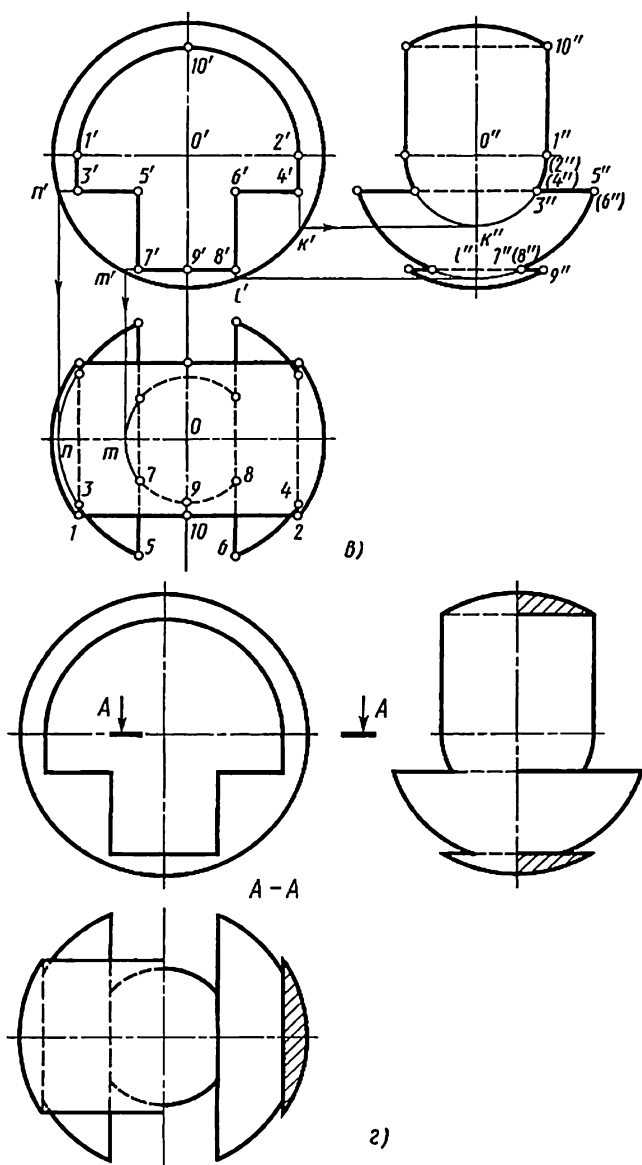


Рис. 1.53. Продолжение

Из приведенного анализа формы плиты очевидны построение третьей проекции и выполнение необходимых разрезов. По заданным 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 А—А;
- для выявления ступенчатых стенок в фасонном отверстии плиты и двух отверстий диаметром 8 мм выполнен профильный разрез Б—Б; он соединен с видом слева половины плиты;

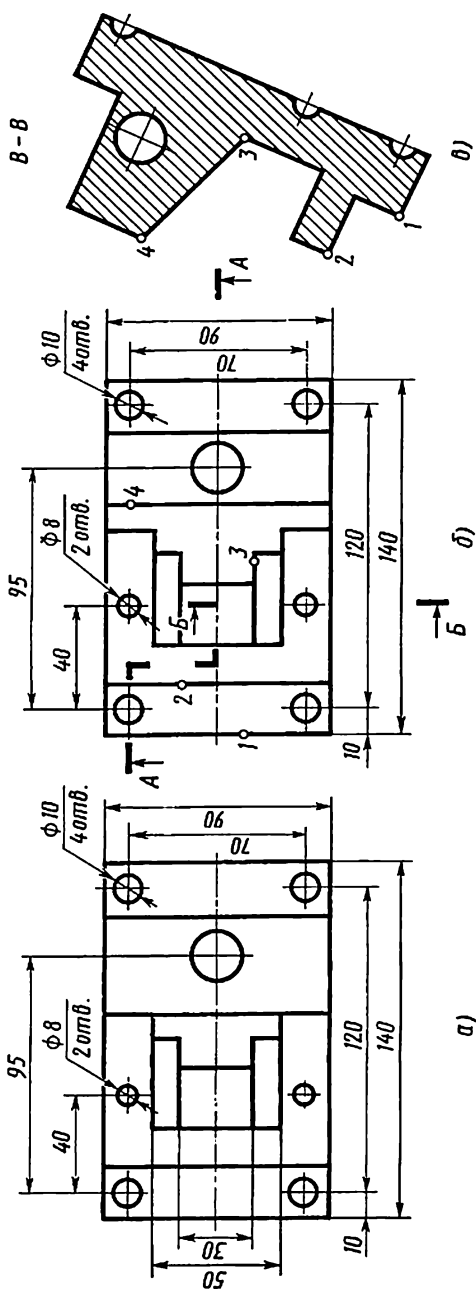
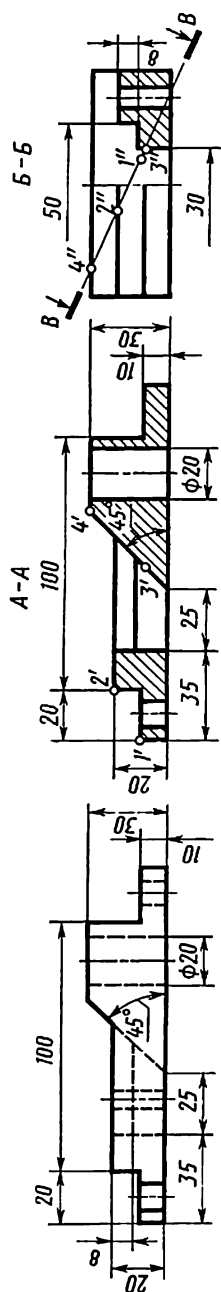


Рис. 1.54

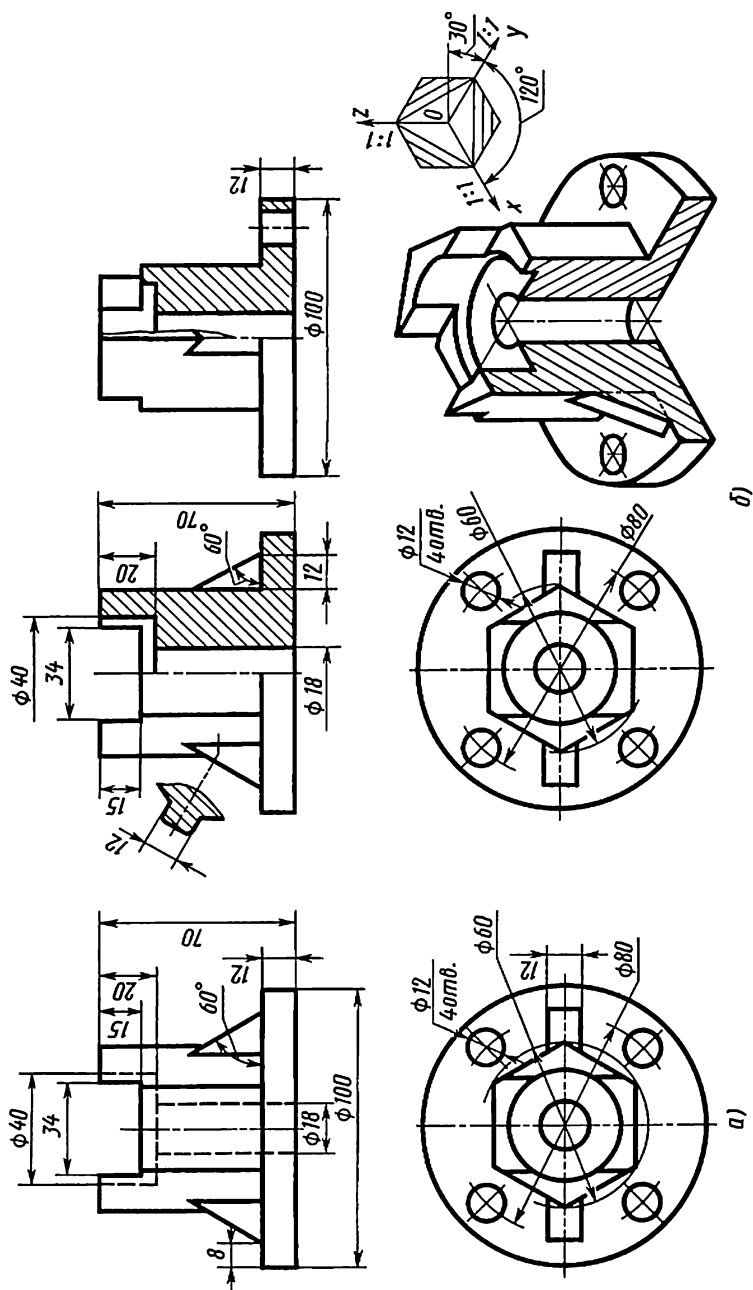


Рис. 1.55

— 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;

— построены сечение $B-B$; горизонтальная и фронтальная 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. 1.55, а, б. Корпус имеет форму полой шестигранной правильной призмы с диаметром описанной окружности 60 мм. В основании — круглый фланец диаметром 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 плоскостью. 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.

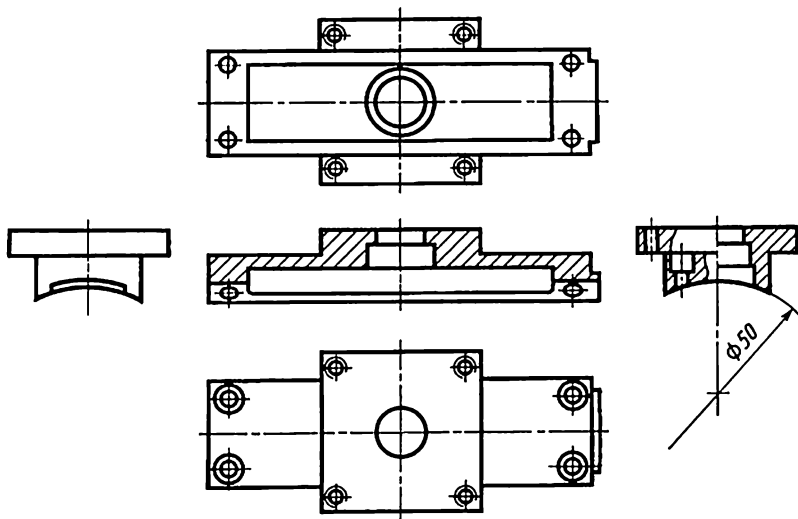


Рис. 1.56

На профильном разрезе условно изображено крепежное отверстие на круглом фланце, не попадающее в секущую плоскость (см. рис. 1.50). Тонкостенное ребро на фронтальном разрезе, стенки которого парал-

лельны 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. 1.56. Фронтальный разрез, вид сверху, 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.

Контрольные вопросы

1. Как называют основные виды и где их располагают на чертежах?
2. Какие дополнительные виды применяют для изображения и как их указывают на чертежах?
3. Что называют разрезом и как изображают простые разрезы?
4. Какие разрезы называют сложными и как их обозначают на чертежах?
5. Что называют сечением и как его изображают на чертежах?
6. Что называют выносным элементом и как его изображают на чертежах?
7. Как изображают винтовые линии пружин на чертеже?

Глава 2

ИЗОБРАЖЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ, ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ

2.1. 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. 2.1. В конструкции (рис. 2.1, а) разъемного фланцевого соединения вакуумного трубопровода применены три вида соединений: разъемное (вакуумное и болтовое) и неразъемное (сварное). Соединение фланцев 1 и 2 образуют кольцевой зуб на фланце 1 и ответная канавка на фланце 2, в которую зуб вдавливают металлическую кольцевую прокладку 3 из пластичного ленточного материала, например меди. Формы сечений зуба и канавки установлены экспериментально и приведены выше (см. выносные элементы 1 на рис. 1.41, а и б). 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. 2.1, б) применены два резьбовых соединения — накидной гайки 3 со штуцером 4 и штуцером 4 с корпусом 6. Герметичное уплотнение между 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.

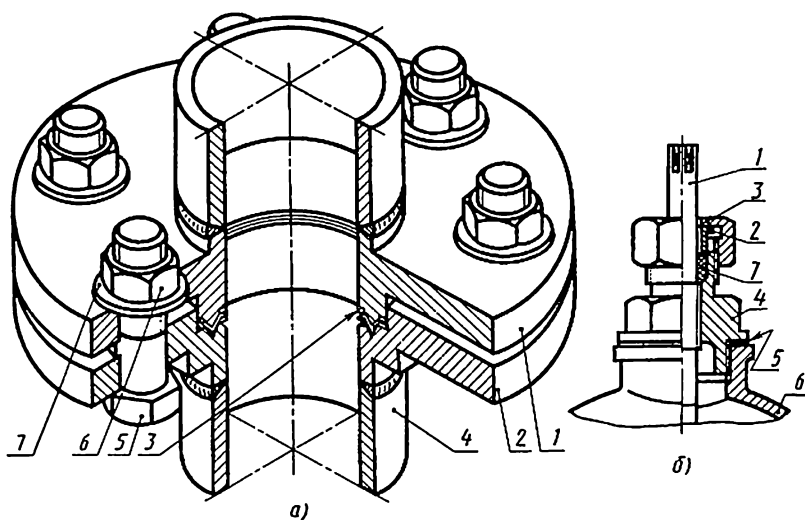


Рис. 2.1, а, б

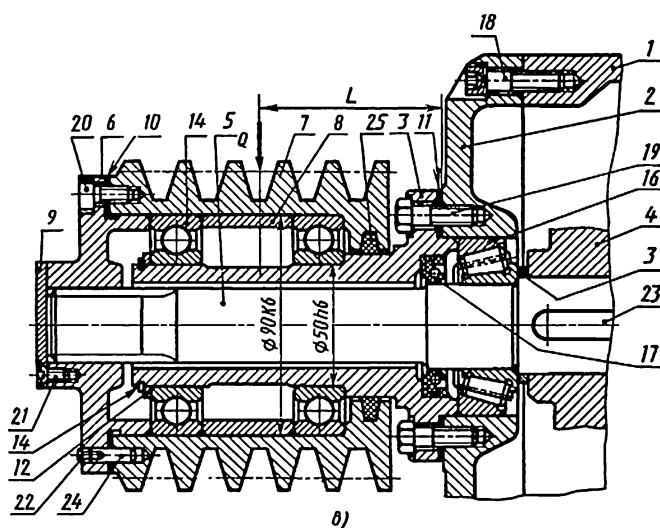


Рис. 2.1, в

В конструкции (рис. 2.1, 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 закре-

плен кронштейн (цапфа) 3, являющийся опорой для подшипников 14 шкива 7. На шкиве 7 винтами 20 закреплен фланец 6 (имеющий внутренние шлицы, рис. 2.37), 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 от выпадения. 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.

В конструкции сверхвысокочастотного электровакуумного прибора (рис. 2.1, з) — резонансного разрядника — применены резьбовое соединение, соединения пайкой, склеиванием, сваркой, завальцовкой, пайка стекла с металлом. Поясним их.

Винтовой механизм (в верхней части на рис. 2.1, з) обеспечивает регулирование расстояния между коническими электродами, между которыми возникает электрический разряд при прохождении через разрядник электромагнитной энергии выше определенного уровня мощности. Винтовой механизм состоит из винта 4, имеющего внутреннюю более мелкую и наружную более крупную резьбы, стержня 5 с наружной резьбой и втулки 6 с внутренней резьбой. Принцип работы такого механизма будет рассмотрен ниже.

Соединение завальцовкой применено для закрепления кольца 11 во втулке 6: при завальцовке цилиндрическая часть втулки пластически деформирована так, что она обжала наружную коническую поверхность кольца 11.

Соединение двух стеклянных дисков 14 с корпусом 1 выполнено с помощью стеклоэмали. Изображают такое соединение на чертежах, как и соединения склеиванием. С помощью мастики 18 колпачок 9 приклеен к стеклу. Это соединение обеспечивает механическую прочность крепления колпачка. Электрический контакт колпачка с центральным электродом 12 обеспечивает соединения пайкой легкоплавким припоем с трубкой 13 и точечной сваркой трубки 13 с электродом 12.

Пайкой стекла с металлом образованы соединения электрода 12 со стеклянной оболочкой 17, стаканчика 8 с цилиндром 16, пайкой стекла со стеклом соединен диск 15 с цилиндром 16 и стеклянной оболочкой 17.

Пайкой тугоплавким припоем (температура плавления выше 750° С) соединены между собой детали: корпус 1, электрод 3, втулки 6, 7, стаканчик 8, мембрана 10, электрод 2, винт 5.

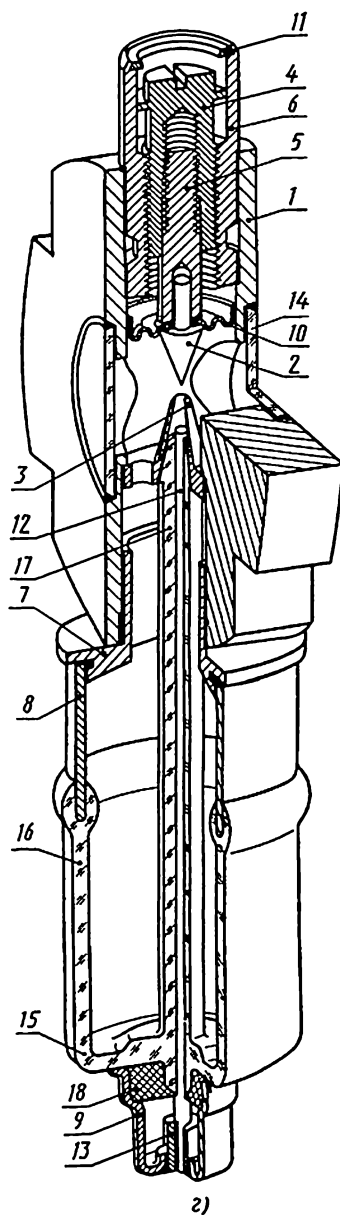


Рис. 2.1, г

2.2. Изображение резьбы и резьбовых соединений

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 соосные винтовые

поверхности — прямые (см. рис. 8.8, 8.9)¹, 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).

Резбовое 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. 2.2. 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. 2.2, а резьба имеет трапецеидальный профиль, а на рис. 2.2, б — треугольный профиль.

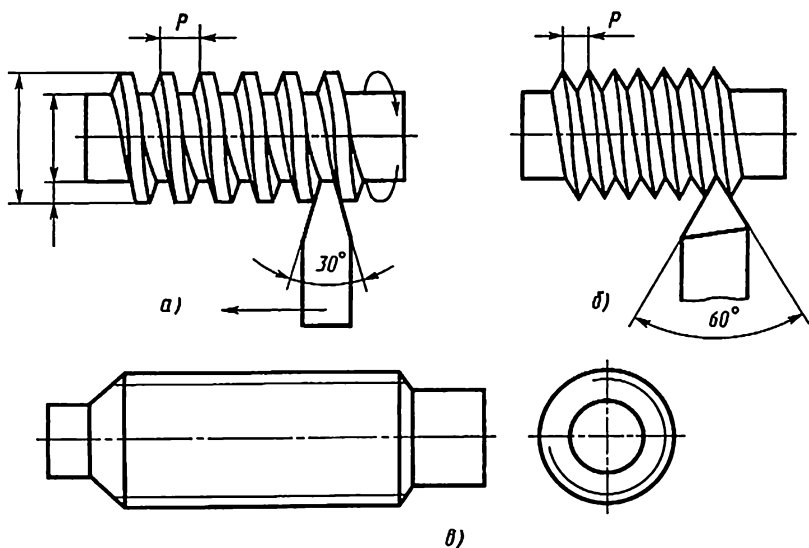


Рис. 2.2

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. 2.2, в с обозначениями, рассматриваемыми ниже. На плоскости проекций, перпендикулярной оси резьбы, тонкую линию по границе впадин делают разомкнутой в любом месте на участке

¹ Чекмарев А. А. Начертательная геометрия.

около $1/4$ окружности, но она не должна начинаться и кончаться у центральной линии.

Кроме нарезания резьбовыми резцами на токарно-винторезных станках, ее можно нарезать плашками (рис. 2.3), накатывать резьбонакатными роликами или гребенками.

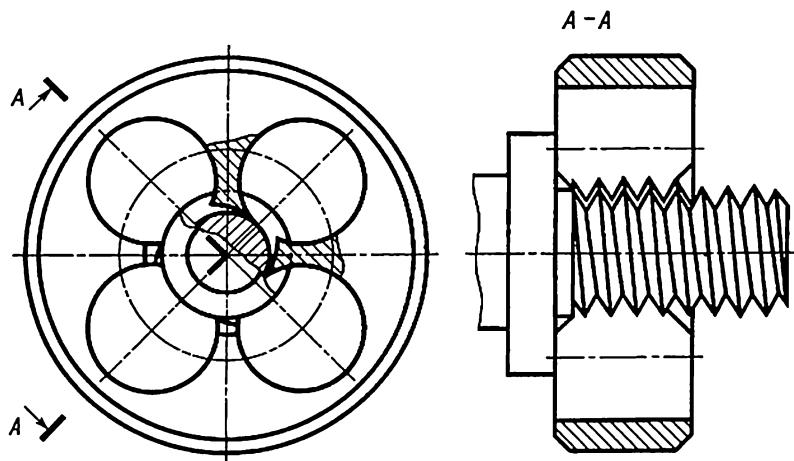


Рис. 2.3

Если в конце резьбы резец плавно отводят от детали, то получается участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали (рис. 2.4). Такой участок называют сбегом резьбы (на рис. 2.4 сбег резьбы на длине L_1). В местах перехода от резьбового участка к торцу детали при нарезке резьбы плашкой также может оставаться участок с неполным профилем резьбы (см. рис. 2.3 слева от плашки). Этот участок называют недорезом. Его необходимо учитывать при конструировании соединений.

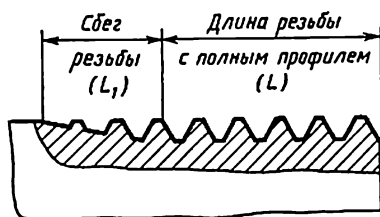


Рис. 2.4

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 охватываемой поверхностью.

Внутреннюю резьбу нарезают резцом или с помощью специального резьбонарезного инструмента — метчика (рис. 2.5, в, з). 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. 2.5:

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

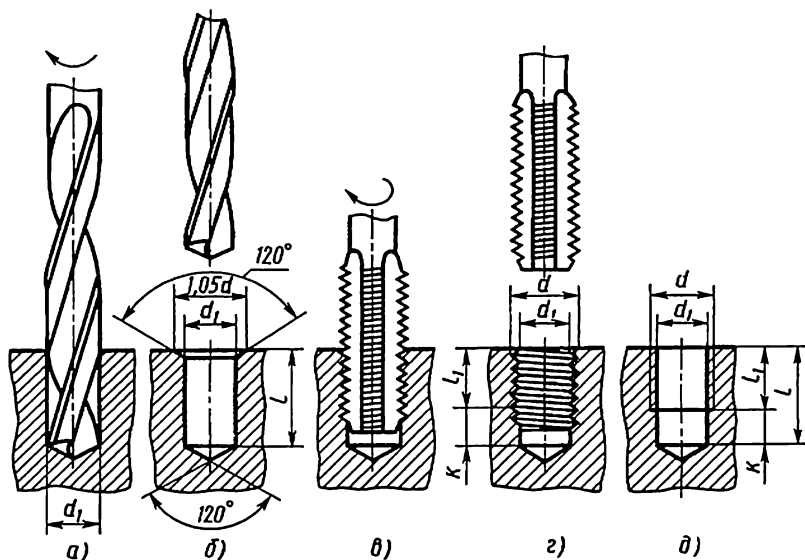


Рис. 2.5

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 сбега резьбы. В свою очередь на деталях длину резьбы 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. 2.5, 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. 2, 4, з). На чертеже указывают длину резьбы с полным профилем l_1 и длину цилиндрического

отверстия l (рис. 2.5, д). 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. 2.5, 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. 2.5, 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. Пример двухзаходной винтовой линии приведен в учебнике «Начертательная геометрия» (см. рис. 7.7).

Основные параметры резьбы. На рис. 2.6 изображен профиль резьбы (сопряженных, свинченных внутренней и наружной резьб) и обозначены его основные параметры.

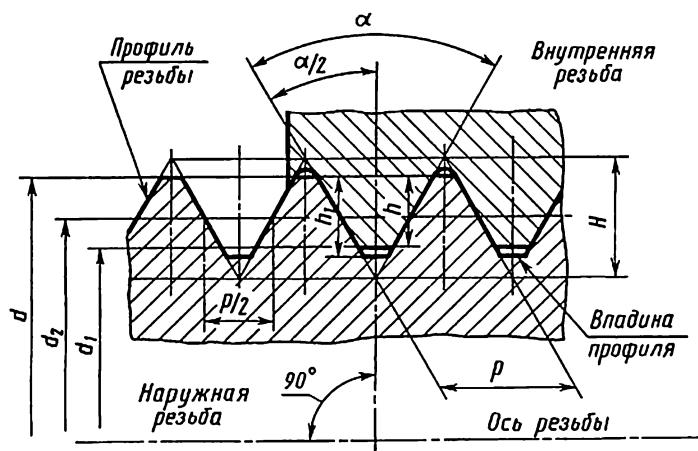


Рис. 2.6

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. 2.2, 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.

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 t — 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 буквенно-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. 2.6) 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 мелкими шагами (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 таблице 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. Так, например, если по конструктивным соображениям допустимо использование резьб диаметром 14, 15 или 16 мм (см. табл. VII.2), то должна быть использована резьба с диаметром 16 мм.

Трубная цилиндрическая резьба. Эту резьбу используют для соединений в трубопроводах, цилиндрических резьбовых соединениях. Профиль этой резьбы (рис. 2.7) — равнобедренный треугольник с углом $\alpha = 55^\circ$, вершины и впадины профиля закруглены, а в соединении между вершинами и впадинами наружной и внутренней резьбы отсутствуют зазоры. Трубная резьба разработана в дюймовой системе (1 дюйм = 1" = 25,4 мм) и имеет мелкие шаги. 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 проходным размерам трубопроводов, арматуры и соединительных частей.

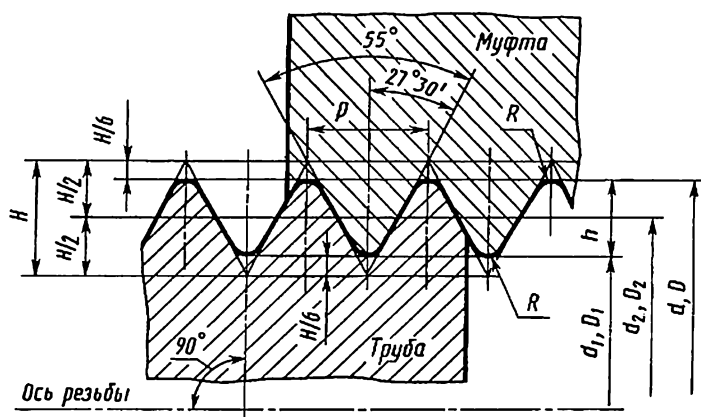


Рис. 2.7

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 таблице 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 герметичность соединений без применения специальных уплотнений. Трубные конические резьбы (рис. 2.8) имеют два варианта профиля резьбы (при исходном профиле в форме равнобедренного треугольника):

— закругленный профиль с углом профиля $\alpha = 55^\circ$ (размер этой трубной конической резьбы стандартизован ГОСТ 6211—81);

— дюймовый с углом профиля $\alpha = 60^\circ$ (размеры этой конической дюймовой резьбы установлены ГОСТ 6111—52).

Конусность поверхностей, на которых нарезают резьбу, обычно равна 1:16 (обозначение конусности см. на рис. 2.8 вверху 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 диаметры резьбы равны номинальным диаметрам трубной цилиндрической резьбы.

Резьба трапецеидальная (ГОСТ 24738—81). Профиль резьбы — равнобочная трапеция с углом профиля 30° между боковыми сторонами (рис. 2.9, а). Стандартизована для диаметров от 10 до 640 мм с шагами от 2 до 48 мм. Для каждого диаметра стандарт предусматривает три различных шага.

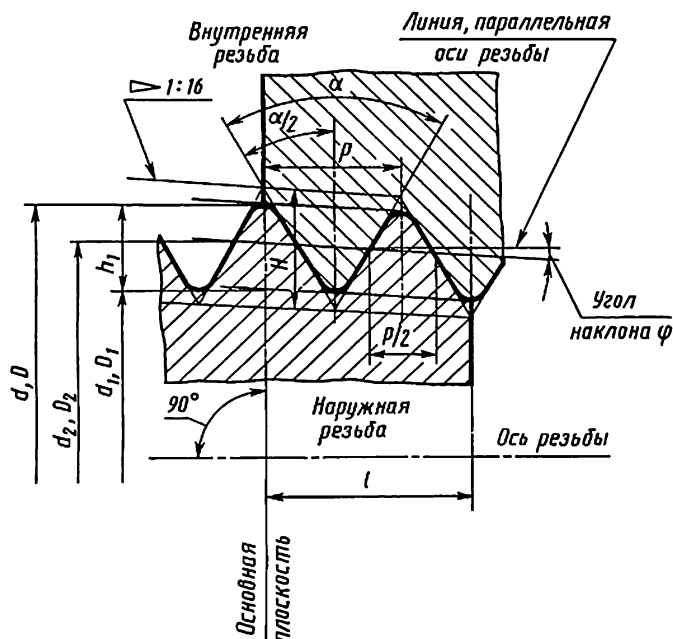


Рис. 2.8

Резьба упорная (рис. 2.9, 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.).

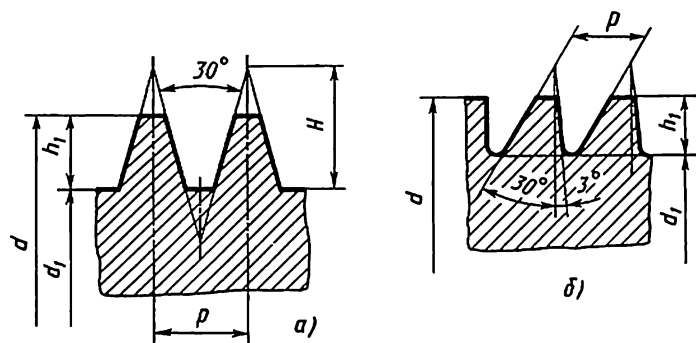


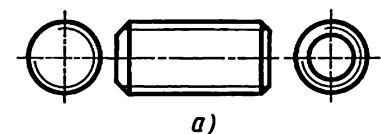
Рис. 2.9

Изображение резьб. Примеры изображения наружной цилиндрической и конической резьбы на всей длине детали приведены на рис. 2.10 (см. также рис. 2.2, в), внутренней цилиндрической и конической резьбы — на рис. 2.11 (см. также рис. 2.5, д).

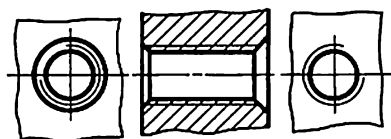
Фаску, размер которой совпадает с глубиной резьбы, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, не изображают. Поэтому

на рис. 2.10, а и 2.11, а на виде слева фаска не изображена, а на виде справа фаска показана, так как она значительно больше глубины резьбы.

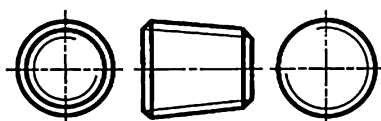
Невидимую резьбу изображают штриховыми линиями одинаковой толщины по наружному и внутреннему диаметрам.



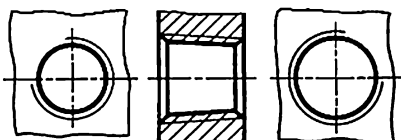
а)



а)



б)



б)

Рис. 2.10

Рис. 2.11

Линию, определяющую границу резьбы, наносят в конце полного профиля резьбы (до начала сбega). Границу резьбы проводят всегда до линии наружного диаметра резьбы и изображают, когда она видима, сплошной основной линией (рис. 2.12).

Штриховку в разрезах и сечениях доводят до сплошной толстой линии, т. е. до линии наружного диаметра наружной резьбы (рис. 2.13) и до линии внутреннего диаметра внутренней резьбы (рис. 2.12).

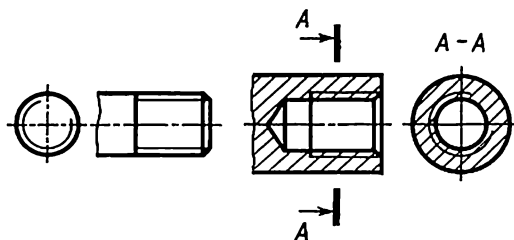


Рис. 2.12

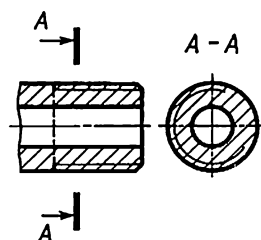


Рис. 2.13

Сбег резьбы, если необходимо, изображают сплошной тонкой линией. Примеры изображения сбega резьбы приведены на рис. 2.14 для наружной (а) и внутренней (б) резьбы. За сбегом резьбы при нарезании резьбы в упор (рис. 2.14, б) может оставаться участок без резьбы, называемый недоходом. В результате сбega резьбы и недохода возникает недорез резьбы (рис. 2.14, а). Наличие недореза резьбы необходимо учитывать при конструировании резьбовых соединений, а длину полного профиля указывать в чертежах с учетом стандартной длины недореза.

Если глухое отверстие с резьбой выполняют в стенке детали, которая является герметичной или вакуумно-плотной (рис. 2.15), то обязательно указывают глубину L отверстия под резьбу до вершины гнезда наряду с длиной l резьбы полного профиля.

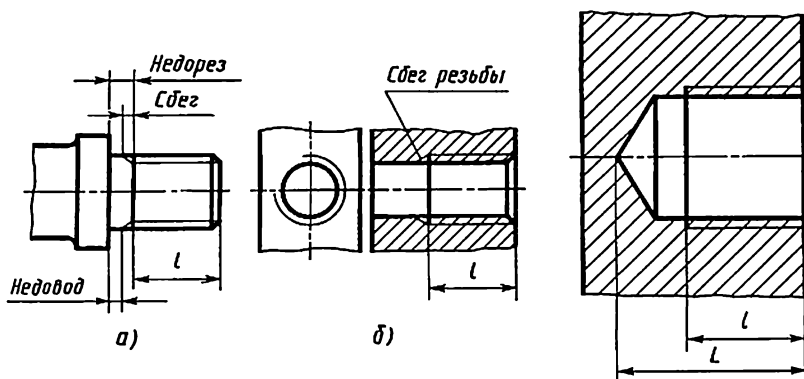


Рис. 2.14

Рис. 2.15

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

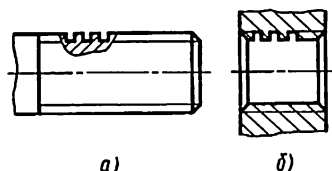


Рис. 2.16

Профили резьб при необходимости (например, с нестандартным профилем) показывают на изображении детали (см. рис. 2.16) или как выносной элемент (рис. 2.19, и).

На разрезах резьбового соединения изображают только ту часть внутренней резьбы, которая не закрыта внешней резьбой (рис. 2.17).

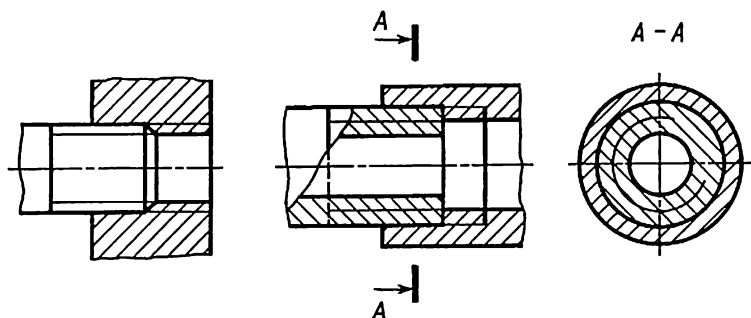


Рис. 2.17

Если через резьбу проходит отверстие или прорезь, то ее изображают условно, прерывая сплошную тонкую линию в местах расположения отверстия или прорези (рис. 2.18, а).

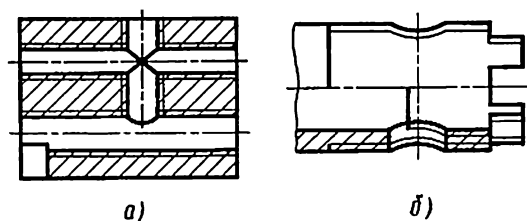


Рис. 2.18

Когда необходимо показать наличие резьбы в зоне этого отверстия или прорези, ее изображают полностью (см. рис. 2.18, б).

Обозначения резьб. Примеры обозначений резьбы на чертежах приведены на рис. 2.19. 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. 2.19, а показано обозначение метрической резьбы номинальным диаметром 24 мм с крупным шагом 3 мм на стержне, а на рис. 2.19, б — метрической резьбы номинальным диаметром 24 мм с мелким шагом 2 мм в отверстии. Для левой резьбы после условного обозначения ставят «LH», например М 24 × 2LH.

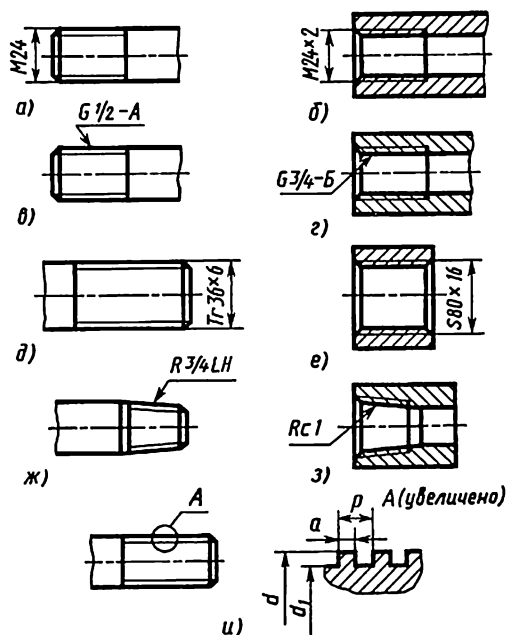


Рис. 2.19

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

М 24 × 3 (р1);

для такой же левой резьбы —

М 24 × 3 (р1) ЛН.

Условное обозначение трубной цилиндрической резьбы состоит из буквы *G*, условного размера внутреннего диаметра трубы в дюймах и буквенного обозначения класса точности А и Б. Примеры обозначения приведены на рис. 2.19, *в* — на трубе, на рис. 2.19, *г* — в отверстии.

Условное обозначение трапецеидальной резьбы состоит из букв «*Tr*», наружного диаметра и шага резьбы, например «*Tr* 36 × 6» — на рис. 2.19, *д*.

Условное обозначение упорной резьбы состоит из буквы «*S*», наружного диаметра и шага резьбы, например «*S* 80 × 16» — на рис. 2.19, *е*.

На рис. 2.19, *ж* и *з* показаны примеры обозначения конической дюймовой резьбы левого направления (*R* 3/4 ЛН) на стержне и конической дюймовой резьбе — правой в отверстии (*Rc* 1).

Для обозначения параметров нестандартной резьбы показывают все ее основные размеры. Например, на рис. 2.19, *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.

Конструктивные и технологические элементы резьбы: проточка, фаски, сбеги, недорезы. Проточка — кольцевой желобок на стержне или в отверстии — необходима для выхода резьбообразующего инструмента (рис. 2.20). Размеры проточек стандартизованы в ГОСТ 10549—80. Их значения для размеров резьб, обычно широко используемых в учебном процессе, приведены в табл. П5.1 для наружной метрической резьбы, в табл. П5.2 для трубной цилиндрической резьбы и в табл. П5.3 для внутренней метрической резьбы. Величину радиуса *R* закруглений принимают равной примерно половине шага резьбы.

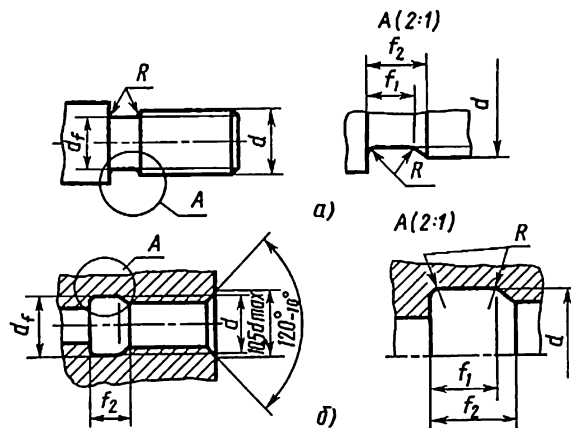


Рис. 2.20

Для наружной резьбы высоту фаски с условно принимают равной шагу p резьбы, угол наклона образующей фаски к оси резьбы — 45° . Фаску для внутренней резьбы устанавливают, как показано на рис. 2.20, б.

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

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

Максимальные значения величины недореза:

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

Резьбовые соединения и их детали. Обычно их 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 (рис. 2.1, а) четыре болтовых соединения сжимают фланцы по торцам вдоль оси, а вакуумную плотность соединения обеспечивает конструкция торцевых частей фланцев 1 и 2 в виде острого зуба и канавки с зажимаемой между ними прокладкой 3 из пластичного металла (меди, алюминия).

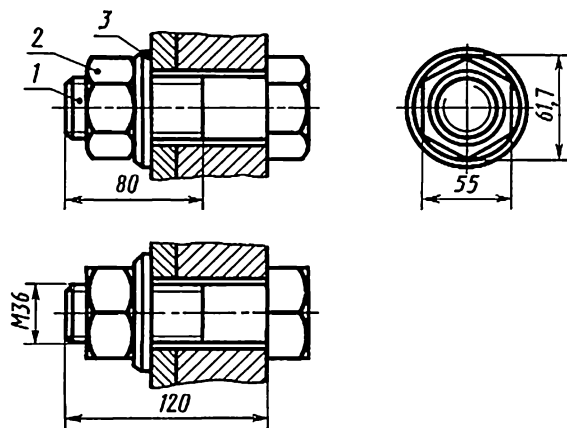


Рис. 2.21

Болтовое соединение. В комплект болтового соединения (рис. 2.21) 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. 2.22) 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 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. 2.22 заданы диаметры 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. 2.22 на чертежах болтов заменяют на обозначение резьбы.

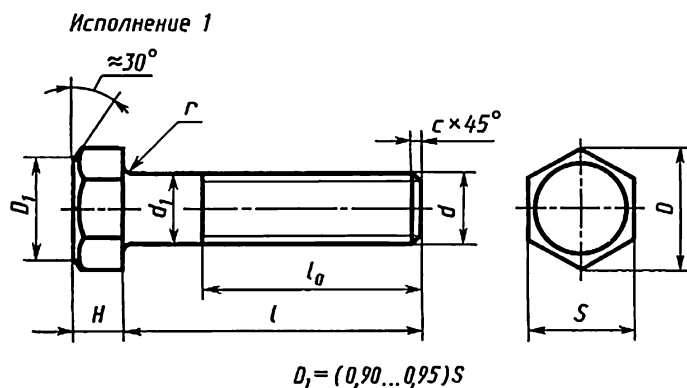


Рис. 2.22

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 условной 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. 2.22. 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. на рис. 2.21.

Гайка — деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку (рис. 2.23). Гайки различают: по форме наружной поверхности, по виду исполнения, по типу резьбы, по точности изготовления.

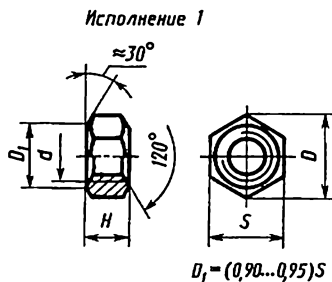


Рис. 2.23

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, 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. на рис. 2.21.

Изображение фасок на головках болтов и гайках. На шестигранных головках болтов и гайках линия пересечения фаски с плоскостью грани является гиперболой. Проекция гиперболы на чертежах этих деталей заменяют изображениями дуг окружностей, как это показано на рис. 2.24.

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 (стопоре-

ния). Чертеж стандартных круглых шайб с обозначениями основных размеров приведен на рис. 2.25.

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 уменьшенные. Шайбы нормального ряда имеют два исполнения: исполнение 1 без фаски, исполнение 2 с фасками (рис.2.25).

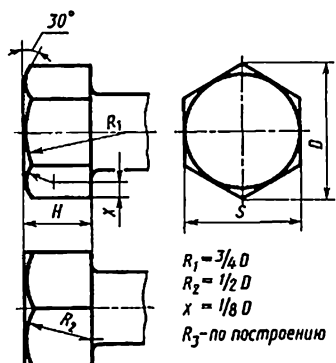


Рис. 2.24

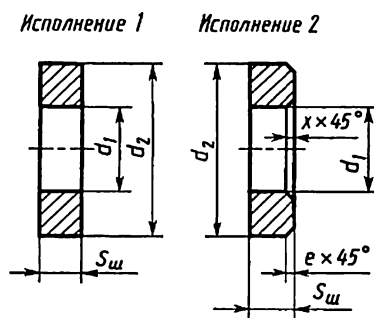


Рис. 2.25

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. 2.26).

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

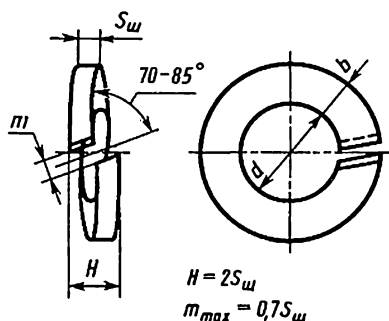


Рис. 2.26

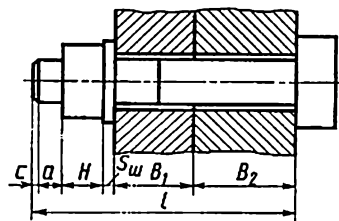


Рис. 2.27

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. 2.21) обычно разрабатывают, исходя из заданного диаметра резьбы и толщины B_1 и B_2 соединяемых деталей. При этом длину l болта рассчитывают по формуле (см. рис. 2.27):

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

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

$$l = B_1 + B_2 + 1,3d.$$

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 $S_{\text{ш}} = 6$ мм. Длина болта l , мм:

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

или

$$l \geq 50 + 60 + 1,3 \cdot 36 = 157.$$

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. 2.21) наносят: диаметр резьбы болта, длину болта и длину нарезанной части, диаметр окружности, описанной вокруг шестигранника гайки, размер под ключ.

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. 2.28: цилиндрическая (а), полукруглая (б), потайная (в) и полупотайная (г).

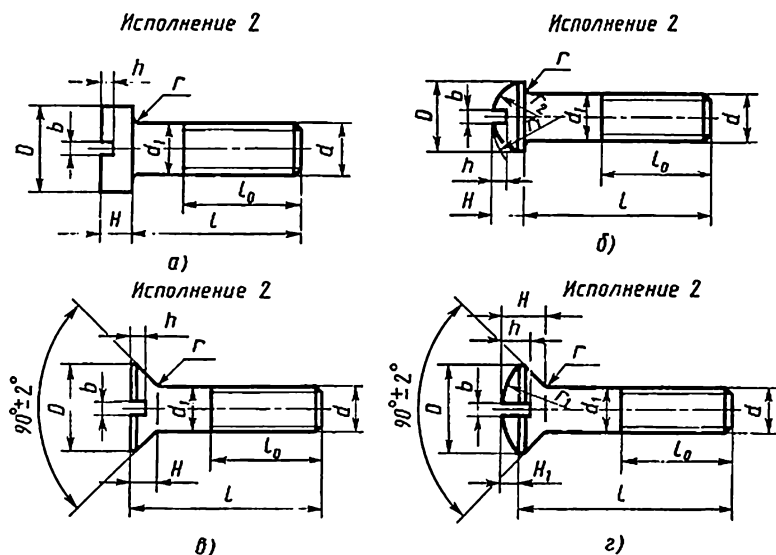


Рис. 2.28

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, сферический), 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 М12 × 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 М12 × 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. 13.29. В конструкциях на рис. 2.29, а, б, в винт предотвращается от самоотвинчивания пружинной шайбой, располагаемой под цилиндрической или сферической головкой. В конструкциях г и д винтов с потайной и полупотайной головками такого стопорения не предусмотрено.

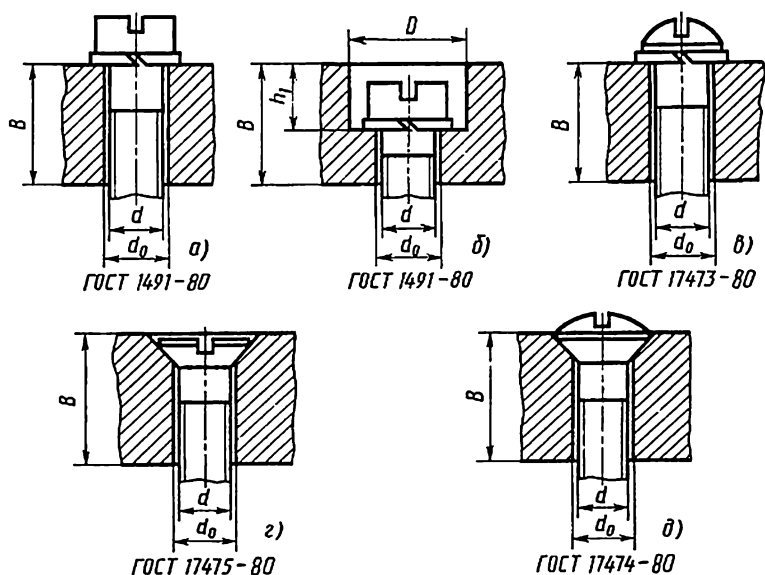


Рис. 2.29

Примеры винтовых соединений деталей одинаковой толщины приведены на рис. 2.30. Оба винта с цилиндрической головкой (в) и с конической (потайной) головкой (г) имеют одинаковую резьбу диаметром 16 мм. Слева от винтовых соединений на рис. 2.30, б показаны операционные технологические эскизы на сверление отверстия под резьбу и на обработку резьбы.

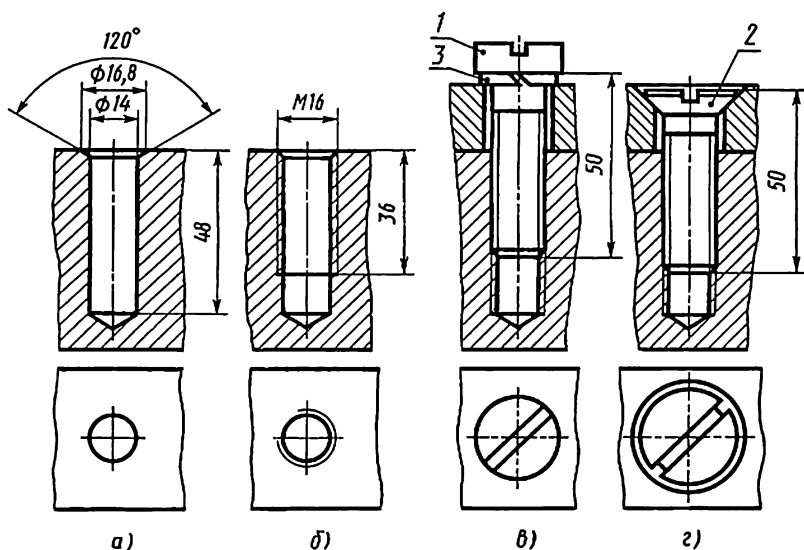


Рис. 2.30

Разработка винтового соединения и отображение на чертеже. Винтовое соединение (см. рис. 2.30) разрабатывают, исходя из задан-

ного 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. 2.29).

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.

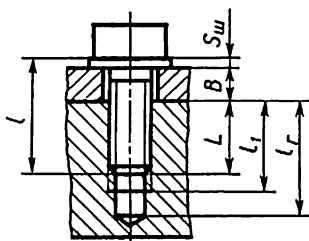


Рис. 2.31

Определяют (см. рис. 2.31):

— 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 (рис. 2.5, б), мм:

$$l_1 = L + 2p;$$

— глубину l_r сверления гнезда под резьбу (рис. 2.5), мм:

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

— длину l винта, мм:

$$l = B + L + S_{\text{ш}}$$

или (рис. 2.29, б)

$$l = (B - h_1) + L + S_{\text{ш}};$$

— номинальный диаметр d , отверстия под нарезание резьбы, мм:

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

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

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

— диаметр d_0 сквозного отверстия в привинчиваемой детали, обычно для винтов:

$$d_0 = d + 0,5 \text{ мм}.$$

Оформляют чертеж, например, по типу, приведенному на рис. 2.30; при этом зазор между винтом и стенкой сквозного отверстия чертят увеличенным.

Пример. Задание: разработать винтовое соединение по типу, приведенному на рис. 2.29, 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 $D = 24$ мм головки, ширину $b = 4$ мм и глубину $h = 4$ мм шлица, высоту $H = 9$ мм головки, радиус $r = 1,6$ мм;
- для шайбы пружинной диаметр $d = 16,3$, толщину $S_{ш} = b = 4$ мм.

Определяем:

- глубину L завинчивания в стальное гнездо $L = d = 16$ мм;
- глубину l_r сверления гнезда

$$l_r = L + 6p = 16 + 6 \cdot 2 = 28 \text{ мм};$$

- длину l винта

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

- устанавливаем по таблицам стандартную длину $l = 50$ мм;
- уточняем глубину сверления гнезда $l_r = 30$ мм;
- длину нарезанной части $l_0 > L = 16$, $l_0 = 38$ мм;
- номинальный диаметр d , 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 $1,05d = 1,05 \cdot 16 = 16,8$ мм.

Выбранный винт «М16×50 ГОСТ 1491—80».

Соединения с накидными гайками. Варианты конструкций соединений с накидными гайками приведены на рис. 2.32, 2.33. В конструкции на рис. 2.32 штекерный разъем 3 закреплен в корпусе 1 накидной гайкой 2. Затягивание гайки осуществляется вручную, для чего на наружной цилиндрической поверхности гайки выполняют сетчатые рифления. В конструкции на рис. 2.33 трубопровод 3 из пластичного материала, например медный, присоединен к штуцеру 1 с помощью накидной гайки 2. Контактные поверхности А, Б, В — конические, что обеспечивает хорошую герметичность соединения. Между трубкой 3 и вращающейся при затягивании гайкой 2 прокладывают ниппель 4 из более прочного материала, чем материал трубки, для предохранения от повреждений поверхности трубки. В конструкции на рис. 2.34 приведена разновидность разборного вакуумного соединения медной трубки (штенгеля) 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 проворота шайбы 4, трубки 3 и соединен-

ного 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.

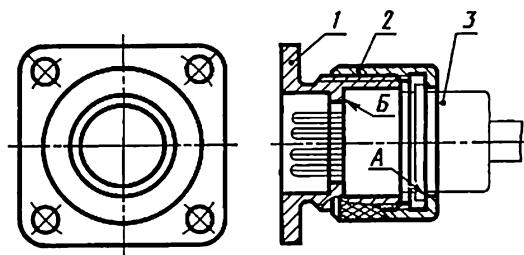


Рис. 2.32

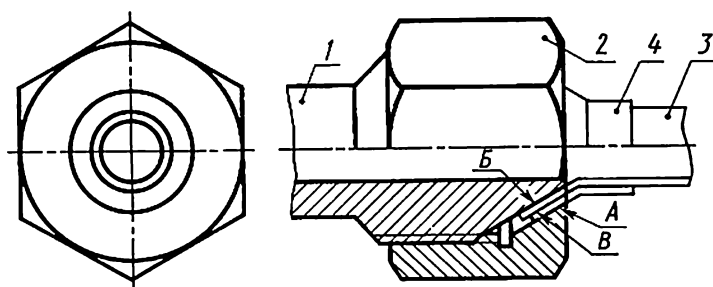


Рис. 2.33

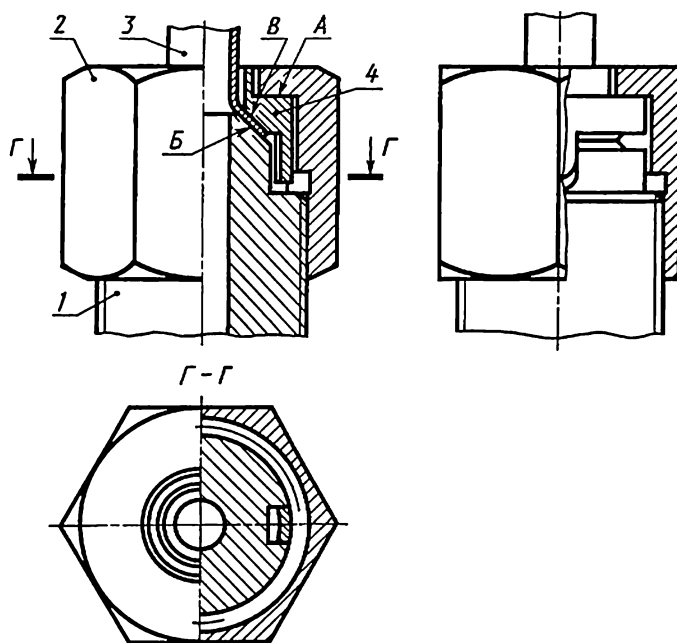


Рис. 2.34

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. 2.33, 2.34) осуществляется через промежуточную контактную поверхность В.

В изображениях соединений на рис. 2.32, 2.33 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»).

Винтовые механизмы. Как уже указывалось, винтовые поверхности, и в частности резьбу, используют в качестве винтовых механизмов, преобразующих вращательное движение в поступательное. При повороте на один оборот относительное перемещение детали с наружной резьбой (винта) относительно детали с внутренней резьбой (гайки) равно ходу резьбы. При однозаходной резьбе ход равен шагу резьбы. Для уменьшения осевых перемещений на один оборот потребуется уменьшать шаг резьбы, что может привести практически к невозможности выполнить механизм. В связи с этим для получения малых осевых перемещений применяют резьбовые соединения с двумя крупными резьбами с разными шагами, отличающимися друг от друга на величину требуемого осевого перемещения на один оборот.

Конструкция такого подвижного соединения, называемого соединением с дифференциальным винтом (см. рис. 2.1, в), состоит из неподвижной втулки 6 с внутренней резьбой, дифференциального винта 4 и невращающегося стержня 5 с наружной резьбой. Дифференциальный винт 4 имеет две однозаходные резьбы с крупным шагом одного направления: наружную с шагом p_1 и внутреннюю с шагом p_2 ($p_1 > p_2$). При вращении по часовой стрелке дифференциального винта 4 с правой резьбой на один оборот он переместится в осевом направлении к оси прибора относительно неподвижной втулки 6 на величину шага p_1 . При этом невращающийся винт 5 ввернется в дифференциальный винт по его внутренней резьбе винта в направлении от оси прибора на величину шага этой резьбы, т. е. — p_2 .

Суммарное осевое перемещение невращающегося винта 5 равно:

$$\Delta p = p_1 + (-p_2) = p_1 - p_2.$$

Таким образом, практически это перемещение можно сделать сколь угодно малым при крупных шагах резьбы в деталях винтового механизма.

2.3. Изображение шпоночных и шлицевых соединений, цилиндрических зубчатых передач

Шпоночные и шлицевые соединения служат для передачи крутящего момента. В шпоночном соединении в пазы вала 1 и наружной детали 2, имеющие одинаковую ширину, помещают специальную

деталь 3 — шпонку. Шпонка имеет плоские боковые грани, которые соприкасаются с боковыми стенками пазов вала и наружной детали и передают крутящий момент.

Форма шпонок может быть различной. Например, на рис. 2.35, а показана призматическая шпонка, концы которой образованы цилиндрическими поверхностями. Такая шпонка применена и в соединении, показанном там же. На рис. 2.35, б изображена призматическая шпонка без скруглений концов, а на рис. 2.35, в — сегментная.

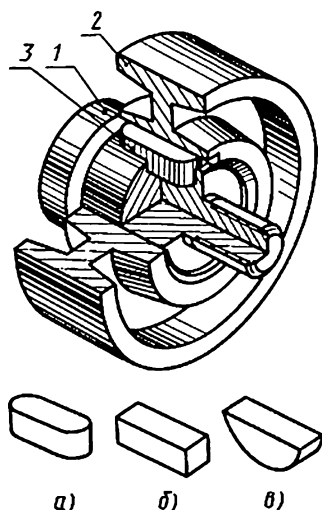


Рис 2.35

Пример изображения шпоночного соединения на чертеже приведен на рис. 2.36. В таком соединении на плоскости проекций, параллельной оси вала, наружную деталь 2 (в данном случае шкив) показывают в разрезе, вал 1 изображают с местным разрезом так, чтобы выявить конструкцию шпонки. Шпонку показывают нерассеченной. Форму шпонки выявляют на другом изображении (в данном случае на виде сверху). На нем наружную деталь показывают в разрезе, а вал и шпонку — на виде. Поперечную форму шпонки и пазов под нее показывают в сечении или разрезе плоскостью, перпендикулярной оси, например разрез А—А на рис. 2.36. На этом разрезе показаны характерные размеры шпоночного соединения: диаметр D , высота h и ширина b шпонки (и соответственно ширина пазов на валу и в наружной детали), размер A_2 , относящийся к валу, и A_1 , относящийся к наружной детали. Следует отметить, что $A_1 > A_2 + h$.

Размеры шпонок стандартизованы в зависимости от диаметра вала шпоночного соединения в ГОСТ 23360—78 для призматических шпонок и в ГОСТ 24071—80 для сегментных.

В шлицевом (зубчатом) соединении крутящий момент (рис. 2.37) передается за счет того, что выступы-шлицы (зубья) вала, расположенные вдоль его оси, входят в соответствующие им пазы наружной

детали. Большое количество шлицев позволяет уменьшить их высоту по сравнению с высотой шпонки и при том же диаметре вала передать увеличенный крутящий момент. Шлицевое соединение позволяет перемещать наружную деталь вдоль оси вала в процессе вращения. Форма сечения шлицев плоскостью, перпендикулярной оси соединения, может быть различной.

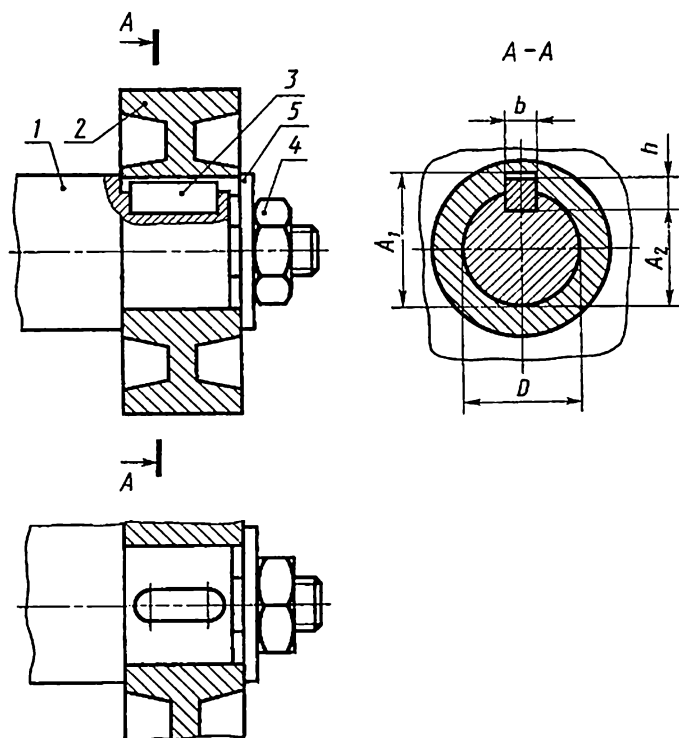


Рис. 2.36

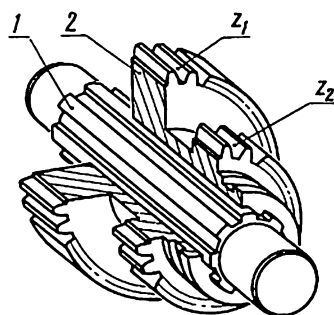


Рис. 2.37

При изображении шлицевых соединений на чертежах используют допускаемую стандартом условность для изображения многократно повторяющихся элементов: показывают часть шлицев, например сече-

ние А—А на рис. 2.38. Остальные шлицы показывают условно тонкой линией по границе внутреннего диаметра впадин на валу. На плоскости проекций, параллельной оси вала и соединения, наружную деталь в шлицевом соединении показывают в разрезе, вал — не рассеченным с наружным диаметром, равным наружному диаметру выступов (шлицев). По границам внутреннего диаметра впадин проводят две тонкие линии, параллельные наружному контуру, на расстоянии высоты шлица от него.

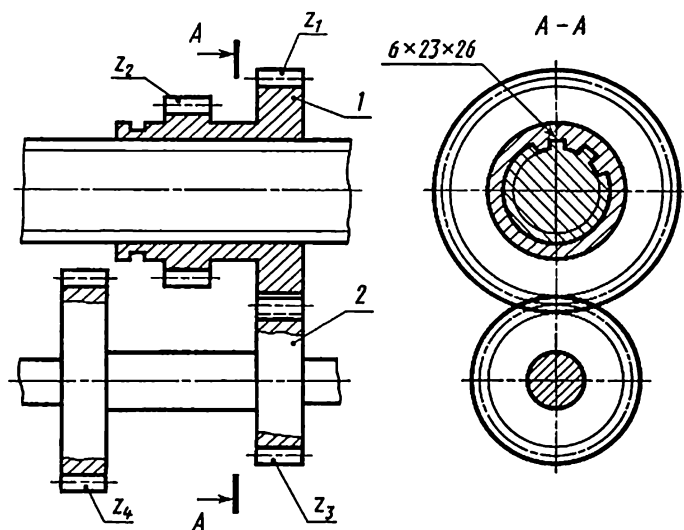


Рис. 2.38

Размеры шлицевых соединений стандартизованы в зависимости от наружного диаметра вала. На проектных чертежах общего вида или сборочных чертежах обычно указывают условное обозначение по соответствующему стандарту (например, число зубьев, значения внутреннего и наружного диаметра). Подробности об изображении шлицевых соединений, а также рабочих чертежей деталей приведены в ГОСТ 2.409—74.

Зубчатые передачи широко используют для передачи и преобразования вращательного движения между валами с параллельными, пересекающимися и скрещивающимися осями. Между параллельными валами зубчатые передачи осуществляют цилиндрическими зубчатыми колесами, пример которых с числами зубьев z_1 и z_2 см. на рис. 2.37. На рис. 2.37 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 см. на рис. 2.38. 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 линию. Штрихпунктирной линией изображают начальную окружность, диаметр которой

$$d_w = mz,$$

где m — модуль (линейная величина, в π раз меньшая окружного шага зубьев); z — число зубьев колеса.

Диаметр окружности вершин d_a и диаметр окружности впадин d_f можно вычислять по формулам:

$$\begin{aligned} d_a &= d + 2m = m(z + 2); \\ d_f &= d - 2,5m = m(z - 2,5). \end{aligned}$$

2.4. Изображения неразъемных соединений сваркой, пайкой, склеиванием

Сварные соединения и их изображение. Неразъемные соединения сваркой, пайкой и склеиванием широко применяют в технологическом оборудовании, в электронных приборах, радиотехнических устройствах, в вычислительной технике, устройствах автоматики и телемеханики. Конструктивно и технологически эти соединения весьма разнообразны, поэтому рассмотрим лишь некоторые из широко распространенных способов указанных соединений.

Сварка — процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном, или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого (см. ГОСТ 2601—84 «Сварка металлов. Основные понятия. Термины и определения»). Способы сварки определяются формой энергии для образования сварного соединения, видом источника энергии, техническими и технологическими признаками.

Детали (или их элементы), соединенные с помощью сварки, образуют сварное соединение.

Сварные швы разделяют, например, на следующие виды (рис. 2.39):

- а) стыковые (детали соединяются торцами), обозначают буквой С;
- б) угловые (свариваемые детали образуют угол), обозначают буквой У;
- в) тавровые (свариваемые детали образуют форму буквы Т), обозначают буквой Т;
- г) внахлестку (кромки свариваемых деталей набегают одна на другую внахлестку), обозначают буквой Н.

Тонкими линиями в зоне шва (рис. 2.39) показана форма подготовки кромок под сварку: а, з — без скоса кромок; б — со скосом одной кромки; в — со скосом двух кромок.

Изображения сварных швов на чертежах стандартизованы в ГОСТ 2.312—72. Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают:

- видимый — сплошной основной линией (справа на рис. 2.39, в, з);
- невидимый — штриховой линией (справа на рис. 2.39, б, г).

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рис. 2.39 справа).

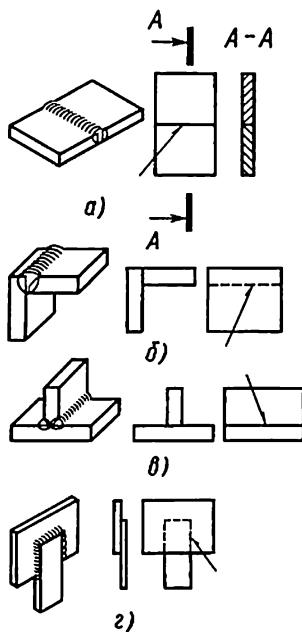


Рис. 2.39

Над полкой (для лицевых швов) или под полкой (для оборотных швов) линии-выноски наносят условное обозначение шва. Это обозначение по ГОСТ 2.312—72 имеет следующую структуру (рис. 2.40).

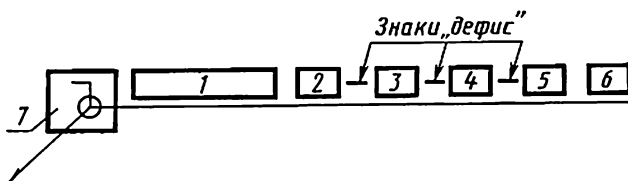


Рис. 2.40

1. Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.
2. Буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту, указанному в п. 1.

3. Условное обозначение способа сварки по стандарту, указанному в п. 1 (допускается не приводить).

4. Знак Δ и размер катета согласно стандарту, указанному в п. 1.

Для прерывистого шва — размер длины провариваемого участка, знак / (для цепного шва) или z (для шахматного шва) и размер шага. Для швов контактной точечной сварки или электрозаклепочного — размер расчетного диаметра точки или электрозаклепки, знак / или z и размер шага.

Для шва контактной роликовой сварки — размер расчетной ширины шва, знак умножения, размер длины провариваемого участка, знак / и размер шага.

6. Вспомогательные знаки:

$\sqsupset$ — шов по незамкнутой линии;

$\sim$ — наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу;

$\bigcirc$ — усиление шва снять;

$\bigcirc$ — шов по замкнутой линии;

$\sqsubset$ — шов выполнить при монтаже изделия.

В учебном процессе по курсу черчения обозначения стандартных швов упрощают и наносят, например, только номер стандарта, буквенно цифровое обозначение шва, размер катета его поперечного сечения и знак $\bigcirc$, если требуется.

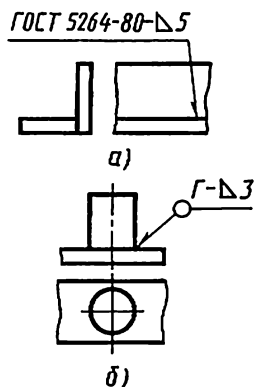


Рис. 2.41

Примеры обозначения сварных швов: рис. 2.41, а — шов углового соединения, без скоса кромки, односторонний, выполняемый электродуговой сваркой с катетом шва 5 мм; рис. 2.41, б — сварное соединение цилиндрической детали с пластиной. В этом соединении шов односторонний без скоса кромок выполнен по замкнутому контуру (знак $\bigcirc$) 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.

Паяные соединения и их изображение. При пайке детали соединяет специальный материал — припой, который заполняет зазор между

деталью 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 линией, толщина которой в 2 раза больше, чем линия обводки видимого контура, т. е. 2s. К изображению паяного соединения проводят выносную линию полудуги

↙. 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.

При необходимости на изображении паяного соединения указывают размеры шва и обозначения качества его поверхности.

Конструкции паяных соединений весьма разнообразны. Например, трубка 13 от центрального вывода (см. рис. 2.1, в) припаяна к выводу-колпачку 9 окутанием в расплавленный припой. Большинство деталей резонансного разрядника (см. рис. 2.1, в) соединены между собой пайкой. При этом паяные соединения обеспечивают вакуумную плотность.

Примеры паяного соединения керамического изолятора с металлическими деталями, а также таврового паяного соединения двух пластин приведены на рис. 2.42, а, в.

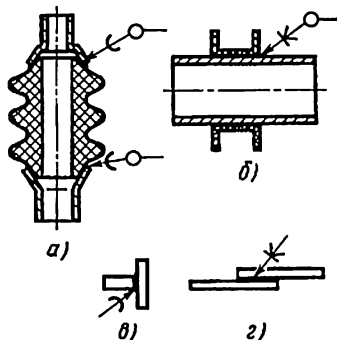


Рис. 2.42

Специфическими для вакуумной техники являются вакуумно-плотные соединения — спаи стекла с металлом. В этих соединениях одну из деталей — стеклянную — нагревают до пластичного состояния и соединяют с нагретой металлической деталью. В указанной конструкции резонансного разрядника (см. рис. 2.1, в) применено несколько спаев стекла с металлом: спай стеклянного изолятора 16 с цилиндрическим стаканчиком 8, спай со стеклом 17 центрального ввода 12. На чертежах в спаях стекла с металлом стеклянную деталь изображают в таком виде, какой она имеет в готовом соединении с отражением ее деформации, возникающей при соединении без утолщения линии в зоне шва, При необходимости указывают размеры паяного шва, а также взаимное положение деталей.

Изображение клеевых соединений. Склеивание как метод получения неразъемных соединений находит большое распространение для соединения 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.

Клеевые швы изображают на чертежах в разрезах и на видах, как и паяные, линией толщиной $2s$ и выносной линией со стрелкой, на которой наносят знак . Полочку от выносной линии используют для обозначения номера пункта технических требований, в котором указывают марки клея и требования к качеству шва.

Примеры клеевых соединений металлической трубки и пластмассового каркаса катушки и клееного соединения двух пластин см. на рис. 2.42, б, г.

2.5. Изображение, обозначение типовых элементов деталей и нанесение размеров на их чертежах

При конструировании многих деталей широко используют типовые элементы, такие, как фаски, проточки, пазы, углубления под головки винтов и др. Некоторые из таких элементов, характерные для деталей резьбовых соединений, такие, как фаски, проточки для выхода резьбообразующего инструмента (см. рис. 2.20), шестигранные головки «под ключ» у болтов и гаек, рассмотрены выше (см. 2.2).

Рассмотрим дополнительно изображения таких конструктивных элементов деталей, как фаски, рифления, шкалы и надписи, канавки под уплотнительные кольца из фетра или войлока, а также таких технологических элементов, как центровые отверстия и канавки для выхода шлифовального круга. Одновременно будут рассмотрены характерные для этих элементов схемы нанесения размеров и стандартные обозначения.

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. 2.43, а, б, или указывают угол и один линейный размер или два линейных размера.

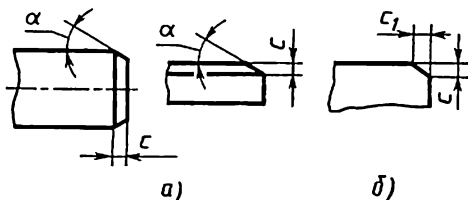


Рис. 2.43

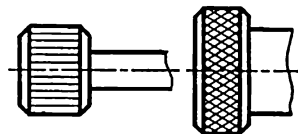


Рис. 2.44

Рифления на поверхности детали широко применяют для устранения проскальзывания детали в руке при повороте. Примеры прямого и сетчатого рифлений на головке детали показаны на рис. 2.44. Их упрощенные изображения на чертежах см. на рис. 2.47 и 2.46. Упрощенное изображение вида рифления сопровождают надписью с указанием шага рифлений. Размер D (рис. 2.46) обозначает диаметр цилиндрической поверхности заготовки, на которой образуют рифление. Этот размер после нанесения рифления несколько увеличивается за счет выдавливания части материала.

Надписи, знаки, шкалы, наносимые на плоскую поверхность, изображают на соответствующем виде полностью, независимо от способа их нанесения. Их расположение и начертание должно соответствовать требованиям, предъявляемым к готовому изделию.

Если надписи и знаки наносят на цилиндрическую или коническую поверхность, то на чертеже помещают изображение этой поверхности в виде развертки (рис. 2.45, 2.46) с требуемым расположением знаков и цифр на развертке.

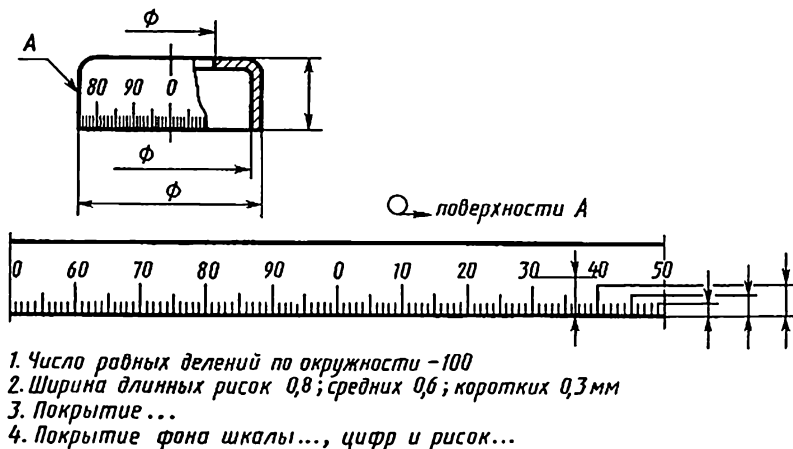


Рис. 2.45

В технических требованиях на чертеже указывают необходимые данные для элементов шкал, цифр, шрифта, фона, покрытия и др. (см. рис. 2.45, 2.46).

Канавки под уплотнительные кольца (рис. 2.47). Форма канавок подобрана из условий обеспечения прижима фетрового или войлочного уплотнительного кольца с сечением прямоугольной формы к гладкой цилиндрической поверхности уплотняемой детали. Приведенная конструкция канавки обеспечивает обжатие вала уплотнительным кольцом. Для указания размера b и угла 15° обычно используют выносной элемент с увеличением изображения, а диаметры D , D_1 и размер a осевого положения канавки наносят на основном изображении.

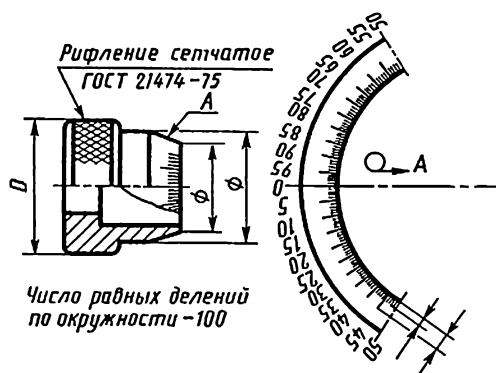


Рис. 2.46

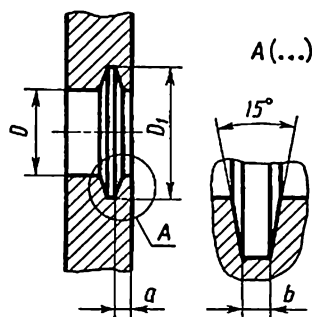


Рис. 2.47

Технологические центровые гнезда. Непустотелые детали типа тел вращения — валов — обычно обрабатывают на токарных или шлифовальных станках и контролируют в центрах, которые входят в конические центровые гнезда на торцах детали (рис. 2.48). Форму и размеры их принимают по ГОСТ 14034—74 в зависимости от диаметра той части детали, в которой выполняют отверстие. Пример чертежа с центровым гнездом и его обозначением на чертеже приведен на рис. 2.49, а.

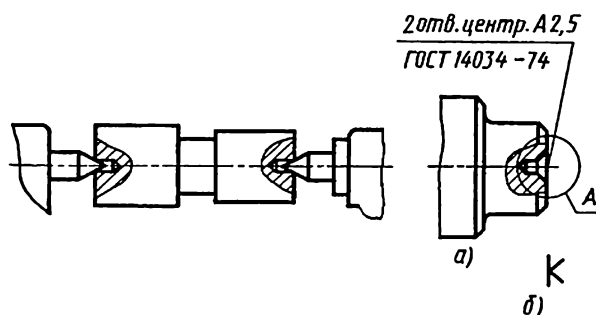


Рис. 2.48

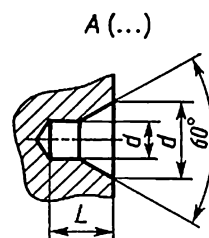


Рис. 2.49

Центровые гнезда могут быть необходимы и в условиях эксплуатации на случай ремонта дополнительной обработкой, например шлифовкой. В этом случае центровые гнезда указывают на чертеже детали, а их наружную кромку выполняют с защитной фаской (см. рис. 10.11, з¹). Фаска 2 в этом случае предохраняет от повреждений рабочую коническую поверхность 1. Если же центровые гнезда на готовой детали недопустимы, то на чертеже наносят знак (рис. 2.49, б).

В тех случаях, когда наличие центровых гнезд конструктивно безразлично, их на чертеже не изображают и в технических требованиях не помещают никаких указаний.

¹ Чекмарев А. А. Начертательная геометрия.

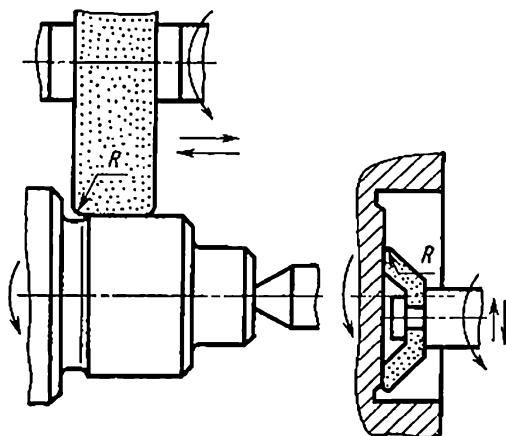


Рис. 2.50

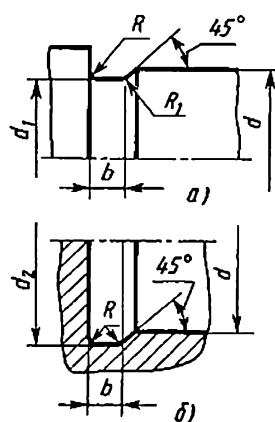


Рис. 2.51

Технологические канавки для выхода шлифовального круга. При шлифовке кромки шлифовального круга всегда немного закругляются (это закругление на рис. 2.50 указано радиусом R). В связи с этим для получения при обработке цилиндрической или плоской поверхности детали предусматривают технологическую канавку для выхода закругляющейся кромки шлифовального круга. На цилиндрической поверхности детали (рис. 2.50, слева) канавка выполнена слева. На детали с точно обработанной внутренней плоской торцевой поверхностью (рис. 2.50, справа) канавка выполнена в виде углубления на торце детали. Форма и размеры канавок для выхода шлифовального круга стандартизованы в ГОСТ 8820—69 и приведены на рис. 2.51, а, б для наружного и внутреннего шлифования по цилиндру. Если на чертеже детали форму канавки и нанесение размеров выполнить затруднительно, то ее изображают выносным элементом — местным видом или разрезом.

Контрольные вопросы

1. Как изображают резьбу на плоскостях проекций, параллельную оси и перпендикулярную к ней?
2. Какие параметры детали стандартного резьбового соединения записывают в спецификацию?
3. Какие размеры указывают в деталях со шпоночным соединением?
4. Как указывают на чертеже шлицевого соединения его параметры?
5. Какова структура изображения сварных швов?
6. Как изображают паяные и клееные соединения?
7. Как изображают надписи, знаки и шкалы?
8. Как указывают на чертеже недопустимость центрального гнезда?

Глава 3

ЧЕРТЕЖИ И ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ

3.1. 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 черчении 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 листового материала резкой по окружности или по периметру прямоугольника без последующей обработки, а также в некоторых других случаях, установленных стандартом.

Детали, изготавливаемые гибкой. Если изображение детали, изготавливаемой гибкой, не дает представления о действительных форме и размерах отдельных ее элементов, то на чертеже помещают частичную или полную ее развертку (см. рис. 1.14). На изображении развертки наносят только те размеры, которые невозможно указать на изображении готовой детали.

Допускается, не нарушая ясности чертежа, совмещать изображение части развертки с видом детали. В этом случае развертку изображают штрихпунктирными с двумя точками тонкими линиями, знак развертки не помещают (рис. 3.1).

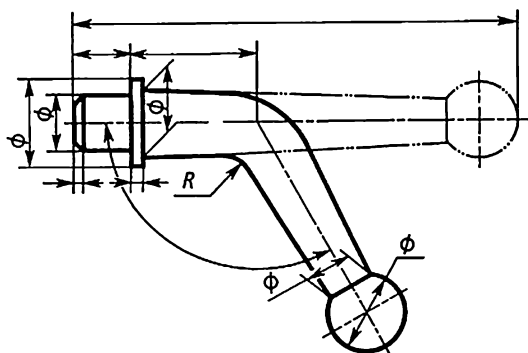


Рис. 3.1

Детали пружинного типа. Для таких деталей различают два вида формы: форма детали в свободном (не напряженном) состоянии и форма детали в деформированном (напряженном) состоянии в готовом изделии или в формообразующем инструменте. Особенности этих состояний детали учитывают при ее изображении на чертежах.

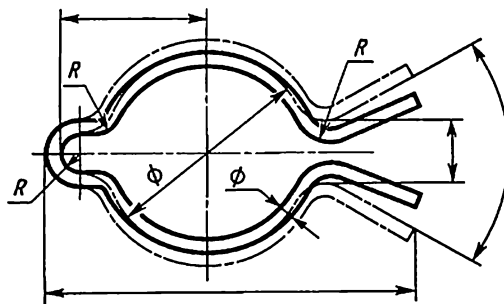


Рис. 3.2

Если для детали по условиям сборки изделия или условиям расположения детали в изделии важны размеры отдельных элементов в напряженном состоянии и их в этом состоянии измеряют, то на чертеже изображают деталь в двух состояниях (рис. 3.2): в свободном состоянии — сплошными основными линиями, после изменения первоначального состояния — штрихпунктирными линиями. Размеры элементов, которые измеряют после изменения первоначальной формы детали, наносят на изображении, выполненном штрихпунктирными тонкими линиями.

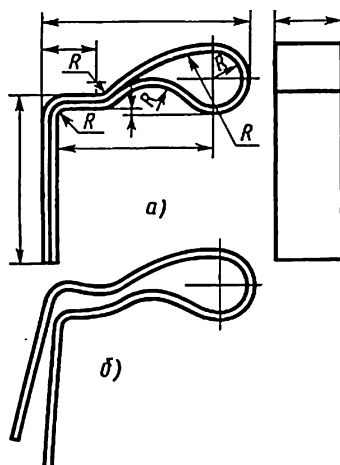


Рис. 3.3

Если деталь в свободном состоянии приобретает произвольную форму, которую чертежом не устанавливают, то такую деталь изображают только с размерами, указанными для измерения (рис. 3.3, а, б). В этом случае в технических требованиях на поле чертежа записывают: «Размеры указаны для измерения».

3.2. Выбор изображений и планировка эскиза или чертежа

Выбор числа изображений. Выше указывалось, что 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 условных обозначений, знаков и надписей.

Для деталей типа тел вращения достаточно одного изображения (рис. 3.4, см. также рис. 1.43, б, 2.25) на плоскости проекций, параллельной оси тела: вида (рис. 3.4, а, з), разреза (рис. 3.4, 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. 3.5, а, б, в). Аналогично выполнены изображения деталей, рассмотренные ранее (см. рис. 1.43, а). Пояснение формы мелких конструктивных элементов выносными элементами на деталях типа тел вращения см. на рис. 1.41, 1.42. Применение нескольких сечений для выявления конструктивных элементов вала см. на рис. 1.25.

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. 3.6).

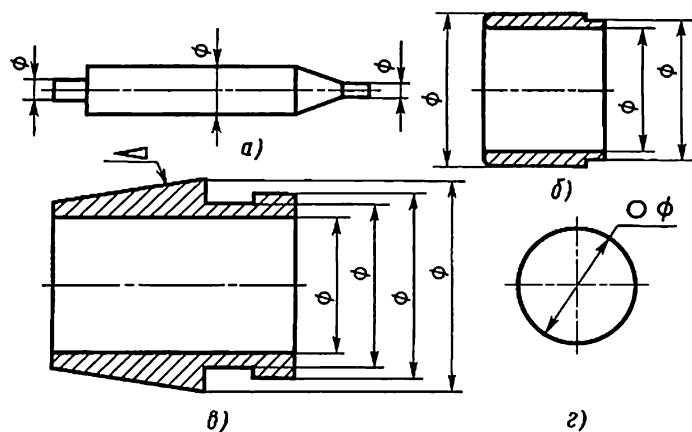


Рис. 3.4

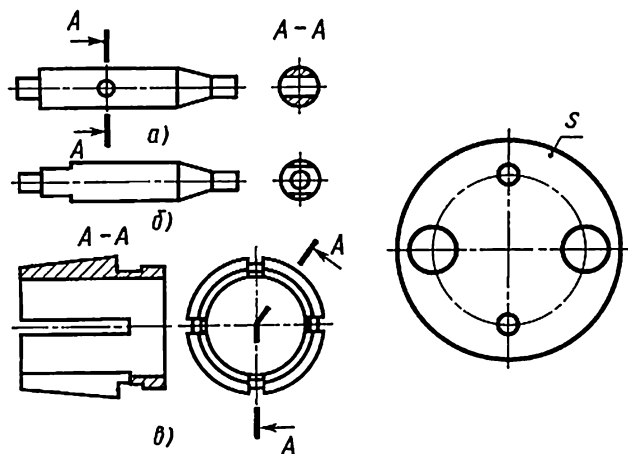


Рис. 3.5

Рис. 3.6

Выбор главного изображения детали. Главное изображение детали выбирают с учетом технологии ее изготовления. Если в процессе 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. д. рекомендуется располагать на чертеже горизонтально, а корпуса, кронштейны и т. п. — основанием вниз.

Например, на рис. 1.56 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. 3.7. Главное изображение — наиболее информативное, кронштейн на нем изображен основанием вниз.

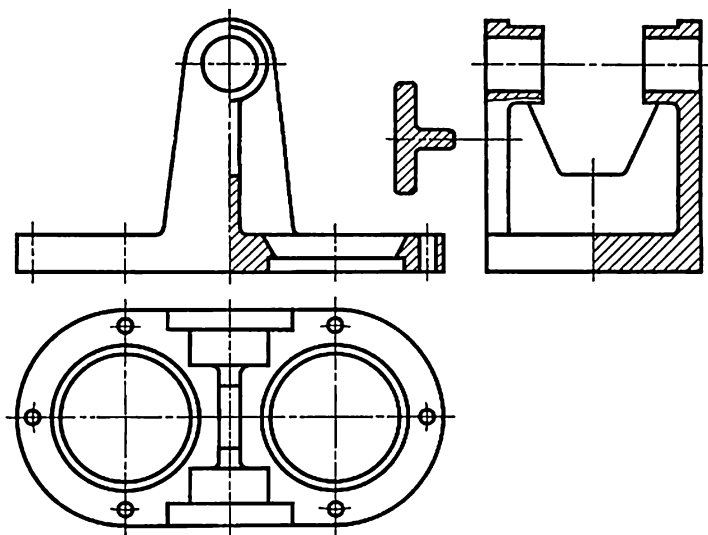


Рис. 3.7

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. 3.4, 3.5. 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 (см. рис. 2.28), болтов (см. рис. 2.22), валиков изготавливают на токарных станках или автоматах. Ось их при обработке горизонтальна. При изображении таких деталей на чертеже учитывают также положение, 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 натуры или мысленным представлением ее формы по чертежу сборочной единицы при детализировании. 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 намечен-

ную планировку с целью выявления возможности уменьшения формата чертежа за счет уменьшения занимаемой площади простыми симметричными изображениями — видами слева, справа, сверху, снизу — путем выполнения 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.

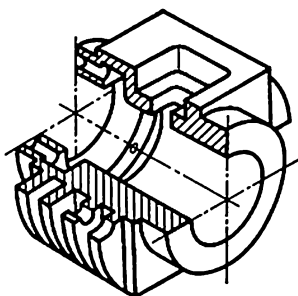


Рис. 3.8

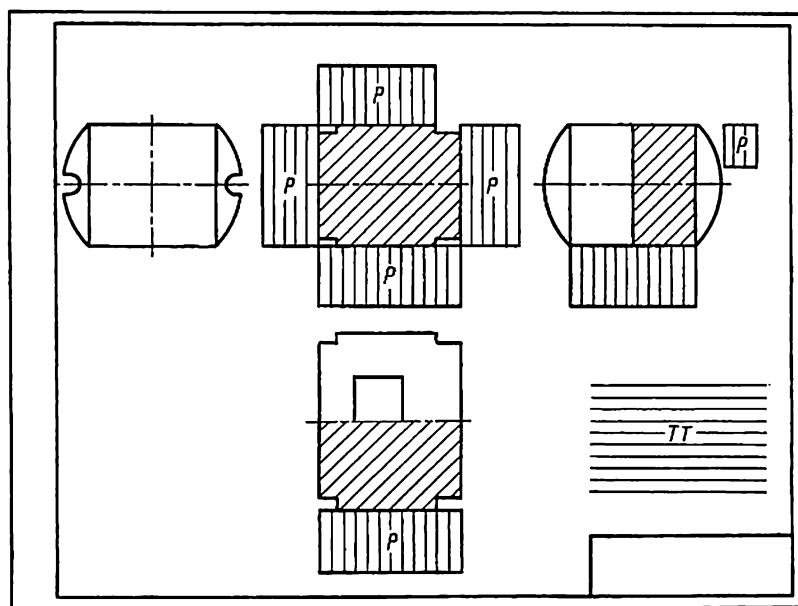


Рис. 3.9

Пример планировки чертежа для детали, показанной на рис. 3.8, приведен на рис. 3.9. Поле *Р* между изображениями оставлено для 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.

3.3. 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 конструкторском 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 составлению 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 листах 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», «Р», обводят карандашом «М», «В», «Р» или «2М», «2В», «2Р». При съемке эскизов используют простые измерительные инструменты: линейки, штангенциркуль, кронциркуль, нутромер, радиусомеры, резьбомеры, 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 эскиза подробно рассмотрен в 3.2. При этом руководствуются правилами выполнения изображений предметов, изложенными в гл. 1.

В качестве примера рассмотрим деталь — подвижную губку ручных слесарных тисков, приведенную на рис. 3.10. 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.

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. 3.10, б), предусматривая место для размеров, согласование планировки с преподавателем.

3. Вписывание контуров изображений в эти прямоугольники, выполнение разрезов (рис. 3.10, в): фронтального, местного.

Эту работу выполняют в модельной аудитории, имея перед глазами деталь.

4. Нанесение выносных и размерных линий (рис. 3.10, г). Эту работу целесообразно выполнять дома.

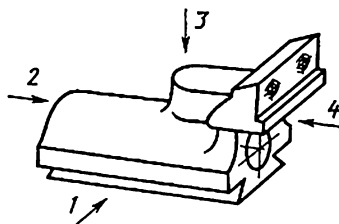


Рис. 3.10, а

5. Измерения детали и нанесение размерных чисел (рис. 3.10, д). К измерениям приступают, только убедившись в правильности нанесения размерных линий.

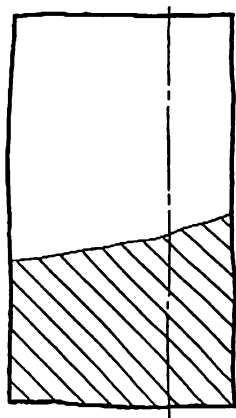
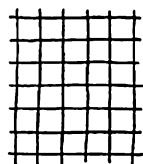
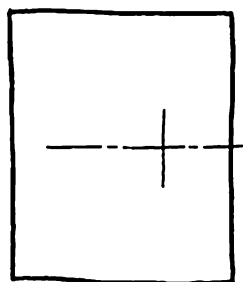
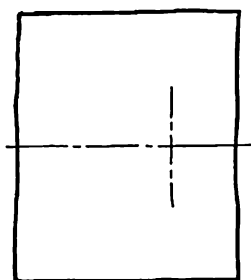


Рис. 3 10, 6



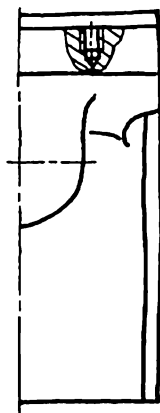
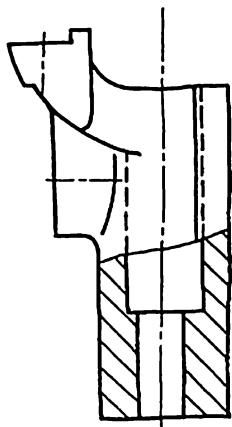
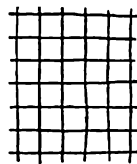
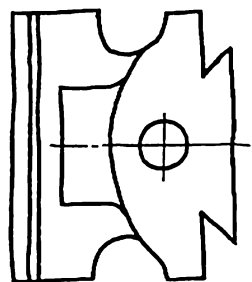
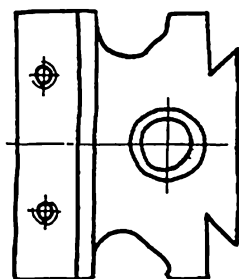


Рис. 3.10, в



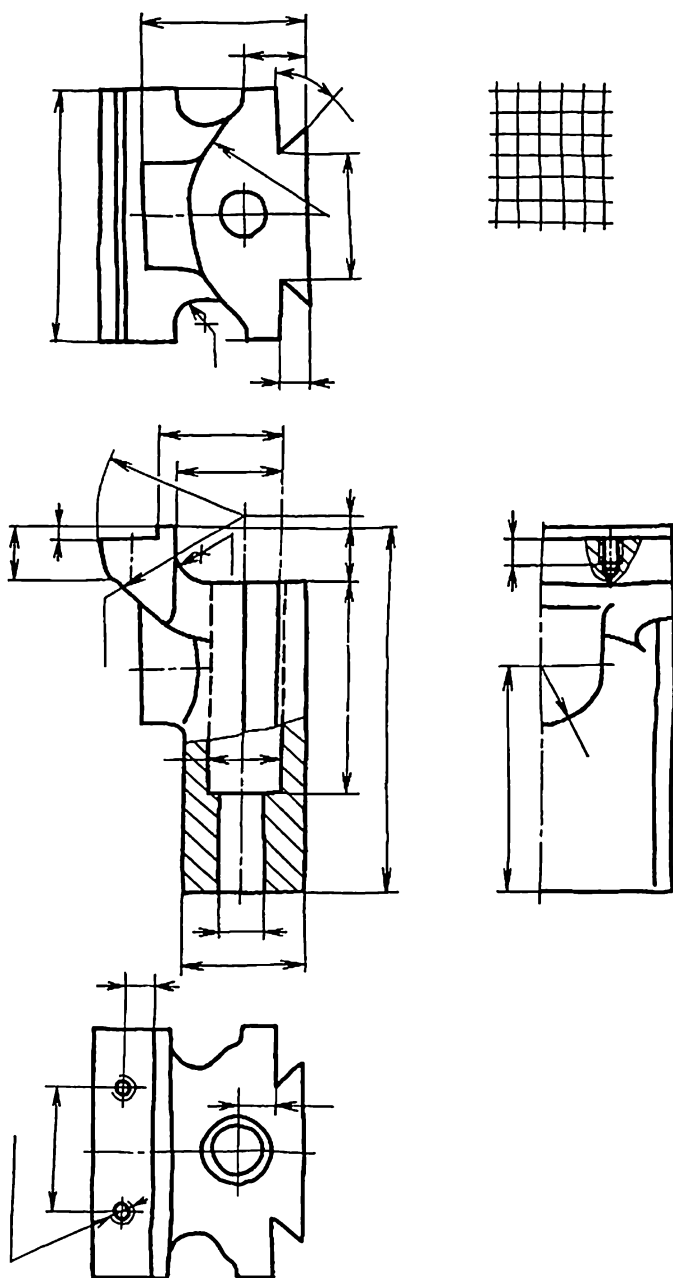
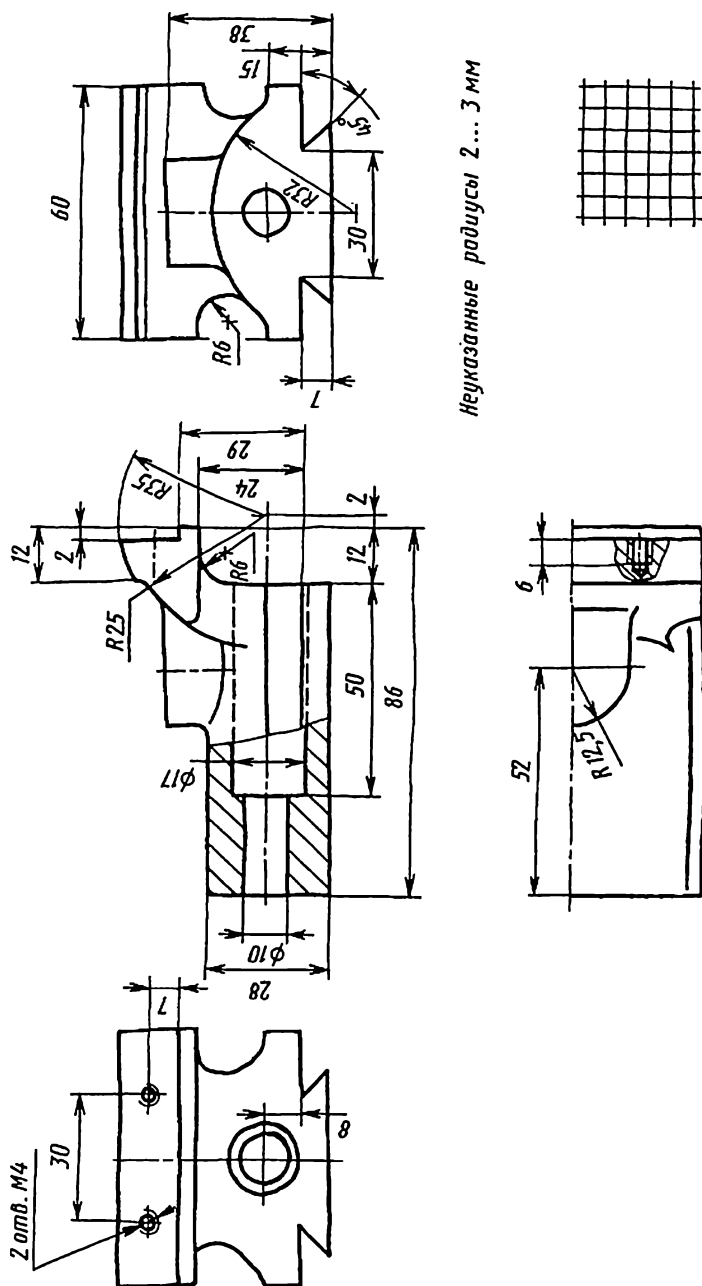


Рис. 3.10, 2



Неуказанные радиусы 2... 3 мм

Рис. 3.10, б

6. Обводка эскиза. Толщина обводки $s = 0,8 \div 1$ мм.

Ниже, в параграфе 3.4 рассмотрены некоторые вопросы съемки размеров детали с натуры, а в параграфе 3.5 — простановки размеров применительно к эскизам и чертежам деталей. С ними необходимо ознакомиться перед выполнением работ, указанных выше в пунктах 4 и 5.

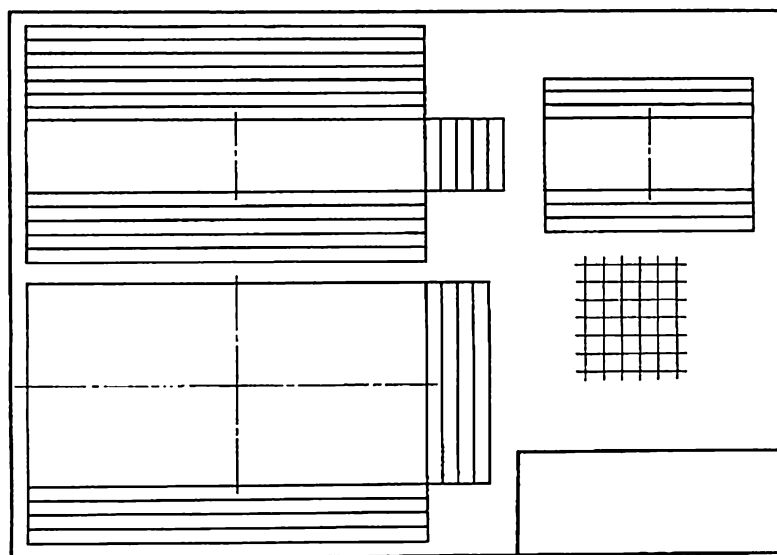
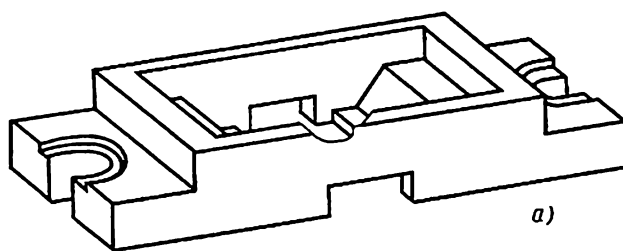
Некоторые детали, эскизы которых должны быть сняты, могут иметь форму стандартных деталей (или быть стандартными), другие — иметь стандартные элементы. Эскизы деталей, соответствующие по форме стандартным, выполняют, руководствуясь изображениями и системой простановки размеров, принятыми в стандартах. Аналогично, руководствуясь стандартами, выполняют изображения стандартных элементов.

Приведем анализ изображений нескольких деталей с учетом правил, установленных стандартами.

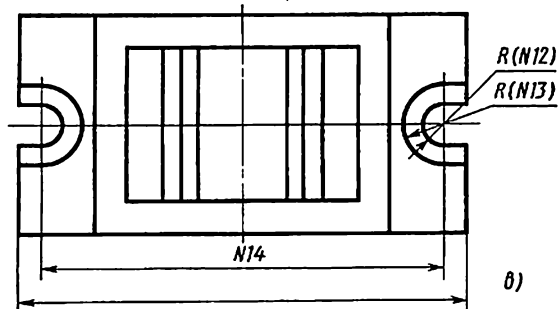
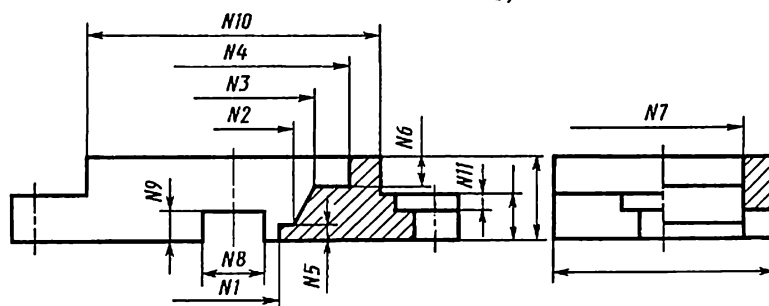
Деталь типа «основание». Внешний вид такой детали приведен на рис. 3.11, а. Приведем анализ ее формы. В основе конструкции детали — прямоугольный параллелепипед с внутренней полостью, с боковыми срезами и углублениями в них, с поперечным пазом. Деталь имеет две плоскости симметрии: продольную и поперечную. Внутренняя полость имеет симметричную ступенчатую форму, образованную несколькими плоскостями. Углубления сбоку имеют форму полуцилиндров с касательными к ним плоскостями.

Планировка приведена на рис. 3.11, б, изображение — на рис. 3.11, в. 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.



δ)



θ)

Рис. 3.11

Многогранная деталь типа «корпус». Внешний вид такой детали — корпуса ручного пресса — приведен на рис. 3.12. Назначение детали — несущая конструкция, вырез в которой образует рабочую зону пресса.

Анализ конструкции данной детали показывает, что в основе ее формы — многогранник, три боковых грани которого наклонны, а четвертая перпендикулярна к основаниям (рис. 3.13). 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.

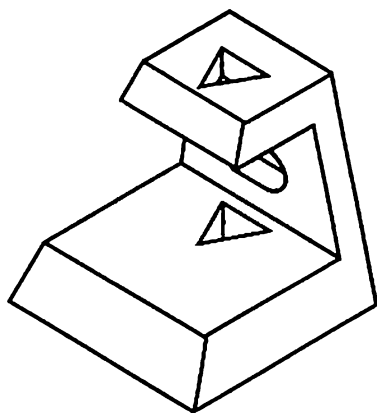


Рис. 3.12

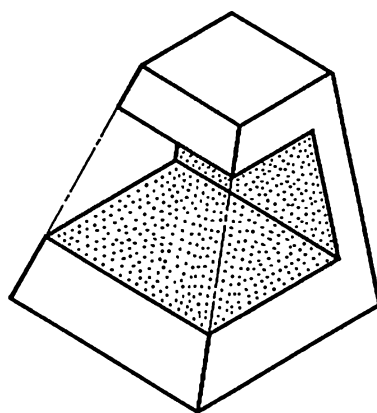


Рис. 3.13

Выбор изображений (рис. 3.14) 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 А—А 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. Размеры № 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. 3.15.

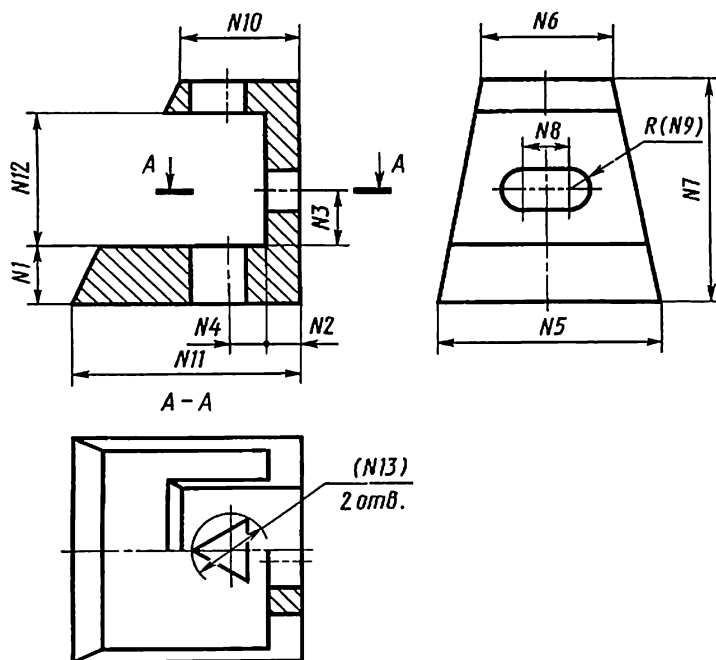


Рис. 3.14

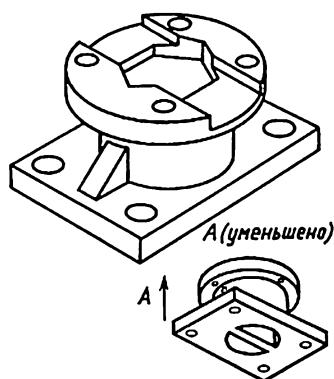


Рис. 3.15

Анализ формы конструктивных элементов детали. В основании детали — плоский прямоугольный параллелепипед, на нем цилиндрическая часть, имеющая сверху круглый фланец. Внутри цилиндрической

ской части с фланцем — цилиндрическая полость с продольным ребром (см. вид снизу на рис. 3.15) и шестигранное отверстие сверху. На верхней части фланца — поперечный паз. Цилиндр укреплен наклонными ребрами жесткости. Основание и фланец имеют по четыре крепежных (цилиндрических) отверстия, два круглых отверстия имеются в стенках цилиндра под фланцем над ребрами. Деталь имеет две плоскости симметрии.

Эскиз детали приведен на рис. 3.16 (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 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 А—А со стрелками, которые определяют положение секущей плоскости и направление взгляда.

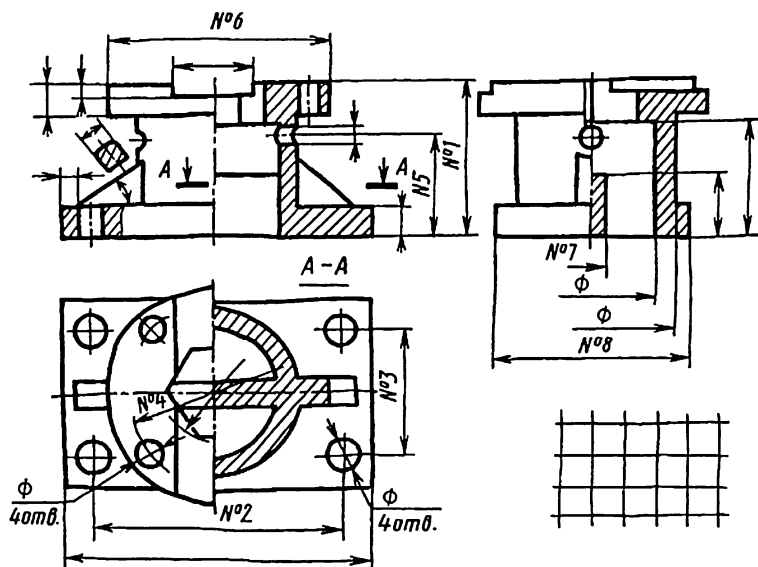


Рис. 3.16

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 А—А 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. 1.50) 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. 1.42).

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. также рис. 1.24, а).

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 ее 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.

3.4. 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. 3.17 — нутромером, на рис. 3.18, а — штангенциркулем; длин L : на рис. 3.18, в — штангенциркулем, на рис. 3.19 — линейкой; размера A на рис. 3.18, б — штангенциркулем. Схемы измерения расстояний между осями отверстий показаны на рис. 3.20 и 3.21.

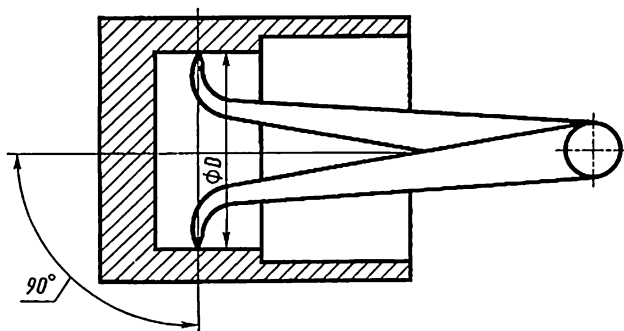


Рис. 3.17

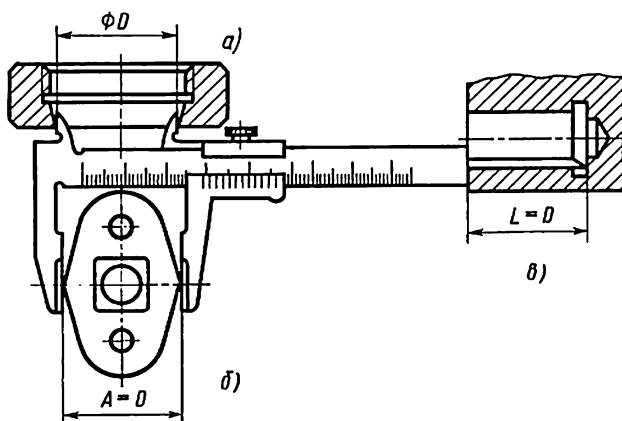


Рис. 3.18

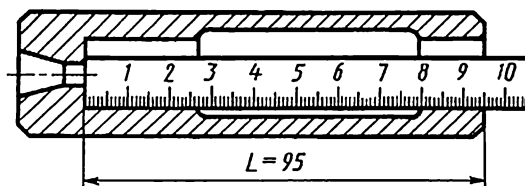


Рис. 3.19

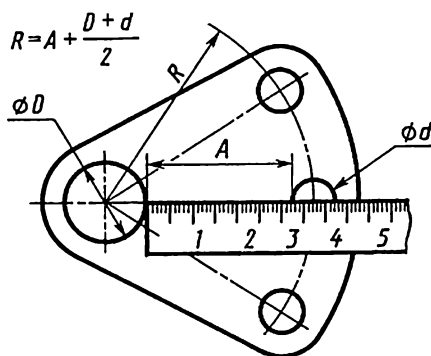


Рис. 3.20

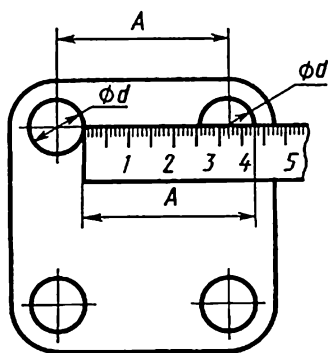


Рис. 3.21

Примеры измерения толщины внутренних стенок: на рис. 3.22 — измерительной линейкой, на рис. 3.23 — кронциркулем с линейкой. В первом случае толщину стенки определяют по результатам измерения трех размеров — A , B , B . Во втором случае по результатам двух измерений: а) размера A — при измерении на детали; б) размера B — по линейке. Размер B выбирают таким, чтобы кронциркуль, не раздвигая измерительных ножек, можно было отвести от детали.

Углы измеряются с точностью до $10'$ угломером (рис. 3.24). В данном случае в наклонное отверстие введен гладкий стержень.

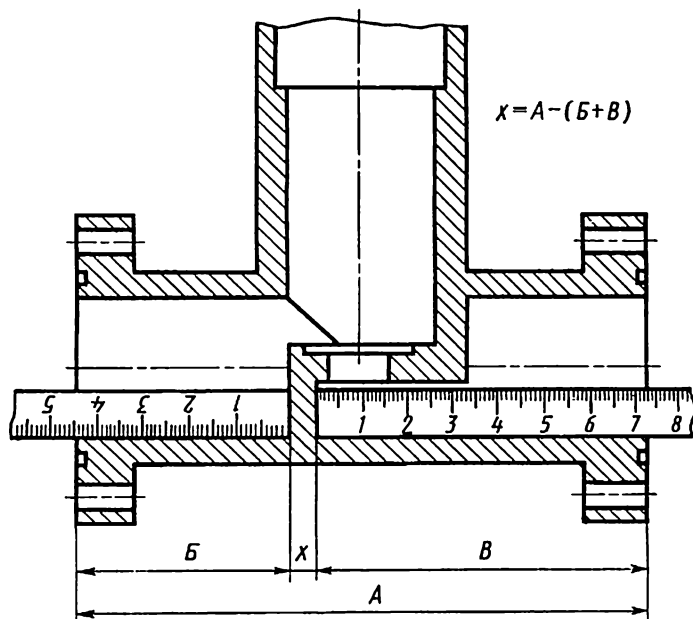


Рис. 3.22

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. 3.25, а). Можно деталь положить на бумагу и контур обвести острым карандашом (рис. 3.25, б). По отпечатку устанавливают геометрическую форму и размеры контура (рис. 3.25, 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.

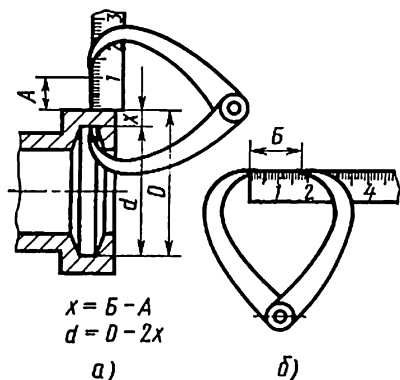


Рис. 3.23

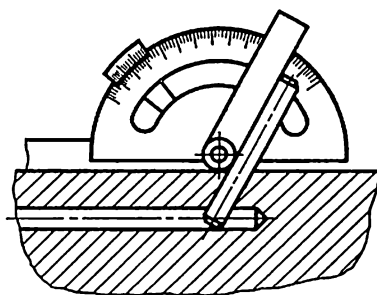


Рис. 3.24

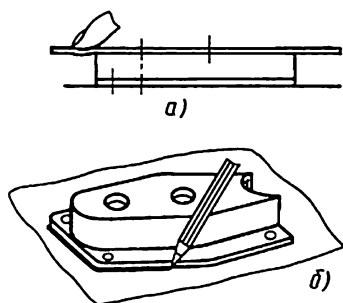
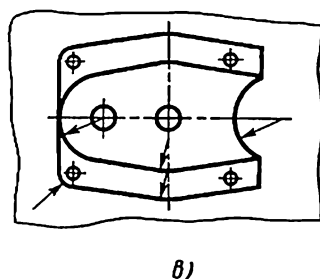


Рис. 3.25



Отпечаток контура кромки внутренней полости детали (рис. 3.26, а) снимают на бумагу протиранием контура графитом карандаша (рис. 3.26, б) или нажатием пальца (рис. 3.26, в). По отпечатку устанавливают геометрическую форму и размеры контура (рис. 3.26, г).

Радиусы закруглений галтелей определяют (рис. 3.26, б) радиусомером (набор шаблонов).

Определение параметров стандартных резьб производят с помощью штангенциркуля и резьбомеров. Резьбомеры (рис. 3.27) 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 пластинке и для дюймовой и трубной резьбы с клеймом «Д 55°» и указанием числа ниток на дюйм на каждой пластине.

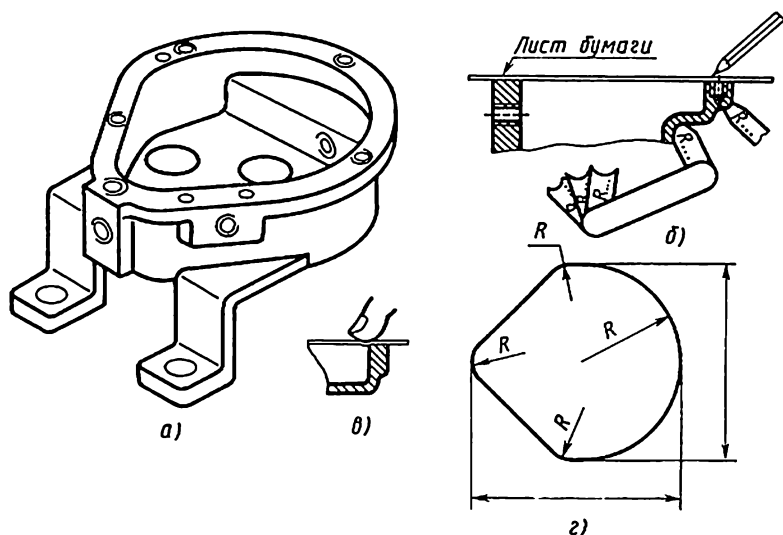


Рис. 3.26

Для измерения шага резьбы на детали резьбомером подбирают шаблон-пластину, зубцы которой совпадают с впадинами измеряемой резьбы (рис. 3.27). Затем читают указанный на пластинке шаг (или число ниток на дюйм). Наружный диаметр стержня (или внутренний диаметр в отверстии) измеряют обычным путем штангенциркулем (рис. 3.28, а).

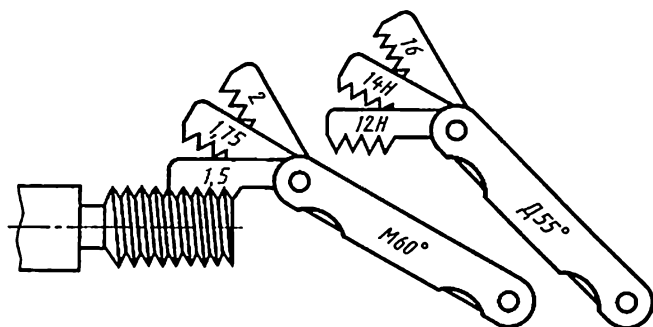


Рис. 3.27

Определив размер и шаг (или число ниток на дюйм), устанавливают тип и размер резьбы по таблицам стандартных резьб.

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. 3.28, б. Затем по оттиску измеряют расстояние L между крайними достаточно четкими рисками (отпечатками). Это измерение должно быть выполнено достаточно аккуратно с погрешно-

стью 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) общей длиной 13,5 мм. Наружный диаметр при измерении 14 мм. Определяем шаг: $p = 13,5 : 9 = 1,5$ мм. По таблицам находим резьбу $M 14 \times 1,5$. т. е. это метрическая резьба 2-го ряда с диаметром 14 мм и мелким шагом 1,5 мм.

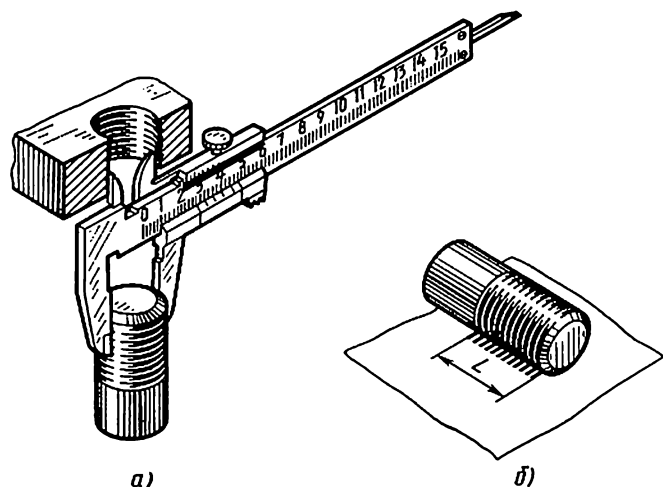


Рис. 3.28

Шаг внутренней резьбы определяют по отпечатку на полоске бумаги, на ребре спички, карандаша (рис. 3.29). Осмотром определяют профиль резьбы, направление резьбы (правая, левая), число заходов.

Определение некоторых параметров зубчатого венца цилиндрического зубчатого колеса. При выполнении эскиза зубчатого колеса с натуры (рис. 3.30) снимают диаметр d_a вершин, ширину b , подсчитывают число зубьев z .

Для нормального зацепления подсчитывают модуль

$$m = \frac{d_a}{z + 2}$$

и диаметр d_i делительной окружности:

$$d_i = mz.$$

На эскизе наносят размеры d_a 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 оптические, оптико-механические и электронные измерительные приборы и установки. Для

исследования формы и расположения внутренних элементов приборов без их разборки применяют рентгеноскопические и рентгенотелевизионные 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.

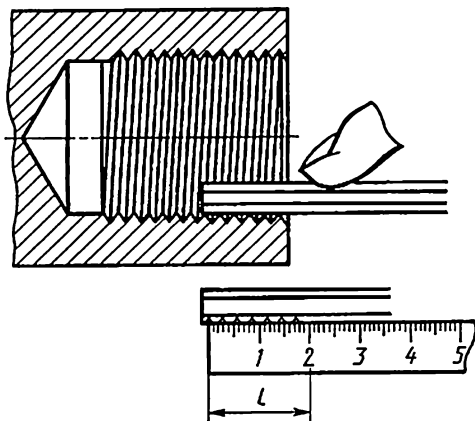


Рис. 3.29

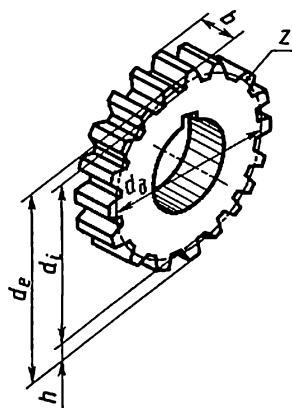


Рис. 3.30

При исследовании приборов, машин, установок со сложными наружными поверхностями измерения размеров выполняют на автоматизированных трехкоординатных измерительных машинах с записью результатов на перфоленту и последующим использованием их для автоматического вычерчивания измеренных поверхностей с помощью графопостроителей.

3.5. Нанесение размеров на эскизах и чертежах деталей

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 изображению, 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 — см. гл. 4);
- особенностей ее изготовления;
- обеспечения ясности и выразительности эскиза, чертежа.

Обеспечение ясности и выразительности чертежа. Соответствующие правила установлены в ГОСТ 2.307—68, а также частично в ГОСТ 2.109—73.

Рассмотрим основные из них применительно к съемке эскизов и выполнению чертежей деталей.

Размеры на чертеже указывают размерными числами и размерными линиями. Размерные линии выполняют в виде прямолинейного отрезка или в виде дуги окружности с одной или двумя стрелками. Размерные числа без обозначения единицы измерения указывают линейные размеры в миллиметрах. При других единицах измерения длины (см, мкм) их указывают на чертеже. Угловые размеры в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 4° , $4^\circ 30'$, $0^\circ 30' 40''$, $0^\circ 0' 30''$.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Размеры одного и того же элемента на разных изображениях повторять не допускается.

Размеры и выносные линии *предпочтительно* наносить вне контура изображения. При нанесении размеров прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные — перпендикулярно этому отрезку. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии радиально (рис. 3.31). В случаях, показанных на рис. 3.32, размерную и выносные линии проводят так, чтобы они с измеряемым отрезком образовали параллелограмм. Выносные линии проводят от линии видимого контура (исключение рис. 3.45). От линий невидимого контура выносные линии проводят лишь в случаях, когда при этом отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1—5 мм.

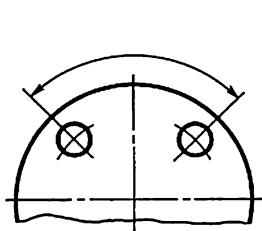


Рис. 3.31

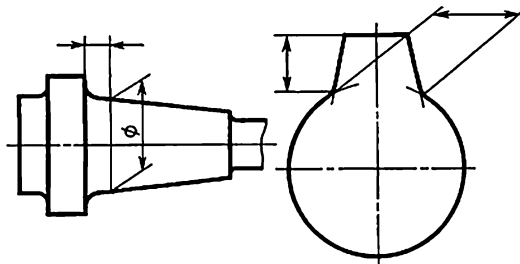


Рис. 3.32

Размерные линии допускается проводить непосредственно к линиям видимого контура (рис. 3.45), осевым, центровым и другим линиям. Однако в качестве размерных линий не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии. Расстояние размерной линии от параллельной ей линии контура, осевой, выносной и других линий, а также расстояние между параллельными размерными линиями должно быть в пределах 6—10 мм. При выполнении

эскизов на бумаге в клеточку расстояние между размерными линиями целесообразно выдерживать 10 мм (по линиям клеток).

При нанесении выносных и размерных линий на чертеже необходимо избегать их пересечения.

Для симметричных предметов, если вид или разрез изображают только до оси симметрии или с обрывом, размерные линии, относящиеся к симметричным элементам, проводят с обрывом и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва изображения предмета (см. на рис. 4.3 диаметры 35, 30, 22 мм). При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (см. размер 38 мм на рис. 5.6 и 5.7).

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (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 (рис. 3.33, см. также рис. 3.10). Целесообразно отдельно группировать размеры, относящиеся к внутренним и внешним очертаниям детали. Пример такой группировки размеров длин показан на рис. 3.34: наружных очертаний — внизу, внутренних — вверх. Иногда такую группировку выполняют на разных изображениях.

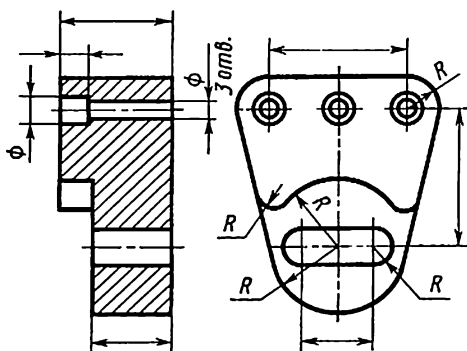


Рис. 3.33

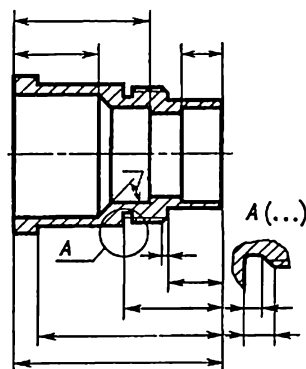
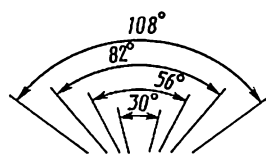
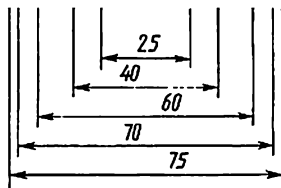
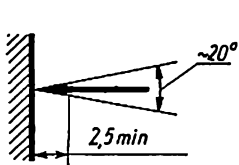


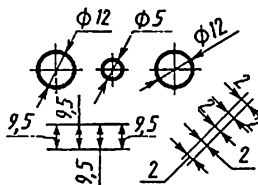
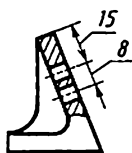
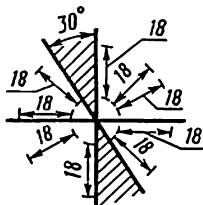
Рис. 3.34

Стрелки размерных линий вычерчивают приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов в зависимости от толщины s линий видимого контура показаны на рис. 3.35.

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии (или соответственно за контурные, осевые, центровые и т. д.) и стрелки наносят с их внешней стороны (см. размеры длины на рис. 4.4, д). При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или четко наносимыми точками. При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии эти линии допускается прерывать (см. размер d_1 на рис. 4.5).



Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине, но при нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий. При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 3.36). При различных наклонах размерных линий размерные числа располагают, как показано на рис. 3.37. Если требуется нанести размер в заштрихованной зоне, то размерное число наносят на полке линии-выноски (рис. 3.38). Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией или недостаточно места для нанесения стрелок, то размеры и стрелки наносят, как показано на рис. 3.39, исходя из наибольшего удобства чтения. Размерные числа не допускается пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. В местах нанесения размерного числа осевые, центровые и линии штриховки прерывают. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа. Не наносят размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.



Нанесение размеров в зависимости от формы некоторых конструктивных элементов. Так, при нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*. Если требуется указать размер, определяющий положение центра радиуса дуги окружности, то центр изображают в виде пересечения центровых или выносных линий. При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, а размерную линию радиуса в этом случае показывают с изломом под углом 90° (рис. 3.40). Если надо показать координаты вершины скругляемого угла, то выносные линии проводят от точки пересечения сторон скругляемого угла (размеры 20 и 50 мм внизу на рис. 3.41).

The diagram shows the orthographic projection of a mechanical part, consisting of a front view (top) and a top view (bottom).

Front View (Top):

- Overall width: 73
- Distance from left edge to the start of the central cutout: 50
- Radius of the central semi-circular cutout: $R10$
- Angle of the cutout: 90°
- Height of the part: 10

Top View (Bottom):

- Overall width: 85
- Distance from left edge to the start of the central cutout: 50
- Distance from the end of the central cutout to the right edge: 20
- Radius of the central semi-circular cutout: $R10$
- Angle of the cutout: 85°
- Height of the part: 10

105

Перед размерным числом диаметра (радиусы) сферы наносят знак $\varnothing$ (R) без надписи «Сфера». Допускается знак $\bigcirc$ наносить в тех случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, например: « $\bigcirc \varnothing 18$ », « $\bigcirc R 12$ ».

Квадрат при отсутствии изображений, определяющих его конфигурацию, обозначают знаком $\square$ (квадратом), который наносят перед размерным числом стороны квадрата.

Для верстки: в след. предложении знак конусности — равнобедренный треугольник 2:3 вершиной влево (см. источник).

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак <1 , острый угол которого направляют в сторону вершины конуса (рис. 3.43).

Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак ∇ , острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.

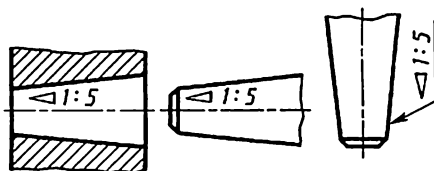


Рис. 3.43

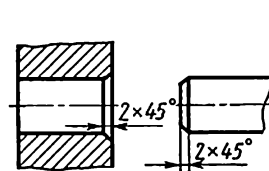


Рис. 3.44

Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рис. 3.44. Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам — линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами (см. рис. 2.43).

Размеры криволинейного контура наносят, как показано на рис. 3.45.

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов, например: «4 отв. $\varnothing 6$ », «2 отв. $\varnothing 3$ ». Допускается указывать количество элементов под размерной линией или полкой линии-выноски, над которыми нанесены размерные числа.

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

Примеры применения рассмотренных правил приведены на рис. 3.46, 3.47, а также см. рисунки 3.33, 3.41.

Покажем соблюдение указанных правил при нанесении размерных линий на эскизах основания и корпуса (см. рис. 3.11, в, 3.14).

Практически все размерные линии, за исключением размеров № 5, 9 на рис. 3.11, в и № 8 на рис. 3.14, нанесены вне контура изображения. На фоне контура размерные линии этих размеров оставлены в связи с тем, что выносные линии для них при вынесении за контур получаются слишком длинными, делают изображения менее наглядными.

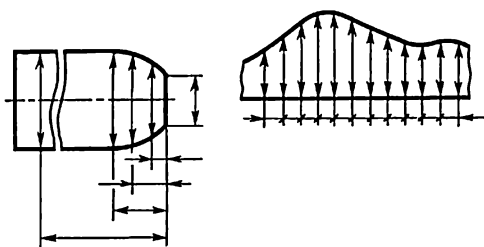


Рис. 3.45

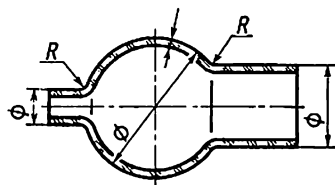


Рис. 3.46

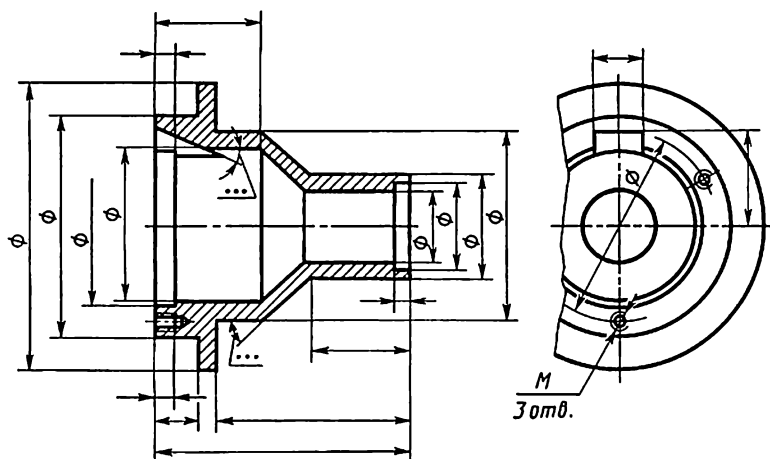


Рис. 3.47

Группировка в одном месте размерных линий, относящихся к одному конструктивному элементу, выполнена следующая. На рис. 3.11, в на фронтальной проекции сгруппированы размеры № 1—6, относящиеся к внутренней полости (один ее размер — № 7 приведен на профильной проекции), № 8, 9 поперечного паза, размеры № 10, 11, определяющие боковые уступы. На горизонтальной проекции сгруппированы размеры № 12, 13 боковых пазов и № 14 — расстояние между их осями.

На рис. 3.14 на фронтальной проекции сгруппированы размеры № 1, 2, 12, определяющие вырез в детали; на профильной проекции — размеры № 8 и 9 фасонного отверстия.

В связи с недостатком места для стрелок на размерных линиях для двух размеров № 2, 4 на рис. 3.14 они заменены точкой.

Правило о группировке размеров, относящихся к одному конструктивному элементу, применено, например, при нанесении размерных линий следующих конструктивных элементов (см. рис. 3.16):

— на фронтальной проекции — диаметра и толщины верхнего фланца, угла наклона бокового ребра и его положения относительно края основания, ширины и глубины паза в круглом фланце, диаме-

тра и положения оси (размер № 5) отверстия в цилиндрической части детали (под фланцем);

— на горизонтальной проекции — расстояний между осями (размеры № 2, 3) и диаметра четырех отверстий в основании, диаметра (размер № 4) расположения осей четырех отверстий во фланце и их диаметра, длины и ширины (размер № 8) прямоугольного основания;

— на профильной проекции — толщины (размер № 7) и высоты внутреннего ребра, диаметра и глубины внутренней цилиндрической полости.

Некоторые из особенностей нанесения размеров, определяемых технологией изготовления деталей, рассмотрены ниже.

Простановка размеров на элементы деталей, обрабатываемые резанием. *Сверление глухого отверстия и нарезание резьбы.* Последовательность обработки рассмотрена выше (см. рис. 2.30). На чертеже наносят обозначение резьбы (см. рис. 2.19), 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 (см. рис. 2.19, ж).

Нарезание внутренней резьбы резцом. Последовательность обработки внутренней резьбы с проточкой для выхода резца (схема размеров — на рис. 3.48, а) показана на технологических эскизах: расточка внутренних диаметров на заданную глубину при подаче резца вдоль оси (рис. 3.48, б); проточка канавки для выхода резца при радиальной его подаче (рис. 3.48, в); нарезание резьбы при подаче вдоль оси (рис. 3.48, г, переходы обработки фаски не показаны).

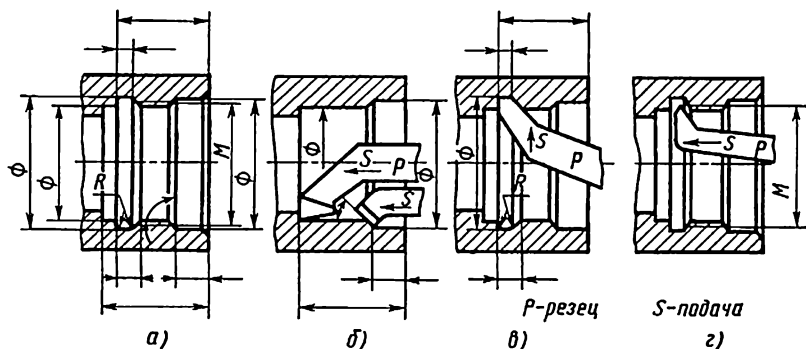


Рис. 3.48

Обточка ступенчатого валика в центрах (рис. 3.49). Заготовка — пруток $\varnothing 30$. Последовательность токарной обработки показана слева на рис. 3.50 при одной установке в центрах и на рис. 3.51 — при другой (отрезка заготовки и зацентровка не рассмотрены). Положе-

ние 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 (расстояния от размерных линий до контура изображения детали выбраны с учетом положения этих размерных линий на чертеже детали).

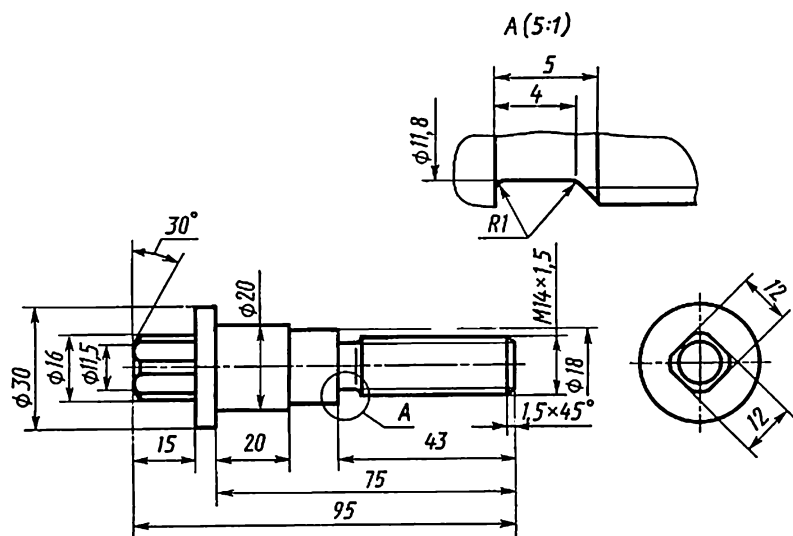


Рис. 3.49

Проточка канавок. Схема обработки канавок для выхода резьбового резца при нарезании внутренней резьбы рассмотрена выше (см. рис. 3.48, в). Аналогично обрабатывают наружные проточки (см. рис. 3.50, г).

Схема постановки размеров полукруглой канавки-фиксатора и положение резца приведены на рис. 3.52.

На чертеже указывают положение плоскости симметрии канавки, а ширину не указывают.

Схема постановки размеров на канавках специального назначения (рис. 3.52, 3.53, 3.54) 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 (рис. 3.49) двумя фрезами показан на рис. 3.55. После обточки (см. рис. 3.50, 3.51) валик закрепляют в приспособлении и одновременно фрезеруют две грани головки в размер 12 «под ключ».

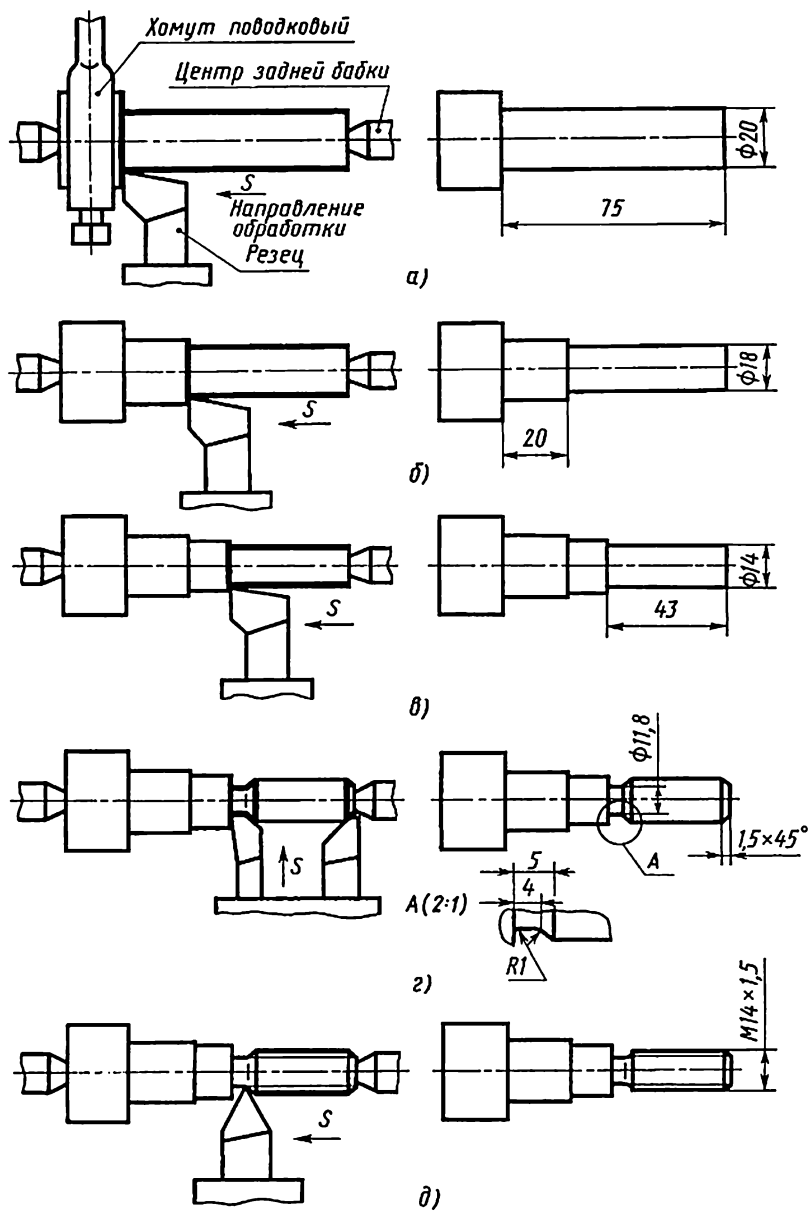


Рис. 3.50

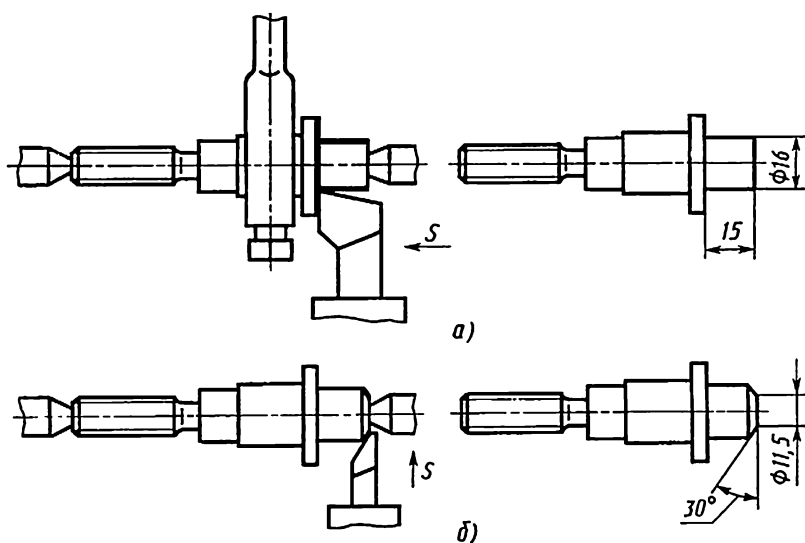


Рис. 3.51

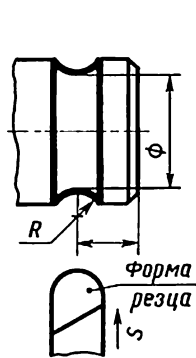


Рис. 3.52

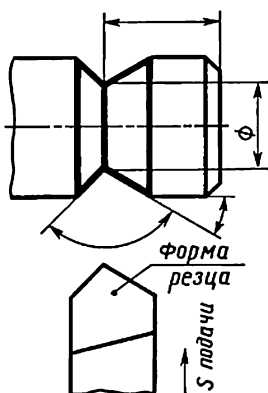


Рис. 3.53

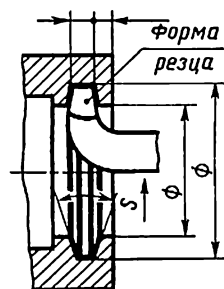


Рис. 3.54

На рис. 3.56 изображен вал с тремя различными шпоночными канавками. Схемы фрезерования канавок и необходимые размеры приведены на рис. 3.57, а, б, в. Длину полного профиля левой канавки определяет размер 22 мм. Диаметр фрезы (рис. 3.57, д) выбирают минимально возможным. Среднюю канавку со скругленными концами фрезеруют (рис. 3.57, в) концевой фрезой. Диаметр резьбы выбирают по ширине канавки. Правую канавку под сегментную шпонку фрезеруют (рис. 3.57, б) специальной шпоночной фрезой, диаметр и толщина которой определены размерами канавки (они соответствуют размерам шпонки).

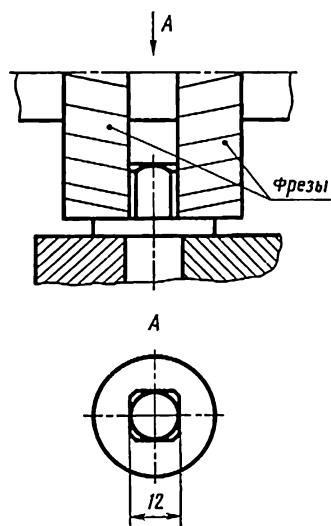


Рис. 3.55

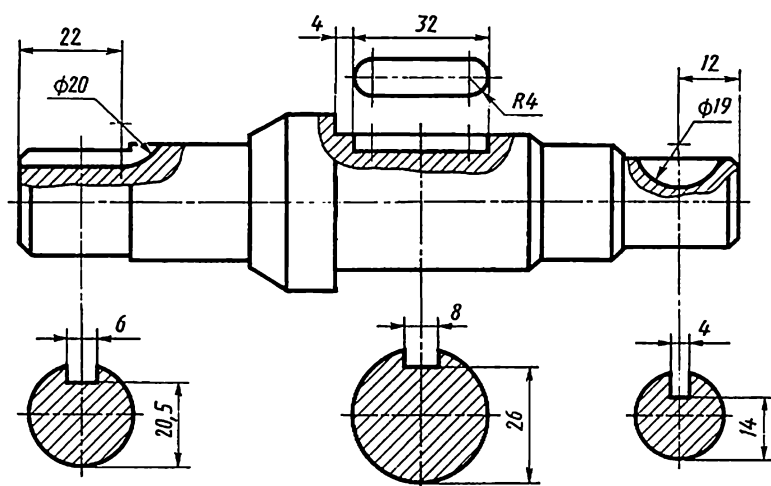


Рис. 3.56

Пример учета особенностей конструкции литой детали при нанесении размеров приведен на рис. 3.58, б. На рис. 3.58, а дано наглядное изображение детали, на рис. 3.58, в изображена литейная модель детали (конические выступы соответствуют таким же выступам на стержне), на рис. 3.58, д — элементарных тел, образующих форму литейной модели, на рис. 3.58, з — литейный стержень (для формообразования внутренней полости).

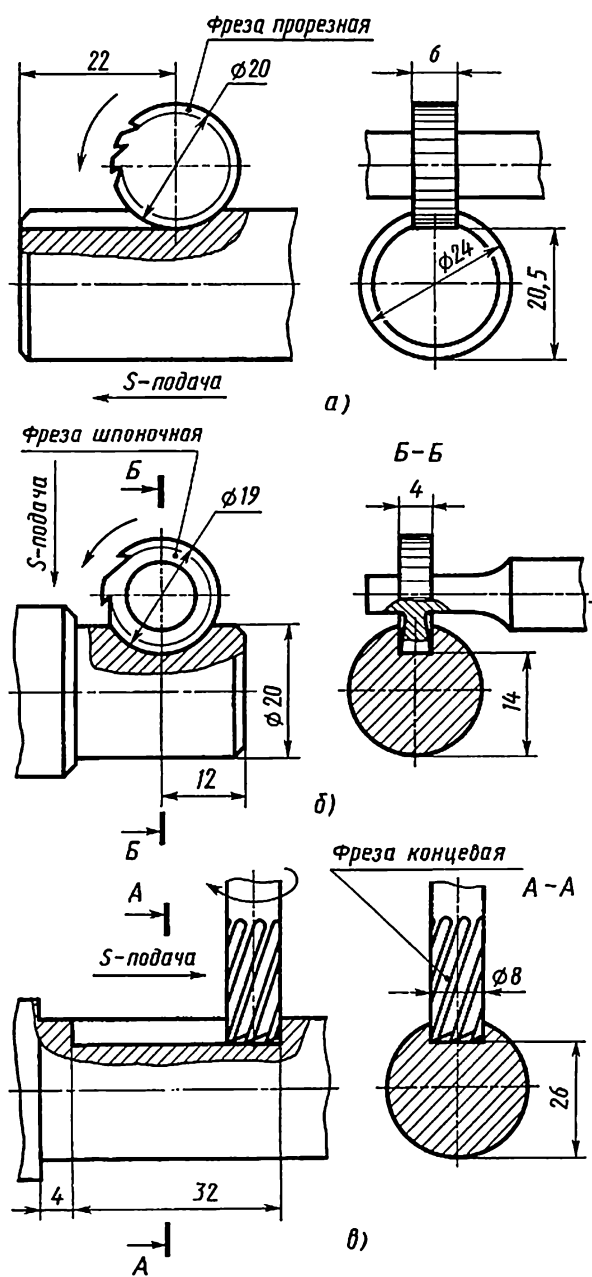


Рис. 3.57

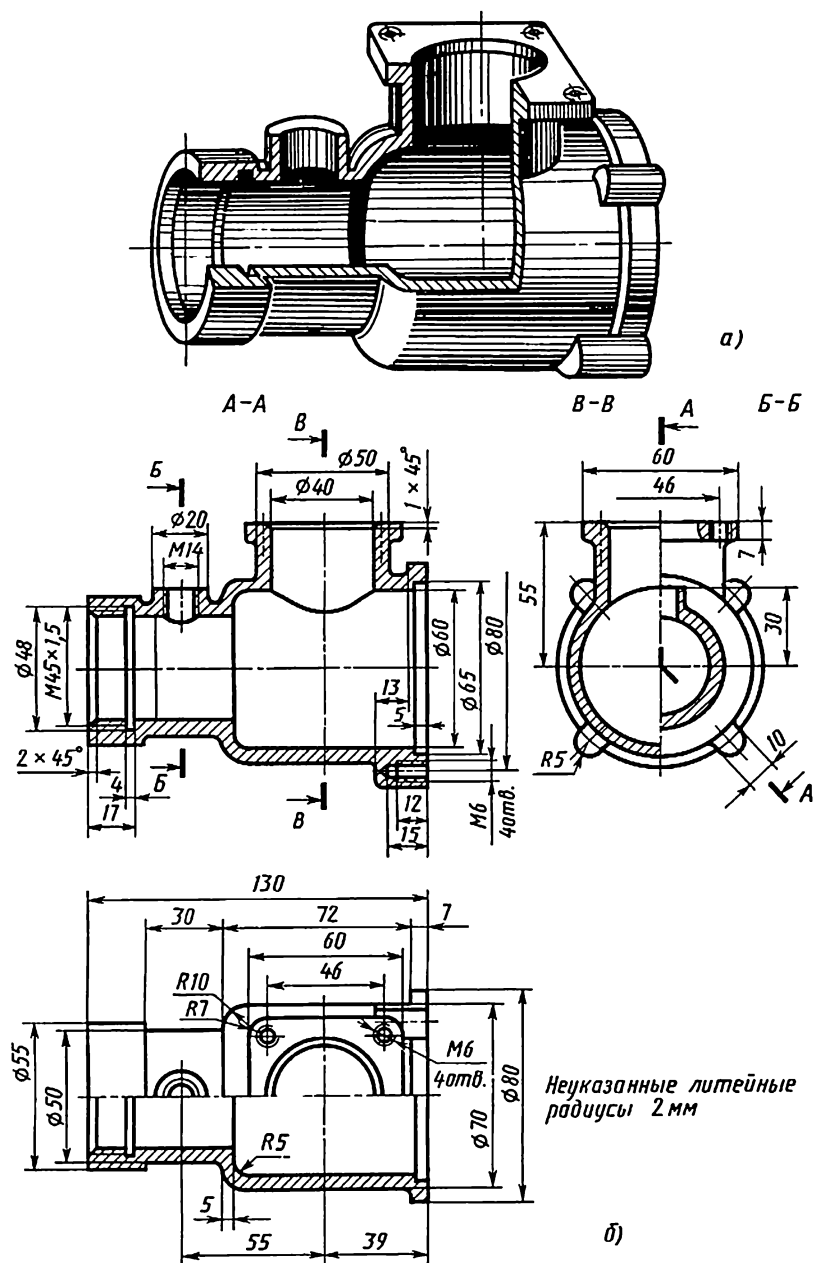


Рис. 3.58

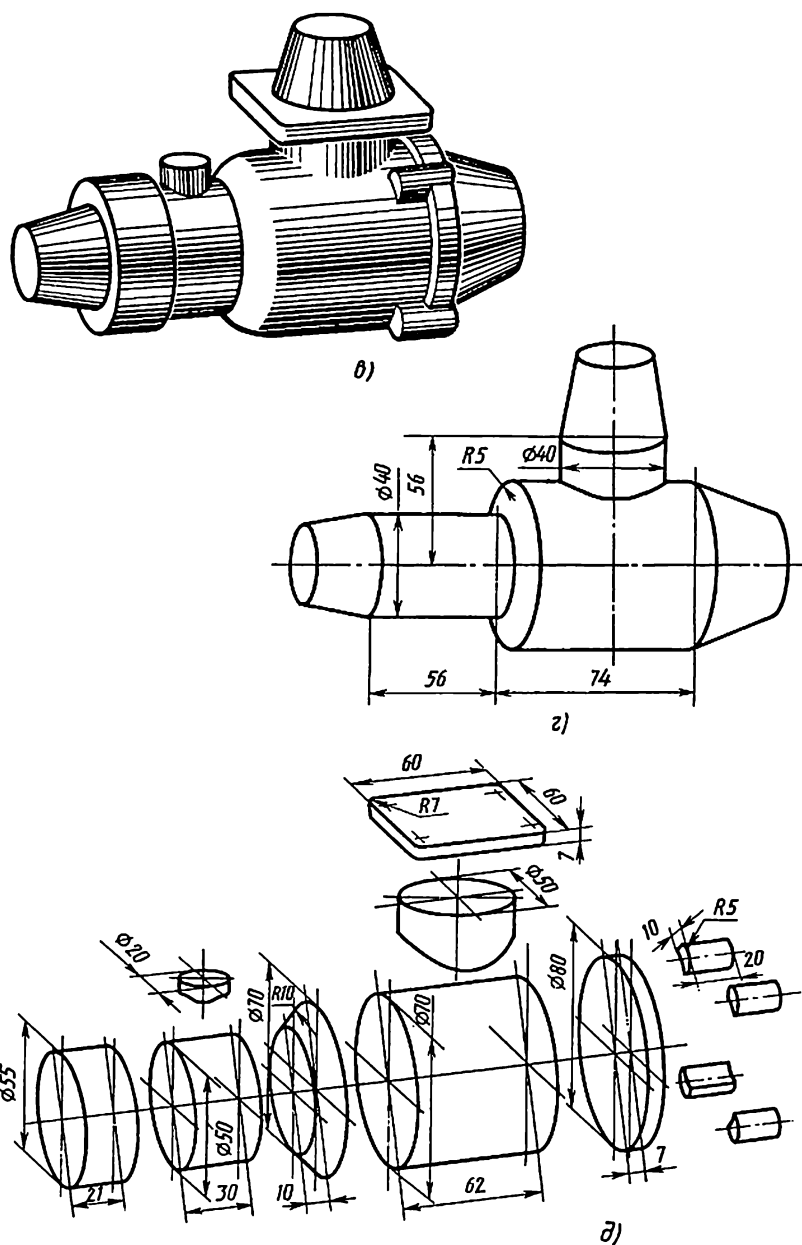


Рис. 3.58. Окончание

Простановка размеров деталей, изготавливаемых гибкой. При гибке деталь приобретает форму, соответствующую форме инструмента. На чертежах деталей, изготавливаемых из прутка, проволоки или листового материала гибкой, наносят размеры внутреннего контура, соприкасающегося, огибающего соответствующие формирующие поверхности инструмента. При гибке труб (рис. 3.59) размеры относят к оси трубы. Если изображение детали, изготавливаемой гибкой, не дает

представления о действительной форме и размерах ее отдельных элементов, на чертеже помещают частичную или полную ее развертку (см. рис. 1.14). На развертке наносят только те размеры, которые невозможно указать на изображении деталей.

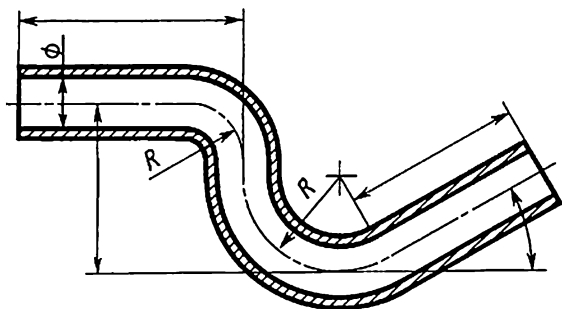


Рис. 3.59

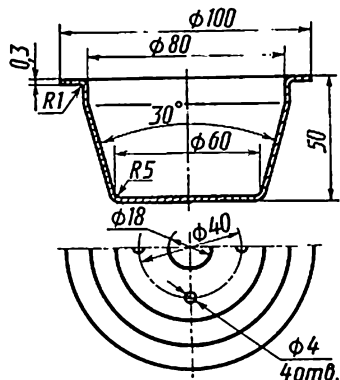


Рис. 3.60

Простановка размеров деталей, изготавливаемых холодной штамповкой. На чертеже (рис. 3.60, см. также рис. 4.4, в) задают толщину листа или ленты, из которых штампуют деталь, и размеры внутреннего (по пуансону) или наружного (по матрице) контура детали.

Системы простановки размеров. В рассмотренных выше чертежах деталей (см. рис. 3.34, 3.47, 3.49) длины проставлены в определенном порядке: на рис. 3.34, 3.47 длины внешних поверхностей — от правого торца детали, внутренних — от левого, на рис. 3.49 два размера 43 и 75 мм — от правого торца, один размер 15 мм — от левого торца и один 20 мм — от опорного торца диаметром 30 мм.

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 выполняющие ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащие заготовке или изделию и используемые для базирования.* Примеры баз приведены на рис. 3.61, а—е, где 1 — база, 2 — деталь, 3 — заготовка, 4 — губки самоцентрирующих тисков, 5 — центрирующий конус приспособления. Базовые поверхности отмечены утолщенными линиями. 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. 1.56) 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 пересечения рисок. Явной базой у того же кронштейна (см. рис. 1.56) является опорная цилиндрическая поверхность диаметром 50 мм.

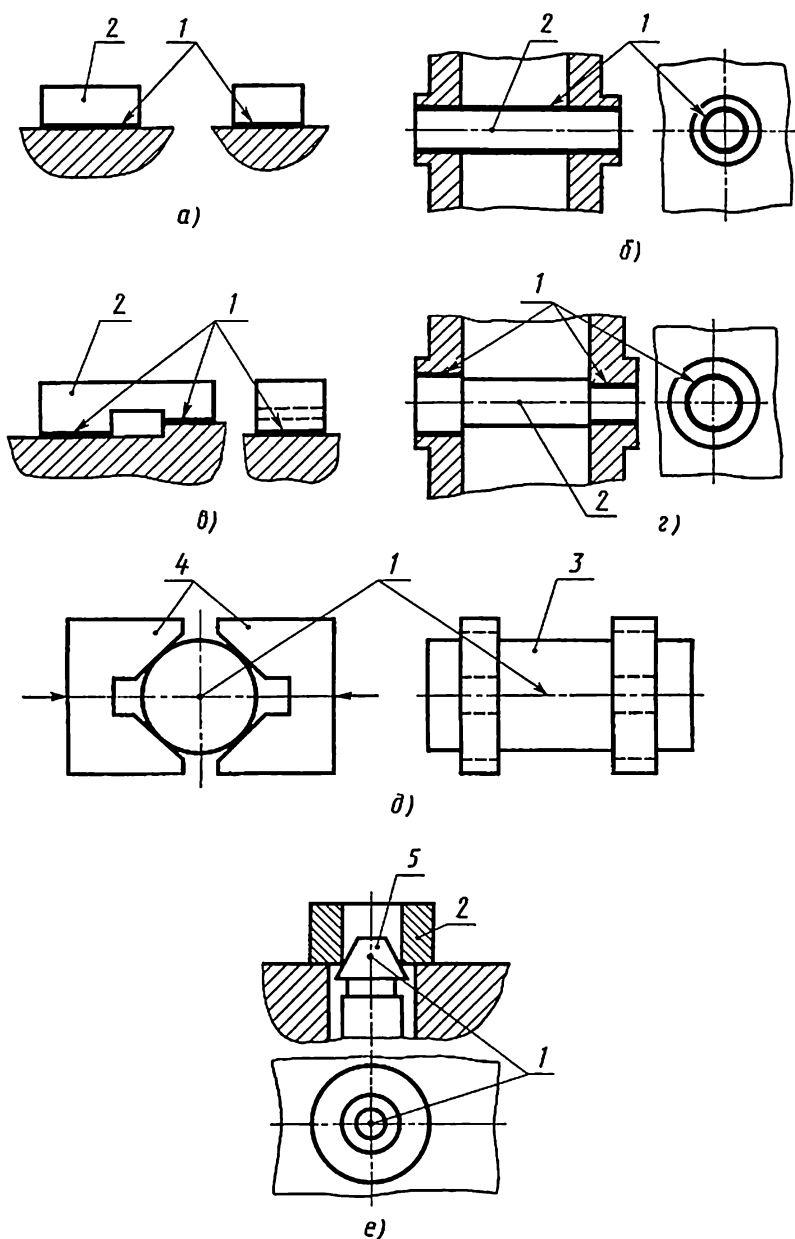


Рис. 3.61

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:

- первая — от конструкторских баз;
- вторая — от технологических баз;
- третья — комбинированная, в которой часть размеров ставят от конструкторских баз, часть — 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 (см. рис. 10.11, z^1 , 2.48, 2.49).

Совмещение конструкторской и технологической баз, а также измерительной является одним из важных принципов конструирования — принцип единства баз.

В рассмотренных выше чертежах деталей (см. рис. 3.34, 3.47, 3.49 и др.) для размеров длин использована в основном вторая система простановки размеров от технологических баз.

Простановка размеров от конструкторских баз будет рассмотрена ниже.

3.6. 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 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 их оформлению.

Надписи на чертежах. Правила 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.

¹ Чекмарев А. А. Начертательная геометрия.

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. 3.46). 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 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, $42^{+0,003}_{-0,013}$, $42^{-0,013}_{-0,024}$, $42^{+0,011}_{-0,025}$). Верхнее отклонение ставят немного выше, а нижнее — несколько ниже номи-

нального размера. При равенстве абсолютных величин отклонений их величину указывают один раз со знаком $\pm$ рядом с номинальным размером и одинаковым с ним шрифтом (например, $60 \pm 0,2$; $120^\circ \pm 20'$). 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 предельном 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.

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, характеризующих 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 величины и направление предельных отклонений. Например: неуказанные предельные отклонения размеров отверстий — по H 12, валов — по h 12.

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 $(-0,025_{-0,075}^{0,025})$;

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 ⌒ .

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. *Отклонения 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 диаметральной 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 $\nearrow$.

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. 3.62, а). Рамку соединяют с контурной линией детали или выносной линией (рис. 3.62, б). Пример допуска круглости $0,005$ мм при допуске на размер $0,021$ мм приведен на рис. 3.62, в.

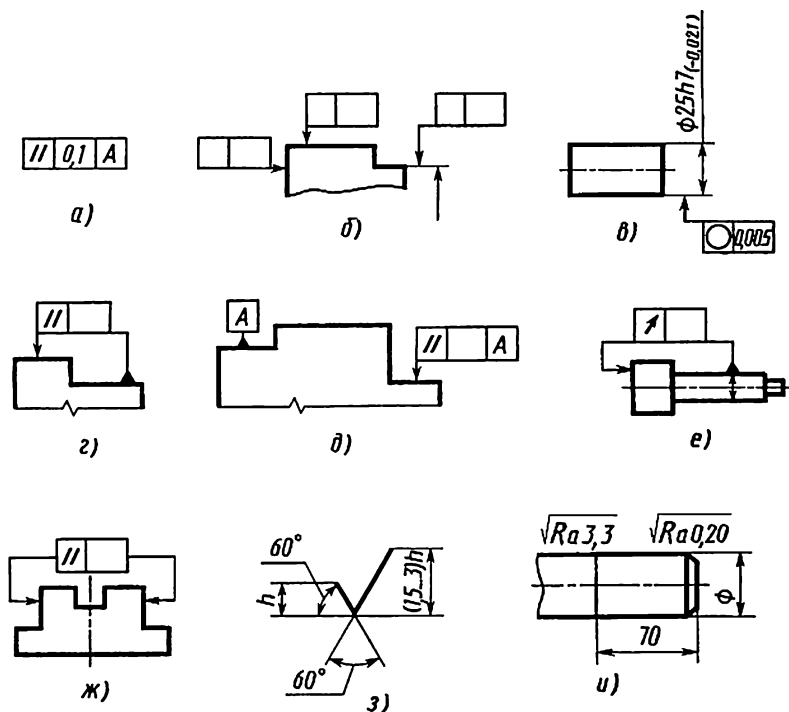


Рис. 3.62

Базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют с линией рамки допуска (рис. 3.62, г). Чаще базу обозначают буквой и соединяют ее с треугольником (рис. 3.62, д).

Если базой является ось или плоскость симметрии, то треугольник располагают в конце размерной линии соответствующего размера (диаметра, ширины) поверхности (рис. 3.62, е). Если назначают допуск расположения для двух одинаковых поверхностей, то вместо зачерненного треугольника применяют стрелку (рис. 3.62, 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 определе-

ния 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 и 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 профиля, средним шагом неровностей профиля по вершинам, относительной опорной длиной профиля. 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 другие 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. 3.62, з. В обозначении шероховатости поверхности, образуемой без снятия слоя материала, например литьем, ковкой, объемной штамповкой, прокатом, волочением и т. п., применяют знак $\sqrt{}$; поверхности, не обрабатываемые по данному чертежу, обозначают этим же знаком. Состояние поверхности, обозначаемой знаком $\sqrt{}$, должно удовлетворять требованиям, установленным соответствующим стандартом или техническими условиями на сортament 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. 3.62, и), выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

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 ($\sqrt{}$). Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости или знак $\sqrt{}$, должны иметь шероховатость, указанную перед знаком ($\sqrt{}$). Когда часть поверхностей изделия не обрабатывают по данному чертежу, в правом верхнем углу чертежа перед знаком ($\sqrt{}$) помещают знак $\sqrt{}$. Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости (рис. 3.62, и).

Нанесение обозначений покрытия 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 получаемую в результате твердость материала. 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.

Контрольные вопросы

1. Какие данные содержит чертеж детали?
2. Как указывают размеры деталей, измеряемые в напряженном состоянии?
3. Как располагают на чертеже изображения деталей тел вращения?
4. Как выбирают главное изображение на чертеже детали?
5. Как выбирают формат чертежа детали?
6. Что называют эскизом детали?
7. В какой последовательности выполняют эскиз детали?
8. Какие инструменты используют для измерения размеров деталей при выполнении их эскизов, как определяют шаг резьбы?
9. Как определяют модуль зацепления зубчатого колеса и диаметр делительной окружности?

10. Какие факторы учитывают при нанесении размеров на чертежах и эскизах деталей?

11. Как рекомендуется располагать размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу?

12. Как рекомендуется наносить размерные числа при нескольких параллельных размерных линиях?

13. Как указывают размеры кольцевых канавок на чертежах?

14. Как указывают размеры шпоночных пазов (канавок) на чертежах?

15. Что называют базированием и какие базы различают в деталях?

Глава 4

РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА ИЗДЕЛИЯ

4.1. 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.

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 «Эскизный проект» и ГОСТ 2.120—73 «Технический проект» ЕСКД 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 изделий;

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 пояснения чертежа общего вида, описания принципа работы изделия, указания о составе и др.;

в) размеры и другие наносимые на изображении 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 чертеж общего вида должен содержать:

— изображения (виды, разрезы, сечения), определяющие конструкцию и технические формы всех составных частей изделия, их расположение, количество, и дающие представление о взаимодействии составных частей;

— установочные, присоединительные и габаритные размеры;

— 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 4.5.

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 следует вычертить, пользуясь техническими справочниками, например стандартные крепежные детали (винты, гайки и т. д.), которые входят в состав сборочной единицы.

4.2. 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 руко-

водствуются разработанным кафедрой паспортом — схемой сборочной единицы, описанием и спецификацией.

2. Выполнение эскизов деталей, входящих в состав сборочной единицы, включая эскизы некоторых стандартизированных деталей. Увязка сопряженных размеров деталей. Съемка эскизов деталей подробно рассмотрена в гл. 3.

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 на рис. 4.1. В основу планировки обычно принимают планировку эскиза корпусной детали. Более подробно этот этап рассмотрен ниже.

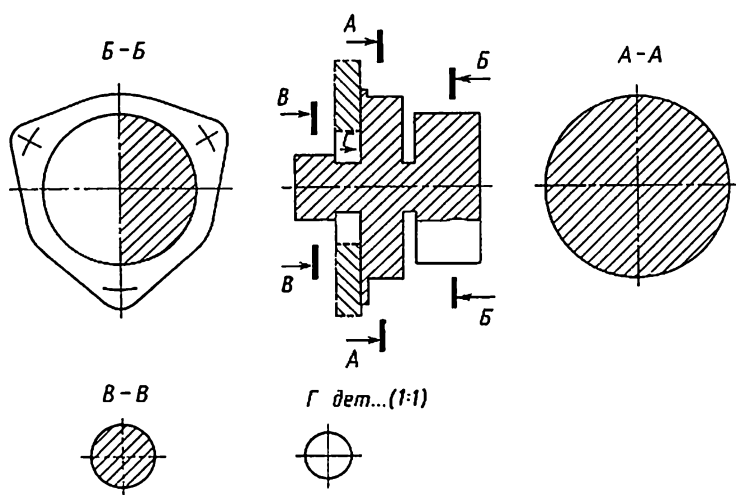
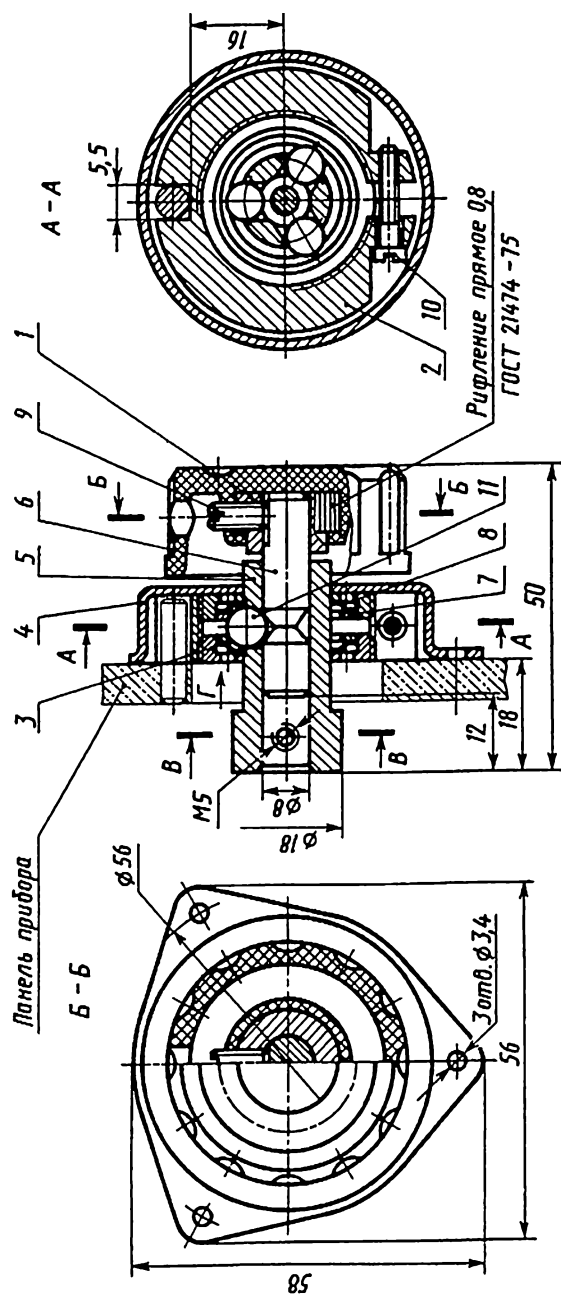


Рис. 4.1

Пример выполнения чертежа общего вида приведен на рис. 4.2.

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.

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.



Г дем. 3 (1:1)



В-В

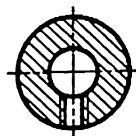


Рис. 4.2

4.3. Выполнение эскизов деталей для чертежа общего вида

Общие правила съемки эскизов деталей рассмотрены в гл. 3. 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. 3 рассмотрена система нанесения размеров главным образом из технологических соображений (параграф 3.5), от технологических баз. При съемке же эскизов деталей сборочных единиц некоторые размеры наносят с учетом взаимосвязи этих деталей в устройствах и их конструктивных особенностей, то есть из конструктивных соображений, от конструктивных 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. 4.3, 4.4, а — з приведен комплект выполненных эскизов для верньера (рис. 4.4, б — з — только с размерными линиями), чертеж общего вида которого приведен на рис. 4.2.

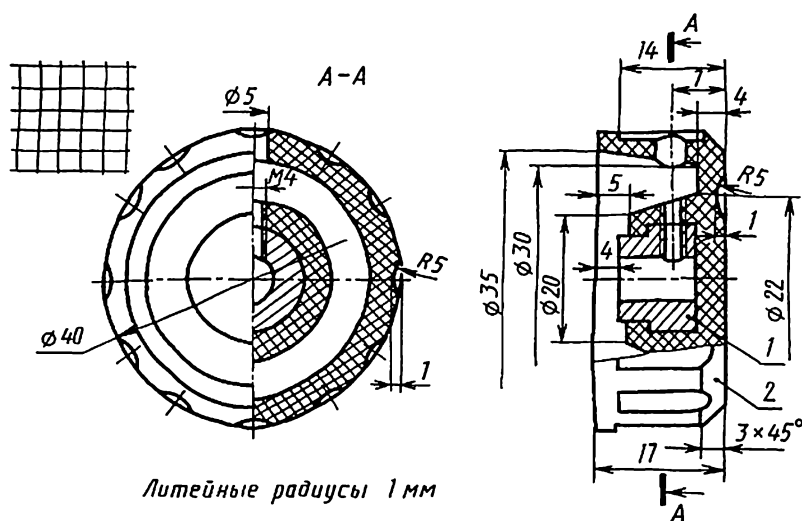


Рис. 4.3

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), получаемые армированием, сваркой или наплавкой, а также неразъемные соединения деталей (материалов), которые после соединения их пайкой, склеиванием, развальцовкой, напрессовкой и другими сборочными операциями подвергают дополнительной механической обработке. На детали

(металлическую арматуру), входящие в состав таких сборочных единиц, оформляют отдельные эскизы (армирование представляет собой технологический процесс изготовления неразъемных сборочных единиц, осуществляемый путем заливки или прессования металлической арматуры в виде втулок, стержней, шпилек материалом, которым может быть пластмасса, стекло, фарфор, керамика, металлы и их сплавы и т. п., отличающиеся от материала арматуры).

Пример. В показанной на рис. 4.2 конструкции верньера ручка 1 является сборочной единицей, представляющей собой армированное изделие. На нее разработан эскиз (см. рис. 4.3). 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 ее форму, за исключением размеров арматуры, а также размеры, которые определяют положение арматуры относительно формуемых поверхностей. В эскизе на рис. 4.3 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. 4.4, 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).

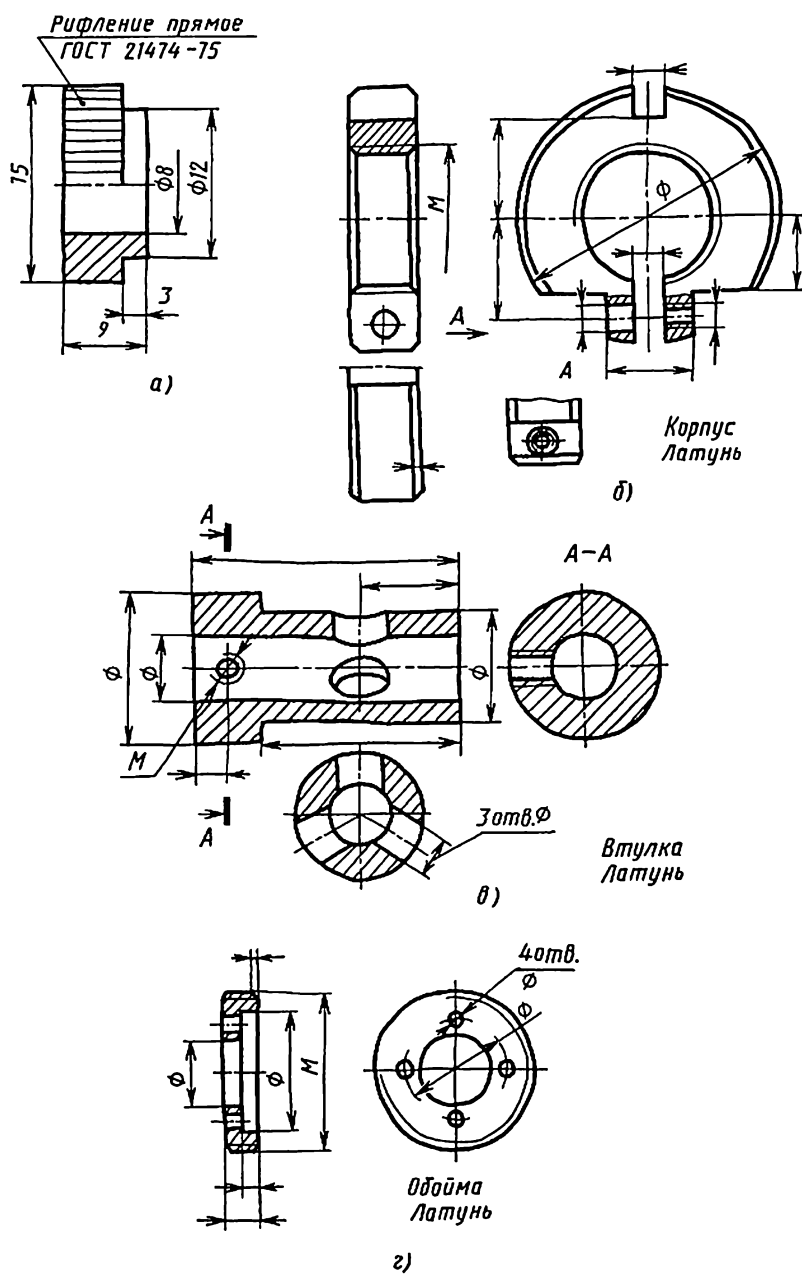
Сопряженные и свободные размеры. Размеры деталей сборочных единиц подразделяют на сопряженные и свободные. *Сопряженные размеры — это размеры сопрягаемых (соединяемых) деталей, которые должны быть одинаковы.* Они обеспечивают заданное положение деталей в сборочной единице, точность ее работы, надлежащие условия сборки и разборки, требуемую взаимозаменяемость. После изготовления деталей эти размеры обязательно проверяют контролеры службы контроля или управления качеством.

При съемке эскизов с деталей устройств вопросам правильного измерения и нанесения сопряженных размеров уделяют особое внимание.

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.



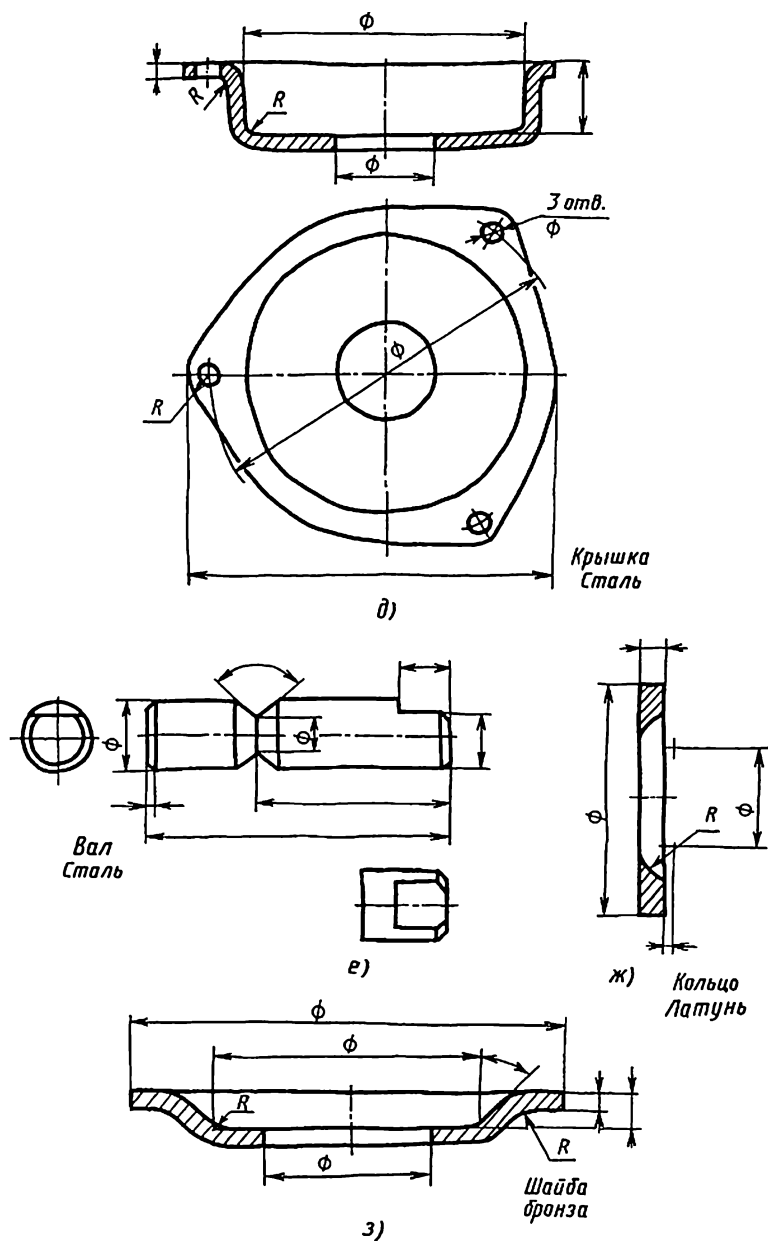


Рис. 4.4. Продолжение

На рис. 4.5 показано седло 1 клапана, запрессованное в корпус 2 по диаметру d_1 , значения которого для седла и корпуса являются сопряженными размерами. 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 $l_2 > l_1$.

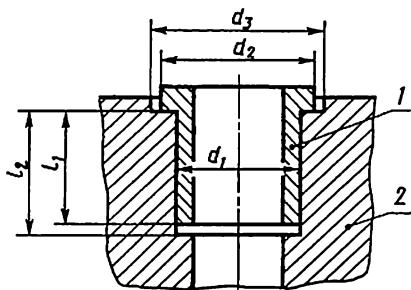


Рис. 4.5

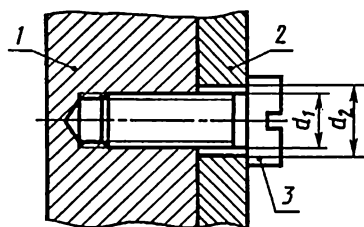


Рис. 4.6

На рис. 4.6 показано винтовое соединение двух деталей. Наружные диаметры резьбы d_1 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_2 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. 4.7). Сопряжение конических поверхностей определяется величиной сопряженных размеров — их конусности $\angle 1: a$ 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 конуса (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. 4.8. Для передачи крутящего момента с маховичка 1 на шток 2 вакуумного вентиля их сопряжение выполнено в виде четырехгранной пирамиды. Сопряженные размеры здесь — уклон $\angle 1: a$ — посадочных граней относительно оси штока и размеры поперечных сечений отверстия в маховичке и конца штока, определяемые в «основной» плоскости, т. е. размеры b стороны квадрата (в сечении А—А). Длина l посадочной поверхности штока и длина l_1 посадочной поверхности маховика являются свободными зависимыми размерами с условием $l_1 > l$, чтобы обеспечить осевую затяжку маховика на штоке.

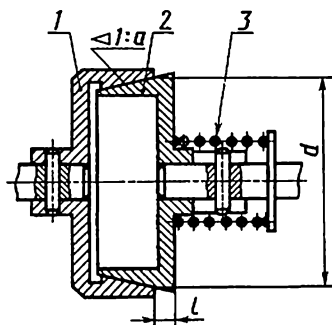


Рис. 4.7

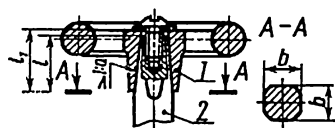


Рис. 4.8.

Другие примеры осевых сопряженных и свободных зависимых размеров приведены ниже.

На рис. 4.9, а, б показаны два варианта установки ролика 2 на панели 3 прибора: а — ролик вращается на неподвижной оси 1; в — ролик вращается вместе с валом 1, на котором он закреплен при помощи гайки 4, шайбы 5 и шпонки 6. В первой конструкции (рис. 4.9, а) 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 может возникнуть недопустимый осевой зазор (люфт). Правильное нанесение размера l длины на оси ролика от конструктивной базы — торца К — показано на рис. 4.9, б. Во второй конструкции (рис. 4.9, 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 вале от технологической базы Т в этом случае приведена на рис. 4.9, г.

Другой пример нанесения размеров длины от технологической базы Т приведен на рис. 4.10 для случая неподвижного крепления шарикоподшипника на валу (условно показана только половина разреза). Свободные зависимые размеры: l — высота внутреннего кольца подшипника, А и Б — осевые размеры вала ($1 > Б - А$). Конструктивная база вала — торец К. Размеры А и Б нанесены от технологической базы Т.

На рис. 4.11 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 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.

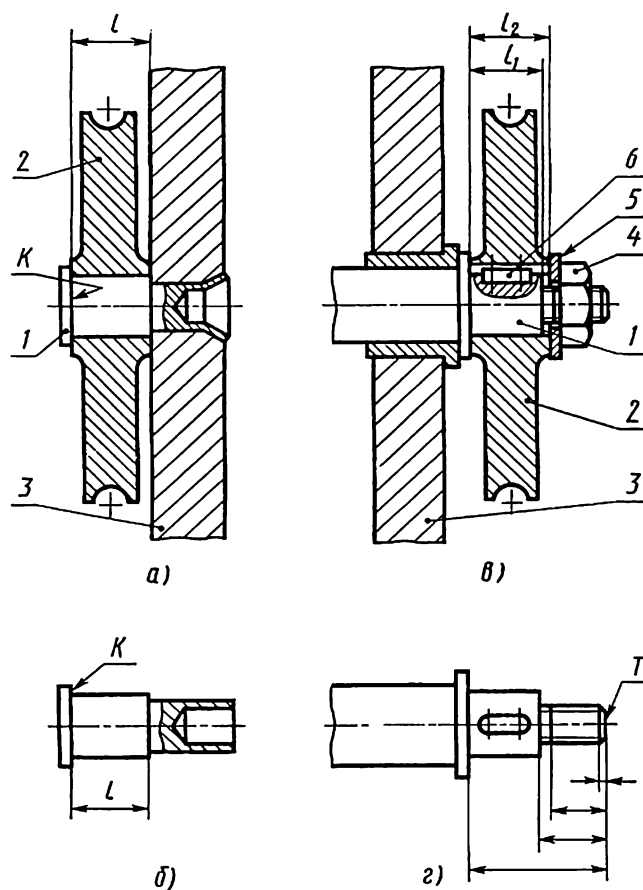


Рис. 4.9

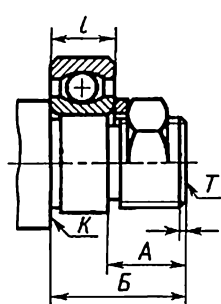


Рис. 4.10

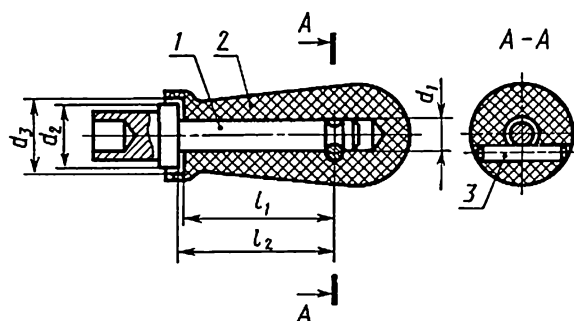


Рис. 4.11

Сопряженными являются также размеры, определяющие положение осей отверстий двух соединяемых винтами, болтами или шпильками деталей (рис. 4.12, 4.13).

На рис. 4.12 сопрягаемый размер l определяет положение осей отверстий под винты в подшипнике скольжения 1 и в корпусе 2 прибора.

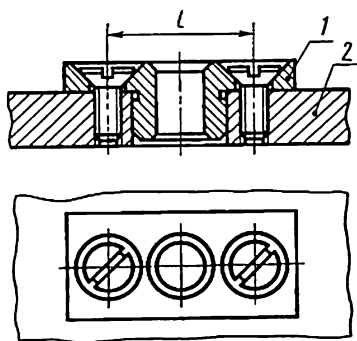


Рис. 4.12

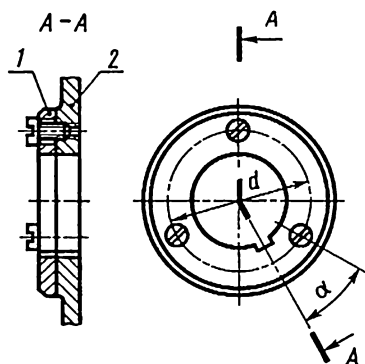


Рис. 4.13

В конструкции на рис. 4.13 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.

После съемки эскизов с деталей все сопряженные и зависимые размеры подчеркивают красным карандашом, проверяя правильность их измерения и нанесения и при необходимости корректируя повторным измерением.

Альбом эскизов. Комплект эскизов на сборочную единицу сброшюровывают в обложку из плотной бумаги. Лицевую сторону обложки оформляют по образцу, принятому на кафедре.

4.4. 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—68, а также в ГОСТ 2.109—73.

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 особенности конструкции изделия и формы его деталей. Количество изображений должно быть наименьшим, но достаточным, чтобы давать полное представление о конструкции изделия в целом, 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 изображений изделия в целом дают ряд дополнительных изображений для групп деталей или отдельных деталей. Так, на чертеже общего вида рассмотренного выше верньера (см. рис. 4.2) 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. 4.2) вполне достаточно двух изображений — главного вида и разреза, секущая плоскость которого совпадает с секущей плоскостью разреза $A-A$, а направление взгляда ему 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. 4.3, а).

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. 4.2. 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 их необходимо указать на чертеже, помещают непосредственно на ее изображении или на полке линии-выноски, проведенной от соответствующего изображения (см. «Панель прибора» на рис. 4.2).

Если изделие имеет корпус, эскиз которого снят, то в качестве основы для выбора главного изображения и числа изображения 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 предусматри-

вают место на поле чертежа для таблицы составных 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 изделия 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 А—А на месте вида слева на рис. 4.2), или сложные разрезы. Как правило, 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 Г на обойму 3 в масштабе 1:1 на рис. 4.2).

Мелкие конструктивные элементы, используя дополнительные виды, сечения или выносные элементы, выполняют в увеличенном масштабе.

В приведенном выше примере выполнения планировки чертежа общего вида (см. рис. 4.1) 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. 4.3) для выявления формы ее внешних поверхностей. Полный профильный разрез А—А выявляет конструкцию корпуса 2, стягивающий его винт 10, количество и расположение шариков 11 и отверстий для них во втулке 5. Разрез А—А несимметричный и поэтому выполнен полным. Вид на верньер справа — симметричный, поэтому он соединен с половиной разреза Б—Б, который выявляет форму поверхности ручки и конструкцию ее крепления на валу 6 винтом 9. Вид справа выявляет форму крышки 4, количество и расположение в ней отверстий Ø3,4 мм, внешние формы ручки. Кроме указанных основных изображений, на планировке предусмотрены два дополнительных изображения: сечение В—В втулки 5 и вид Г на обойму 3. Сечение В—В показывает, что отверстие М5 проходит только через одну стенку. На виде Г видно количество и расположение отверстий под ключ в обойме.

Штриховка изображений. Графические изображения материалов и правила их нанесения на чертежах установлены в ГОСТ 2.306—68.

На рис. 4.14 на примерах характерных соединений электронных приборов и узлов оборудования показаны графические обозначения металлов 1, стрелка 2, керамики 3.

Аналогично керамике штрихуют ферриты, резину, пластмассу (ручка 1 на рис. 4.3, а) и материалы на их основе; аналогично стеклу — другие прозрачные материалы.

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 сечения большой площади шаг больше, для сечения небольшой площади шаг уменьшают. Шаг штриховки одной и той же детали на всех сечениях в одном масштабе одинаков.

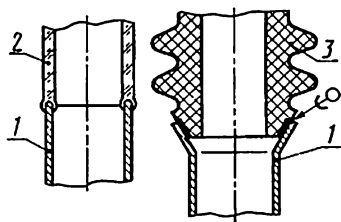


Рис. 4.14

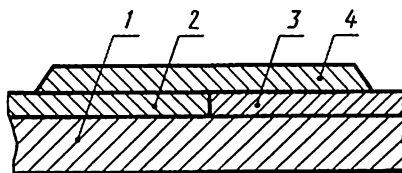


Рис. 4.15

Пример штриховки группы деталей, соединенных точечной или шовной сваркой, показан на рис. 4.15.

Угол наклона штриховки относительно рамки — 45° , 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.

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 (штриховка деталей 3 и 4 на рис. 4.15).

При трех и более смежных сечениях разных деталей изменяют как направление штриховки, так и шаг ее (см. рис. 4.15, штриховка деталей 1, 2, 3, см. также на рис. 4.2 детали 2, 3, 4, 5, 7).

Для смежных сечений нескольких деталей можно также сдвигать линии штриховки в одном сечении по отношению к другому при одинаковом направлении (штриховка деталей 2 и 4 на рис. 4.15).

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, не штрихуют, а показывают зачерненными (сечение двух шайб 8 на рис. 4.2).

Смежные узкие сечения нескольких деталей, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с оставлением просветов между смежными сечениями не менее 0,8 мм (рис. 4.16).



Рис. 4.16

Так же как и на чертежах деталей, на чертеже общего вида такие детали, как винты, болты, шпильки, заклепки (см. рис. 4.16), штифты, шпонки, непустотелые валы, оси, рукоятки, штоки и т. п., при продольном разрезе показывают нерассеченными и не штрихуют (вал 6, винты 9, 10 на рис. 4.2). Если в этих деталях имеются отверстия, пазы и т. п. элементы, то на чертежах их показывают с помощью местных разрезов. Например, местными разрезами показаны отверстия в осях ролика на рис. 4.9, а, рукоятки — на рис. 4.11, резьбовое отверстие на конце штока с завернутым в него винтом — на рис. 15.8 и отверстия со штифтами в валах муфты — на рис. 4.7. Шарики всегда показывают нерассеченными (шарики 11 на рис. 4.2).

Как правило, показывают нерассеченными на чертежах общего вида гайки и шайбы (гайка 2 и шайба 3 — на рис. 2.21 в болтовом соединении, шайба 2 — на рис. 2.29, в).

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—110.

Присоединительные размеры определяют координаты и размеры элементов или составных частей изделия, 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. 4.2).

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, 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 втулке 5, раз-

мер 18 мм до торца втулки, а также размер М5, определяющий диаметр винта, которым ось присоединяемого прибора зажимают во втулке 5, и наружный диаметр 18 мм втулки, который определяет величину 1 зажимного винта ($l = 0,5 \cdot 18 - 0,5 \cdot 8 = 5$).

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 полок — 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 (рис. 4.7) с малым (менее 2 мм) поперечным сечением витков; на изображениях тонких прокладок и некоторых деталей, изготовляемых из тонких листовых материалов (толщиной на чертеже менее 2 мм); на изображениях мелких винтов, штифтов, шайб (8 на рис. 4.2), 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. 4.2) и как можно ближе к изображению.

На чертеже общего вида по возможности группируют расположение полок линий-выносок позиций тех деталей, которые в конструкции сборочной единицы взаимосвязаны общим функциональным назначением или условиями совместной сборки и разборки. Так, например, на рис. 4.2 сгруппированы вместе позиции взаимосвязанных деталей 7, 8 и 11, которые в конструкции верньера совместно выполняют функцию безлюфтовой шариковой опоры для вала 6, а также позиций корпуса 2 и стягивающего его винта 10.

На сборочных чертежах номера позиций на поле чертежа наносятся 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 сквоз-

ной 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.

Позиции для сборочных единиц, входящих в состав устройства, указывают от изображения их основных деталей. Например, на рис. 4.2 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, а количество таких деталей указывают в таблице составных частей устройства в соответствующей графе (например, на рис. 4.2 детали 3, 7, 8, 11).

Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей (например, одинаковых болтов, винтов, гаек, штифтов, кнопок, рукояток и т. п.). В этом случае все повторяющиеся номера позиций выделяют двойной полкой.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номером 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. 4.17).

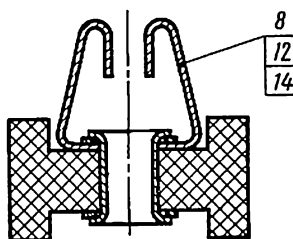


Рис. 4.17

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже (на чертеже 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).

Таблицу составных частей изделия по содержанию, а также порядок ее заполнения обычно принимают аналогичными спецификации и порядку ее заполнения, которые предусмотрены для сборочных чертежей. Рекомендуемая форма таблицы составных частей изделия для чертежей общего вида показана на рис. 4.18.

Поз.	Обозначение	Наименование	Мат.	Материал
6	205.992.005	Вал	1	Сталь

Рис. 4.18

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.

Таблица состоит из разделов, которые располагаются в следующем порядке:

- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- материалы.

Наличие того или иного раздела определяется составом изделия.

Понятие о сборочных единицах для чертежей общего вида рассмотрено выше в разделе «Выполнение эскизов деталей».

В разделе «Детали» записывают отдельные детали устройства, используемые при его сборке в качестве самостоятельных элементов, независимо от характера (разъемного или неразъемного) соединения их с другими составными частями устройства. Детали, входящие в состав сборочных единиц устройства, в таблицу не записывают, так как такие детали учитывают в спецификациях соответствующих сборочных единиц при выполнении для них сборочных чертежей.

В раздел «Стандартные изделия» записывают все стандартные изделия, содержащиеся в устройстве.

В раздел «Материалы» записывают при необходимости такие составные части устройства, которые не являются самостоятельными деталями, а входят в его состав в качестве материалов, например: припой, клей, смазка, сальниковая набивка из войлока или асбестового шнура, провода, кабели, лаки, краски и т. п. Материалы, входящие в состав сборочных единиц устройства, в таблицу его составных частей не записывают, так как их учитывают в спецификациях этих сборочных единиц.

Так, например, на рис. 4.2 пластмасса — материал, втулка — арматура, являющиеся составными частями армированной сборочной единицы 1 — ручки верньера, в таблицу составных частей верньера не записаны, поскольку они учтены как материал и деталь (соответственно) в спецификации ручки при составлении эскиза ее сборочного чертежа (рис. 4.3).

В графе «Обозначение» в проектных чертежах на предприятиях записывают номера чертежей сборочных единиц или деталей, которые выпускаются в опытном или серийном производстве и подлинники чертежей которых хранятся в техническом архиве. Такие сборочные единицы или детали называют заимствованными. Студенты в чертежах общего вида графу «Обозначение» или не заполняют, или заполняют по указанию кафедр.

Пример заполнения таблицы составных частей устройства для чертежа общего вида показан на рис. 4.19.

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Материал
		<u>Сборочные</u>		
		<u>единицы</u>		
1		Ручка	1	
		<u>Детали</u>		
2		Корпус	1	Латунь
3		Обойма	2	Латунь
4		Крышка	1	Сталь
5		Втулка	1	Латунь
6		Вал	1	Сталь
7		Кольцо	2	Латунь
8		Шайба	2	Бронза
		пружинная		
		<u>Стандартные</u>		
		<u>изделия</u>		
9		Винт М4×10	1	Сталь
		ГОСТ 1477-84		
10		Винт М3-16	1	Сталь
		ГОСТ 1491-80		
11		Шарик Ø 7	3	Сталь
		ГОСТ 3722-81		

Рис. 4.19

Таблицу заполняют по разделам. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают. После каждого раздела необходимо оставлять одну-две свободные строки в качестве резерва для дополнительных записей.

Таблицу заполняют в направлении сверху вниз.

При записи в таблицу наименований изделия, состоящих из нескольких слов, на первое место помещают имя существительное, например: «Колесо зубчатое», «Резистор подстроечный», «Винт установочный». Для записи длинных наименований составных частей устройства используют несколько строк таблицы.

Сборочные единицы и детали устройства в таблицу записывают в последовательности номеров их позиций.

Стандартные изделия в таблицу записывают по однородным группам: в пределах каждой группы — в алфавитном порядке их наименований; в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого стандарта — в порядке возрастания основных размеров.

4.5. 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. 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 под углом 45° к центральной линии, когда последняя наклонена к рамке чертежа под углом, близким к 45° (рис. 4.20).

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, как на рис. 4.6.

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. Например, на рис. 4.2 изображены все одинаковые отверстия $\varnothing 3,4$ мм, на рис. 4.20 — головки всех винтов.

Номера позиций для повторяющихся однотипных соединений наносят один раз для каждой группы одинаковых по типу и размерам соединений.

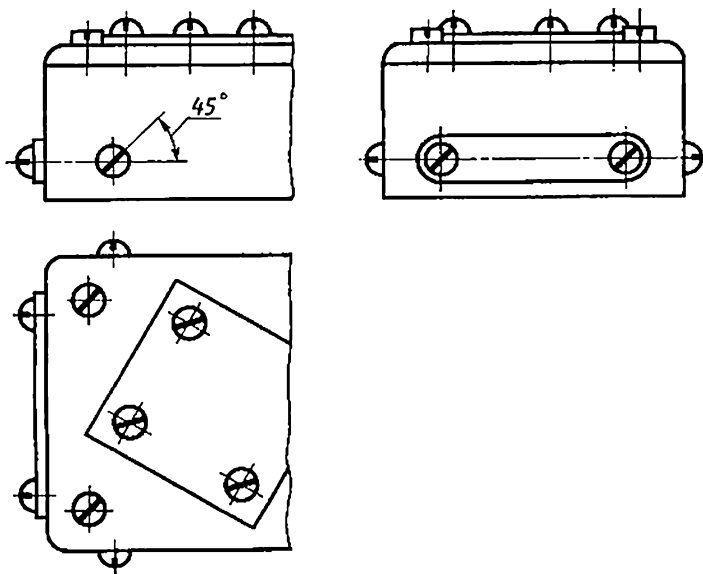


Рис. 4.20

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».

Контрольные вопросы

1. Какие данные должен содержать чертеж общего вида?
2. Какие размеры называют сопряженными и свободными?
3. Как выбирают главное изображение на чертеже общего вида и как выполняют планировку этого чертежа?
4. Какие размеры наносят на чертеже общего вида?
5. Как располагают номера позиций на чертеже общего вида?
6. Какие разделы и в каком порядке располагают в таблице составных частей чертежа общего вида?
7. Какие допускаются упрощения при выполнении чертежа общего вида?

Глава 5

ДЕТАЛИРОВАНИЕ

5.1. Общие положения

Завершающей стадией разработки конструктивной 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.

Рабочую конструкторскую документацию разрабатывают на основе проектной конструкторской документации. К такой проектной документации относится конструктивный чертеж общего вида изделия, рассмотренный в гл. 4.

В учебной практике на основе чертежей общего вида различных изделий студенты разрабатывают чертежи деталей и чертежи отдельных сборочных единиц, входящих в изделия (сборочные чертежи). Разрабатываемые чертежи деталей являются основой рабочих чертежей этих деталей: они содержат все необходимые виды, разрезы, сечения, размеры всех элементов деталей, но на них еще не указывают требования к качеству обрабатываемых поверхностей, к точности размеров, а также различные специфические технические требования. Аналогично выполняют и сборочные чертежи отдельных сборочных единиц изделия (см., например, рис. 4.3, а). В некоторых случаях завершающим этапом изучения черчения является разработка сборочного чертежа изделия на основе чертежа общего вида.

Процесс разработки чертежей деталей, входящих в изделие, по конструктивному чертежу общего вида обычно называют детализацией.

В процессе детализации студенты применяют ранее полученные знания к анализу конструктивных форм деталей изделия, выявлению их взаимодействия и работы изделия.

Детализация является завершающим этапом изучения курса черчения. Выполняя это задание, студенты закрепляют умение читать чертеж общего вида и выполнять по нему чертежи деталей.

5.2. 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 детализованию:

- 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 (см. 3.2). 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 уменьшения 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 (см. параграф 3.2) без ухудшения наглядности изображений. Пример планировки чертежа детали приведен выше (см. рис. 3.9, 3.10, б). Поле на рис. 3.9 между изображениями оставлено для размещения на нем размерных линий. При симметричных изображениях для упрощения можно давать половины этих изображений (см. рис. 3.60).

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. 5.1, основную надпись располагают в нижнем правом углу каждого формата.

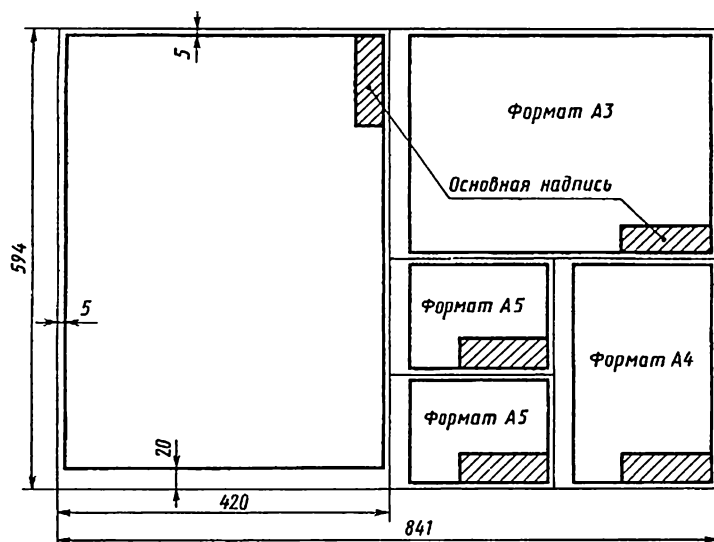


Рис. 5.1

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, полученный делением формата А4 пополам.

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. 3. 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 (см. 3.3, 3.5, 4.3) 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. 5.2, сопряженными одинаковыми являются номинальный размер А — внутренний диаметр

цилиндра 1 и наружные диаметры буртиков крышек 2 и 3 или размер Б — 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.

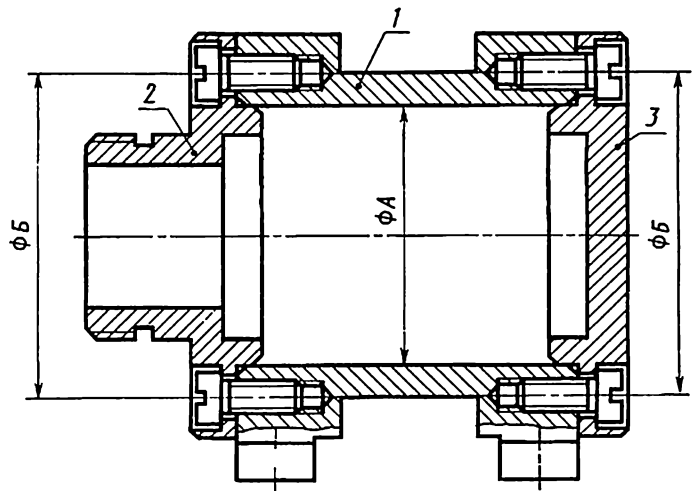


Рис. 5.2

Проверив правильность выполнения чертежа, его обводят.

5.3. Пример детализирования сборочной единицы

Детализирование сборочной единицы рассмотрим на примере задней бабки токарного станка. Чертеж общего вида задней бабки приведен на рис. 5.3. Перечень ее деталей приведен в таблице составных частей. Для краткости в графе «Примечание» материалы (серый чугун СЧ 15-32, бронза Бр АМц 9-2) обозначены только маркой материала (СЧ 15-32, 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.

Таблица 5.1

Таблица составных частей задней бабки

Позиция	Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Детали				
1		Корпус	1	СЧ15-32
2		Пинопль	1	Сталь 45
3		Винт	1	Сталь 45

Позиция	Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
4		Гайка	1	Бр АМЦ 9—2
5		Втулка	1	СЧ15-32
6		Маховичок	1	СЧ15-32
7		Центр	1	Сталь У8А
8		Втулка	1	Сталь 45
9		Ручка	1	Сталь 45
10		Сухарь	1	Сталь 45
11		Ручка	1	Сталь 45
Стандартные изделия				
12		Винт М6×12 ГОСТ 1476—84	3	
13		Винт М5×12 ГОСТ 1477—84	2	
14		Винт М6×14 ГОСТ 1478—84	1	
15		Гайка М8 ГОСТ 5915—70	1	
16		Шайба 8 ГОСТ 11371—78	1	
17		Шпонка сегм. 3×3,7 ГОСТ 24071—80	1	
18		Штифт 3,6×8 ГОСТ 3128—70	1	

Дополнительную опору создаст 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.

Совмещение оси пиноли с осью шпинделя станка обеспечивают размер 83 корпуса 1 и закрепление его на специальных салазках четырьмя винтами с резьбой М 6.

Задания на детализирование 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 Г—Г, Д—Д, Е—Е, Ж—Ж?

16. С какой целью изображен разрез Б—Б?

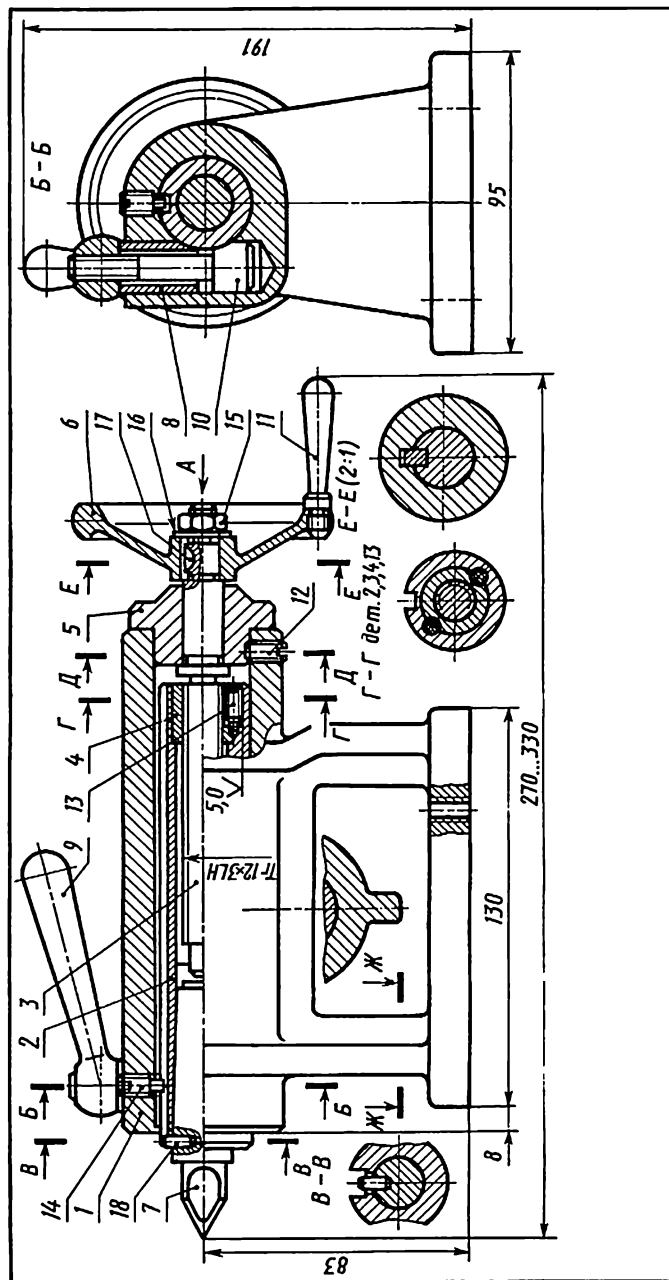
17. Какие детали показывают нерассеченными при продольном разрезе? Покажите пример таких деталей на чертеже.

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?



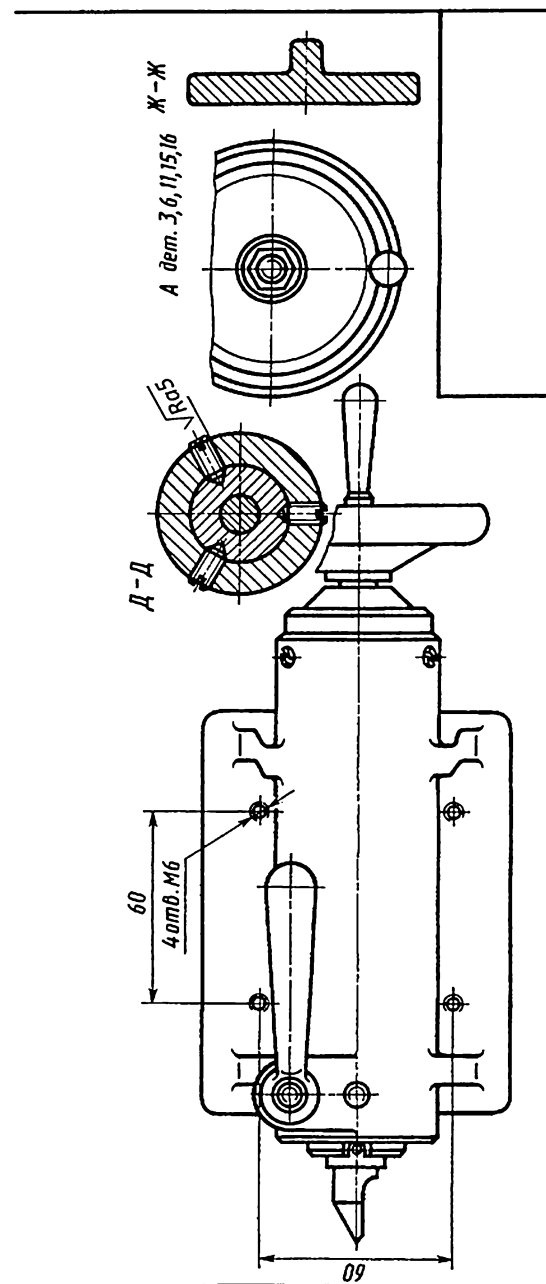


Рис. 5.3

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 чугун СЧ 15-32.

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. 5.4.

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 трапецидальной резьбы винта) изображение по длине уменьшено за счет местного разрыва (см. рис. 1.46). Форма и глубина продольного паза выявлена 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. 5.4.

Винт 3. Винт представляет собой тело вращения с четырьмя цилиндрическими участками, тремя проточками, двумя резьбами (трапецидальной и метрической) и пазом под сегментную шпонку. Главное изображение — вид с горизонтальным расположением оси вращения. В связи с большой длиной трапецидальной резьбы изображение по длине уменьшено за счет местного разрыва (см. рис. 1.46), так, чтобы для чертежа хватало ширины формата А4. Масштаб изображения С 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. 5.4.

Маховичок 6. Маховичок представляет собой тело вращения с цилиндрической ступицей, ободом сложного профиля и коническим переходом между ними. Контур сечения обода образован соприкасающимися участками трех торов, плоским кольцом и конусом. Главное изображе-

ние — фронтальный разрез. Форма паза в ступице и углубление под торец ручки показаны видом контура отверстия и видом А. Заготовку маховичка изготавливают литьем, поэтому деталь имеет плавные переходы между элементарными поверхностями. Масштаб изображения М 2:1. Планировку чертежа см. на рис. 5.4.

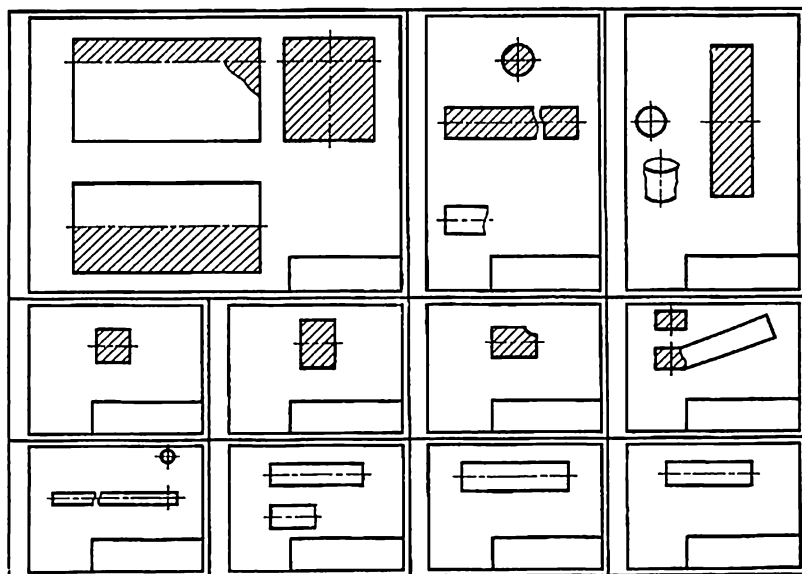


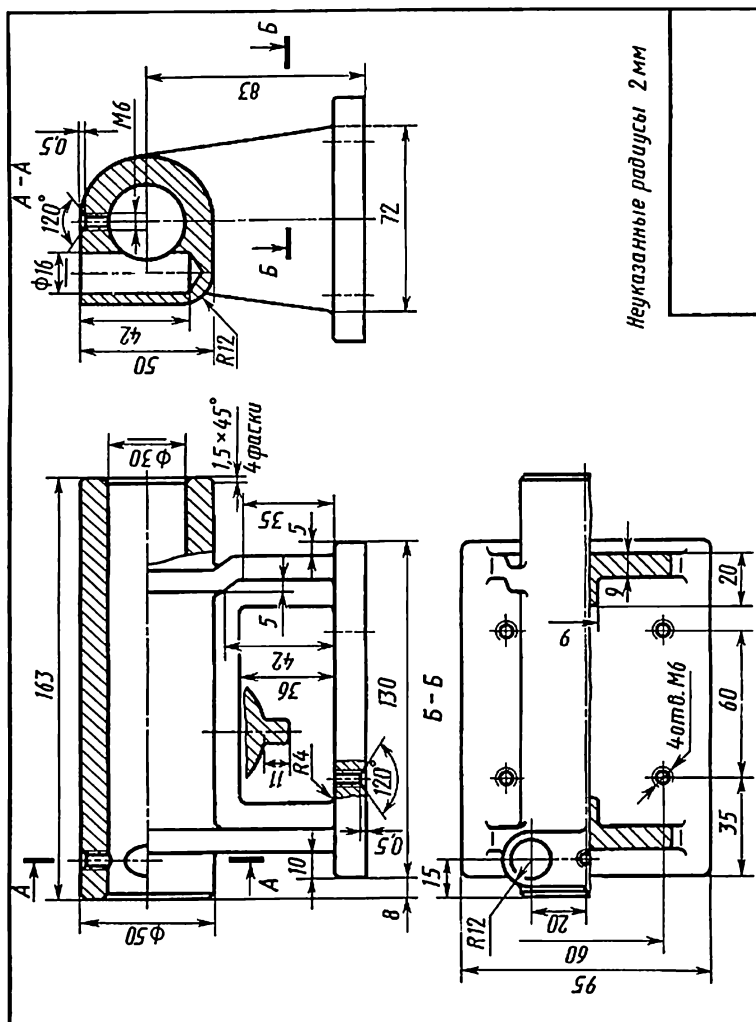
Рис. 5.4

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 9 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. 5.4.

Разработка чертежей деталей. Чертежи деталей разрабатывают в соответствии с утвержденной планировкой (см. рис. 5.4).

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. 5.5) отмечены сопряженные размеры: внутренние диаметры 30 мм (под шпиндель), 16 мм и резьбовое отверстие М 6. Конструктивные и присоединительные размеры 83; 8; 130 мм, 4 отв. М 6 и размеры положения 35; 60 и 60 мм перенесены с чертежа общего вида.

На чертеже пиноли 2 (рис. 5.6) 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 (рис. 5.8). Длина 150 мм определена из цепочки размеров длины винта со стороны трапецеидальной 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 (рис. 5.12); $(85 - 23 - 4)$ — расстояние между номинальным диаметром 17, 780 мм конуса Морзе № 2 центра и его торцом (см. рис. 5.11).

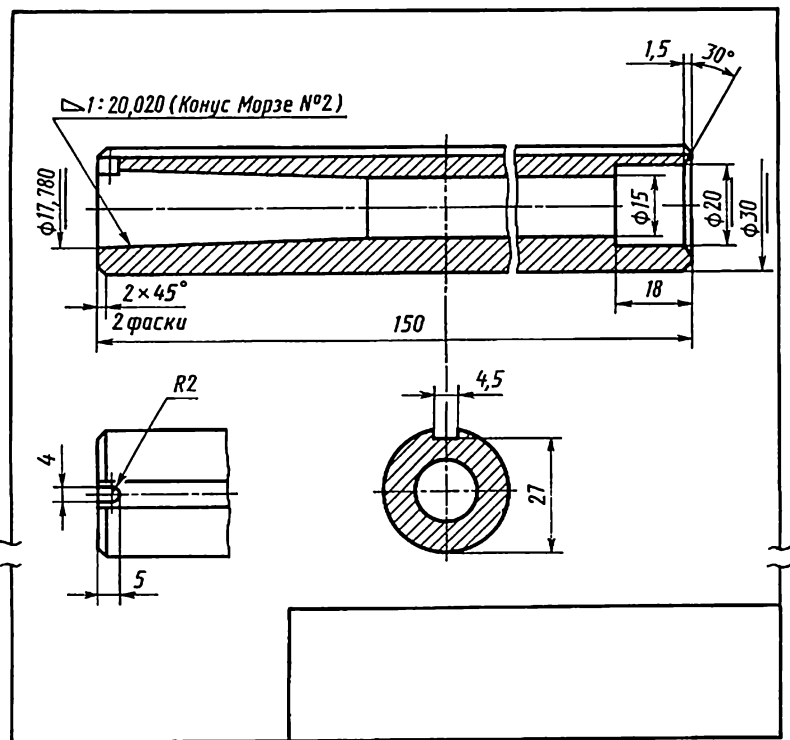


Рис. 5.6

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. 5.7) подчеркнуты сопряженные размеры: трапецеидальной резьбы $Tr\ 12 \times 3\ LH$, диаметров 12 и 10 мм, резьбы М 8, ширины 3 и диаметра 10 мм паза под шпонку.

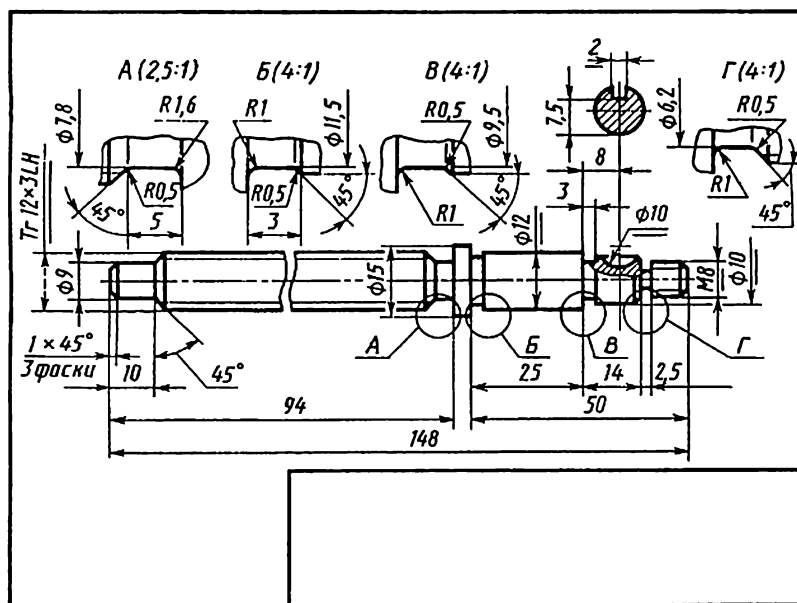


Рис. 5.7

На чертеже гайки 4 (рис. 5.8) сопряженные размеры: резьба $Tr\ 12 \times 3\ LH$ и диаметр 20 мм; свободный зависимый размер — длина 18 мм.

На чертеже втулки 5 (рис. 5.9) сопряженные размеры: диаметры 12; 30 мм и длина 25 мм.

На чертеже маховичка (рис. 5.10) подчеркнуты сопряженные размеры: диаметр 10 мм, ширина 3 шпоночного паза и резьба М 6. Размер 14,5 (толщина ступицы) является зависимым свободным размером. Он больше, чем размер 14 посадочного цилиндрического участка на винте для плотного закрепления маховичка с помощью гайки М 8. Зависимым свободным размером является также диаметр 8,5 мм углубления под ручку.

На чертеже центра 7 (рис. 5.11) сопряженный размер — конусность 1:20,020 (конус морзе № 2) и диаметр 17,780 мм на заданном базорасстоянии 4*. Осевые размеры центра рассмотрены выше при рассмотрении чертежа пиноли.

На чертеже втулки 8 (рис. 5.12) сопряженные размеры: диаметр 16 мм и радиус 15 мм, зависимый свободный размер — диаметр 8,5 мм.

На чертежах ручек 9 (рис. 5.13) и 11 (рис. 5.14) по одному сопряженному размеру: резьбе М 8 и М 6. У ручки 11 — один зависимый свободный размер: диаметр 8 мм.

На чертеже сухаря 10 (см. рис. 5.15) три сопряженных размера: диаметр 16 мм, резьба М 8 и радиус 15 мм.

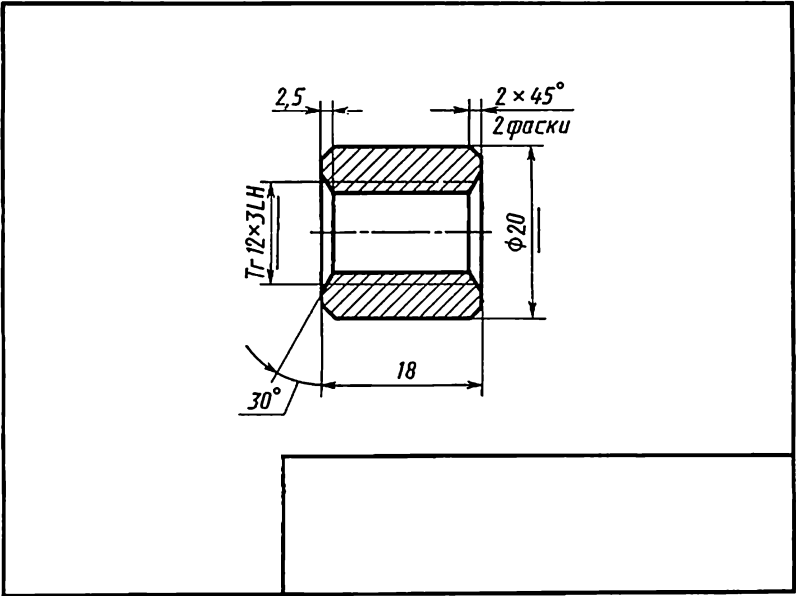


Рис. 5.8

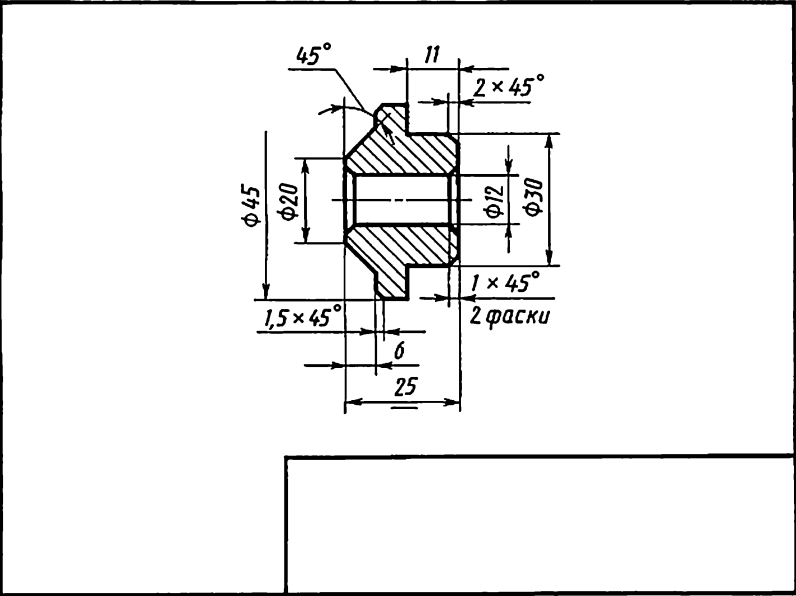


Рис. 5.9

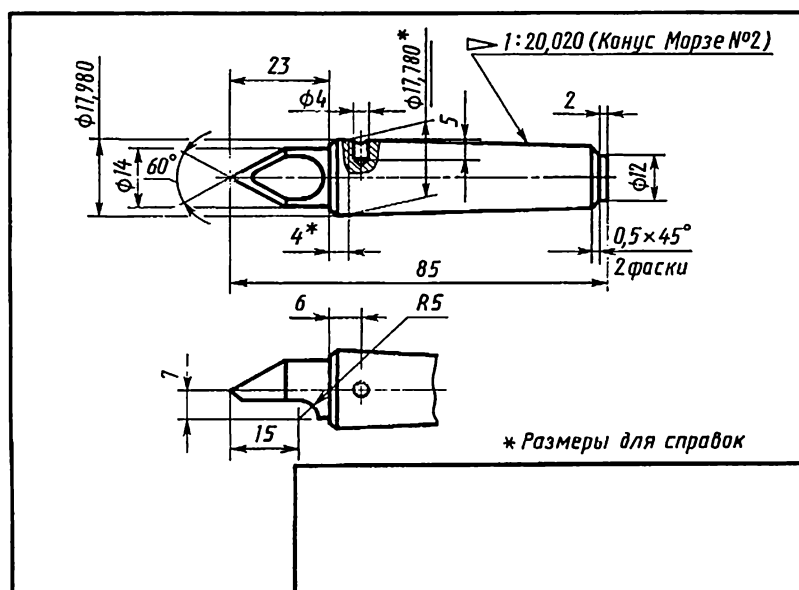


Рис. 5.11

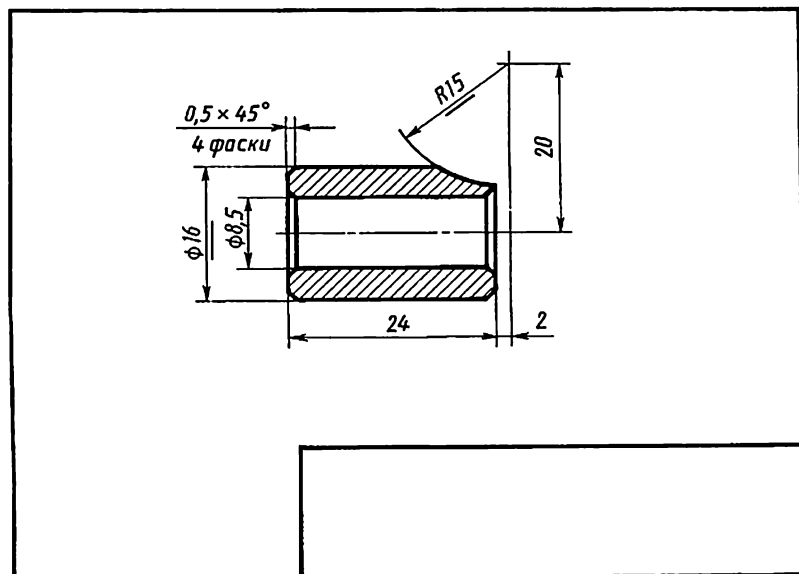


Рис. 5.12

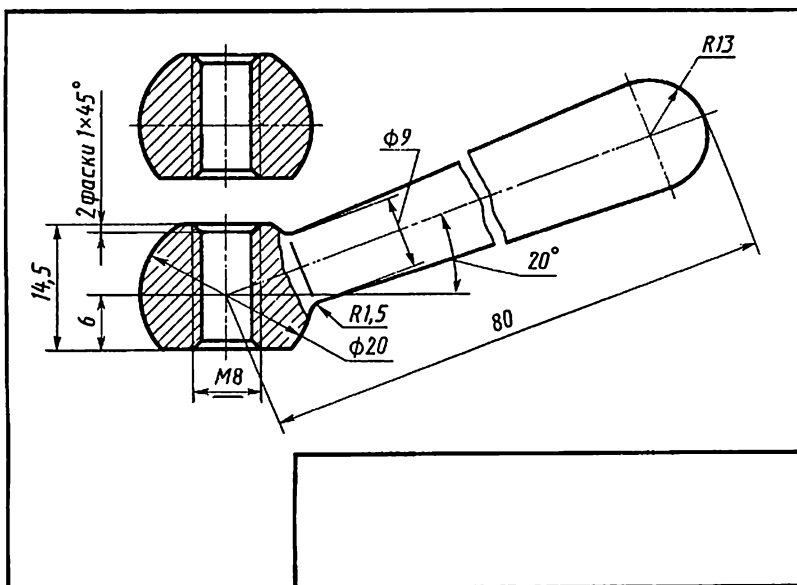


Рис. 5.13

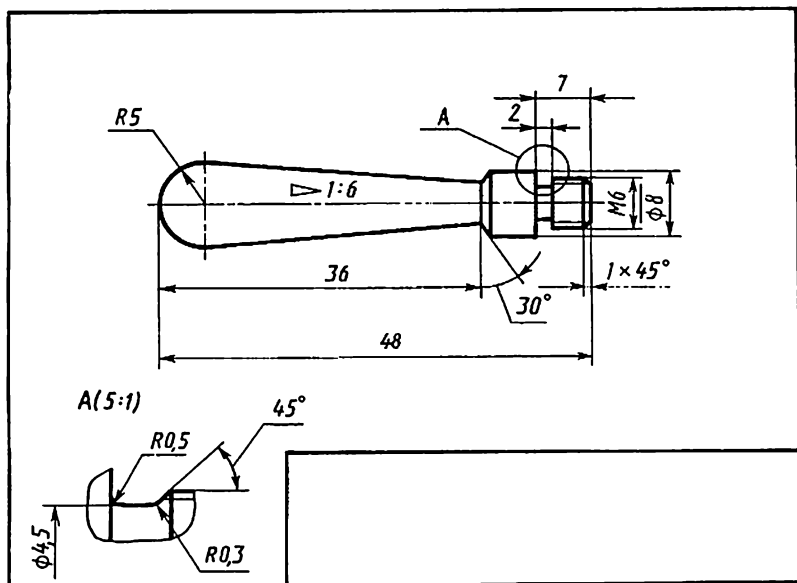


Рис. 5.14

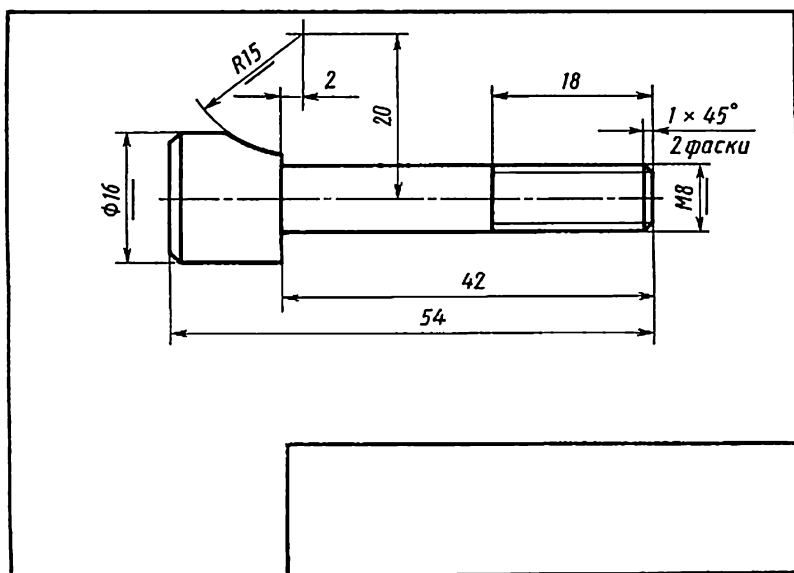


Рис. 5.15

5.4. 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.

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 спецификаций (1), ссылочных документов (2), покупных изделий (3), согласования применяемости покупных изделий (4),

держателей подлинников, т. е. тех предприятий, на которых хранятся подлинники документов, примененных в данном изделии (5), технического предложения (6), эскизного проекта (7), технического проекта (8);

- 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 целесообразно 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 документы 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, 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. 5.16. Основной конструкторский документ изделия показан в овале. Документы основного комплекта показаны в прямоугольниках (в примере на рис. 5.16 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 на 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. 5.17, таблица составных частей для удобства чтения оформлена отдельно на рис. 5.18. 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 $\varnothing 1,8$ — под штифты. Прокладка 9 из губчатой резины обеспечивает герметизацию соединения трубки с воздуховодом.

Основной комплект конструкторской документации на вентилятор должен содержать как минимум сборочный чертеж вентилятора (рис. 5.19) и его спецификацию (рис. 5.20).

Из сравнения чертежей общего вида (см. рис. 5.17) и сборочного (рис. 5.19) видно их существенное различие. На сборочном чертеже: меньшее число изображений (два) вентилятора; вместо горизонтального разреза А—А выполнен профильный разрез А—А, что позволило сделать чертеж более компактным; нет изображений отдельных деталей, их элементов и некоторых соединений, форма которых не выявляется на изображениях вентилятора; другое расположение позиций; нет таблицы составных частей.

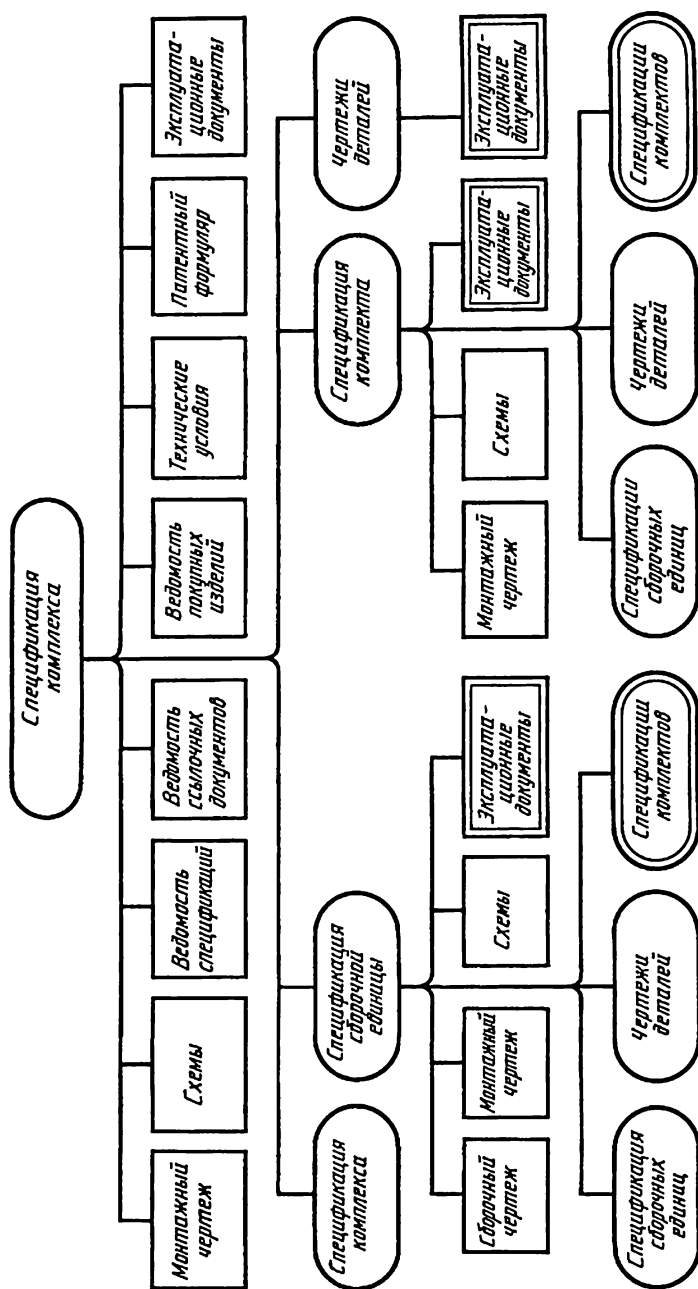


Рис. 5.16

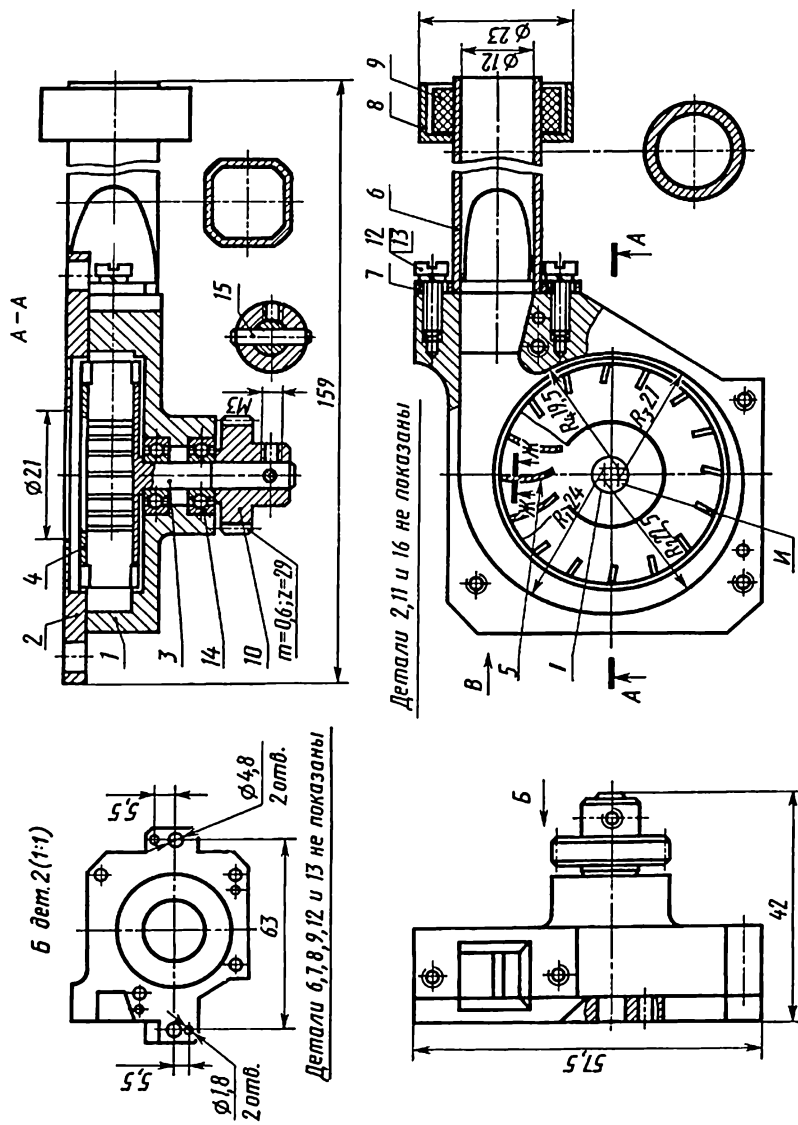


Рис. 5.17

Сборочный чертеж крыльчатки приведен на рис. 5.21, спецификация — на рис. 5.22 (трубки — на рис. 5.23, 5.24). Из сравнения сборочных чертежей с чертежом общего вида (см. рис. 5.17) видно их различие. На чертеже крыльчатки нет подробного изображения формы лопасти, введены требования на допускаемые отклонения расположения относительно оси ступицы (поверхности Б). радиального биения лопастей — не более 0,1, торцевого биения диска ступицы и диска 2 — не более 0,12 мм, требования зачистить наплывы припоя.

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Сборочные единицы</u>		
		3	237.420.100	Крыльчатка	1	
		6	237.420.200	Трубка	1	
				<u>Детали</u>		
		1	237.420.001	Корпус	1	Сплав Д16
		2	237.420.002	Крышка	1	Сплав Д16
		3	237.420.101	Ступица	1	Сталь Х18Н9Т
		4	237.420.102	Диск	1	Сталь Х18Н9Т
		5	237.420.103	Лопасть	16	— " —
		6	237.420.201	Трубка	1	Медь М3
		7	237.420.202	Планка	1	Сталь 20
		8	237.420.203	Кольцо	1	Сталь 20
		9	237.420.204	Прокладка	1	Резина зубчатая
		10	237.420.003	Колесо зубчатое	1	Сталь 9Х18
				<u>Стандартные изделия</u>		
		11		Винт М3×8 ГОСТ17475-80	4	
		12		Винт М3×8 ГОСТ1491-80	2	
		13		Шайба пруж. 3 ГОСТ6402-70	2	
		14		Подшипник 1000095	2	
				ГОСТ 8338 - 75		
		15		Штифт кон. 1,6×12 ГОСТ3129-70	1	
		16		Штифт цил. 2×10 ГОСТ3128-70	2	
				<u>Материалы</u>		
		17		Клей ЛН		
		18		Припой Л-63		

Рис. 5.18

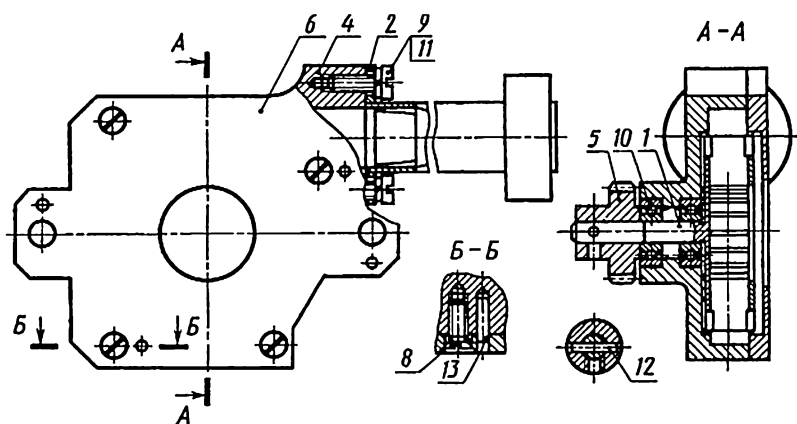


Рис. 5.19

		6	6	8	70		63		10	22	5
Виток 15	Формат										
	Знак										
	Лист										
	Обозначение										
	Наименование										
	Документация										
	Технические условия										
	Сборочные единицы										
	1 XXX.XXX.XXX										
	2 XXX.XXX.XXX										
	Детали										
	4 XXX.XXX.XXX										
	5 XXX.XXX.XXX										
	6 XXX.XXX.XXX										
	Стандартные изделия										
	8										
	9										
	10										
	11										
	12										
	13										

Рис. 5.20

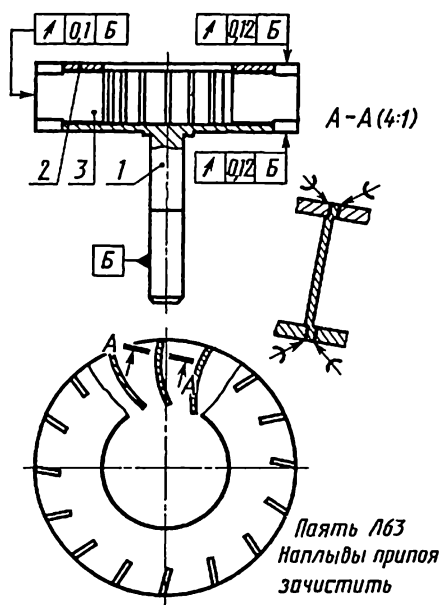
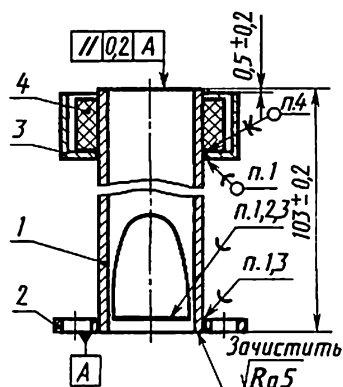


Рис. 5.21

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----



1. Припой Л63
2. Припой на внутренней стенке зачистить
3. Шов герметичный
4. Клей ЛН

Рис. 5.23

				<u>Детали</u>	
1			Трубка	1	
2			Планка	1	
3			Кольцо	1	
4			Пакладка	1	

		Трубка			

Рис. 5.24

Контрольные вопросы

1. Что называют детализацией?
2. В каком масштабе выполняют чертежи деталей при детализации?
3. Какие виды конструкторских документов входят в основной комплект конструкторских документов изделия?
4. На какие основные стадии подразделяют разработку документации на изделие?

Глава 6

СХЕМЫ

6.1. Виды и типы схем, общие требования к выполнению

Схема — графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (ГОСТ 2.102—68).

Схемы используют при проектировании, для изучения принципов работы, для изготовления, регулировки, контроля и ремонта изделий.

Правила выполнения и оформления схем стандартизованы и изложены в седьмой группе стандартов ЕСКД, например, ГОСТ 2.701—84 «Схемы, виды и типы. Общие требования к выполнению».

При выполнении схем используют следующие термины.

Элемент схемы — составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (резистор, трансформатор, насос, зубчатое колесо и т. п.).

Устройство — совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (блок, плата, шкаф, механизм). Устройство может не иметь в изделии определенного функционального назначения.

Функциональная группа — совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию.

Функциональная часть — элемент, устройство, функциональная группа.

Функциональная цепь — линия, канал, тракт определенного функционального назначения (канал звука, видеоканал и т. п.).

Линия взаимосвязи (или связи) — отрезок линии, указывающий на наличие связи между функциональными частями изделия.

Установка — условное наименование объекта в энергетических сооружениях, на который выпускается схема, например главные цепи.

Схемы подразделяют на виды и типы.

Виды схем. В зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, схемы подразделяют на следующие виды, которые обозначают буквами: электрическая — Э; гидравлическая — Г; пневматическая — П; кинематическая — К; оптическая — Л; вакуумная — В; газовая — Х; автоматизации — А; комбинированная — С.

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов, разрабатывают несколько схем соответствующих видов одного типа (например, схема электрическая принципиальная и схема гидравлическая принципиальная) или одну комбинированную схему, содержащую элементы и связи разных видов.

Наименование комбинированной схемы определяется соответствующими видами и типом (например, схема электрогидравлическая принципиальная).

Типы схем. В зависимости от основного назначения схемы подразделяются на следующие типы, которые обозначают цифрами: структурные — 1; функциональные — 2; принципиальные (полные) — 3; соединений (монтажные) — 4; подключения — 5; общие — 6; расположения — 7; прочие — 8; объединенные — 0. Например, схема гидравлическая принципиальная — ГЗ, схема электрическая соединений — Э4.

Структурная схема определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Ее разрабатывают при проектировании изделий на стадиях, которые предшествуют разработке схем других типов. При эксплуатации структурную схему используют для общего ознакомления с изделием. В качестве примера на рис. 6.1 приведена структурная схема цифровой электронной вычислительной машины.

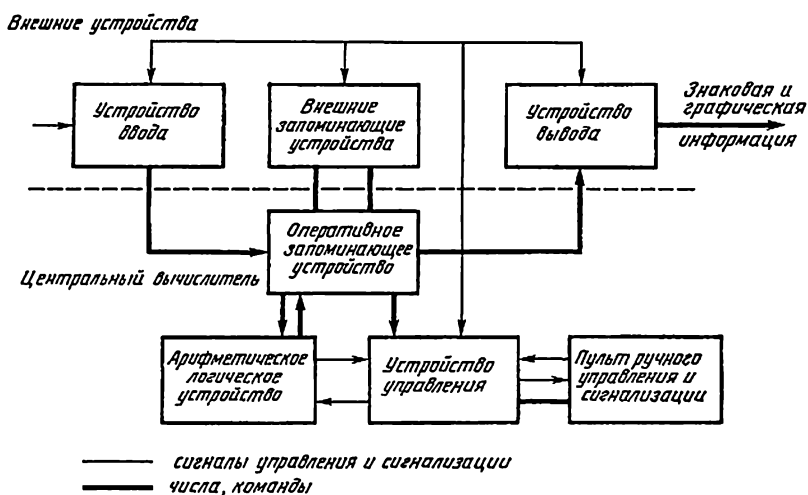


Рис. 6.1

Функциональная схема разъясняет определенные процессы, протекающие в отдельных цепях изделия или в изделии в целом. Ею пользуются для изучения принципов работы изделия, а также при наладке, регулировке, контроле и ремонте.

Принципиальная (полная) схема определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия. Она служит основанием для разработки других

конструкторских документов, например схем соединений (монтажных) и чертежей. Принципиальными схемами пользуются для изучения принципов работы изделия, а также при их наладке, контроле и ремонте.

Схема соединений (монтажная) показывает соединения составных частей изделия и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места присоединения и ввода. Ею пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии, а также для осуществления присоединений и при контроле, ремонте и эксплуатации изделий.

Схема подключения показывает внешние подключения изделия. Ею пользуются при разработке других конструкторских документов, а также для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации.

Общая схема определяет составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Ею пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации.

Схема расположения определяет относительное расположение составных частей изделия, а при необходимости также проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и т. п. Ее используют при разработке других конструкторских документов, а также при изготовлении и эксплуатации изделий.

Общие требования к выполнению схем. *Комплексность* (номенклатура) схем. Номенклатура схем на изделие определяется разработчиком в зависимости от особенностей изделия. При этом количество типов схем на изделие определяют минимальным, но в совокупности они должны содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия.

Форматы. Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 2.301—68, при этом основные форматы являются предпочтительными.

Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею.

Построение схемы. Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделий либо не учитывается вовсе, либо учитывается приближенно. Допускается располагать условные графические обозначения элементов на схеме в том же порядке, в котором они расположены в изделии, при условии, что это не затруднит чтение схемы.

Графические обозначения элементов и соединяющие их линии связи располагают на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

Линии связи выполняют как горизонтальные и вертикальные отрезки при наименьшем количестве изломов и взаимных пересече-

ний. В отдельных случаях можно применять наклонные отрезки линий связи, длины которых по возможности ограничивают.

Расстояние между соседними параллельными линиями связи — не менее 3 мм. Линии связи показывают, как правило, полностью. Можно обрывать линии связи, если они затрудняют чтение чертежа. Обрывы линий связи заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места подключения и необходимые характеристики цепей (например, полярность, потенциал и т. д.). Линии связи, переходящие с одного листа на другой, обрывают за пределами изображения схемы. Рядом с местом обрыва линии указывают обозначение или наименование, присвоенное этой линии (например, номер провода, наименование сигнала или его сокращенное обозначение), и в круглых скобках номер листа схемы (при выполнении схемы на нескольких листах) или обозначение документа (при выполнении схем самостоятельными документами), на который переходит линия связи.

Если на схеме таких обозначений нет, то места обрыва условно обозначают буквами, цифрами или буквами и цифрами. Элементы, составляющие устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему, выделяют на принципиальной схеме сплошной линией, равной по толщине линии связи.

Элементы, составляющие функциональную группу или устройство, можно выделять на схеме штрихпунктирными линиями, указывая при этом наименование. Так, на структурной схеме цифровой ЭВМ (см. рис. 6.1) штрихпунктирной линией выделены внешние устройства. Толщину штрихпунктирной линии принимают равной толщине линии связи.

На схеме одного вида можно изображать отдельные элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на работу схемы этого вида. Можно также изображать элементы и устройства, не входящие в изделие, на которое составляется схема, но необходимые для разъяснения принципов его работы. Графические обозначения таких элементов и устройств отделяют на схеме штрихпунктирными линиями и помещают надписи, указывая в них местонахождение этих элементов, а также необходимые данные. При этом устанавливают однозначную связь, которая обеспечила бы возможность поиска одних и тех же элементов, изображенных на схемах разных видов.

Схему можно выполнять в пределах условного контура, упрощенно изображающего конструкцию изделия. В этих случаях условные контуры выполняют сплошными тонкими линиями.

Графические обозначения. При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

- условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД, а также построенные на их основе (их примеры — прил. П6—П9);
- упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические);
- прямоугольники.

При необходимости применяют нестандартизованные графические обозначения. При применении нестандартизованных обозначений и упрощенных внешних очертаний на схемах приводят соответствующие пояснения.

Условные графические обозначения элементов изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения. Если размеры условных графических обозначений не установлены, то их изображают на схемах в размерах, в которых они выполнены в соответствующих стандартах на условные графические обозначения.

Можно все обозначения пропорционально уменьшать, при этом расстояние (просвет) между двумя соседними линиями условного графического обозначения должно быть не менее 1 мм. Допускается размеры графических обозначений увеличивать при вписывании в них поясняющих знаков.

Условные графические обозначения элементов, используемых как составные части обозначений других элементов, можно изображать уменьшенными по сравнению с остальными элементами (например, резистор в ромбической антенне).

Графические обозначения выполняют линиями той же толщины, что и линии связи. Если в условных графических обозначениях имеются утолщенные линии, то их выполняют толще линии связи в два раза.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° , если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания. Их можно повертывать и на угол, кратный 45° , или изображать зеркально повернутыми. Если при повороте или зеркальном изображении условных графических обозначений может нарушиться смысл или удобство чтения обозначений, то такие обозначения изображают в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

Условные графические обозначения, содержащие буквенные, цифровые или буквенно-цифровые обозначения, можно повертывать против часовой стрелки на угол 90° или 45° .

Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий — от 0,3 до 0,4 мм. На одной схеме рекомендуется применять не более трех размеров линий по толщине.

Дополнительная информация на схемах. На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы (по возможности над основной надписью). Около графических обозначений элементов и устройств указывают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы — диаграммы, таблицы, текстовые указания и т. п.

Обозначение схемы. Схеме присваивают обозначение того изделия, для которого она разработана. После этого обозначения записывают шифр схемы. Наименование схемы указывают в основной надписи после наименования изделия.

6.2. Кинематические схемы

Кинематические схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие типы: принципиальная, структурная, функциональная.

Кинематические схемы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701—84 и ГОСТ 2.703—68.

Правила выполнения принципиальной кинематической схемы. На принципиальной кинематической схеме изделия представляют всю совокупность кинематических элементов и их соединений, предназначенных для осуществления, регулирования, управления и контроля заданных движений исполнительных органов. На схеме отражают кинематические связи (механические и немеханические), предусмотренные внутри исполнительных органов, между отдельными парами, цепями и группами, а также связи с источником движения.

Пользуясь некоторыми условными графическими обозначениями, приведенными в прил. 7, прочитаем приводимые ниже схемы.

В качестве примера на рис. 6.2 представлено аксонометрическое изображение принципиальной кинематической схемы механизма настройки радиоприемника. От ручки настройки 1 вращение через зубчатые колеса 2—3 передается на реечное колесо 4, которое перемещает рейку 5, представляющую собой цилиндр с нарезанными зубьями. Совместно с рейкой будет перемещаться исполнительное устройство, которое соединено с приливом 1 рейки.

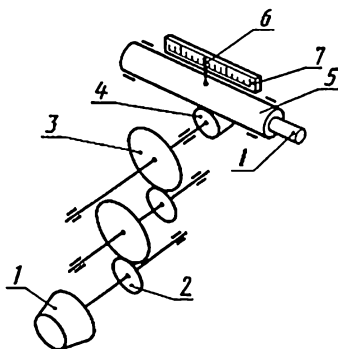


Рис. 6.2

Настройка механизма производится указателем 6 по шкале 7.

Принципиальная кинематическая схема токарно-винторезного (резьбонарезного) станка повышенной точности приведена на рис. 6.3

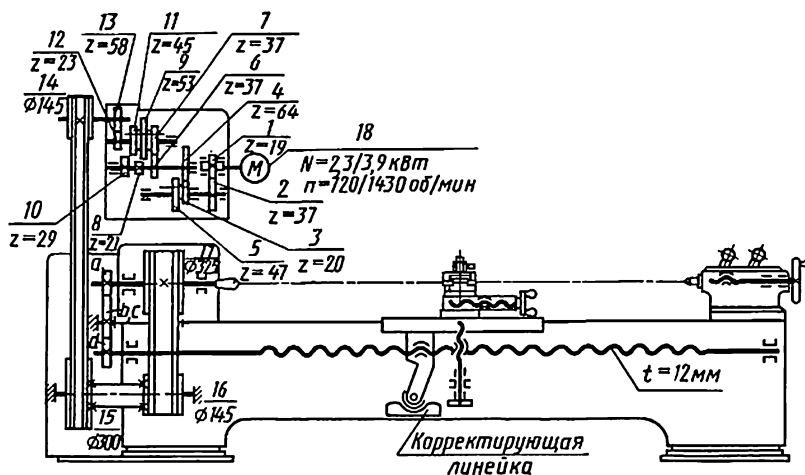


Рис. 6.3

Вращение шпинделя осуществляется от двухскоростного электродвигателя 18 (число оборотов в минуту 720 или 1430) через коробку скоростей с зубчатыми колесами 1—13 и две клиноременные передачи 14—15 и 16—17. Коробка скоростей позволяет получить шесть скоростей шпинделя при прямом, а также при обратном вращении электродвигателя. Настройка этой цепи осуществляется двумя пере- ставными блоками зубчатых колес коробки передач: блоком с ко- лесами 3, 5 и блоком с колесами 7, 9, 11. При зацеплении колес 3—4 или 5—6 вал с неподвижно закрепленными колесами 6, 8, 10 может вра- щаться с двумя скоростями. При зацеплении зубчатых колес 6—7, или 8—9, или 10—11 зубчатые колеса 12—13 и шкив 14 получают шесть скоростей вращения.

Продольное перемещение суппорта с режущим инструментом осу- ществляется от шпинделя через сменные шестерни $a-b$, $c-d$ и ходовой винт. Настройка этой цепи производится по формуле:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{p}{12}$$

где p — шаг нарезаемой резьбы.

Корректирующая линейка с криволинейным профилем компен- сирует погрешности шага ходового винта путем дополнительного пово- рота маточной гайки.

Принципиальную кинематическую схему изделия вычерчивают, как правило, в виде развертки. Так выполнена и схема коробки передач с зубчатыми колесами 1—13 на рис. 6.3. Допускается кинематические схемы вписывать в контур изображения изделия (см. рис. 6.3), а также вычерчивать их в аксонометрических проекциях (см. рис. 6.2).

Если валы и оси при изображении на схеме пересекаются, то линии, изображающие их, в местах пересечения не разрывают. Если на схеме

валы и оси закрыты другими элементами или частями механизма, то их изображают как невидимые.

На принципиальных кинематических схемах изображают:

- валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы и т. п. — сплошными основными линиями толщиной s ;

- элементы, изображенные упрощенно внешними очертаниями, зубчатые колеса, червяки, звездочки, шкивы, кулачки и т. п. — сплошными линиями толщиной $s/2$;

- контур изделия, в который вписана схема, — сплошными тонкими линиями толщиной $s/3$;

- кинематические связи между сопряженными звеньями пары (вычерченными отдельно) — штриховыми линиями толщиной $s/2$;

- кинематические связи между элементами или между ними и источником движения через немеханические (энергетические) участки — двойными штриховыми линиями толщиной $s/2$;

- расчетные связи между элементами — тройными штриховыми линиями толщиной $s/2$.

На принципиальной кинематической схеме изделия указывают:

- а) наименование каждой кинематической группы элементов, учитывая ее основное функциональное назначение (например, коробка скоростей, корректирующая линейка — см. рис. 6.3), которое наносят на полке линии-выноски, проведенной от соответствующей группы;

- б) основные характеристики и параметры кинематических элементов, определяющие исполнительные движения рабочих органов изделия или его составных частей. Так, на рис. 6.3 указаны характеристики электродвигателя (мощность, число оборотов), число зубьев зубчатых колес, величина хода ходового винта, диаметры шкивов клиноременных передач.

Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, присваивают порядковый номер, начиная от источника движения, или буквенно-цифровые позиционные обозначения. Рекомендуется использовать следующие буквенные коды наиболее распространенных групп элементов: А — механизмы (общее обозначение); В — валы; С — элементы кулачковых механизмов (кулачок, толкатель); Е — разные элементы; Н — элементы механизмов с гибкими звеньями (цепь, ремень); К — элементы рычажных механизмов; М — источник движения (см. рис. 6.3, поз. 18); Р — элементы мальтийских и храповых механизмов; Т — элементы зубчатых и фрикционных механизмов; Х — муфты, тормоза. Валы допускается нумеровать римскими цифрами, остальные элементы нумеруют только арабскими цифрами.

Порядковый номер элемента проставляют на полке линии-выноски. Под полкой линии-выноски указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента.

Сменные кинематические элементы групп настройки обозначают на схеме строчными буквами латинского алфавита (см. сменные шестерни a, b, c, d на рис. 6.3) и указывают в таблице характеристики для всего набора сменных элементов.

Правила выполнения структурной кинематической схемы. На структурной кинематической схеме изображают все основные функциональные части изделия (элементы, устройства) и основные взаимосвязи между ними. Структурные кинематические схемы изделия представляют либо графическим изображением с применением простых геометрических фигур, либо аналитической записью, допускающей применение ЭВМ. На структурной схеме указывают наименование каждой функциональной части изделия, если для ее обозначения применена простая геометрическая фигура. При этом наименования, как правило, вписывают внутрь этой фигуры.

Правила выполнения функциональной кинематической схемы. На функциональной кинематической схеме изображают функциональные части изделия, участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями. Функциональные части изображают простыми геометрическими фигурами и указывают наименования всех изображенных функциональных частей. Для наиболее наглядного представления процессов, иллюстрируемых функциональной схемой, обозначения функциональных частей располагают в последовательности их функциональной связи.

6.3. Электрические схемы

Правила выполнения электрических схем установлены в ГОСТ 2.702—75, виды и типы схем и общие требования к их выполнению — по ГОСТ 2.701—84.

Правила выполнения структурной электрической схемы. На структурной электрической схеме функциональные части изображают в виде прямоугольников или условных графических обозначений (см. прил. П6 и П8). При изображении функциональной части в виде прямоугольника ее наименование, обозначение и тип рекомендуется вписывать внутрь прямоугольника. На линиях взаимосвязи рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии.

Пример электрической структурной схемы телевизора приведен на рис. 6.4. Прочитаем ее. Сигналы несущей изображения с частотой 49,75 МГц и сигналы несущей звука с частотой 56,25 МГц принимаются антенной, поступают в усилитель высокой частоты УВЧ и из него в смеситель, в который подаются также сигналы гетеродина. Из смесителя сигналы поступают в усилитель промежуточной частоты (УПЧ) звукового канала и в УПЧ канала изображения. В звуковом канале звуковой сигнал усиливается усилителем промежуточной частоты (УПЧ) на частоте 27,75 МГц, детектируется и преобразуется в сигнал низкой частоты с полосой 20—10 000 Гц, усиливается в усилителе низкой частоты (УНЧ) и поступает на динамик. В канале изображения сигнал усиливается в УПЧ в полосе частот 29,5—34,25 МГц, детектируется

видеодетектором, превращается в видеосигнал с полосой 0—4,75 МГц и поступает в видеоусилитель. Сигналы с видеоусилителя поступают на кинескоп в цепи синхронизации разверток электронного луча по строкам и по кадрам через селектор синхронизации импульсов. Выходя из селектора синхронизации импульсов, сигналы имеют прямоугольную форму импульса и частоту 15 625 Гц (частота развертки по строкам) и 50 Гц (частота развертки по кадрам). Импульсы пилообразной формы с указанными частотами поступают в обмотки отклоняющей системы кинескопа. Кроме того, сигнал развертки по строкам поступает на высоковольтный выпрямитель и от него — на анод кинескопа. На схеме в виде прямоугольников изображены 12 функциональных частей, в виде условных графических обозначений — 2 части (динамики и кинескоп). Направления прохождения сигналов обозначены стрелками. Указаны также формы электрических импульсов сигналов.

Правила выполнения функциональной электрической схемы. На функциональной электрической схеме функциональные части изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД. Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников. На функциональной электрической схеме указывают:

- для каждой функциональной группы — обозначение, присвоенное ей на принципиальной схеме, и ее наименование;

- для каждого устройства, изображенного в виде прямоугольника, позиционное обозначение, присвоенное на принципиальной схеме, его наименование, тип и обозначение документа, на основании которого он применен;

- для каждого устройства, изображенного в виде условного графического обозначения, — позиционное обозначение, присвоенное на принципиальной схеме, его тип и обозначение документа, на основании которого он применен;

- для каждого элемента — позиционное обозначение, присвоенное на принципиальной схеме, его тип и обозначение документа, на основании которого он применен.

На функциональной схеме помещают поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывают параметры в характерных точках (величины токов, напряжений, формы и величины импульсов, математические зависимости и т. д.).

Правила выполнения принципиальных электрических схем. На принципиальной электрической схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Схемы вычерчивают для изделий, находящихся в отключенном положении.

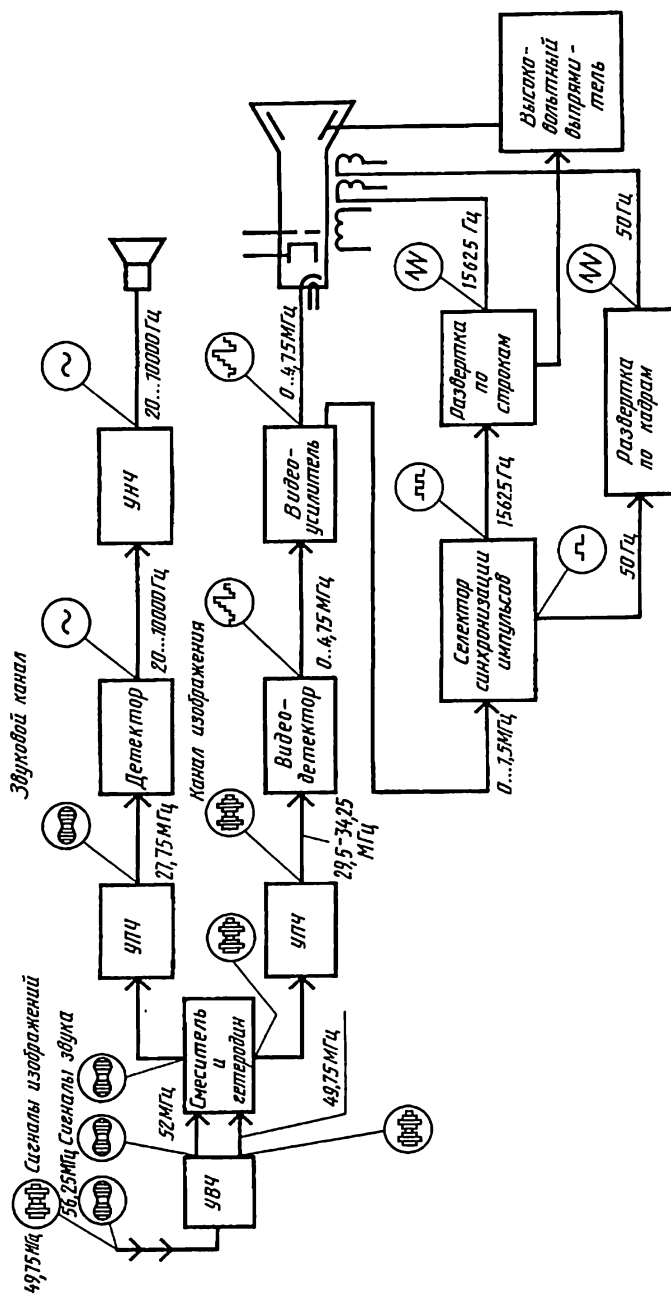


Рис. 6.4

Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД. Элементы и устройства изображают на принципиальных схемах совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов изображают на схеме совместно, т. е. в непосредственной близости друг от друга. При разнесенном способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают в разных местах на схеме таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно.

Схемы выполняют в однолинейном или многолинейном изображении. При многолинейном изображении (рис. 6.5, а) каждую цепь изображают отдельной линией, а элементы, содержащиеся в указанных цепях, отдельными условными графическими обозначениями. При однолинейном изображении (рис. 6.5, б) все цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы, содержащиеся в цепях, — одним условным графическим обозначением.

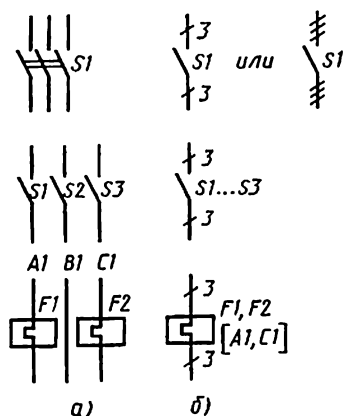


Рис. 6.5

Каждый элемент, входящий в изделие и изображенный на схеме, обозначают в соответствии с ГОСТ 2.710—81. Позиционные обозначения присваивают элементам в пределах изделия. Порядковые номера элементам присваивают, начиная с единицы, в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например: $R1, R2, R3$ и т. д., $C1, C2, C3$ и т. д. Порядковые номера присваивают в соответствии с последовательностью элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо.

Данные об элементах записывают в перечень элементов. При этом связь перечня с условными графическими изображениями осуществляется через позиционные обозначения. Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде последующих листов. Перечень элементов оформляют в виде таблицы, заполняемой сверху

вниз. Если его помещают на первом листе схемы, то располагают его, как правило, над основной надписью. Между основной надписью и нижней границей перечня оставляют расстояние не менее 12 мм. При отсутствии места для продолжения граф перечня элементов над основной надписью продолжение перечня помещают слева от нее.

Если выводы элемента закодированы в его конструкции, то эту маркировку повторяют на схеме.

При оформлении принципиальных схем изделий, в состав которых входят устройства, имеющие самостоятельные принципиальные схемы, каждое такое устройство рассматривают как элемент схемы изделия, присваивают ему позиционное обозначение и записывают в перечень элементов одной позицией. В этом случае на схеме изделия устройство, имеющее самостоятельную схему, изображают в виде прямоугольника или условного графического обозначения. Внутри прямоугольника помещают таблицы с характеристиками входных и выходных цепей, а в схемах при большом числе связей — и адреса внешних подключений. Таблицы внутри прямоугольника помещают взамен условных графических обозначений входных (выходных) элементов: разъемов, плат и т. д. Каждой таблице присваивают позиционное обозначение элемента, взамен условного графического обозначения которого она помещена.

При выполнении принципиальной схемы на нескольких листах, помещая на каждом листе одну или несколько функциональных цепей, соблюдают следующие требования: а) при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдают сквозную нумерацию в пределах изделия; б) перечень элементов выполняют общим.

При разработке на одно изделие нескольких самостоятельных принципиальных схем, помещая на каждой схеме одну или несколько функциональных цепей, выполняют следующие требования: а) соблюдают сквозную нумерацию элементов в пределах изделия; б) в каждой схеме приводят перечень только тех элементов, позиционные обозначения которым присвоены на этой схеме.

В качестве примера на рис. 6.6 приведена принципиальная схема электроосвещения кабинета технического черчения и лаборантской, взятая из проекта межшкольного учебно-производственного комбината. В кабинете обеспечивается освещенность 500 лк, в лаборантской 300 лк. Схема выполнена на плане помещений. В ней использованы стандартные графические обозначения светильников с люминесцентными лампами типа ЛПР (21 штука в кабинете) и типа ЛПО 12×40/620 (1 штука) и изображения проводов, условно слитых в одну линию (см. рис. 6.5).

Условными графическими обозначениями, приведенными в проекте, обозначены четырехламповые люминесцентные светильники, выключатели и розетки в герметичном исполнении. Количество ламп в одном светильнике и их мощность указаны в скобках после количества светильников. Номера 7, 9 и 11 групп освещения соответствуют

Правила выполнения схем соединений. На схеме соединений изображаются все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (разъемы, платы, зажимы и т. п.), а также соединения между этими устройствами и элементами. Устройства и элементы на схеме изображают:

- устройства — в виде прямоугольников или внешних очертаний;
- элементы — в виде условных графических обозначений, прямоугольников или внешних очертаний.

Расположение графических обозначений устройств и элементов на схеме должно примерно соответствовать действительному размещению элементов и устройств в изделии. Изображения входных и выходных элементов и выводов внутри графических обозначений и устройств или элементов располагают примерно в соответствии с их действительным размещением в устройстве и элементе.

192

На схеме около условных графических обозначений элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации (например, переключатели, потенциометры и т. п.), помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения. Надписи, знаки или графические обозначения, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки.

На схеме указывают обозначения выводов (контактов) элементов (устройств), нанесенные на изделие или установленные в их документации.

При отсутствии принципиальной схемы изделия на схеме соединений присваивают позиционные обозначения устройствам, а также элементам, не вошедшим в принципиальные схемы составных частей изделия, и записывают их в перечень элементов.

Провода, группы проводов, жгуты, кабели показывают на схеме отдельными линиями толщиной от 0,4 до 1 мм. Для упрощения начертания схемы допускается сливать отдельные провода, идущие на схеме в одном направлении, в общую линию. При подходе к контактам каждый провод изображают отдельной линией.

Вводные элементы, через которые проходят провода (группы проводов, жгуты, кабели), изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД или приведенных на рис. 6.7: 1 — проходной изолятор; 2 — гермоввод; 3 — сальник; а — линия, изображающая провод (группу проводов, жгут, кабель).

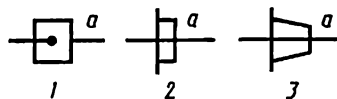


Рис. 6.7

На схеме указывают обозначения вводных элементов, нанесенные на изделие.

Провода, жгуты, кабели, жилы кабелей обозначают порядковыми номерами в пределах изделия. Провода, жгуты и кабели нумеруют отдельно. Жилы кабелей нумеруют в пределах кабеля. Если на принципиальной схеме электрическим цепям присвоены обозначения, то всем проводам и жилам кабелей присваивают эти же обозначения. Номера проводов и жил кабелей на схемах проставляют, как правило, около обоих концов изображений. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещенных в разрывах изображений кабелей вблизи мест разветвления жил. Номера жгутов проставляют на полках линий-выносок около мест разветвления проводов. Номера групп проводов проставляют около линий-выносок.

На схеме соединений указывают:

- для проводов — марку, сечение и при необходимости расцветку;
- для кабелей — марку, количество и сечение жил и при необходимости количество занятых жил. Количество занятых жил указывают

в прямоугольнике, помещаемом справа от обозначения данных кабеля. Данные о проводах и кабелях (марки, сечения) указывают около линий, изображающих провода и кабели.

Правила выполнения схем подключения. На схеме подключения изображают изделие, его входные и выходные элементы (разъемы, зажимы и т. п.) и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия (характеристика внешних цепей и адреса). Изделие на схеме изображают в виде прямоугольника, а его входные и выходные элементы — в виде условных графических обозначений. Входные и выходные элементы внутри графического обозначения изделия размещают примерно в соответствии с их действительным размещением в изделии. На схеме указывают позиционные обозначения входных и выходных элементов, присвоенные им на принципиальной схеме изделия, а также обозначения, нанесенные на изделие. Провода и кабели на схеме показывают отдельными линиями.

Правила выполнения общих схем. На общей схеме изображают устройства и элементы, входящие в комплекс, а также провода, жгуты, кабели, соединяющие эти устройства и элементы. Устройства и элементы на схеме изображают в виде прямоугольников с расположением, примерно соответствующим их действительному размещению в изделии.

Входные и выходные элементы изображают по правилам, установленным для выполнения схем соединения.

На схеме указывают:

- для каждого устройства или элемента, изображенных в виде прямоугольника или внешнего очертания, — их наименование, тип и обозначение документа, на основании которого они применены;

- для каждого элемента, изображенного в виде условного графического обозначения, — его тип и обозначение документа.

Обозначения входных, выходных и вводных элементов, нанесенные на изделие, указывают на схеме.

Провода, жгуты и кабели показывают на схеме отдельными линиями и обозначают отдельно порядковыми номерами в пределах изделия. Номера проводов на схеме проставляют около концов изображений. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещаемых в разрывах изображений кабелей. Номера жгутов проставляют на полках линий-выносок.

На схеме около изображений проводов, жгутов и кабелей указывают следующие данные:

- для проводов — марку, сечение и при необходимости расцветку;
- для кабелей — марку, количество и сечение жил;
- для проводов, кабелей и жгутов, изготовленных по чертежам, — обозначение основного конструкторского документа.

Перечень проводов, жгутов и кабелей помещают на первом листе схемы, как правило, над основной надписью или выполняют в виде

последующих листов. В графах перечня указывают: обозначение провода, жгута или кабеля; обозначение основного конструкторского документа провода, кабеля, жгута, изготовленных по чертежам; данные провода, жгута, кабеля; количество; в графе «Примечание» — данные о кабеле, поставляемом с комплектом или прокладываемом при его монтаже.

Правила выполнения схем расположения. На схеме расположения изображают составные части изделия, а при необходимости и связи между ними, конструкцию, помещение или местность, на которых эти составные части будут расположены. Составные части изделия изображают в виде внешних очертаний или условных графических обозначений. Провода, группы проводов, жгуты и кабели изображают в виде отдельных линий или внешних очертаний. Расположение графических обозначений составных частей изделия на схеме должно обеспечивать правильное представление об их действительном размещении в конструкции, помещении, на местности. При выполнении схемы расположения применяют различные способы построения: аксонометрию, план, условную развертку, разрез конструкции и т. п.

На схеме указывают:

- для каждого устройства или элемента, изображенных в виде внешнего очертания, — их наименование, тип и обозначение документа, на основании которого они применены;

- для каждого элемента, изображенного в виде условного графического обозначения, — его тип и обозначение документа.

Кроме рассмотренных требований к оформлению схем, в стандарте приведены различные допущения, которые позволяют ускорить и упростить выполнение сложных схем.

6.4. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем

Правила выполнения схем гидравлических и пневматических изделий всех отраслей промышленности установлены ГОСТ 2.704—76.

Правила выполнения структурной схемы. На структурной схеме функциональные части изображают в виде прямоугольников или условных графических изображений, линии взаимосвязи — сплошными линиями. На линиях взаимосвязи рекомендуется указывать направление потоков рабочей среды. Наименования, обозначения и технические данные функциональных частей вписывают в прямоугольники.

Правила выполнения принципиальной схемы. На принципиальной схеме изображают все гидравлические и пневматические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных гидравлических (пневматических) процессов, и все гидравлические (пневматические) связи между ними.

Все элементы и устройства изображают на схемах, как правило, в исходном положении: пружины — в состоянии предварительного сжатия, электромагниты — обесточенные и т. п. Условные графические

обозначения баков под атмосферным давлением и места удаления воздуха из гидросети изображают на схеме только в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

Каждому элементу или устройству, входящему в изделие и изображенному на схеме, присваивают буквенно-цифровое позиционное обозначение, состоящее из буквенного обозначения и порядкового номера, проставленного после буквенного обозначения. Буквенное обозначение представляет собой сокращенное наименование элемента, составленное из его начальных или характерных букв, например: гидробак — *Б*, насос — *Н*, гидроцилиндр (пневмоцилиндр) — *Ц*, клапан предохранительный — *КП* и т. д.

Позиционные обозначения наиболее распространенных элементов приведены в приложении к ГОСТ 2.704—76. При отсутствии обозначений в перечне соответствующие положения приводят на поле схемы. Порядковые номера элементам (устройствам) присваивают, начиная с единиц, в пределах группы элементов (устройств), которым присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например *КП1*, *КП2*, *КП3* и т. д. Буквы и цифры в позиционных обозначениях выполняют одним размером шрифта. Порядковые номера присваивают в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо. Позиционные обозначения присваивают в пределах изделия и проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов и устройств с правой стороны или над ними.

На принципиальной схеме однозначно определяют все элементы, входящие в состав изделия и изображенные на схеме. Данные об элементах записывают в перечень элементов, содержащий графы: позиционное обозначение, наименование, количество, примечание. Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

На схеме указывают обозначения выводов (соединений) элементов (устройств), нанесенные на изделие или установленные в их документации. При выполнении принципиальной схемы на нескольких листах выполняют следующие требования:

- при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдают сквозную нумерацию в пределах изделия (установки);
- перечень элементов должен быть общим;
- отдельные элементы допускается повторно изображать на других листах схемы, сохраняя позиционные обозначения, присвоенные им на одном из листов схемы.

При сокращении длины линий слива и дренажа баки повторно изображают около соответствующего элемента (рис. 6.8, а). При сокращении длины линий нагнетания источник питания не изображают, а около соответствующего элемента или устройства показывают подвод рабочей среды (рис. 6.8, б).

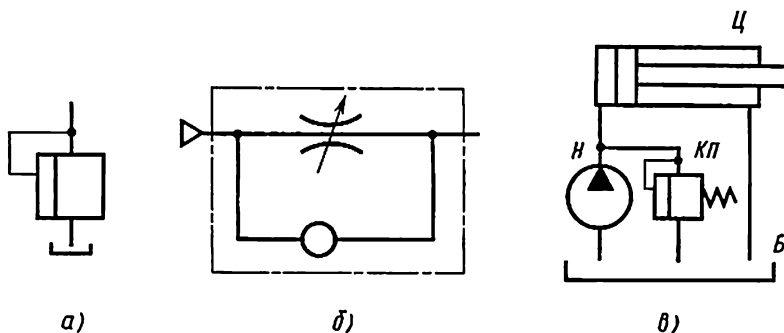


Рис. 6.8

Прочитаем гидросхему, приведенную на рис. 6.8, в в качестве примера, пользуясь условными графическими обозначениями, приведенными в прил. 9. Насос *Н* постоянной производительности подает рабочую среду в цилиндр *Ц*, под действием которой поршень со штоком перемещается вправо. При возникновении препятствия движению штока рабочая среда через предохранительный клапан *КП* будет направляться в бак *Б*.

Правила выполнения схемы соединений. На схеме соединений изображают все гидравлические и пневматические элементы и устройства, входящие в состав изделия, а также трубопроводы и элементы соединений трубопроводов. Элементы, устройства и соединения трубопроводов изображают в виде упрощенных внешних очертаний. Трубопроводы изображают сплошными основными линиями. Расположение графических обозначений элементов и устройств на схеме должно примерно соответствовать действительному размещению элементов и устройств в изделии. На схеме около графических обозначений элементов и устройств указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме. На схеме указывают обозначения выводов элементов, нанесенные на изделие или установленные в их документации. Трубопроводам присваивают цифровые позиционные обозначения в пределах изделия и проставляют их, как правило, около обоих концов изображений. В перечне элементов для трубопроводов должны быть указаны сортамент и материал труб. Допускается данные о трубопроводах указывать около линий, изображающих трубопроводы.

Контрольные вопросы

1. Что называют схемой?
2. Какие виды схем применяют при выполнении чертежей и как их обозначают?
3. На какие типы подразделяют схемы и как их обозначают?
4. Какие графические обозначения применяют при выполнении схем?

Глава 7

ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ

7.1. Система проектной документации для строительства и виды строительных чертежей

Строительными чертежами называют чертежи и относящиеся к ним текстовые документы, которые содержат изображения здания или его частей, коммуникации и другие данные, необходимые для его возведения, а также для изготовления строительных изделий и конструкций.

По назначению строительные чертежи подразделяются на чертежи строительных изделий и на строительно-монтажные чертежи. По чертежам строительных изделий на специализированных предприятиях строительной индустрии изготавливают отдельные части и детали зданий и сооружений. По строительно-монтажным чертежам на строительной площадке осуществляется монтаж и возведение зданий и сооружений. При разработке строительно-монтажных чертежей учитываются особенности технологии и организации строительно-монтажных работ, строительных механизмов, специализация строительных организаций. Поэтому в дополнение к стандартам ЕСКД разработаны и утверждены государственные стандарты «Система проектной документации для строительства» (СПДС).

Стандартами СПДС, как и стандартами ЕСКД, руководствуются при выполнении и оформлении всех видов проектной документации для строительства.

Система проектной документации для строительства (СПДС) — это установленная государственными стандартами унифицированная система правил выполнения проектной документации для строительства. Стандарты СПДС дополняют государственные стандарты ЕСКД с учетом специфики документации для строительства.

Основное назначение стандартов СПДС заключается в установлении единых правил выполнения, оформления и обращения проектной документации, обеспечивающих:

— унификацию состава и оформления проектной документации, исключаящую дублирование и разработку не требуемых строительству проектных документов;

- упрощение форм проектных документов и графических обозначений, снижающих трудоемкость их выполнения;
- возможность выполнения проектных документов, используемых в автоматизированной системе управления;
- возможность повторного использования проектной документации без ее переоформления;
- необходимую взаимосвязь с унифицированными системами документами и Единой системой классификации и кодирования технико-экономической информации.

Документация на строительстве изделия выполняется в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и дополнительными требованиями стандартов СПДС.

Стандарты СПДС распределяются по следующим классификационным группам (наименование — код): общие положения — 0; общие правила оформления чертежей и текстовых документов — 1; правила обращения проектной документации — 2; правила выполнения проектной документации по инженерным изысканиям — 3; технологической — 4; архитектурно-строительной — 5; инженерного обеспечения — 6; типовой — 7; машинно-ориентированной, используемой в автоматизированных системах управления, — 8; прочие стандарты — 9.

Обозначения стандартов СПДС, как и стандартов ЕСКД, строятся по классификационному принципу. Номер стандарта составляется из:

- двузначного цифрового кода СПДС — число 21;
- одной цифры (после точки), обозначающей код классификационной группы, рассмотренной выше;
- двузначного числа, определяющего порядковый номер стандарта в данной группе;
- двух последних цифр (после тире), указывающих год утверждения стандарта.

Например, «ГОСТ 21.602—79. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Рабочие чертежи». Цифра 21 — код СПДС, 6 — код проектной документации по инженерному обеспечению, 02 — порядковый номер стандарта, 79 — год утверждения (1979).

Рабочие чертежи, предназначенные для производства строительномонтажных работ, объединяют в комплекты по маркам.

Каждому основному комплекту присваивают самостоятельное обозначение, в состав которого включают базовое обозначение и (через дефис) марку основного комплекта. Базовое обозначение присваивают по действующей в проектной организации системе. Марки основных комплектов рекомендуются следующие (наименование — марка): генеральный план — ГП; сооружение транспорта — ТР; технология производств — ТХ; технологические коммуникации — ТК; воздухообеспечение — ВС; автоматизация — А; электроснабжение — ЭС; электрическое освещение — ЭО; силовое электрооборудование — ЭМ; газоснабжение — ГС; наружные сети и сооружения газоснабжения —

НГ; тепловые сети — ТС; связь и сигнализация — СС; архитектурные решения — АР; интерьеры — АИ; конструкции железобетонные — КЖ, металлические — КМ, металлические детализовочные — КМД, деревянные — КД; архитектурно-строительные решения (при объединении в один комплект чертежей АР, АИ, КЖ, КД) — АС; антикоррозионная защита конструкций — АЗ; отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха — ОВ; внутренние водопровод и канализация — ВК; наружные сети водоснабжения и канализации — НВК.

Состав марок чертежей в проекте конкретного объекта определяется его особенностями. Так, например, в состав типового проекта межшкольного учебно-производственного комбината на 6 групп (180 мест) входят комплекты чертежей марок АС, КМВ (витражи), ТО (технологическое оборудование), ОВ, ВК, ЭЛ (электроосвещение и силовое электрооборудование). Чертежи этого типового проекта 224—9—185.83 будут использованы в дальнейшем изложении.

Марка, проставленная на чертеже, состоит из буквенного обозначения и числа, показывающего его порядковый номер. Например, марка АС-6 означает, что данный лист относится к комплекту рабочих чертежей «Архитектурно-строительные решения» и его порядковый номер 6.

На первом (заглавном) листе основного комплекта рабочих чертежей каждой марки приводят следующие общие данные: ведомость рабочих чертежей основного комплекта; ведомость ссылочных и прилагаемых документов; ведомость основных комплектов рабочих чертежей; ведомость спецификаций; условные обозначения и изображения; общие указания; другие данные, предусмотренные соответствующими стандартами СПДС для данной марки чертежей.

7.2. Конструктивные элементы зданий, условные обозначения и изображения на строительных чертежах

Конструктивные элементы зданий. Конструктивным элементом называют отдельную самостоятельную часть здания или сооружения. Конструктивные элементы здания с несущими стенами указаны на рис. 7.1.

Фундаментом 1 под стену или отдельную опору (колонну) называют подземную часть здания или опоры, через которую передается нагрузка на грунт. Фундаменты подразделяются на ленточные, которые закладывают сплошными по всему периметру стены, и столбчатые в виде отдельных столбов, перекрываемых железобетонной балкой (рандбалкой), на которую и кладут стены. Фундаменты под отдельные опоры устанавливают в виде отдельных столбов.

Цоколь 3 — нижняя часть наружной стены, которая лежит непосредственно на фундаменте и предохраняет стены от атмосферной влаги и повреждений.

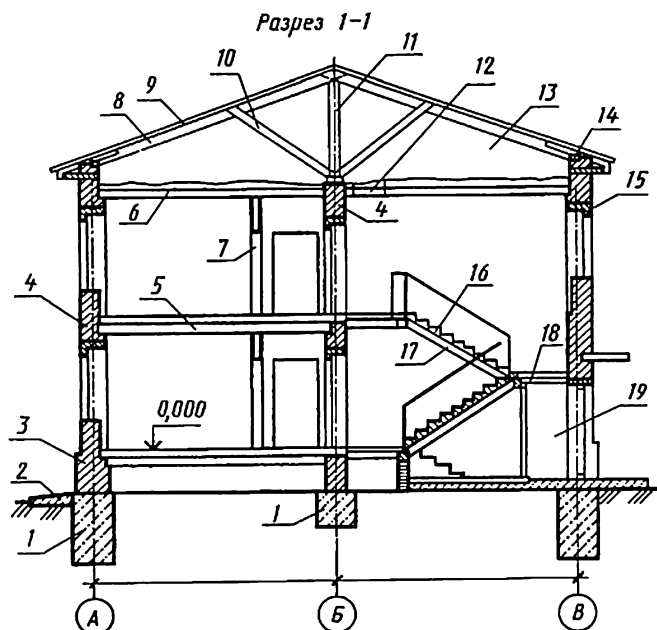


Рис. 7.1

Стены 4 по назначению и расположению в здании разделяют на наружные, которые ограждают помещения от внешней среды и защищают их от атмосферных воздействий, и внутренние, которые отделяют одни помещения от других. Стены бывают несущие, самонесущие и навесные. Несущие стены передают на фундамент нагрузку от собственного веса и от веса перекрытий и крыши. Самонесущие стены передают на фундамент нагрузку только от собственного веса (нагрузка от перекрытий и крыши передается в этом случае на колонны) и ветровую нагрузку. Навесные стены, состоящие из отдельных плит или панелей, крепятся к колоннам (как бы навешиваются на них) и нагрузку от собственного веса передают на колонны.

Перегородки 7 — внутренние ограждающие конструкции, разделяющие смежные помещения в здании.

Отмостка 2 служит для отвода атмосферных вод от стен здания.

Перекрытие — внутренняя горизонтальная конструкция, разделяющая здание по высоте на этажи. Перекрытия бывают надподвальные, междуэтажные 5, чердачные 6, цокольные (между первым этажом и подпольем).

Покрытие — верхняя ограждающая конструкция, отделяющая помещения здания от наружной среды и защищающая их от атмосферных осадков. Эта конструкция иногда совмещает функции потолка и крыши.

Кровля — верхний водоизолирующий слой покрытия или крыши здания. В здании на рис. 7.1 кровлю закрепляют на обрешетке 9.

Стропила — несущие конструкции кровельного покрытия, которые представляют собой балку, опирающуюся на стены и внутренние опоры — стойки 11 и подкосы 9. В небольших жилых и общественных зданиях применяют так называемые деревянные наслонные стропила 8, основным элементом которых служат стропильные ноги. При небольших пролетах помещений применяют стропильные фермы — плоскую решетчатую конструкцию стержней из дерева, металла или железобетона.

Мауэрлат 14 — деревянные бруссы, уложенные на наружные стены здания; на бруссы опираются стропильные ноги.

Проем — сквозное отверстие в стене, предназначенное для установки окна, двери, ворот и для других целей, перекрываемое перемычкой 15.

Оконный блок — заполнение оконного проема оконными переплетами с коробкой; дверной блок — заполнение дверного проема дверным полотном с коробкой.

Лестничная клетка — огражденное капитальными стенами помещение лестницы.

Лестничный марш 16 — наклонный элемент лестницы со ступенями (в одном марше должно быть не более 18 ступеней).

Лестничная площадка 18 — горизонтальный элемент лестницы между маршами. Различают основные лестничные площадки на уровнях этажей и промежуточные — для перехода с одного марша на другой.

Косоуры 17 — наклонные железобетонные или стальные балки, опирающиеся на площадки; на эти балки укладывают ступени лестницы.

Помещение 19 за входной дверью называют тамбур.

В зависимости от вида несущего остова различают две основные конструктивные схемы здания: с несущими стенами и каркасную. В зданиях с несущими стенами нагрузку от перекрытий и крыши воспринимают стены (см. рис. 7.1). В каркасных зданиях (рис. 7.2) вся нагрузка передается на каркас, т. е. на систему связанных между собой вертикальных опор — колонн 1, 6 и горизонтальных балок 5, ригелей или прогонов, на которые укладываются плиты перекрытий и покрытия 3.

По виду и размерам строительных изделий различают здания из мелких блоков и штучных элементов (мелкие стеновые блоки и камни, перемычки проемов и косоуры и т. д.), которые применяют главным образом в малоэтажном строительстве, и здания из крупноразмерных элементов — крупноблочные и крупнопанельные.

В крупноблочных зданиях наружные и внутренние стены состоят из крупных блоков — межоконных и перемычных, которые и воспринимают нагрузку от перекрытий и кровли.

Крупнопанельные здания монтируют из крупноразмерных плит заводского изготовления — панелей, из которых на строительной площадке собирают наружные и внутренние стены, перекрытия, перегородки, лестничные марши, балконные площадки.

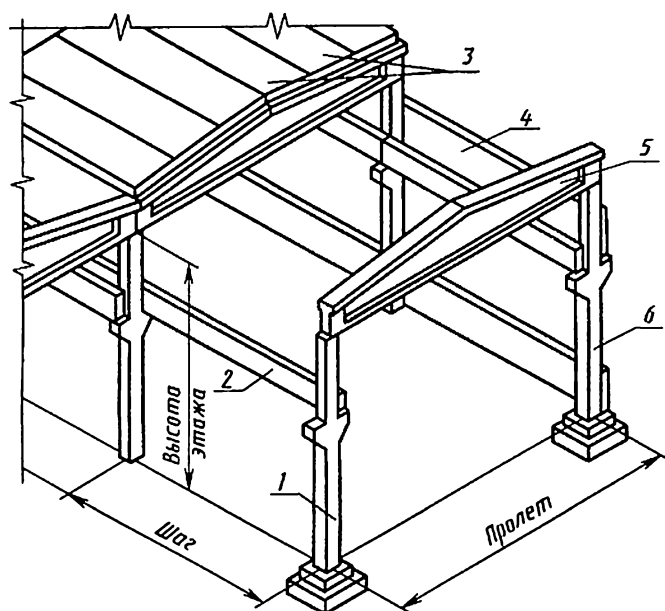


Рис. 7.2

Основные конструктивные элементы зданий — типовые строительные изделия (рис. 7.3). Конструктивным элементам (изделиям) присвоены буквенные обозначения — марки. Марки строительных изделий, которые проставляют на рабочих чертежах и схемах расположения элементов сборных конструкций, состоят из начальных букв названий соответствующих элементов.

Марки некоторых элементов конструкций (изделий)

Балки.....Б	Панели стеновые.....ПС
Балки подкрановые.....БК	Перемычки.....ПР
Балки стропильные.....БС	Плиты перекрытий, покрытий.....П
Балки фундаментные.....БФ	Площадки лестничные.....ПЛ
Блоки стеновые.....СБ	Связи вертикальные.....ВС
Двери.....Д	Связи горизонтальные.....ГС
Каркасы арматурные:	Сетки арматурные.....С
плоские.....КР	Стойки.....СК
пространственные.....КП	Фермы стропильные.....ФС
Колонны.....К	Фундаменты.....Ф
Окна.....ОК	Фундаментные блоки.....ФБ
Марши лестничные.....МЛ	Фундаменты под оборудование.....ФО
Панели перегородок.....РГ	

На рис. 7.3 представлены: а — фундаментный блок; б, в — стеновые блоки подвала; г — настил перекрытия; д — плита перекрытия с кру-

глыми отверстиями; *е* — ригель или прогон; *ж* — колонна; *з* — лестничный марш; *и* — мозаичная проступь (деталь лестничного марша); *к* — балконная плита.

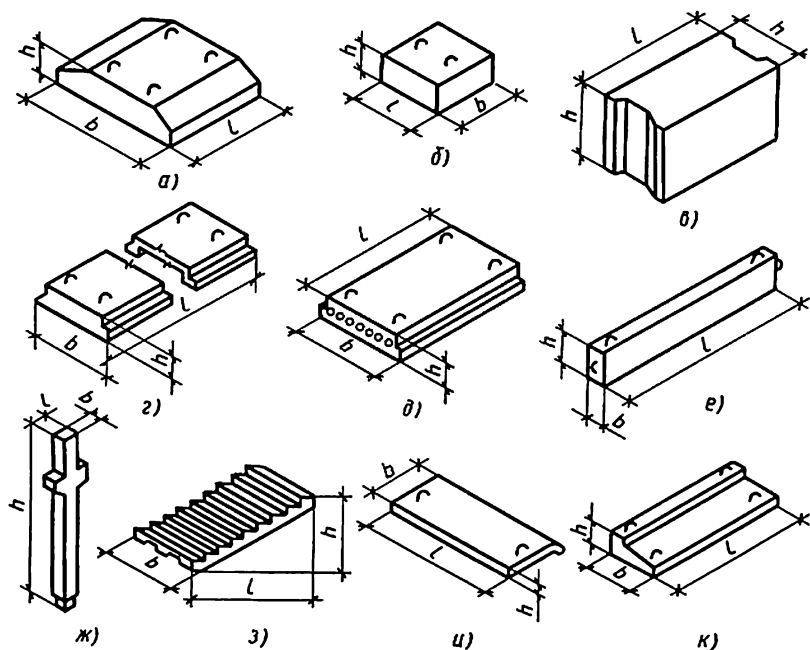


Рис. 7.3

Графические обозначения материалов в сечениях и на видах строительных деталей и конструкций установлены ГОСТ 2.306—68 и приведены в прил. 10 и 11.

Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки выбирают в зависимости от площади штриховки в пределах 1—10 мм, и оно должно быть одинаковым для всех сечений данной детали.

Обозначения строительного материала на чертежах фасадов зданий или их элементов наносят не полностью, а только небольшими участками, по контуру или пятнами внутри контура. Обозначения материалов не применяют на чертежах, если нет необходимости указывать материал (например, в монтажных чертежах-схемах), если материал конструкции однороден или размеры изображений на чертеже не позволяют нанести условное изображение материала.

Условные графические изображения элементов зданий и санитарно-технических устройств (ГОСТ 21.107—78). На планах и разрезах зданий, кроме оконных и дверных проемов, показывают санитарно-техническое оборудование: ванны, унитазы, умывальники, душевые кабины, дымовые и вентиляционные каналы и т. п. Эти конструктивные элементы и оборудование выполняют на планах в виде условных графических изображений, наносимых в масштабе чертежа.

7.3. Основные требования к рабочим строительным чертежам

Рабочие чертежи выполняют в минимальном объеме, достаточном для производства строительно-монтажных работ и изготовления строительных изделий.

При разработке рабочих чертежей обеспечивают:

- оптимальное использование типовых и повторно применяемых рабочих чертежей;

- применение рационально ограниченной номенклатуры изделий, марок сортаментов;

- выполнение, как правило, групповых и базовых рабочих чертежей изделий;

- применение установленных в государственных стандартах упрощенных и условных графических изображений, а также условных обозначений;

- выполнение чертежей в минимальных масштабах в зависимости от сложности изображений, но обеспечивающих четкость изготовленных с них копий;

- возможность повторного использования рабочих чертежей; возможность механизации и автоматизации обработки рабочих чертежей;

- применение новых прогрессивных способов выполнения рабочих чертежей.

Масштабы. Масштаб на чертежах не проставляют, за исключением изделий и случаев, оговоренных в соответствующих стандартах СПДС. Их выбирают в соответствии с ГОСТ 2.302—68. Архитектурно-строительные рабочие чертежи жилых и общественных зданий выполняют в следующих масштабах:

- генеральные планы — 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500; планы этажей, подвала фундаментов и кровли, фасады зданий, монтажные планы этажей и перекрытий — 1:100, 1:200; разрезы, планы секций, фрагменты планов и фасадов — 1:50, 1:100;

- изделия и углы — 1:5, 1:10, 1:20.

Изображения. Изображения — виды, разрезы и сечения на рабочих чертежах — выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.305—68 ЕСКД и следующими дополнительными требованиями.

В рабочих чертежах основного комплекта направление взгляда для разрезов принимают по плану снизу вверх и справа налево.

Не допускается изображение до оси симметрии симметричных планов и фасадов зданий или сооружений, схем расположения элементов конструкций, планов и схем расположения технологического и энергетического, санитарно-технического и другого оборудования.

Расположение видов, разрезов, сечений, фрагментов и узлов на листах принимают в последовательности их нумерации слева направо и (или) сверху вниз.

Координационные оси. Здание или сооружение в плане расчленяется осевыми линиями на ряд элементов. Эти линии, определяющие

расположение основных несущих конструкций (стен и колонн), называются *координационными осями, продольными и поперечными*.

Координационные оси каждого отдельного здания или сооружения (рис. 7.4) наносят на изображение тонкими штрих-пунктирными линиями с длинными штрихами и обозначают *арабскими цифрами или прописными буквами русского алфавита* (без пропусков), за исключением букв з, й, о, х, ь, ы, ь, в кружках диаметром 6—12 мм. Размеры шрифта для обозначения координационных осей в полтора-два раза больше, чем размер цифр размерных чисел в том же чертеже.

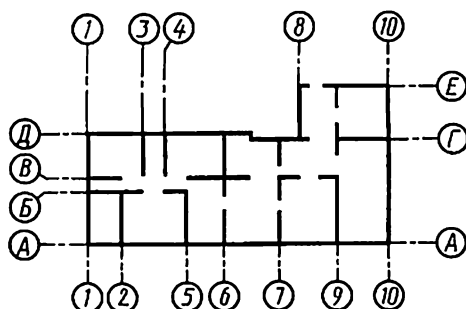


Рис. 7.4

Цифрами обозначают (см. рис. 7.4 — оси 1—10, на рис. 7.13 — оси 10, 12) *координационные оси по длинной стороне здания с большим количеством координационных осей*. Последовательность цифровых и буквенных обозначений координационных осей принимают по плану слева направо и снизу вверх (примеры буквенных обозначений координационных осей А, Б, В на разрезе здания см. на рис. 18.1, осей А — Е на рис. 7.4.)

Обозначения координационных осей, как правило, наносят по левой и нижней сторонам плана здания или сооружения. При несовпадении координационных осей противоположных сторон плана обозначения указанных осей в местах расхождения дополнительно наносят по верхней и (или) правой сторонам (см. оси 3, 4, 8 и ГЕ на рис. 7.4).

Каждое отдельное здание или сооружение должно иметь самостоятельную систему координационных осей.

Нанесение размеров на чертежах. Нанесение размеров на чертежах производят по ГОСТ 2.307—68 с учетом следующих требований по ГОСТ 21.105—79.

Размерную линию на ее пересечении с выносными линиями, линиями контура или осевыми линиями ограничивают засечками в виде основных линий длиной 2—4 мм, проводимых с наклоном вправо под углом 45° к размерной линии; при этом размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1—3 мм (см. рис. 7.1, 7.3, 7.13).

При нанесении размера диаметра или радиуса внутри окружности, а также размера угла размерную линию ограничивают стрелками

по ГОСТ 2.307—68. Стрелки применяют также при нанесении размеров радиусов наружных и внутренних скруглений.

Размеры наносят в виде замкнутой цепи. Размеры допускается повторять.

Отметки уровней (высоты, глубины) элементов конструкции от отсчетного уровня (условной «нулевой» отметки) указывают в метрах с тремя десятичными знаками.

На видах (фасадах), разрезах и сечениях отметки помещают на выносных линиях или линиях контура и обозначают условным знаком ↓ (рис. 7.5); при этом стрелки выполняют тонкими линиями длиной 2—4 мм, проведенными под углом 45° к выносной линии (линии контура).

«Нулевую» отметку и отметки выше «нулевой» указывают без знака (например, 0,000, 3,600), отметки ниже «нулевой» указывают со знаком минус (например, -0,150). В качестве «нулевой» отметки для зданий принимают, как правило, уровень пола первого этажа (см. рис. 7.1, узел 13 на рис. 7.11). Отметки при необходимости сопровождают поясняющими надписями, например: Ур. ч. п. — уровень чистого пола, Ур. з. — уровень земли.

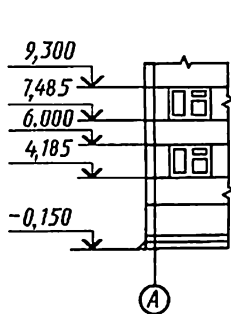


Рис. 7.5

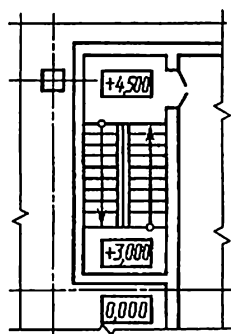


Рис. 7.6

На планах отметки наносят в прямоугольнике или на полке линии-выноски. В этих случаях отметки указывают со знаком + или - при отметках соответственно выше или ниже «нулевой» (рис. 7.6).

Направление уклона плоскостей на планах указывают стрелкой, над которой при необходимости проставляют величину уклона.

Надписи, технические требования, таблицы. Надписи, технические требования и таблицы наносят по ГОСТ 2.316—68 с учетом следующих требований ГОСТ 21.105—79. Основную надпись выполняют по ГОСТ 21.103—78.

Разрезам здания или сооружения присваивают общую последовательную нумерацию арабскими цифрами в пределах каждого основного комплекта рабочих чертежей. Допускается разрезы обозначать прописными буквами русского алфавита.

В названиях планов здания указывают отметку чистого пола этажа, номер этажа или обозначение соответствующей секущей плоскости, например: «План на отм. 0, 000», «План 2, 4, 6, 8 этажей», «План 2...16 этажей», «План 3—3».

В названиях разрезов, сечений, видов указывают обозначение соответствующей секущей плоскости, например: «Разрез 1—1» (см. рис. 7.1), «Вид 2—2». В названиях фасадов указывают крайние оси, между которыми расположен фасад, например: «Фасад 1—12», а в названиях фрагментов планов и фасадов — порядковые номера (арабские цифры) фрагментов, например: «Фрагмент 1».

К многослойным конструкциям выполняют выносные надписи в соответствии с рис. 7.7, где цифрами условно обозначена последовательность расположения слоев конструкции и надписей на линиях-выносах. Названия изображений располагают над изображениями. Заголовки спецификаций, ведомостей и других таблиц располагают над ними. Если на листе расположено одно изображение или одна таблица, то их названия приводят только в основной надписи чертежа.

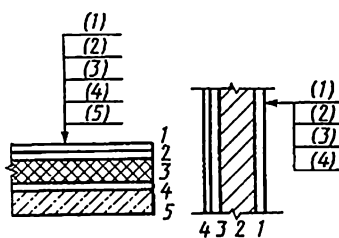


Рис. 7.7

На схемах расположения элементов конструкций наносят условные обозначения — марки элементов, присвоенные им соответствующими стандартами или рабочими чертежами.

Линии-выноски выполняют по ГОСТ 2.316—68.

Марки (позиции) элементов конструкций, санитарно-технических, технологических и других установок на чертежах наносят на полках линий-выносок. Допускается марки (позиции) элементов наносить в пределах их контуров. Размер шрифта для обозначений марок (позиций) в полтора-два раза больше размера цифр размерных чисел.

Выносные элементы. Выносные элементы (фрагменты фасадов, планов, узлы) выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.305—68 с учетом следующих требований.

При выполнении узлов соответствующее место отмечают на виде (фасаде), плане или разрезе замкнутой сплошной тонкой линией (например, окружностью или овалом) с указанием на полке линии-выноски порядкового номера римской или арабской цифрой или буквенного обозначения выносного элемента (рис. 7.8, а).

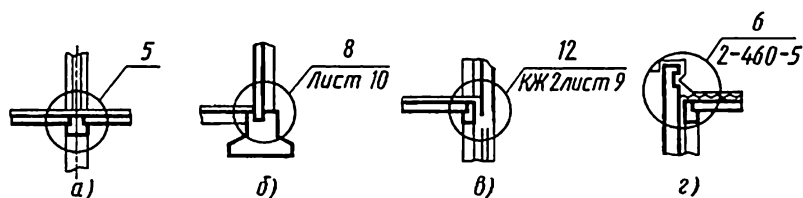


Рис. 7.8

Узлу, являющемуся полным зеркальным отражением другого (основного) исполнения, присваивают тот же порядковый номер (буквенное обозначение), что и основному исполнению, с добавлением индекса «Н», например IIIн.

Если узел помещен на другом листе основного комплекта рабочих чертежей, то под полкой линии-выноски указывают номер листа, на котором помещен узел (рис. 7.8, б).

При необходимости ссылки на узел, помещенный в другом основном комплекте рабочих чертежей, или на типовой узел указывают обозначение соответствующего основного комплекта рабочих чертежей (см. рис. 7.8, в) или серию рабочих чертежей типовых узлов (см. рис. 7.8, г).

У изображения выносного элемента в кружке указывают его порядковый номер (рис. 7.9).

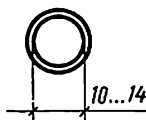


Рис. 7.9

Примеры нанесения ссылок на выносные элементы (узлы) и их чертежи приведены на рис. 7.10 и 7.11 соответственно.

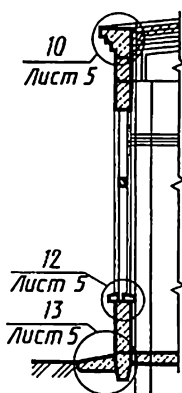


Рис. 7.10

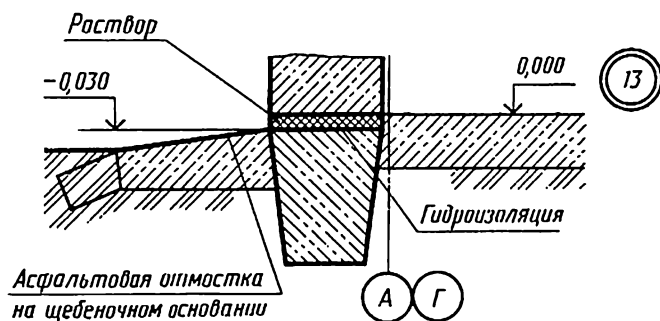
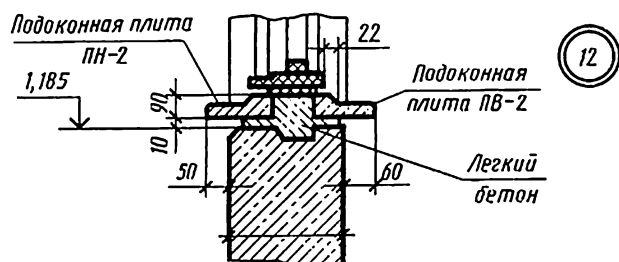
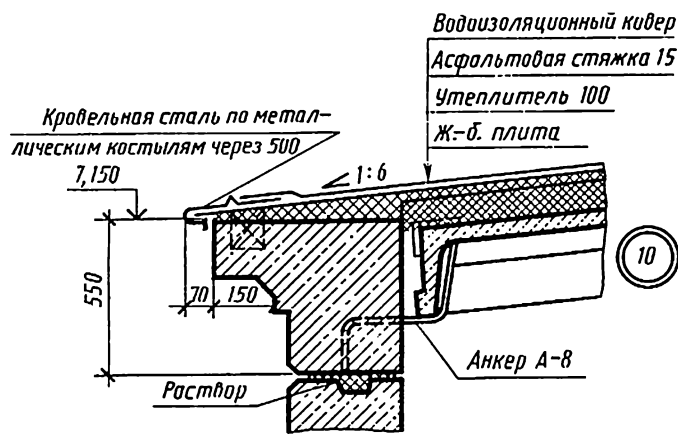


Рис. 7.11

Ссылку на узлы, которые дают в сечении, можно выполнять и так, как показано на рис. 7.12. В месте прохождения сечения проводят короткую линию нормальной толщины (s) и на ее продолжении — тонкую линию-выноску с полкой или без нее. Утолщенный отрезок линии проходит через все элементы, изображенные на узле.

Фрагменты на фасадах и планах зданий или сооружений отмечают фигурной скобкой (рис. 7.13).

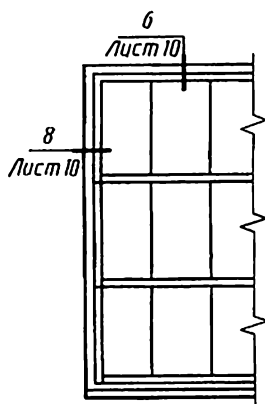


Рис. 7.12

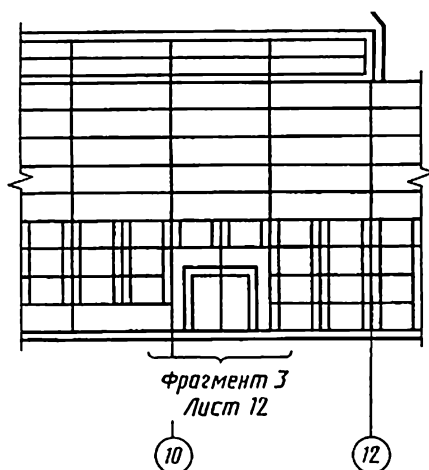


Рис. 7.13

Под фигурной скобкой, а также над соответствующим фрагментом наносят соответствующее наименование фрагмента, например: «Фрагмент 3». Если фрагмент помещен на другом листе основного комплекта рабочих чертежей, то под фигурной скобкой дают ссылку на этот лист, например: «Фрагмент 3. Лист 12».

7.4. Архитектурные решения, рабочие чертежи

В состав рабочих чертежей архитектурных решений включают рабочие чертежи для производства строительно-монтажных работ (основной комплект рабочих чертежей марки АР), рабочие чертежи элементов сборных конструкций, на которые приводятся ссылки в основном комплекте рабочих чертежей марки АР, и ведомость потребности в материалах.

В состав основного комплекта рабочих чертежей марки АР включают:

- общие данные по рабочим чертежам;
- планы этажей, в том числе подвала и технического подполья;
- разрезы;
- фасады;
- план кровли (крыши);
- планы полов (при необходимости);
- схемы расположения элементов сборных конструкций и элементов заполнения оконных проемов.

Масштабы изображений на чертежах принимают (основной, в скобках — допускаемый при большой насыщенности изображений): планы этажей, разрезы, фасады — 1:200, 1:500 (1:100, 1:50); планы кровли, полов, технических этажей — 1:500, 1:1000 (1:200); фрагменты планов, фасадов — 1:100 (1:50); узлы — 1:10, 1:20 (1:5).

Строительные чертежи зданий и сооружений составляют по общим правилам прямоугольного проецирования на основные плоскости проекций. Виды здания спереди, сзади, справа и слева называют фасадами. В наименованиях фасада указывают крайние координатные оси, например: «Фасад 1—10» и «Фасад 10—1» (виды спереди и сзади), «Фасад А — Д» и «Фасад Е — А» (виды слева и справа, план см. на рис. 18.4). Вид здания сверху называют планом кровли (крыши). Планом здания называют его горизонтальные разрезы. При выполнении разрезов зданий используют вертикальные мнимые секущие плоскости. Разрезы делают по наиболее важным в архитектурном отношении частям здания, по лестничной клетке, оконным и дверным проемам. Колонны, перегородки, прогоны, балки и стропила в продольном направлении всегда показывают нерассеченными. В поперечном сечении эти элементы, за исключением колонн, изображают рассеченными.

В разрезах и планах видимые линии контуров, не попадающие в плоскость сечения, выполняют сплошной тонкой линией.

Планы зданий и этажей. Планы зданий и сооружений располагают, как правило, длинной стороной вдоль горизонтальной стороны листа в положении, принятом на генеральном плане, или с поворотом по отношению к этому положению.

Положение плана здания на листе относительно координатных осей и отсчетный уровень, соответствующий условной «нулевой» отметке, соблюдают одинаковыми во всех комплектах рабочих чертежей.

Планы располагают на листе в порядке возрастания нумерации этажей снизу вверх или слева направо.

При выполнении плана этажа здания положение мнимой горизонтальной плоскости разреза принимают, как правило, на уровне $1/3$ высоты изображаемого этажа или 1 м над изображаемым уровнем. В случаях, когда оконные проемы расположены выше мнимой горизонтальной плоскости разреза по периметру плана, сечения соответствующих стен располагают на уровне оконных проемов.

Встроенные помещения и другие участки здания, на которые выполняют отдельные чертежи, на планах изображают схематично тонкой штриховой линией в виде перекрещенного контура с показом опорных конструкций.

На планах этажей наносят и указывают:

- координатные оси здания, расстояния между ними и крайними осями, оси у деформационных швов;
- отметки участков, расположенных на разных уровнях; направление и величину уклона полов;
- толщину стен и перегородок и их привязку; все (независимо от размеров) проемы, отверстия, борозды, ниши и гнезда в стенах и перегородках с необходимыми размерами и привязками, за исключением предусмотренных в чертежах изделий или рабочих чертежах

марок КЖ, КМ и КМД. Для проемов с четвертями размеры показывают по наименьшей величине проема. Размеры дверных проемов в перегородках на планах не показывают; размеры и привязку каналов, лотков и трапов, устраиваемых в конструкции пола;

— условные изображения подъемно-транспортного оборудования по ГОСТ 21.107—78 и привязку осей крановых путей к координатным осям здания;

— наименование помещений или технологических участков с указанием размещенных в них производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности (категории производств);

— площади помещений (приводят в правом нижнем углу плана и подчеркивают сплошной толстой линией);

— тип заполнения проемов ворот и дверей (в кружках диаметром 5 мм);

— тип перемычек;

— марки элементов зданий (см. рис. 7.3). например лестниц;

— ссылки на фрагменты и узлы, а также на чертежи элементов зданий, замаркированные на планах этажей (например, на схемы расположения сборных перегородок).

Конструкции (например, площадки, антресоли), расположенные выше секущей плоскости, изображают схематично штрихпунктирной линией с двумя точками.

Тоннели изображают схематически тонкой штриховой линией.

На чертежах планов этажей помещают: ведомость проемов ворот и дверей; ведомость перемычек; спецификацию элементов заполнения проемов; спецификацию перемычек; спецификацию гардеробного оборудования.

Вычерчивание планов зданий. План здания вычерчивают в такой последовательности: проводят продольные и поперечные координатные оси (рис. 7.14, а); вычерчивают все наружные и внутренние стены, перегородки и колонны, если они имеются (рис. 7.14, б); производят разбивку оконных и дверных проемов в наружных и внутренних стенах и перегородках, условно показывают открывание дверей, вычерчивают санитарно-технические устройства и наносят необходимые выносные и размерные линии (рис. 7.14, в); проставляют на чертеже все размеры, делают соответствующие надписи и проверяют чертеж, выполненный в тонких линиях; после исправлений и доработки пропущенных мест приступают к окончательной обводке плана (рис. 7.14, г).

Контуры разрезов и сечений на чертежах планов зданий выполняют сплошной основной линией (толщиной 0,6—1,5 мм). Все остальные линии чертежа, не попадающие в плоскость сечения, выполняют сплошными тонкими линиями ($s/3$ — $s/2$) так же, как размерные и осевые линии. Законченный чертеж плана этажа проверяют и удаляют лишние линии.

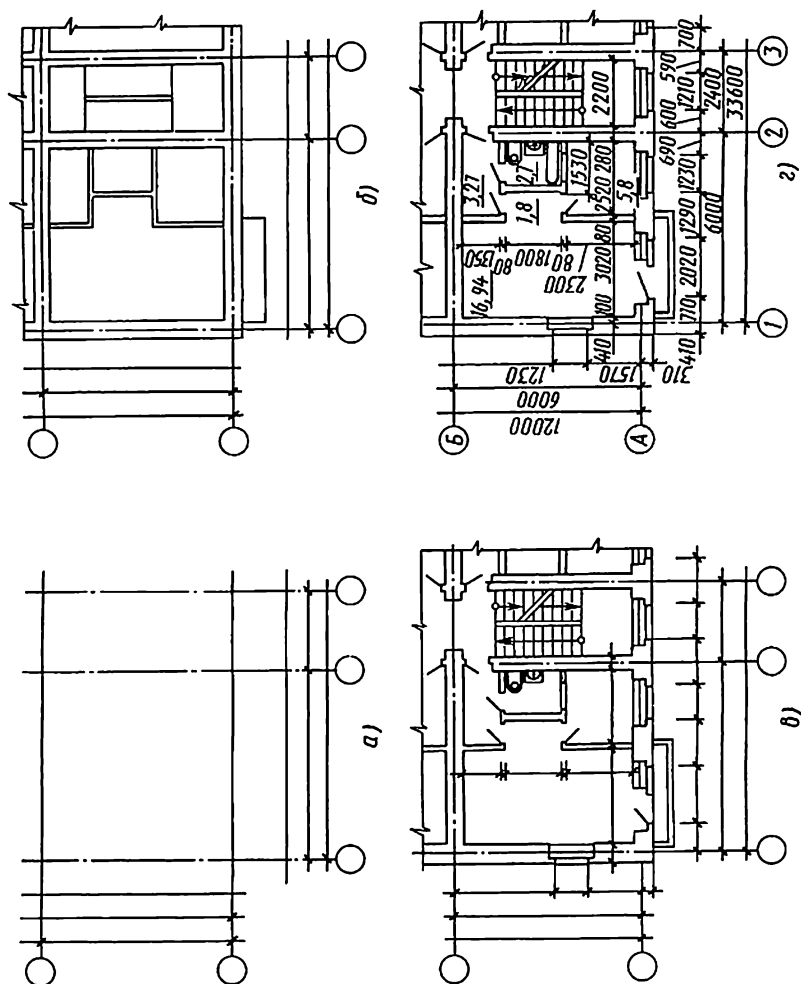


Рис. 7.14

Чертежи разрезов зданий. На размерах в рабочих чертежах зданий показывают конструктивные элементы (фундаменты, стропила, перекрытия и т. д.) и их сопряжения (рис. 7.15). Координационные оси А, Б, В вынесены вниз, их марки проставлены в кружках. Положение конструктивных элементов здания по высоте определено с помощью высотных отметок, которые проставлены на выносных линиях уровней соответствующих элементов слева и справа от изображения. Внутри разреза нанесены высоты этажей, дверных и оконных проемов, а также высотные отметки уровней полов и площадок лестницы.

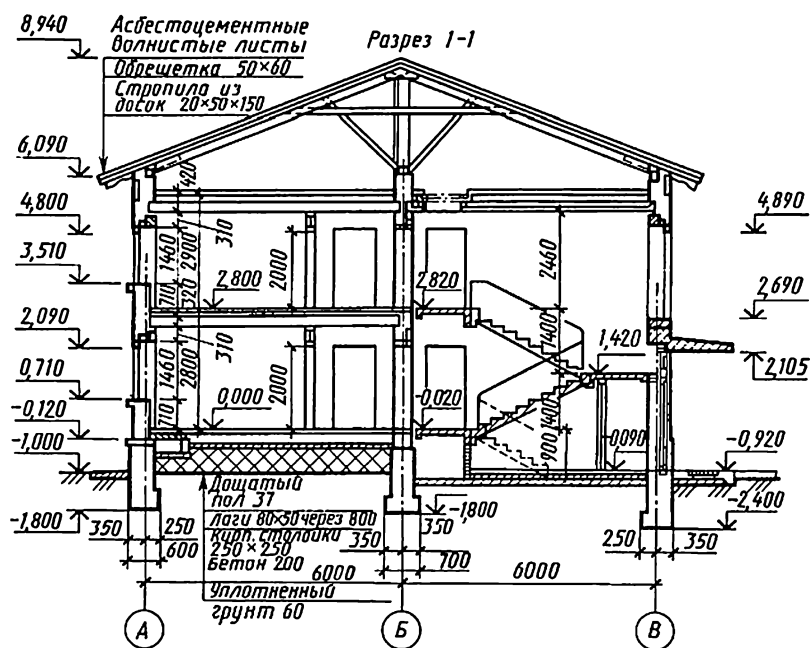


Рис. 7.15

Построение и вычерчивание разреза. При вычерчивании разреза все построения выполняют тонкими линиями в следующем порядке:

- проводят вертикальные координационные оси основных несущих конструкций стен и колонн, если они имеются (рис. 7.16, а). Перпендикулярно координационным осям чертят горизонтальные линии уровней: поверхности земли (тротуара), пола всех этажей и условно верха чердачного перекрытия и карниза;

- наносят тонкими линиями контуры наружных и внутренних стен, перегородок, которые входят в разрез, а также высоты междуэтажных и чердачного перекрытий и конька крыши (рис. 7.16, б); отмечают и вычерчивают выносы карниза (от стены) и цоколя, вычерчивают скаты крыши;

- намечают в наружных и внутренних стенах и перегородках оконные и дверные проемы, а также видимые дверные проемы и другие элементы, расположенные за секущей плоскостью (рис. 7.16, в);

- проводят выносные и размерные линии, кружки для маркировки координационных осей и знаки для простановки высотных отметок;
- окончательно обводя сечения, проставляют высотные отметки и размеры, делают поясняющие надписи и указывают наименование разреза, удаляют лишние линии (рис. 7.16, з).

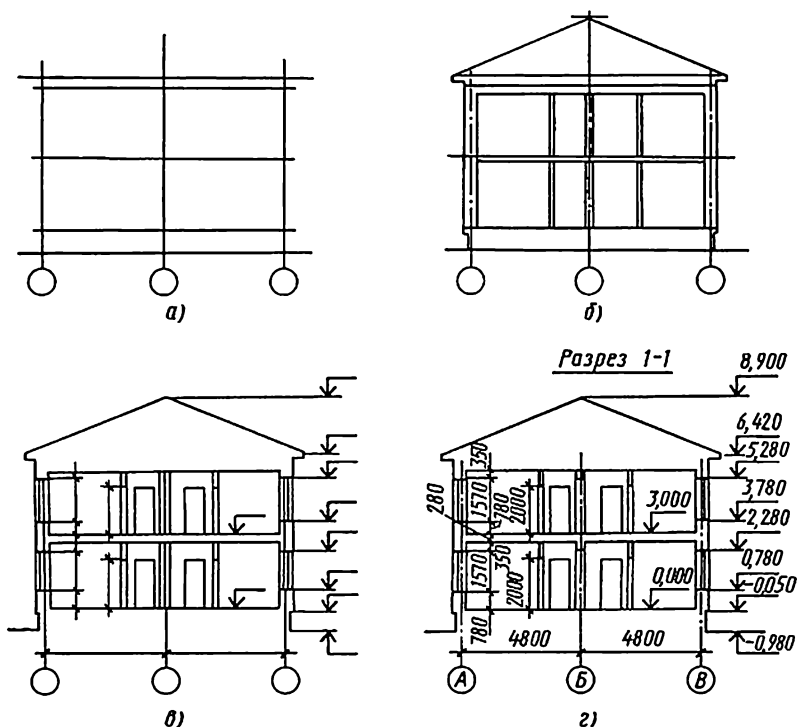


Рис. 7.16

Конструктивные разрезы вычерчивают в такой же последовательности.

Участки сечений заполняют изображением элементов конструкций и графическим обозначением материала.

Построение разреза по лестнице. На рис. 7.17 дана схема построения разреза по лестничной клетке. Длина лестничной клетки 5610 мм, ширина 2200 мм. Ширина марша 1000 мм, зазор между маршами (в плане) 200 мм, высота этажей 3000 мм. При высоте ступени 150 мм в каждом марше должно быть (1500:150) десять ступеней.

Вертикальную плоскость ступени называют подступенком, а горизонтальную плоскость — проступью. Так как проступь последней ступени каждого марша совпадает с уровнем площадки и включается в нее, то в плане каждого марша число проступей будет меньше числа ступеней на одну; в марше, изображенном на рис. 7.17, девять проступей.

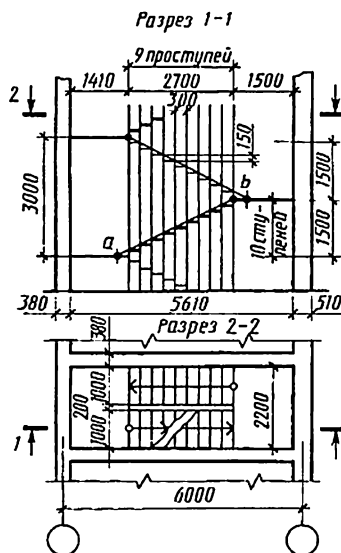


Рис. 7.17

После предварительных расчетов приступают к построению разреза. Проводят координационные оси, вычерчивают стены, отмечают уровни лестничных площадок (поэтажных и промежуточных) горизонтальными линиями.

Затем откладывают на какой-либо горизонтальной линии разреза от внутренней стены ширину площадки (1410 мм) и девять раз по 300 мм и через полученные точки проводят на разрезе тонкие вертикальные линии для разбивки ступеней. После этого откладывают ширину одной ступени (300 мм) в сторону площадки первого этажа (точка *a*) и соединяют наклонной прямой линию эту точку с крайней точкой (точка *b*) уровня вышележащей промежуточной площадки. Прямая *ab* пересекает вертикальные линии в точках, через которые и проводят горизонтальные линии (проступи) и вертикальные (подступенки). Таким же способом производят на разрезе разбивку ступеней и других маршей.

После этого вычерчивают на разрезе лестничные площадки и марши, обводят основными линиями контуры сечений всех элементов (стен, площадок, ступеней), расположенных в плоскости разреза. Плоскость разреза по лестнице всегда проводят по ближайшим к наблюдателю маршам.

Чертежи фасадов зданий. На чертежах фасадов зданий показывают внешний вид здания, расположение окон, дверей, балконов, наличников и т. п. В крупноблочных и панельных зданиях показывают разрезку стен на блоки и панели. На фасадах наносят координационные оси, проходящие в характерных местах: крайние, у деформационных швов, у перепадов высот, у одной из сторон каждого проема ворот и т. п. На фасадах

изображают и обозначают деформационные швы (Д. ш.), пожарные лестницы (ЛМ), проставляют марки к схемам заполнения оконных проемов, фигурными скобками и ссылками обозначают участки фрагментов фасада и т. д.

Все построения, связанные с вычерчиванием фасада, производят в следующей последовательности: наносят координационные оси и чертят общий контур здания и, если имеются, контуры выступающих его частей (рис. 7.18, а); вычерчивают оконные и дверные проемы, балконы, плиты козырьков над входами, карниз и другие архитектурные элементы фасада (рис. 7.18, б); вычерчивают оконные переплеты, двери, ограждения балконов, вентиляционные и дымовые трубы на крыше, проставляют знаки высотных отметок (рис. 7.18, в); после проверки соответствия фасада с планом и разрезом производят окончательную обводку фасада. На фасадах панельных и крупноблочных зданий прочерчивают швы между панелями или блоками (рис. 7.18, г).

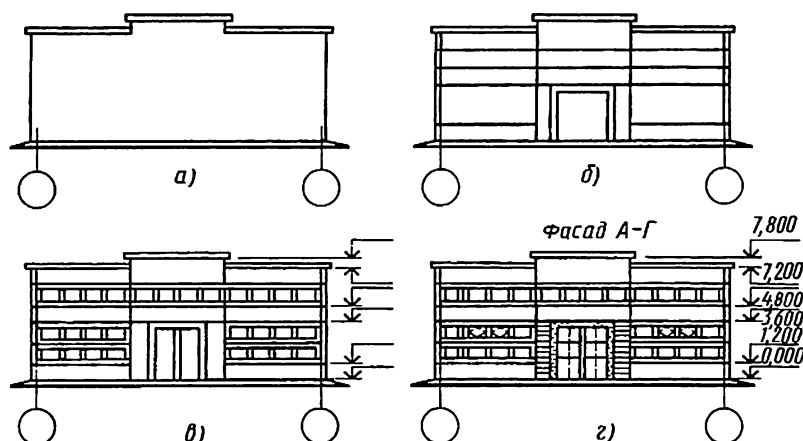


Рис. 7.18

Видимые контуры на чертежах фасадов выполняют сплошной основной линией; линию контура земли допускается выполнять утолщенной линией, выходящей за пределы фасада. На архитектурных чертежах фасадов, выполняемых в стадии проектного здания, а иногда и на архитектурно-строительных чертежах технического проекта показывают тени и элементы окружения здания.

7.5. Типовой проект

В зданиях и сооружениях в соответствии с их функциональным назначением размещается различное оборудование. Оно предназначается как непосредственно для обеспечения эксплуатации здания (тепловой пункт, водомерный узел, пожарные насосы, вентиляционные

и отопительные устройства и т. п.), так и для использования здания по основному назначению (для выполнения технологических процессов, для проведения занятий, зрелищных мероприятий и для обеспечения потребностей работающих или находящихся в здании людей (столовые, бытовые помещения, санитарно-технические узлы)).

Размещение оборудования на чертежах, оформление чертежа генерального плана, а также некоторых рабочих чертежей и проекта в целом рассмотрим на примере типового проекта межшкольного учебно-производственного комбината на 6 групп (180 мест).

Типовой проект оформлен в виде четырех альбомов: «Альбом 0», «Альбом I», «Альбом II» (чертежи марок ОВ, ВК), «Альбом III» (чертежи марки ЭС). Рассмотрим «Альбом 0» и «Альбом I».

Альбом 0	
Лист	Наименование
1	Ведомость чертежей. Генеральный план (пример привязки). Указания по привязке
2	Ведомость примененных документов. Пояснительная записка. Указания по производству работ
АС-01	План фундаментов (пример решения)
АС-02	План фундаментов (пример привязки)
АС-03	Таблица нагрузок на фундаменты
АС-04	Сечения фундаментов 1—1 ÷ 15—15. Монтажная схема стены техподполья по оси 1
АС-05	Сечения фундаментов 16—16 ÷ 32—32
АС-06	Монтажная схема каркаса
АС-07	Кладочный план техподполья и подпольных каналов
АС-08	План перекрытия техподполья и подпольных каналов
АС-09	Крыльцо № 1
АС-010	Крыльцо № 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
АС-011	План раскладки перемычек 1-го этажа
АС-012	План раскладки перемычек 2-го этажа. План раскладки перемычек 3-го этажа
АС-013	Ведомость перемычек ниже 0,000. Сечения 10—10 ÷ 11—11
АС-014, АС-015, АС-016	Ведомость перемычек выше отметки 0,000
АС-017	Сводная спецификация ниже отметки 0,000
АС-018 по АС-023	Сводная спецификация выше отметки 0,000
ОВ-11, ВК-01, ВК-02, ЭЛ-01	Листы привязки

Альбом 1	
Лист	Наименование
1	Ведомость чертежей. Пояснительная записка (начало)
2	Пояснительная записка (окончание)
АС-1, АС-2, АС-3	Кладочные планы 1, 2, 3-го этажей (соответственно)
АС-4, АС-5, АС-6	Разрезы 1—1, 2—2, 3—3, 4—4
АС-7	Фасады в осях 1—23, 23—1
АС-8	Фасады в осях А—К, К—А
АС-9	Перечень заполнения оконных проемов. Звукопоглощающая конструкция
АС-10	План перекрытия 1-го этажа. План перекрытия 2-го этажа
АС-11	План перекрытия 3-го этажа
АС-12	Лестница № 1, лестница № 2. Детали
АС-13	Лестница № 3. Узлы Детали выходов на кровлю №1, 2
АС-14	Схема установки ограждений лестницы № 3. Узлы. Лестницы № 4, 5, 6, 7
АС-14	План кровли. Раскладка парапетных плит
АС-15	Кровля. Узлы, детали
АС-17	Конструкция эстрады актового зала. Подиум
АС-18	Арматурные изделия
АС-19	Монтажные схемы закладных деталей для крепления витражей. Закладные детали
АС-20, АС-21, АС-22	План отделочных работ 1,2, 3-го этажей (соответственно)
АС-23	Ведомость отделки помещений
АС-24	Охлаждаемая камера. Вентиляционные камеры № 1, 2
АС-25, АС-26, АС-27	Варианты перегородок из гипсобетона. План 1, 2, 3-го этажа (соответственно)
АС-28, АС-29, АС-30	Вариант перегородок из сухой штукатурки. План 1, 2, 3-го этажей (соответственно)
АС-31, АС-32, АС-33	Развертки стен по осям 4, 6, 7, 21, Е (в осях 1—4), В, Е (в осях 1—17), 3, Г, Ж
АС-34, АС-35, АС-36	Интерьер вестибюля, актового зала, классной комнаты и рекреации (соответственно)
АС-37	Козырек крыльца № 1. Узлы 1, 2. Узлы крепления перегородок 1, 2, 3, 4, 5
КМВ-1	Монтажные схемы витражей

КМВ-2, КМВ-3, КМВ-4, КМВ-5, КМВ-6	Узлы крепления витражей № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
КМВ-7	Детали крепления витражей
ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТО-4	План 1-го этажа. Расстановка технологического оборудования
ТО-5, ТО-6	План 2-го этажа. Расстановка технологического оборудования
ТО-7, ТО-8	План 3-го этажа. Расстановка технологического оборудования
ТО-9	Монтажный план столовой
ТО-10, ТО-11, ТО-12, ТО-13	Спецификация технологического оборудования

Чертеж генерального плана (пример решения) приведен на рис. 7.19. Экспликация: 1 — межшкольный учебно-производственный комбинат на 6 групп (180 мест); 2 — хозяйственный сарай (типовой проект 224-9-96, тип А); 3 — навес; 4 — зона отдыха; 5 — площадка для мусоросборников; 6 — межшкольный подземный тип (типовой проект Б-1 600-76/121); 7 — учебный городок по гражданской обороне.

Чтение чертежа генерального плана при наличии экспликации не вызывает затруднений. При выполнении чертежей генеральных планов используют условные графические изображения и обозначения, установленные в ГОСТ 21.108—78, часть из которых приведена на рис. 18.20. На рис. 18.20 обозначены: 1 и 2 — зеленые насаждения общего пользования (1), специального назначения (2); 3—7 — здания (сооружения), 3—4 — наземные, с указанием количества этажей от двух до пяти соответствующим количеством точек (3), более 5 этажей цифрами (4), 5 — наземное со стенами, не доходящими до уровня земли, навес, 6 — подземное, 7 — предусматриваемое к расширению; 8 — проезд, проход на уровне первого этажа здания (сооружения); 9 — переход (галерея); 10 и 11 — нависающая часть здания без опор (10), на опорах (11); 12 — автостоянка; 13 и 14 — площадка производственная, складская (открытая) без покрытия (13), с покрытием (14); 15 и 16 — откос неукрепленный (15), укрепленный (16); 17 — стенка подпорная; 18 — ограждение барьерного типа у откосов и подпорных стенок; 19 — ограждение территории с воротами; 20 — лестница; 21 — съезд; 22 — жилое здание (на первую очередь); 23 — здание общественного назначения на первую очередь; 24 — опорное здание.

В указаниях по привязке проекта отмечено, что листы данного альбома корректируются в зависимости от конкретных условий и соответствующих строительных норм и правил. Чертежи, не предусмотренные типовым проектом (сводный план сетей, вертикальная планировка земли, картограмма земляных работ, озеленение и т. д.), разрабатываются заново.

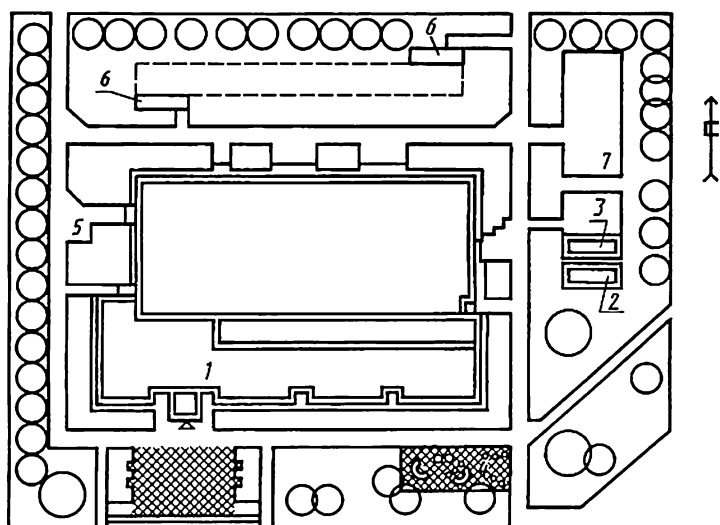


Рис. 7.19

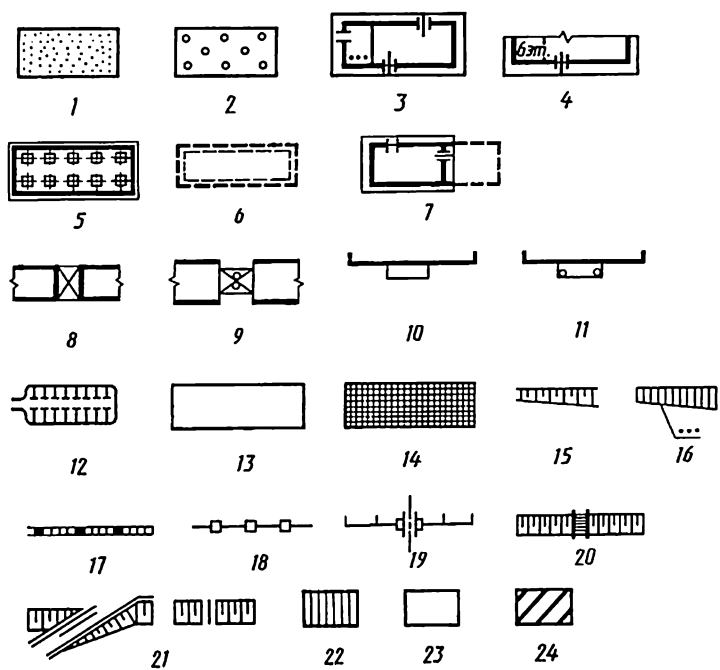


Рис. 7.20

Основные технико-экономические показатели по проекту

Строительный объем здания	22104,8
(в том числе подземной части), м ³	(954)
Площадь застройки, м ²	2991,6
Общая площадь, м ²	5346,5
Рабочая площадь, м ²	3974,0
Общая сметная стоимость	647,55
(в том числе строительно-монтажных работ, оборудования), тыс. руб.	201,68
Стоимость 1 м ³ здания, руб.	29,29
Стоимость 1 места, руб.	3597,5

Проект разработан для условий строительства во II и III климатических регионах и в I климатическом подрайоне с расчетными зимними температурами –20, –30, –40° С нормальной зоны влажности и обычными геологическими условиями, исключая районы: сейсмические, вечной мерзлоты, с просадочными породами и над горными выработками. Класс здания — II. Степень долговечности — II. Степень огнестойкости — II.

Приведены характеристика участка, нормативный скоростной напор ветра для высоты над поверхностью земли в 10 м — 450 Н/м², вес снегового покрова — 1000 Н/м² и другие нормативные данные.

В указаниях по производству работ приведены ссылки на требования строительных норм и правил и дополнительные указания.

Пояснительная записка. Объемно-планировочное решение. Здание запроектировано одно-, трехэтажным. В одноэтажной части с высотой этажа 4,2 м размещены различного назначения производственные мастерские и блок столовой. В трехэтажной части с высотой этажа 3,3 м размещены вестибюльная группа, учебные кабинеты, вспомогательные бытовые помещения; с высотой 4,2 м размещены торговый зал и цех массового пошива. Вертикальные связи осуществляются тремя лестницами, горизонтальные — системой коридоров.

Конструктивное решение. Здание запроектировано с несущими наружными и внутренними стенами из кирпича марки «100» на растворе марки «50» и частичным применением каркаса по серии 1.423-3 и 1-462-1 в одноэтажной части здания. Внутренние стены из обыкновенного глиняного кирпича. Конструктивное решение подземной части здания с полами по грунту, техническим подпольем под частью здания. Фундаменты ленточные из сборных железобетонных плит по серии 1.112-Б и бетонных блоков под колонны ПП-04-1, Кладка подземной части стен из сборных бетонных блоков с добетонкой отдельных мест бетоном «М-100». Вокруг здания предусматривается отмостка шириной 1,0 м по подготовке из щебня толщиной 150 мм. Крыльца из сборных железобетонных плит перекрытий, бетонных блоков, сбор-

ных бетонных ступеней. Перекрытия из сборных железобетонных плит с круглыми пустотами, покрытие производственных помещений и помещений пищеблока ребристыми плитами пролетом 12 м по серии 1.465-3, выпуск с зенитными фонарями по серии 1.464-1. Перемычки сборные железобетонные по серии 1.158-10, вып. 1, 2. Лестницы из сборных железобетонных маршей и площадок по сериям 1.251-3; 1-252-3; ПП-04-7. Перегородки крупнопанельные, гипсобетонные по серии 1.231-1 и кирпичные для специальных помещений. Крыша совмещенная, не вентилируемая, с рулонным водоизоляционным ковром, внутренним водосточком. Утеплитель — пенобетонные плиты с удельным весом 4000 Н/м³. Витражи из алюминиевых профилей. Приведены также указания по возведению здания в зимних условиях.

Фасады. Фасады здания в осях 1—23 и А—К приведены на рис. 7.21 и 7.22. В осях 1—4, А—Ж (левая сторона трехэтажной части здания) на втором этаже размещен актовый зал.

В чертежах приведены также фасады в осях 23—1 и К—А. В ведомости отделки фасадов указано: окна и двери окрасить масляной краской (коробки — коричневой, переплеты — белой, полотна — светло-коричневой); стены — кладка из лицевого керамического кирпича с расшивкой швов (колер — светлый тон); цоколь — облицовка керамической плиткой типа «Кабанчик» (колер — коричневый, темно-коричневый).

Рассмотрим в качестве примера конструкцию козырька крыльца № 1, приведенную на чертеже АС-37 (рис. 7.23). Крыльцо с козырьком расположено в осях 5—7. На разрезе 1—1 изображен вид на крыльцо и козырек справа, указана высотная отметка 3.700 боковой стенки кровли козырька, дана ссылка на дополнительные изображения лотка (5—5, 6—6). На плане козырька на отметке 4.200 указаны направление и величина 0,020 уклонов кровли, положения секущих плоскостей местных разрезов 3—3, 4—4, 5—5.

Разрез 2—2 выявляет конструкцию козырька с потолком из алюминиевого профиля, подшиваемого к деревянному бруску. Из монтажной схемы козырька на отметке 3.150 видно, что на столбы, установленные по чертежам нулевого цикла, монтируют по два опорных блока ОП5-2 и ОП6-4 с положением низа на отметках 2.540 и 2.460 соответственно. Перепад отметок (2540 – 2460) = 80 на длине 4000 (см. разрез 7—7) обеспечивает требуемый уклон 0,020. На опорные блоки укладывают балки НПЗ-45-4.5 (3 штуки) и на них плиты покрытия П-9 (3 штуки) и плиту П-6. Между плитами устанавливают прутки диаметром 20 мм (см. сечение 7—7) для закрепления на них деревянных брусков 80 × 80, к которым будет крепиться подшивной потолок. На разрезах 3—3 и 4—4 показаны кладка из кирпича боковых стенок козырька и устройство кровли. На разрезе 5—5, выносном элементе 6—6 даны размеры для устройства лотка, на элементы С-1 — его арматуры. В ведомости стержней на козырек крыльца № 1 приведены их размеры, количество и масса; расход бетона и алюминиевого профиля на подшивной потолок указан в тексте.

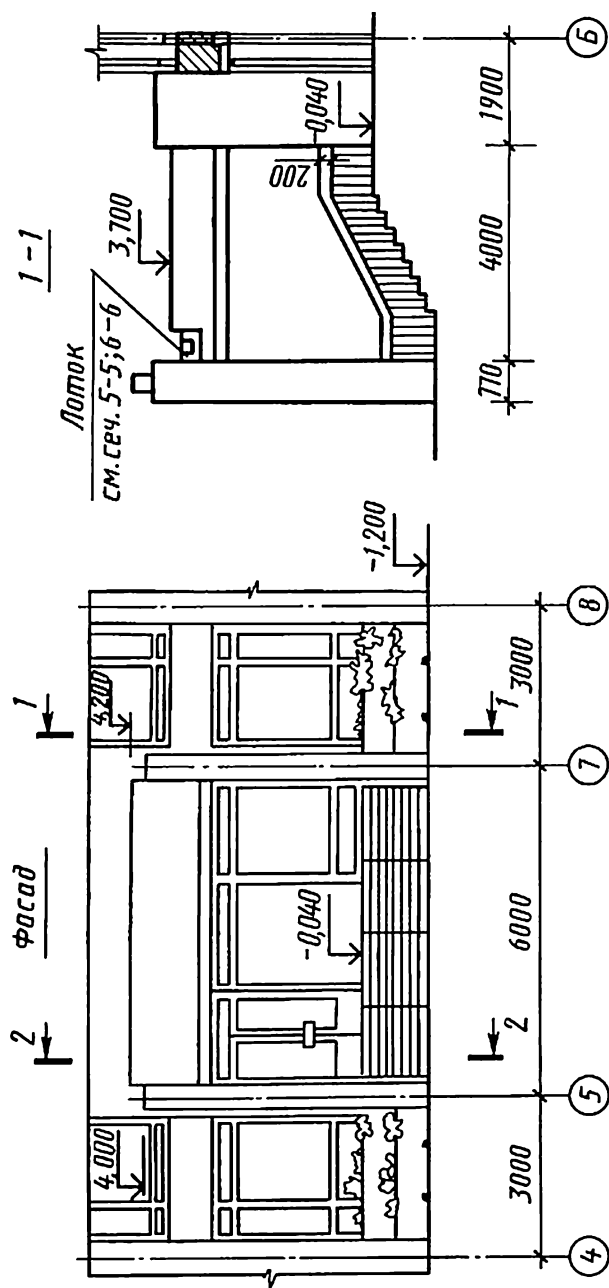


Рис. 7.23

Размещение оборудования. Технологическое оборудование размещают на планах этажей с упрощенными контурными очертаниями строительных конструкций сплошной тонкой линией.

На чертежах расположения (планах и разрезах) технологического санитарно-технического и другого оборудования указывают:

— оборудование — в виде упрощенных контурных очертаний или условными графическими изображениями сплошной основной линией по ГОСТ 2.303—68;

— строительные конструкции — в виде упрощенных контурных очертаний сплошной тонкой линией по ГОСТ 2.303—68;

— координационные оси здания или сооружения и расстояния между ними;

— отметки чистых полов этажей и основных площадок;

— привязку оборудования к координационным осям или элементам конструкций.

В качестве примеров рассмотрим расстановку технологического оборудования в мастерской по токарному делу.

Мастерская по токарному делу (рис. 7.24) площадью 172,6 м² расположена в пролете между осями 12—16 и Ж—И. Она имеет по два входа-выхода слева и справа. В мастерской размещены 15 токарных станков четырех моделей (поз. 79 — 6 штук, поз. 80 — 5 штук, поз. 82 — 3 штуки, поз. 83 — 1 штука), доска 1, стол 2 учебного мастера, кафедра 32, столы 28 для учащихся, инструментальные тумбочки 63 и стул 3. На плане нанесены размеры, координирующие привязку оборудования к стене по оси Ж и перегородке между осями 12 и 13, Кружками указаны места расположения учащихся.

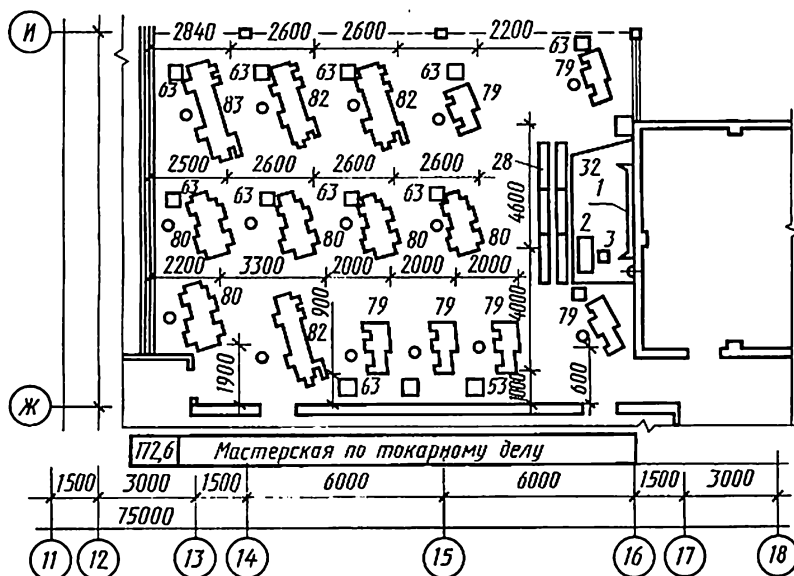


Рис. 7.24

Перед вычерчиванием планов размещения оборудования удобно проводить его размещение с помощью трафаретов. Трафареты оборудования в заданном масштабе (обычно 1:100) вырезают по габаритным размерам оборудования, размещают на миллиметровке, закрепленной на доске, и прикалывают булавками. Пробуя несколько вариантов, выбирают наилучший, после чего обводят трафареты, снимают их и оформляют чертеж.

На планах цехов предусматривают также площадки для складирования заготовок и готовых деталей и размещения транспортных устройств.

7.6. Чертежи санитарно-технических устройств

Общие данные. К санитарно-техническим устройствам жилых, общественных и промышленных зданий относятся системы холодного и горячего водоснабжения, канализации, водостоков, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и газоснабжения. Они состоят из трубопроводов (горизонтальные магистрали, стоянки и подводки к приборам), арматуры (краны, вентили, задвижки и т. п.) и различного оборудования (насосы, водонагреватели, кондиционеры, фильтры).

Согласно ГОСТ 21.601—79 и 21.602—79 в основной комплект рабочих чертежей санитарно-технических устройств включают: общие данные систем; планы и аксонометрические схемы систем; планы, разрезы и схемы установок. Чертежи санитарно-технических устройств разрабатывают на основе архитектурно-строительных чертежей: планов, разрезов зданий. Разветвленные сети систем водопровода, отопления и газоснабжения изображают в аксонометрических схемах с использованием фронтальной изометрии. На отдельных участках трубопроводов указывают диаметр, длину участка, величину и направление уклона.

На чертежах и схемах элементы санитарно-технических устройств изображают условными графическими обозначениями. Некоторые условные обозначения трубопроводов и арматуры приведены в прил. 12 и 13. Санитарно-технические системы и элементы сетей снабжают буквенно-цифровыми обозначениями (марками) по ГОСТ 21.106—78.

Чтение чертежей систем водоснабжения и канализации (чертежи марки ВК). Установкам систем присваивают обозначение, состоящее из номера установки в пределах системы и обозначения системы (например, 1В6, 2В6). В наименованиях вводов водопровода и выпусков канализации указывают обозначение системы и номер ввода (выпуска) в пределах системы, например: Ввод В1-1, Ввод 1-2, Выпуск К1-1, Выпуск К1-2. Стойки систем обозначают маркой «Ст» с добавлением обозначения системы и порядкового номера стояка в пределах системы, например: Ст В1-1, Ст В1-2. Обозначение диаметра трубопровода наносят на полке линии-выноски или под полкой.

Для обозначения трубопроводов в ГОСТ 21.106—78 установлены следующие буквенно-цифровые обозначения (марки) с учетом содер-

жимого трубопроводов: водопровод, общее обозначение — ВО, хозяйственно-питьевой — В1, оборотной воды — В5 (подающая сеть), В6 — обратная сеть, противопожарный — В8, производственный — В9; канализация, общее обозначение — КО, бытовая (фекальная) — К1, дождевая (ливневая) — К2, производственная, общее обозначение — К3, механически загрязненных вод — К4, химически загрязненных вод — К7, кислых вод — К8, щелочных вод — К9; горячее водоснабжение, подающая сеть — Т3, циркуляционная сеть — Т4; газоснабжение, общее обозначение — РО.

Планы систем водопровода (в том числе горячего водоснабжения), как правило, совмещают с планом систем канализации. Трубопроводы, расположенные друг над другом, на планах систем условно изображают параллельными линиями. Оборудование систем (например, насосы, баки) на планах показывают в виде упрощенных графических изображений, другие элементы системы — условными графическими изображениями. На фрагментах, выполняемых в масштабе 1:50, и узлах трубопровод диаметром более 100 мм показывают двумя линиями.

В качестве примера прочитаем план, приведенный на рис. 7.25. На плане нанесены сети хозяйственно-питьевого В1 водопровода, оборотной воды В5 и ее канализации К6, показан также трубопровод диаметром 50 мм канализации К8 кислых вод. Система В1 имеет ввод В1-1 диаметром 150 мм, расположенный между осями 17 и 18, и обеспечивает водоснабжение через трубопровод диаметром 20 мм установок 12-10, 12-11, 12-12 и через трубопровод диаметром 25 мм установок 12-16 и 12-17. К двум последним установкам трубопровод частично проложен под полом. Система В5 с диаметром трубопровода 108 мм и толщиной стенки 4 мм обеспечивает водоснабжение через трубопровод диаметром 50 мм установки 14-3 и через трубопровод диаметром 25 мм установки 14-4. Все установки подключены к системе канализации К6 со стояком Ст К6-1 и выпуском К6-1 диаметром 50 мм и со стояком Ст К6-2 и выпуском К6-2 диаметром 100 мм. На чертеже указаны размерные привязки вводов водопровода и выпусков канализации, основных трубопроводов к координационным осям.

Пример схемы системы хозяйственно-питьевого водопровода В1 здания приведен на рис. 7.26. Прочитаем ее. Ввод В1-1 диаметром 100 мм расположен на отметке –2,350 и соединен с водомерным узлом 1, расположенным в здании на отметке 1,000, через раструбное соединение (см. прил. 12). От водомерного узла 1 через стояк Ст В1-1 вода подается к трубопроводу диаметром 25 мм на отметке 2,600 и трубопроводу диаметром 25 мм на отметке 6,700. Через нижний трубопровод и вентиль на нем вода поступает к крану на отметке 1,100 и к поливочному крану на отметке 1,250 (через второй вентиль). Через верхний трубопровод вода поступает к водоразборному крану, к двум смесителям и к смесителю с душевой сеткой на отметке 4,200. В связи с разрывом а...а указана длина 3500 мм горизонтального участка трубопровода.

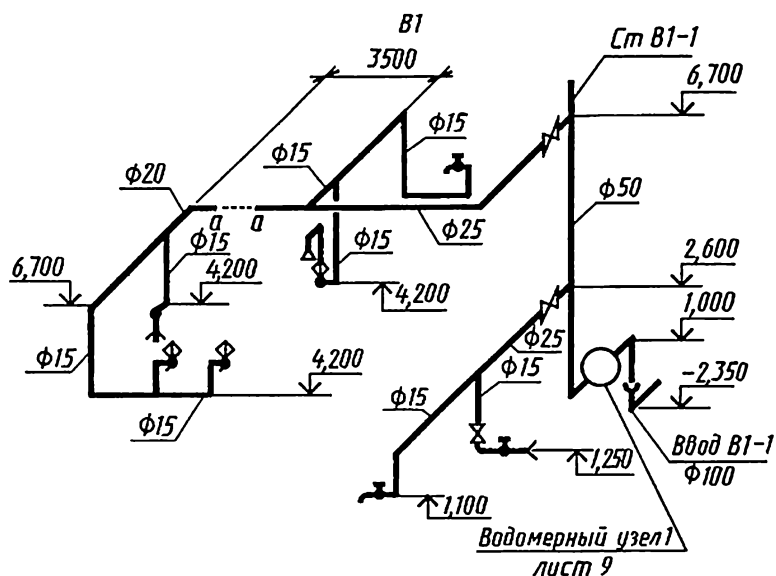


Рис. 7.26

Пример схемы системы K1 бытовой канализации приведен на рис. 7.27. Пользуясь приложением 12, нетрудно прочитать ее. К стояку Cm K1-2 трубопроводы подсоединены на отметках 3,110 и -0,690. На схеме указаны диаметры трубопроводов, их уклоны; диаметр, уклон и длина выпуска K1-2.

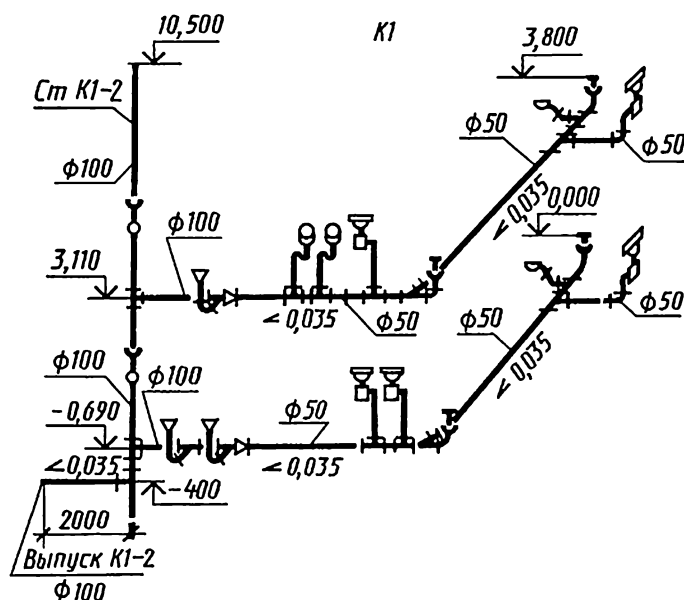


Рис. 7.27

Чтение чертежей систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (чертежи марки ОВ),

На планах, разрезах и аксонометрических схемах систем отопления и вентиляции здания показывают в упрощенном изображении трубопроводы, воздуховоды, стояки, отопительные приборы и элементы отопительно-вентиляционных систем и т. п.

В прил. 13 приведены некоторые условные графические обозначения воздуховодов и элементов отопления и вентиляции.

Системы и сети отопления и вентиляции обозначают следующими марками: общее обозначение теплопроводов — ТО; отопление и вентиляция — Т1 (подающая сеть), Т2 (обратная); горячее водоснабжение для технологических процессов — Т5 (подающая сеть), Т6 (обратная); паропровод — Т7; конденсатопровод — Т8; воздухопровод (общее обозначение) — АО.

Планы и разрезы систем отопления промышленных зданий, как правило, совмещают с системами вентиляции. Производственные помещения оборудуют отопительно-вентиляционными системами с естественным или механическим побуждением. Системы и установки с механическим побуждением подразделяют на приточные (П), вытяжные (В), приточно-вытяжные, воздушные завесы (У), отопительные агрегаты (А). Системы с естественным побуждением подразделяют на приточные (ПЕ) и вытяжные (ВЕ). К буквенному обозначению марки добавляется порядковый номер системы, установки или элемента, например П1, В3 и т. п.

Планы систем отопления и вентиляции этажа здания изображают в виде горизонтального разреза, секущая плоскость которого проходит под перекрытием здания. Разрезы выполняют в тех случаях, когда монтаж системы по плану недостаточно ясен.

В качестве примера (рис. 7.28) прочитаем часть плана 3—3 (а) и разреза 1—1 (б) производственного здания с сетями отопления и вентиляции.

На плане (рис. 7.28, а) сплошной основной линией обозначены сети отопления помещения вентиляционной камеры (между осями 1—2) — стояки, трубопроводы и радиаторы, а также система подогрева воздуха, поступающего в вентиляционные установки. Воздуховоды вычерчены двойными линиями, поскольку их диаметр превышает 100 мм.

Две установки приточной вентиляции с подогревом воздуха (кондиционеры) обозначены марками П1 и П2, они показаны упрощенными изображениями в общей вентиляционной камере. Под выносными полками П1, П2 указаны листы 9 и 20 чертежей, где они представлены подробнее. Чистый воздух, отфильтрованный и подогретый, нагнетается вентиляторами в разветвленную сеть воздуховодов. От вентиляционной установки П1 воздух направляется сверху вниз по четырем вертикальным воздуховодам ($d = 315$) и через зонды распределяется в помещении. От вентиляционной установки П2 воздух через подпольный канал выводится наружу.

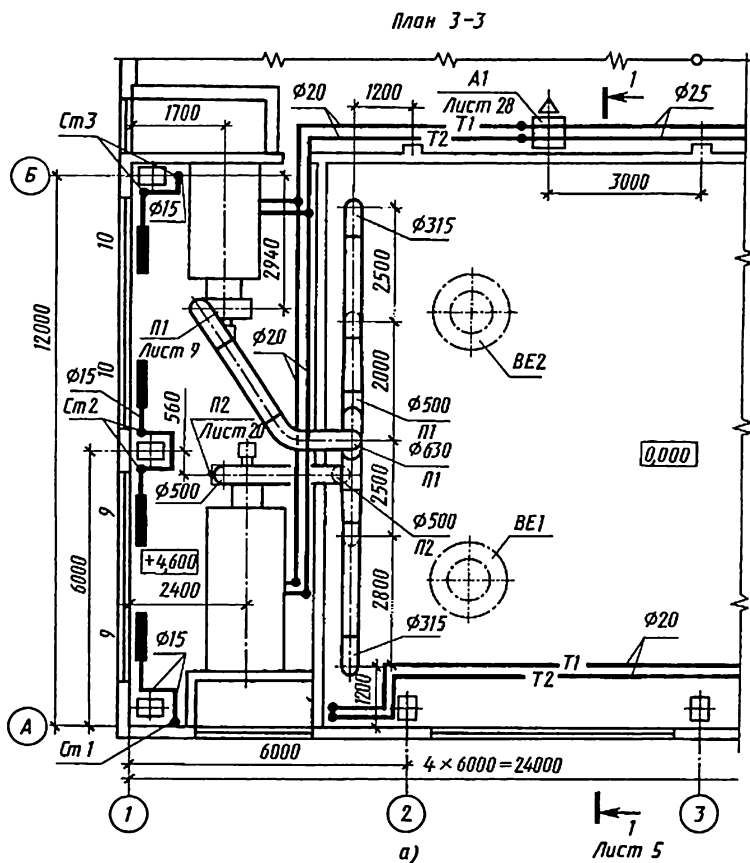


Рис. 7.28

Разрезы выполняют по тем частям здания, где на плане устройство системы плохо выявляется. На разрезе 1—1 (рис. 7.28, б) показана конфигурация воздухопроводов, проставлены диаметры, отметки осей трубопроводов и концевых участков. Сплошными основными линиями с буквенно-цифровыми обозначениями T1 и T2 и частично представлена система трубопроводов отопления вентиляционной камеры. По трубопроводам T1 подводится тепло от отопительного агрегата A1 к вентиляционным установкам П1 и П2. По параллельному трубопроводу T2 отводится охлажденная вода (конденсат).

Помещение оборудовано естественной вытяжной вентиляцией. Вытяжные трубы естественной вентиляции (BE1 и BE2) через отверстия в перекрытии выводятся наружу.

На плане и разрезе системы отопления и вентиляции здания нанесены: координационные оси и расстояния между ними; отметки пола вентиляционной камеры (4,600), осей горизонтальных участков и низа воздухопроводов; диаметры воздухопроводов и их привязки к координационным осям; привязка к координационным осям технологического оборудования и отопительно-вентиляционных установок.

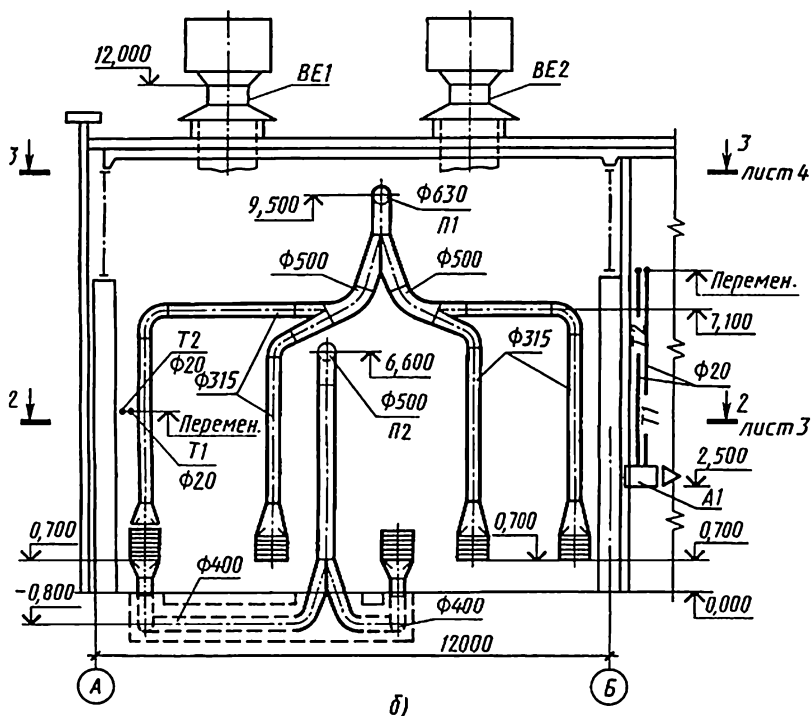


Рис. 7.28. Окончание

К стоякам *Ст 1*, *Ст 2*, *Ст 3* подсоединены радиаторы 9 и 10.

Пример аксонометрической схемы системы вытяжной вентиляции ВЗ столярной мастерской учебно-производственного комбината приведен на рис. 7.29. Система обеспечивает отсосы от трех станков и напольный. Пылевой вентилятор типа ЦП7-40 № 5, исполнение Б мощностью 7,5 кВт обеспечивает работу системы, выброс опилок и стружки в циклон типа Ц-800, воздуха — в атмосферу. На схеме показаны: отсосы от технологического оборудования с указанием количества проходящего воздуха в м³/ч (у стрелок в направлении потока воздуха, например 1200 у лентопильного станка), воздуховоды АВ и их размеры (диаметр или размеры сторон прямоугольного сечения), отметки низа и уровня горизонтальных участков воздуховодов, лючки для измерения параметров воздуха (ЛП размером 50 × 50 мм) и чистки воздуховодов (ЛВ, 7 лючков).

Схема системы ВЗ

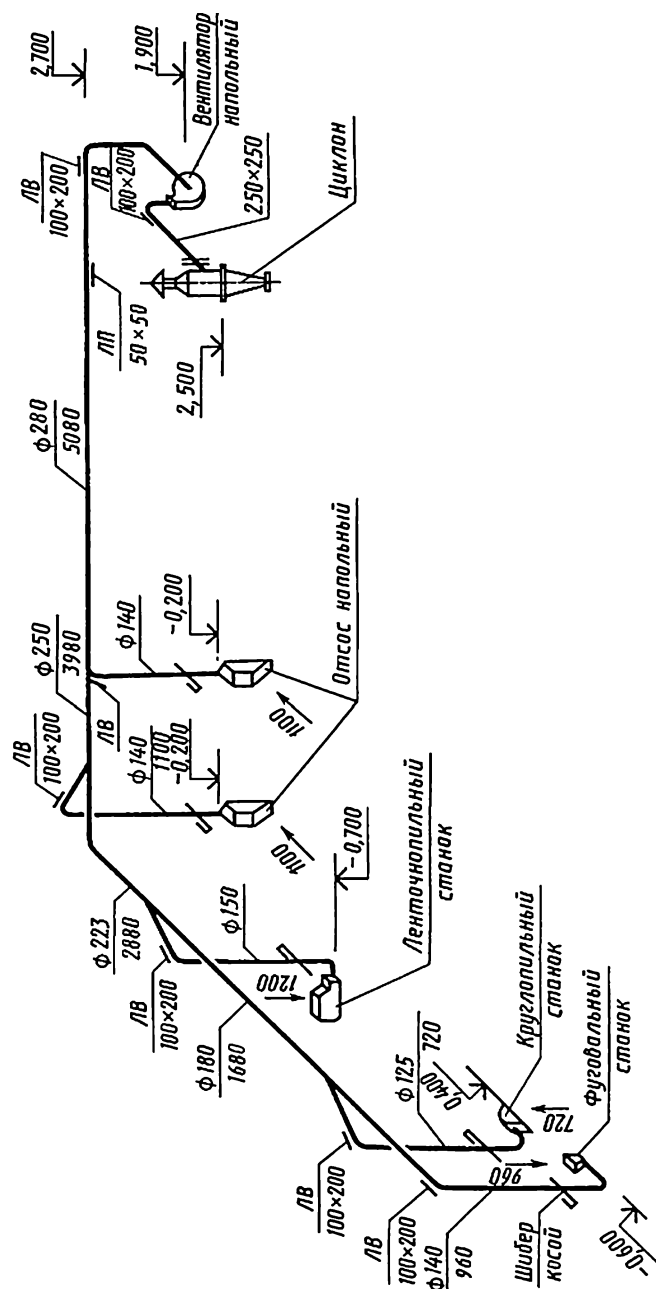


Рис. 7.29

7.7. Карта, план и профиль местности

Топографическими планами (картами) называют чертежи отдельных земельных участков. При этом допускается, что поверхность земли плоская, а не сферическая, но рельеф местности учитывается. На топографических планах с помощью условных обозначений изображают природные (реки, озера, леса, поля и т. п.) и искусственные (населенные пункты, пути сообщения, каналы, здания и т. п.) объекты. Условные обозначения искусственных объектов часто по своему размеру превышают размер изображения самого объекта, выполненного в масштабе чертежа. Условные обозначения можно разделить на две основные группы: контурные и внемасштабные.

Контурные условные обозначения применяют для вычерчивания границ территорий лесов, болот, лугов, участков, отведенных под строительство, и т. п. Границы таких территорий обводят точечными или тонкими сплошными линиями (см. рис. 7.35). Контурные условные обозначения выполняют в масштабе чертежа.

Внемасштабные условные обозначения выполняют без учета масштаба чертежа. К ним относятся обозначения искусственных сооружений, например заводов, шахт, электростанций и других зданий и сооружений, отдельных деревьев и др.

Примеры условных обозначений приведены в прил. 14.

Земную или топографическую поверхность (ее рельеф) на чертежах изображают с помощью горизонталей поверхности или ее профилей, т. е. сечений, выполненных вертикальными плоскостями.

Для построения горизонтали топографической поверхности ее мысленно рассекают рядом параллельных горизонтальных плоскостей, отстоящих друг от друга на заданном расстоянии (рис. 7.30, а). Проекции линий, по которым плоскости пересекаются с поверхностью (т. е. горизонтали), на горизонтальной плоскости проекций изображают поверхность в горизонталях.

При таком способе изображения поверхности по внешнему виду горизонталей холм не будет отличаться от впадины. Отличие горизонталей выполняют или обозначением высоты горизонталей над уровнем моря, или нумерацией горизонталей с указанием расстояния между секущими плоскостями (высоты сечения), или условным обозначением понижения поверхности. Такое обозначение — черточка (бергштрих), проводимая в направлении линии ската в сторону понижения поверхности. С помощью бергштриха видно, что на рис. 7.30, б изображен холм, а на рис. 7.30, в показана впадина.

Положение по высоте плоскости, принимаемой за нулевую, может быть выбрано произвольным. От перемены ее положения изменятся отметки горизонталей, но это не повлияет на взаимное расположение их проекций.

При выполнении геодезических работ в России принято за нулевую принимать поверхность Финского залива Балтийского моря вблизи Кронштадта.

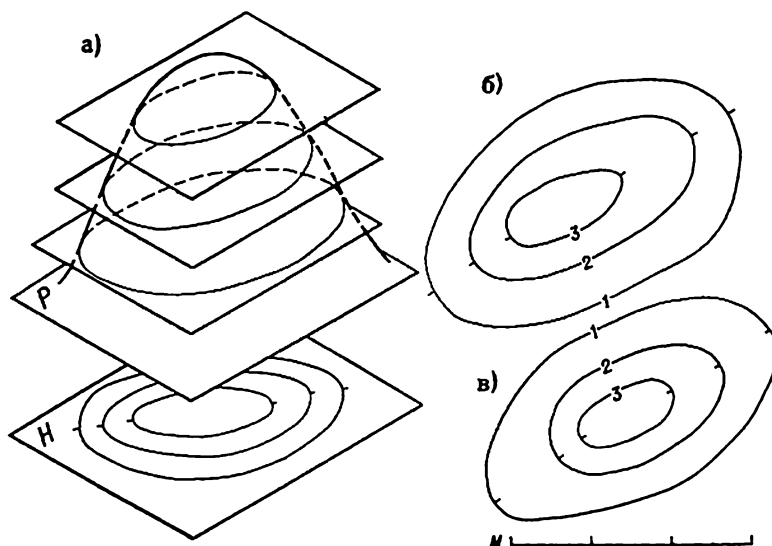


Рис. 7.30

Пример изображения земной поверхности приведен на рис. 7.31: а — наглядное изображение; б — план в горизонталях. Наглядное изображение топографической поверхности в аксонометрической проекции с помощью горизонталей приведено на рис. 7.32. Если поверхность земли имеет спокойный рельеф, то большая наглядность этой поверхности может быть достигнута преднамеренным растяжением поверхности по высоте. На рис. 7.33, а показан план местности в горизонталях. Та же поверхность изображена в аксонометрии на рис. 7.33, б в одинаковом масштабе и на рис. 7.33, в в соотношении масштабов 1:5 (вертикальный масштаб взят крупнее горизонтального в 5 раз).

Профиль местности (рис. 7.34) по заданному на топографическом чертеже направлению строят, например, методом перемены плоскостей проекций следующим образом. Параллельно заданной прямой А—А проводят вне чертежа прямую, которую называют базой профиля. Перпендикулярно базе профиля проводят прямую и на ней откладывают единицы масштаба. Через полученные точки проводят линии уровня (проекции горизонталей). Проведя перпендикуляры к базе профиля из точек на плане до пересечения линии соответствующего уровня, получают ряд точек. Соединив их плавной линией, получают кривую профиля местности в данном направлении. Примеры профиля в направлении Б—Б приведены выше (рис. 7.33): б — в одинаковом масштабе; в — масштаб по высоте в 5 раз крупнее масштаба по длине.

При чтении топографических чертежей в первую очередь стараются получить общее представление о рельефе, гидрографической сети на местности.

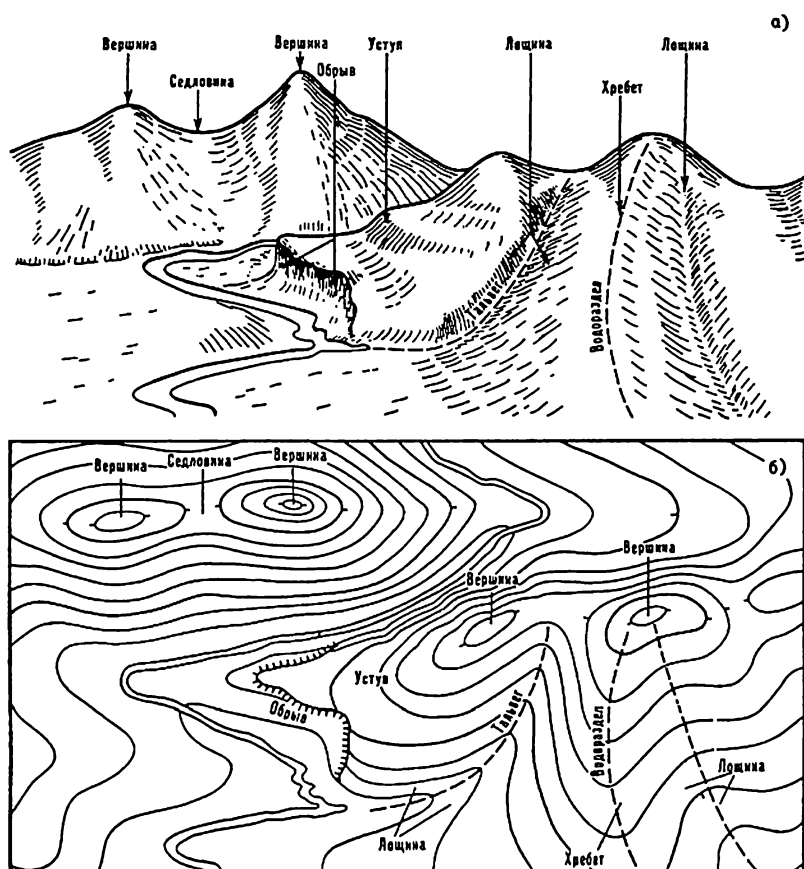


Рис. 7.31

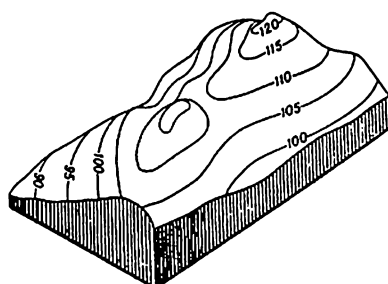


Рис. 7.32

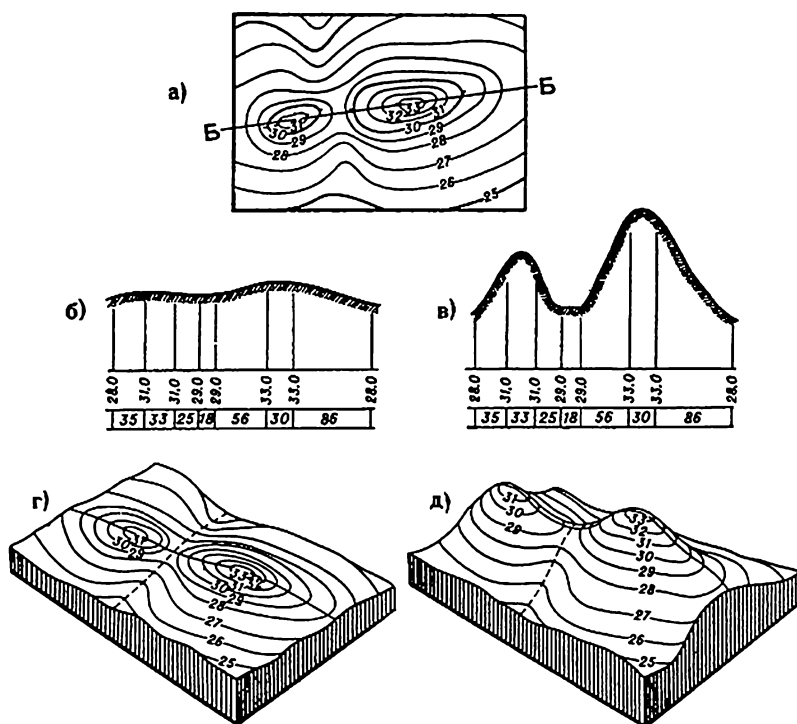


Рис. 7.33

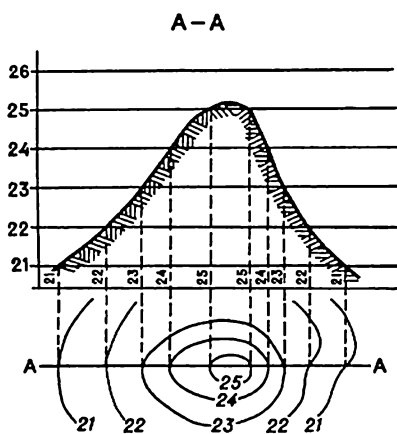


Рис. 7.34

Топографические чертежи выполняют по результатам геодезической съемки (аэрофотосъемки) местности с помощью специальных приборов. На практике часто приходится выполнять глазомерную съемку местности. При этом используют планшет с листом бумаги, компасом и миллиметровой линейкой. Изображения выполняют карандашом. Во время съемки планшет держат горизонтально и ориентируют по магнитному меридиану. Расстояния на местности при глазомерной съемке измеряют различными инструментами или шагами. В последнем случае, кроме масштаба в метрах, указывают масштаб в шагах. Отсчитанное расстояние наносят на бумагу в соответствующем масштабе.

Различают глазомерные съемки площадей и маршрутов. В обоих случаях определяют на местности и наносят на планшет отдельные направления и расстояния между точками. Затем зарисовывают детали местности, начиная с выходной точки.

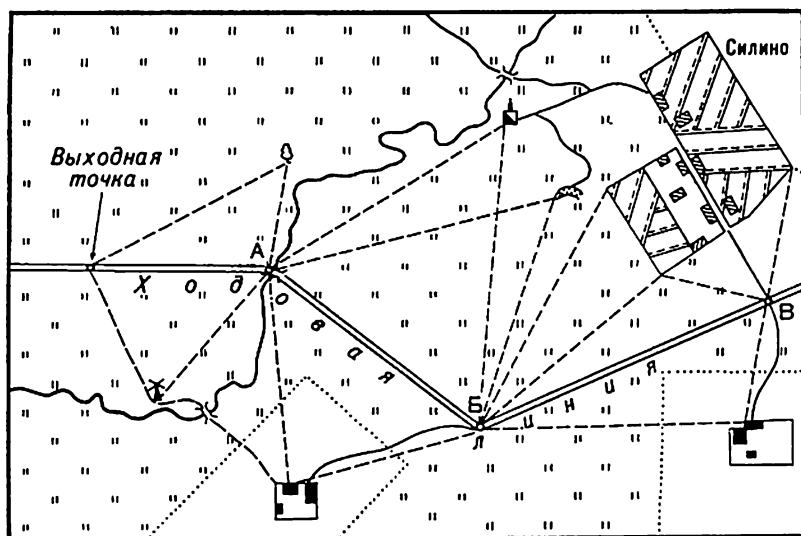


Рис. 7.35

При маршрутной глазомерной съемке намечают на местности опорные точки и направления ходовых линий. Рельеф местности изображают горизонталями. Рисуют рельеф по мере движения по ходовой линии, начиная с низшей горизонтали. Пример выполненного плана маршрутной глазомерной съемки приведен на рис. 7.35. В качестве ходовой линии выбрано шоссе. Характерные точки А и Б выбраны в местах поворота шоссе, точка В — в пересечении шоссе с местной дорогой. Визируя планшет из опорных точек на местные предметы (направление визирования указано пунктирными линиями), намечают их положение на бумаге. Положение местных предметов (или их точек, например углов зданий) определяют и как положение вершины треугольника, измеряя расстояние от местного предмета до двух соседних опорных точек. На плане вначале вычерчивают дороги, реки,

местные предметы (мосты, столбы и т. д.), населенные пункты, контуры угодий (лесов, болот, лугов), указывают названия населенных пунктов, рек и водоемов, горизонтали. После этого заполняют контуры угодий условными знаками (лес, кусты и т. п.). На полях планшета зарисовывают ориентиры (при необходимости) и составляют описание (легенду). Внизу плана чертят линейный масштаб, указывают фамилию исполнителя и дату съемки.

7.7. Чертежи сооружений в проекциях с числовыми отметками

При проектировании земляных сооружений на естественном рельефе местности: строительных площадок, автомагистралей, каналов и т. д. — применяют чертежи, выполненные в проектных горизонталях и числовых отметках. Обратимость чертежа при использовании лишь одной проекции точки, линии обеспечивают указанием третьего измерения (высоты) числовыми отметками. Числовые отметки выражают расстояние от точки, линии до условной горизонтальной плоскости, принятой за плоскость нулевого уровня (плоскость проекций). Наглядное изображение трех точек A , B и C , их проекции на плоскости H и проекции в числовых отметках приведены на рис. 7.36, a , b и $в$ соответственно.

В проекциях с числовыми отметками проекции точек принято обозначать числами (а не буквами), выражающими отметку соответствующей точки (рис. 7.36, $в$). Так, отметка точки A равна нулю ($\pm 0,00$), отметка точки B равна 4,50 единицам, принятым для данного чертежа, например метрам, отметка точки C равна $-6,00$ единицы. Знак «минус» означает, что точка C расположена под плоскостью проекций, принятой за нулевую. Измерив расстояния l_1, l_2, l_3 между проекциями на чертеже, зная числовые отметки и масштаб чертежа, можно определить расстояния между точками в натуре.

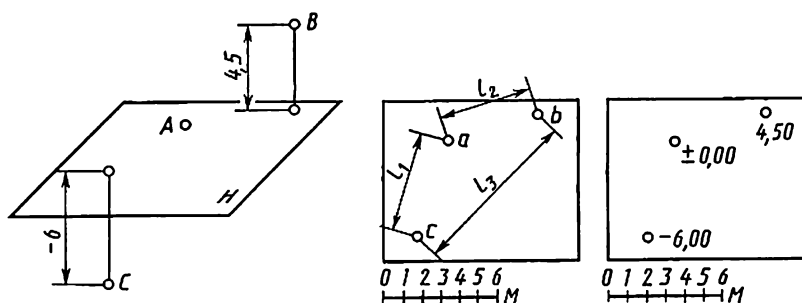


Рис. 7.36

Чертеж отрезка прямой с проекциями $a_{1,5}b_{8,5}$ концов приведен на рис. 7.37. Точка A расположена на высоте 1,5 единицы, принятой для данного чертежа, точка B — на высоте 8,5 единицы над плоскостью H . На чертеже показано построение проекций точек прямой, имеющих отметки 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 единиц, методом перемены плоскостей

проекции (введена дополнительная плоскость проекций $T \parallel H, T \perp AB$), используя натуральную величину $a_t b_t$ отрезка. Построение проекций точек прямой линии, отметки которых отличаются на единицу, называют градуированием прямой. Одновременно с этим получают и угол наклона прямой к плоскости H . Длину горизонтальной проекции отрезка называют заложением прямой. Отношение разности числовых отметок концов отрезка к заложению прямой называют уклоном прямой и обозначают i . Величина уклона равна тангенсу угла наклона прямой. Величину заложения, соответствующую разности числовых отметок в единицу, называют интервалом прямой. Разность отметок концевых точек называют превышением одной точки над другой.

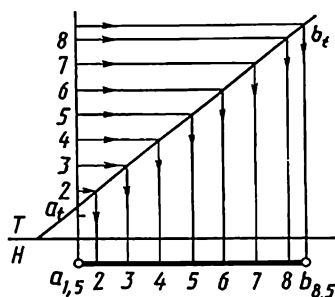


Рис. 7.37

Плоскость (рис. 7.38, а) в проекциях с числовыми отметками помимо известных способов удобно изобразить масштабом уклона (рис. 7.38, б, в). Масштабом уклона называют горизонтальную проекцию линии наибольшего ската плоскости, на которой показаны отметки точек через 1 м. Масштаб уклона обозначают двойной линией и буквой с индексом i (например, P_i). Проекции горизонталей плоскости на плане перпендикулярны масштабу уклона, а расстояние l между соседними проекциями горизонталей является интервалом. На рис. 7.38, б плоскость P изображена масштабом уклона P_i с горизонталями и бергштрихами, на рис. 7.38, в — только масштабом уклона P_i .

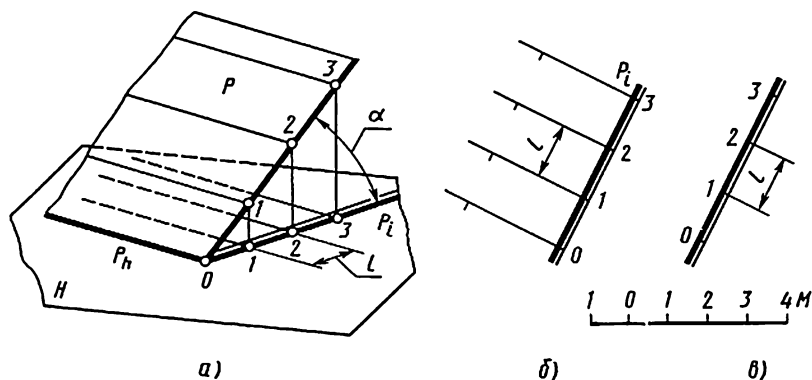


Рис. 7.38

Рассмотрим примеры изображений некоторых простых поверхностей в проекциях с числовыми отметками с помощью горизонталей. На рис. 7.39 справа изображена поверхность прямого кругового конуса (только одна полость конической поверхности), обращенного вершиной вверх. Это концентрические окружности, расстояние между которыми равно интервалу линии ската поверхности ее образующей. Поэтому коническую поверхность можно задать вершиной и уклоном линии ската. На рис. 7.40 справа изображена коническая поверхность, обращенная вершиной вниз. Проекции горизонталей обеих поверхностей не отличаются друг от друга. Отличие вводят нумерацией горизонталей, бергштрихами.

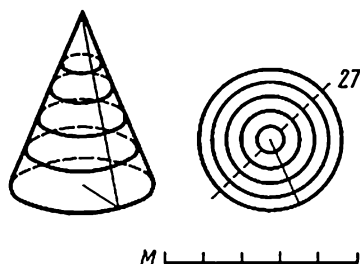


Рис. 7.39

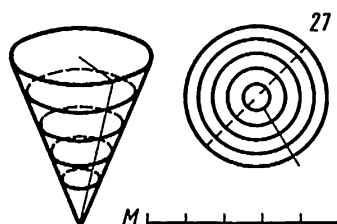


Рис. 7.40

При наличии бергштрихов наносят отметку хотя бы одной горизонтали, указывают масштаб и высоту сечения. Изображение углубления в форме четырехугольной пирамиды показано на рис. 7.41, а, чертеж пятиугольной пирамиды — на рис. 7.41, б (ее наглядное изображение на рис. 7.41, в).

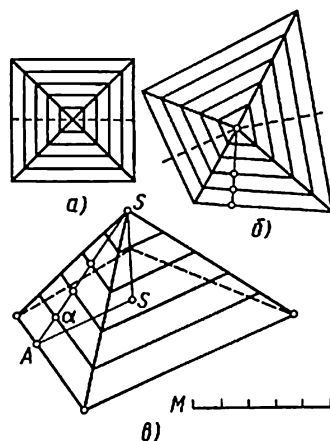


Рис. 7.41

Пересечение топографической поверхности с плоскостью (рис. 7.42). В плоскости P , заданной масштабом уклона P_i , проводят горизонтали, имеющие отметки 199, 200, 201, ..., 204. Отмечают точки

пересечения однозначных горизонталей плоскости P и топографической поверхности и соединяют их плавными кривыми линиями. В заштрихованных контурах плоскость P проходит ниже топографической поверхности, что и определяет пределы выемок. Если имеющихся горизонталей недостаточно для более точного выявления линий пересечения плоскости с топографической поверхностью, то проводят горизонталю на промежуточных отметках. В примере это дано для точки m .

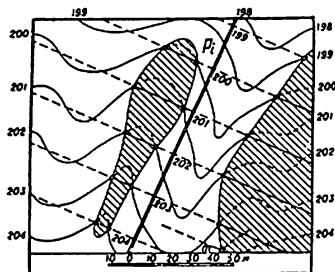


Рис. 7.42

Построение границ земляных работ для строительства площадки. На топографической поверхности требуется определить границы земляных работ для горизонтальной площадки 1—2—3—4 (рис. 7.43), имеющей отметку 50,00. Уклоны откосов: насыпи $i_{\text{нас}} = 1:1$, выемки $i_{\text{выем}} = 3:2$. Горизонталь земли с отметкой 50 пересекает площадку по линии нулевых работ с проекциями a и b граничных точек. Справа от нее будет выемка, слева — насыпь. Для вычерчивания их проекций к сторонам 1—3, 2—4 площадки, примерно посередине, проводят перпендикулярные линии масштабов уклона плоскостей откосов насыпи и выемки. На них отмечают заданные величины интервалов для насыпи ($l_{\text{нас}}$) и выемки ($l_{\text{выем}}$), взятые с графика масштаба уклонов. Проводят проекции ребра 1—с, 3— f пересекающихся откосов насыпи как биссектрисы углов между проекциями горизонталей плоскостей, имеющих одинаковый уклон. Аналогично проводят проекции 2— d и 4—1 ребер откосов выемки. Через отметки интервалов на масштабах уклона проводят горизонталю откосов параллельно сторонам площадки. Соединяя точки пересечения однозначных горизонталей топографической поверхности и откосов насыпи и выемки, получают искомые границы земляных работ.

Бровку откосов оформляют штриховыми линиями.

Пример решения аналогичной задачи для круглой в плане площадки приведен на рис. 7.44. Ее откосы будут ограничены коническими поверхностями. Величины уклонов откосов насыпи 1:1, выемки 1:2. Построив горизонталю откоса 55, 54, 53, 52 (окружности), отме-

чаем точки пересечения их с однозначными горизонталями местности и проводим плавную кривую линию границы откоса насыпи.

Аналогично строят изображение откоса выемки с учетом того, что интервал в 2 раза больше.

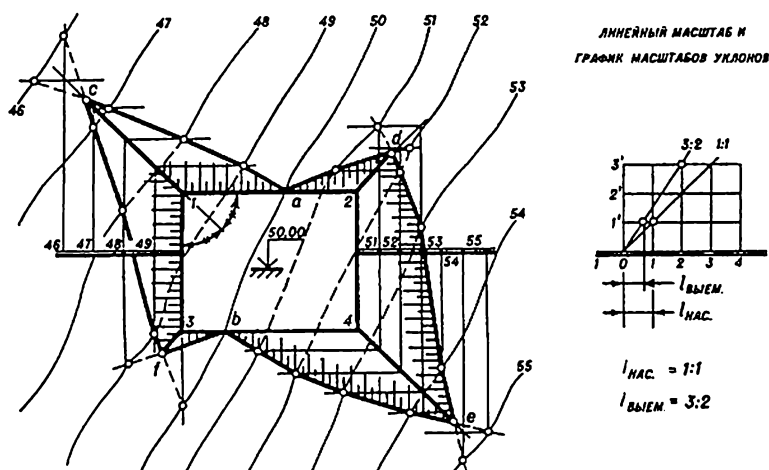


Рис. 7.43

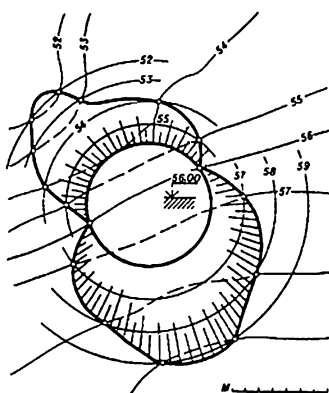


Рис. 7.44

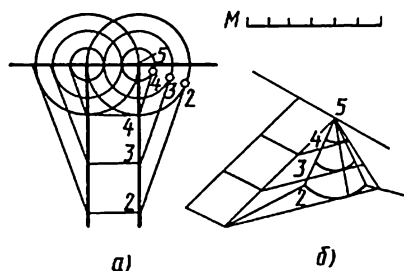


Рис. 7.45

Пример выполнения чертежа пандуса (наклонной площадки) показан на рис. 7.45, а, наглядное изображение приведено на рис. 7.45, б. Расположим прямой круговой конус так, чтобы его вершина была в точке примыкания бровки пандуса к границе верхней площадки (точка 5). Уклон образующей конуса принимают равным уклону откоса пандусов.

В этом случае плоскость откоса будет касательной к поверхности конуса, горизонтالي откоса будут касательны к однозначным горизонталям конуса. Дальнейшее построение очевидно из чертежа.

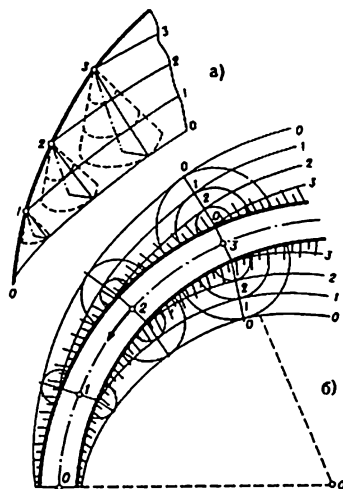


Рис. 7.46

Пример построения чертежа насыпи полотна дороги на скругленном участке приведен на рисунке 7.46: *а* — наглядное изображение насыпи; *б* — чертеж. Горизонтالي откосов построены с помощью вспомогательных круговых конусов, вершины которых расположены на пространственной кривой — бровке полотна дороги. Каждая горизонталь откоса — огибающая семейства соответствующих по отметке горизонталей конусов. Поверхность откоса — поверхность одинакового ската, огибающая вспомогательные конусы. Прямолинейные образующие этой поверхности представляют собой линии наибольшего ската и имеют одинаковые углы наклона к горизонтальной плоскости.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под стандартами СПДС и какой двузначный цифровой код они имеют?
2. Какие марки присваивают основным комплектам рабочих чертежей, предназначенным для производства строительно-монтажных работ?
3. Как обозначают на чертежах координатные оси?
4. Как обозначают на чертежах отметки уровней элементов конструкции?
5. Что принимают в качестве нулевой отметки на чертежах зданий?
6. Как указывают на чертеже номер выносного элемента?
7. Как указывают на чертеже многослойные конструктивные элементы?
8. Как указывают на чертежах уклон?
9. Как указывают на чертежах границы земляных работ для строительства площадки?
10. Как указывают границы земляных работ для строительства пандуса?

Приложения

Приложение 1

П1. Основные требования стандартов к графическому оформлению чертежей

Форматы (по ГОСТ 2.301—68). Основные форматы имеют следующие обозначения и размеры сторон:

- формат A0 — 1189 × 841 мм;
- формат A1 — 594 × 841 мм;
- формат A2 — 594 × 420 мм;
- формат A3 — 297 × 420 мм;
- формат A4 — 297 × 210 мм.

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

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

На листе чертежной бумаги формат обводят тонкой линией.

Поле чертежа ограничивают рамкой. Рамку проводят на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой стороны формата и на расстоянии 20 мм от левой стороны. Поле шириной 20 мм слева предназначено для подшивки чертежей.

Основная надпись. Основная надпись для конструкторских документов установлена в ГОСТ 2.104—68 (рис. П1.1).

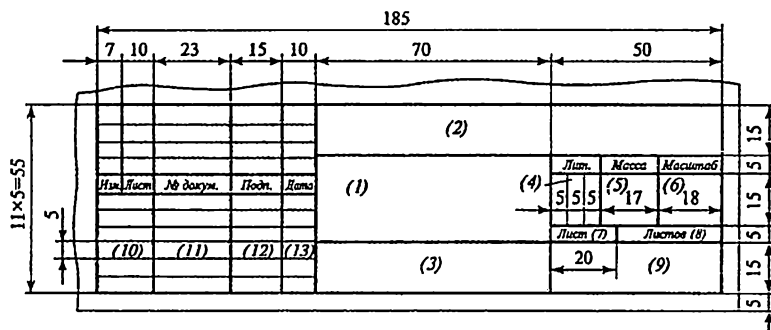


Рис. П1.1

Заполнение граф основной надписи:

- наименование детали или сборочной единицы;
- обозначение документа по принятой в институте системе;

- обозначение материала детали (заполняют только на чертежах деталей);
- не заполнять;
- масса изделия;
- масштаб;
- порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
- общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе документа);
- наименование учебного заведения и номер группы;
- характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, например: разработал ... (студент), проверил ... (преподаватель);
- четкое написание фамилий лиц, подписавших документ;
- подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- дата подписания документа.

В учебном процессе для чертежей целесообразно использовать основную надпись меньших размеров (рис. П1.2), подобную стандартной.

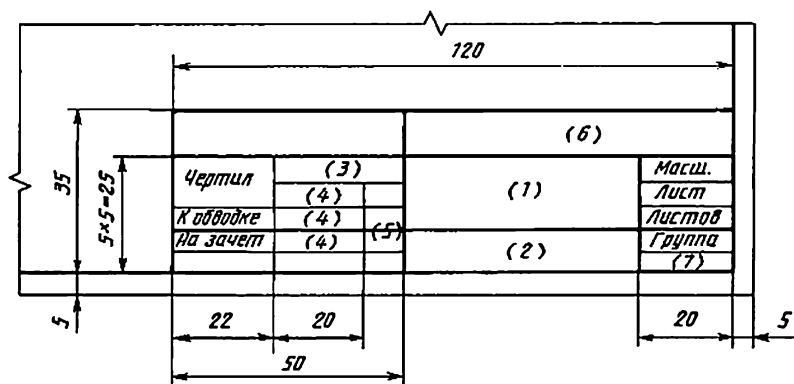


Рис. П1.2

Заполнение граф основной надписи:

- (1) — наименование работы;
- (2) — наименование материала (на чертежах и эскизах деталей);
- (3) — фамилия студента;
- (4) — подписи студента и преподавателя;
- (5) — дата подписи;
- (6) — буквенное обозначение института и цифровой шифр работы;
- (7) — номер группы. Содержание графы (6) в Московском институте электронного машиностроения заполняют, например, так: МИЭМ 205.318, где 205 — цифровой идентификатор кафедры, принятый в автоматизированной системе; в группе цифр 318 первая цифра — порядковый номер работы по данной специальности (работа № 3) и две последние — номер варианта (вариант № 18).

Основную надпись помещают в правом нижнем углу формата. Формат А4 используют только с вертикальным расположением длинной

стороны, поэтому основную надпись располагают только вдоль короткой стороны формата.

Масштабы (по ГОСТ 2.303—68). Масштабом чертежа называют отношение линейных размеров изображения объекта на чертеже к действительным размерам объекта.

Масштабы изображений на чертежах стандартизованы 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; 50:1; 100:1 и далее $(100 \cdot n) : 1$, где n — целое число.

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

Масштаб записывают в соответствующей графе основной надписи по типу 1:1, 1:2 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 М 1:1, М 2:1, М 1:2 и т.д.

Линии (по ГОСТ 2.303—68). Их определенное начертание и назначение стандартизовано (табл. П.1). Толщина сплошной основной линии стандартизована от 0,6 до 1,5 мм, для учебных чертежей целесообразно применять толщину 0,8—1 мм.

Таблица П.1

Линии чертежа

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
Сплошная толстая основная		s	Линии видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
Сплошная тонкая		$s/3 — s/2$	Линии 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
Сплошная волнистая		$s/3 — s/2$	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
Штриховая		$s/3 — s/2$	Линии невидимого контура Линии перехода невидимые

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
Штрихпунктирная тонкая		$s/3 — s/2$	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для выносных или наложенных сечений
Штрихпунктирная утолщенная		$s/2 — 2s/3$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
Разомкнутая		$s — 3s/2$	Линии сечений
Сплошная тонкая с изломами		$s/3 — s/2$	Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная с двумя точками, тонкая		$s/3 — s/2$	Линии сгиба на развертках Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Типовые примеры начертания и основного назначения некоторых линий приведены на рис. П1.2.

Шрифты чертежные (по ГОСТ 2.304—81). Размер шрифта определяется высотой прописных букв в миллиметрах: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Наклон букв и цифр к основанию строки — около 75° . Построение букв и цифр на сетке с ячейками, имеющими форму параллелограмма с основанием и высотой, равной $1/7$ высоты прописных букв, приведено на рис. П1.3 и П1.4.

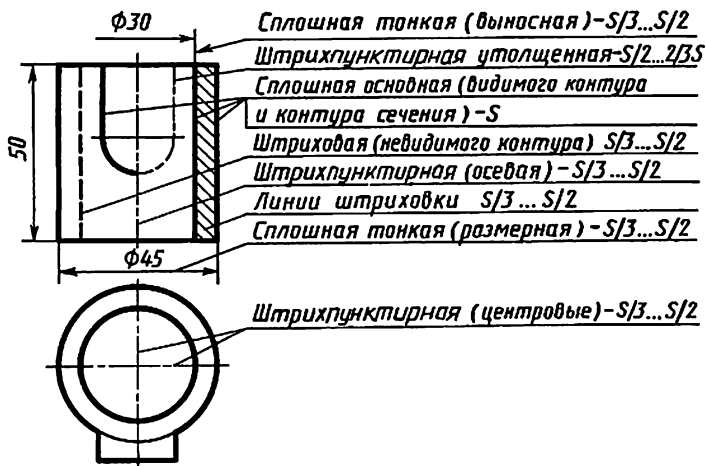


Рис. П1.2

1234567890

абвгдежзш

йклмнопрс

тцфхщчшщ

ьыьэюя

Рис. П1.3

абвгдежзи

йклмнопрс

тцфхщчшщ

ьыьэюя

рхузнр

Рис. П1.4

П2. Построение сопряжений и эллипса (см. Дополнительные материалы)

Эллипс. Построение эллипса по большой ($2R$) и малой осям ($2r$): 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.

Касательная из точки (A) к окружности. На отрезке OA как на диаметре строят окружность радиуса $R = 0,5 [OA]$. Точка 1 ее пересечения с заданной окружностью радиуса r — точка сопряжения ($O—M—A = 90^\circ$). Через точки A и 2 проводят искомую касательную.

Касательная к двум дугам (R и r , 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 ($\angle OMO_1 = 90^\circ$). На продолжении луча OM отмечают точку касания 1. Из центра O_1 проводят прямую $(O_1-2) \parallel (O-1)$. Через точки 1 и 2 проводят искомую касательную.

Касательные к двум дугам (R и r , внутреннее касание). Из центра O , дуги большего радиуса проводят дугу радиуса $R+r$. Строят касательную к этой дуге в точке M , проходящую через центр O . Отмечают точку касания 1 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.

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

Точки сопряжения $(1) = (\text{circ } r) \cap [OC]$; $(2) = (\text{circ } r_1) \cap [O_1C]$.

Сопряжение двух дуг выпуклое. Радиус сопряжения R ; центр $(C) = (\text{circ}(R-r)) \cap (\text{circ}(R-r))$.

Точки сопряжения $(1) = (\text{circ } r) \cap [CO]$; $(2) = (\text{circ } r_1) \cap [CO]$.

Сопряжение окружности с прямой. 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.

П3. Проецирование по методу третьего угла (метод А)

Проецирование по методу третьего угла (метод А) представляет прямоугольное проецирование на взаимно перпендикулярные плоскости проекций, при котором изображаемый предмет предполагается расположенным по отношению к наблюдателю за плоскостью проекций в третьем углу (рис. П3.1). Плоскость проекций располагается между

наблюдателем и предметом. Расположение отдельных изображений (видов) относительно основного вида (вида спереди) определяется разверткой плоскостей в одну плоскость в соответствии с рис. ПЗ.2. Наименование видов: 1 — вид спереди (основной вид); 2 — вид сверху; 3 — вид слева; 4 — вид справа; 5 — вид снизу; 6 — вид сзади.

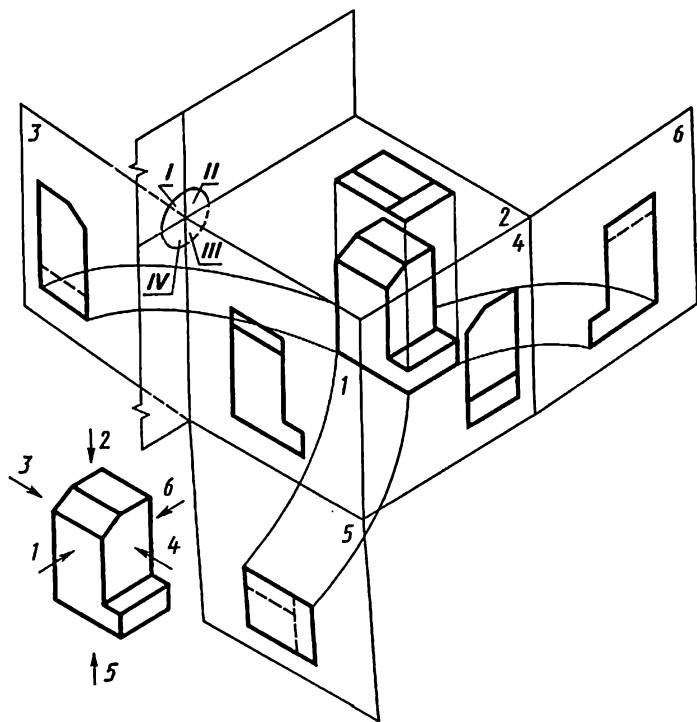


Рис. ПЗ.1

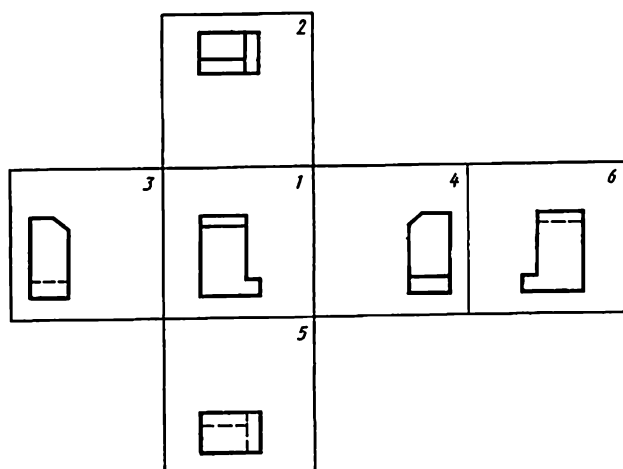


Рис. ПЗ.2

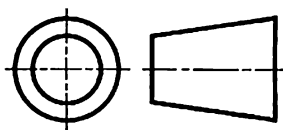


Рис. ПЗ.3

Графическое обозначение проецирования по методу третьего угла (метода А) приведено на рис. ПЗ.3.

Приложение 4

П4. Рисунки моделей для эскизирования

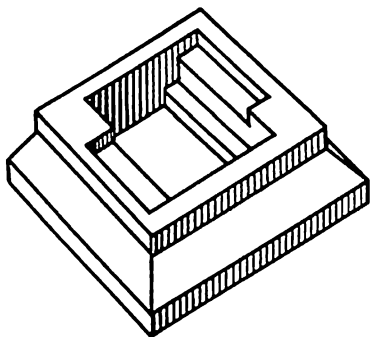


Рис. П4.1

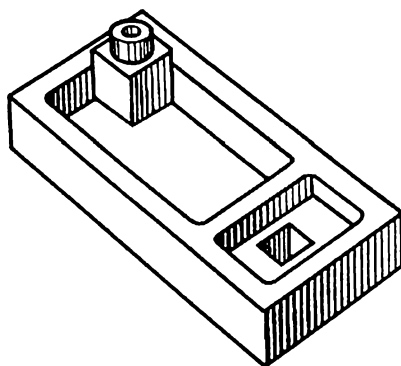


Рис. П4.2

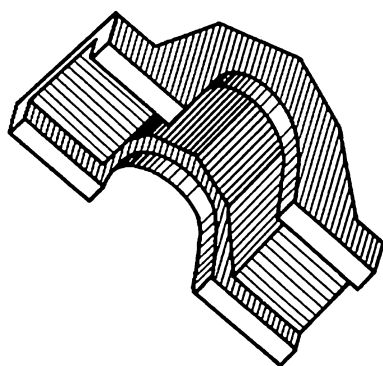
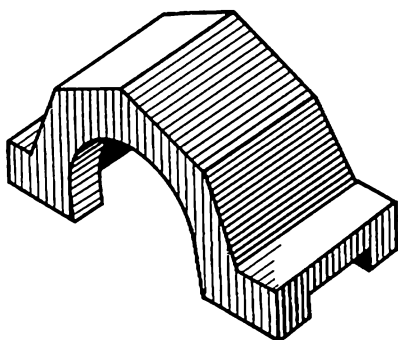


Рис. П4.3

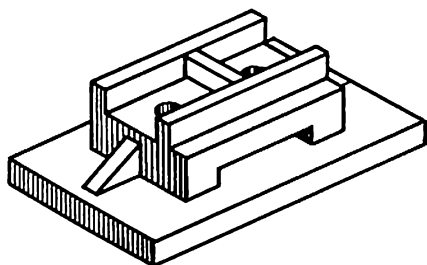


Рис. П4.4

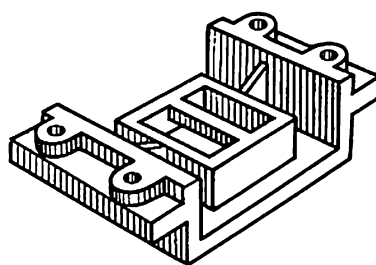


Рис. П4.5

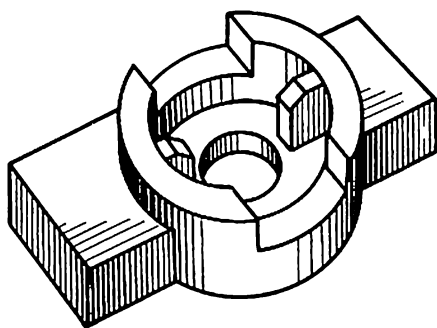


Рис. П4.6

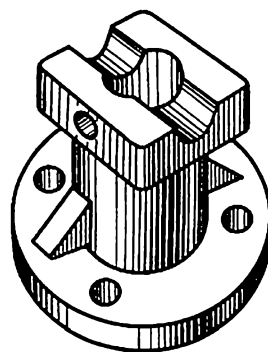


Рис. П4.7

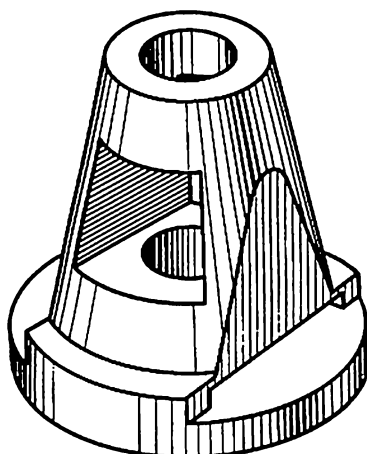


Рис. П4.8

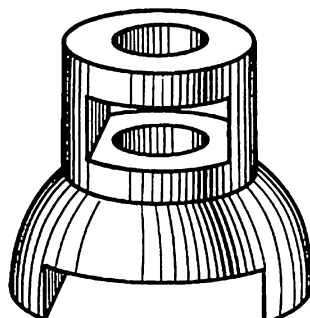
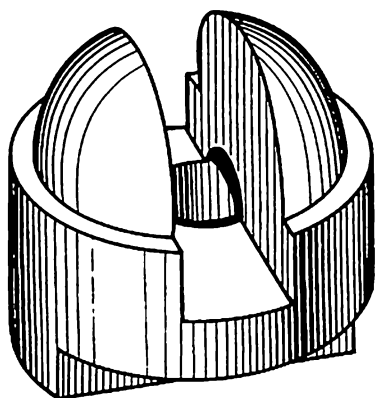
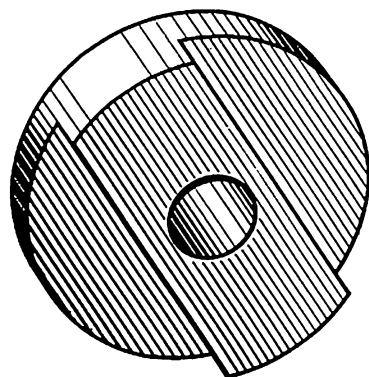


Рис. П4.9



а)



б)

Рис. П4.10

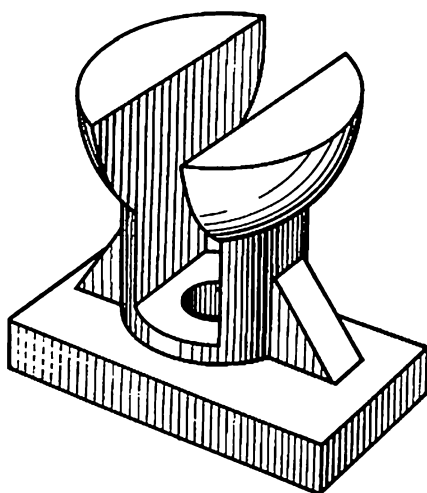


Рис. П4.11

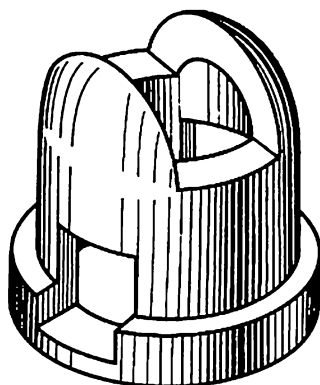


Рис. П4.12

П5. Некоторые параметры крепежных деталей

Таблица П5.1

Размеры проточки наружной метрической резьбы (см. рис. 13.20, а), мм

Шаг резьбы, p	Наружный диаметр, d	Диаметр, d_1	Проточка			
			$f_{1 \max}$		$f_{2 \max}$	
			нормальная	узкая	нормальная	узкая
1	6	$d - 1,6$	2,1	1,1	3,5	2,5
1,25	8	$d - 2$	2,7	1,5	4,4	3,2
1,5	10	$d - 2,3$	3,2	1,8	5,2	3,8
1,75	12	$d - 2,6$	3,9	2,1	6,1	4,3
2	14, 16	$d - 3$	4,5	2,5	7	5
2,5	18, 20, 22	$d - 3,6$	5,6	3,2	8,7	6,3
3	24, 27	$d - 4,4$	6,7	3,7	10,5	7,5
3,5	30, 33	$d - 5$	7,7	4,7	12	9
4	36, 39	$d - 5,7$	9	5	14	10

Таблица П5.2

Размеры проточки и фаски наружной трубной цилиндрической резьбы (см. рис. 13.20, а), мм

Обозначение размера резьбы (дюйм)	Число ниток на 1"	Диаметр, d_f	Проточка				Фаска, с
			нормальная		узкая		
			f_1	R	f_2	R	
1/8 1/4 3/8	28 19	8,0 11,0 14,5	2,5 4,0	1,0	1,6 2,5	0,5 1,0	1,0 1,6
1/2 5/8 3/4 7/8	14	18,0 20,8 23,5 27,0	5,0	1,6	3,0	1,0	2,0
1 1 1/8 1 1/8 1 1/2 3/4 2	11	29,5 34,0 38,0 44,0 50,8 56,0	6,0	1,6	4,0	1,0	2,5

Таблица П5.3

Размеры проточки внутренней метрической резьбы (см. рис. 2.20, б), мм

Шаг резьбы, <i>p</i>	Наружный диаметр резьбы, <i>d</i>	Проточка				Диаметр, <i>d_f</i>
		<i>f</i> _{1 max}		<i>f</i> _{2 max}		
		нормальная	узкая	нормальная	узкая	
1	6	4	2,5	5,2	3,7	<i>d</i> + 0,5
1,25	8	5	3,2	6,7	4,9	
1,5	10	6	3,8	7,8	5,6	
1.75	12	7	4,3	9,1	6,4	
2	14, 16	8	5	10,3	7,3	
2,5	18, 20, 22	10	6,3	13	9,3	
3	24, 27	12	7,5	15,2	10,7	
3,5	30, 32	14	9	17,7	12,7	
4	36,39	16	10	20	14	

Приложение 6

П6. Условные графические обозначения

Таблица П6.1

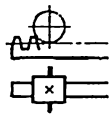
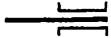
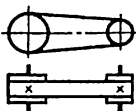
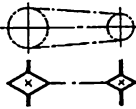
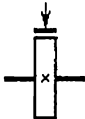
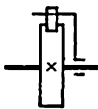
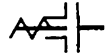
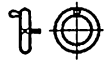
Условные графические обозначения общего применения для использования в электрических, гидравлических, пневматических, кинематических и комбинированных схемах
(выдержки из ГОСТ 2.721—74)

Наименование	Обозначение
Поток электромагнитной энергии, сигнал электрический в одном направлении	
Поток жидкости в одном направлении	
Поток газа (воздуха) в одном направлении	
Движение прямолинейное одностороннее	
Движение вращательное одностороннее	
Вращение вала одностороннее	
Движение винтовое вправо	
Линии механической связи в гидравлических и пневматических схемах	
Линии механической связи в электрических схемах	

Наименование	Обозначение
Регулирование. Общее обозначение	
Примеры обозначений регулируемых элементов:	
передача ременная с изменением передаточного отношения	
резистор регулируемый	

Таблица П6.2

**Условные графические обозначения элементов машин и механизмов
(выдержки из ГОСТ 2.770—68)**

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Вал, ось, стержень и т. п.		реечная (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
Подшипник:		Передача: плоским ремнем, открытая	
скольжения радиальный			
качения радиальный (общее обозначение)		цепью (общее обозначение без уточнения типа цепи)	
Муфта упругая (эластичное соединение двух валов)		Тормоз колодочный	
Муфта сцепления:		Храповой зубчатый механизм	
кулачковая односторонняя			
предохранительная		Пружина цилиндрическая сжатия	
Маховичок			
Передача зубчатая: цилиндрическая (с прямыми зубьями)			

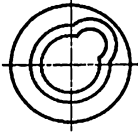
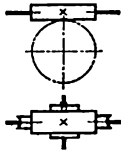
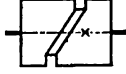
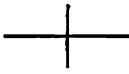
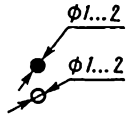
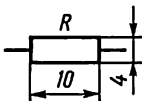
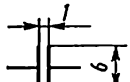
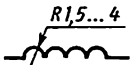
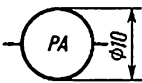
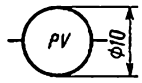
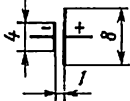
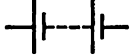
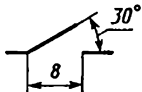
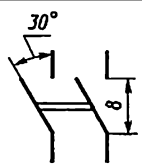
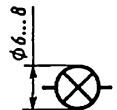
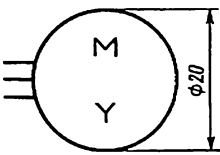
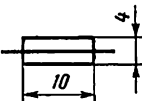
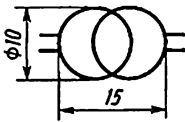
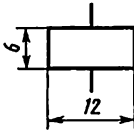
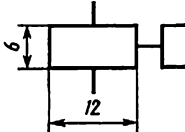
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
коническая (с прямыми зубьями)		Кулачки дисковые	
червячная с цилиндрическим червяком		Кулачки барабанные цилиндрические	

Таблица П6.3

Условные графические обозначения электрических элементов (выдержки из ГОСТ 2.723—68, ГОСТ 2.725—68, ГОСТ 2.726—68, ГОСТ 2.727—68, ГОСТ 2.728—68, ГОСТ 2.729—73)

Наименование	Обозначение
Линия электрической связи: провод, кабель, ширина	
Графический излом линии электрической связи	
Графическое пересечение линий электрической связи, электрически не соединенных	
Соединение электрическое, разъемное и неразъемное. Если необходимо подчеркнуть, что электрическое соединение осуществляется разъемными соединениями: винтом, зажимом и т. п., — применяют одно из приведенных обозначений	
Линии электрической связи, электрически соединенные (с двумя ответвлениями)	
Род тока:	
постоянный	
переменный	
Полярность:	
отрицательная	
положительная	
Обмотка трехфазная:	
соединенная в звезду	
соединенная в треугольник	

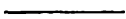
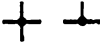
Наименование	Обозначение
Резистор (активное сопротивление)	
Конденсатор	
Катушки индуктивности; дроссель без сердечника	
Амперметр	
Вольтметр	
Элемент гальванический или аккумуляторный	
Батарея из гальванических элементов или аккумуляторов	
Выключатель; контакт выключателя замыкающий	
Выключатель многополюсный (например, двухполюсный рубильник)	
Лампа накаливания осветительная и сигнальная	
Двигатель (мотор) трехфазный	
Предохранитель плавкий	

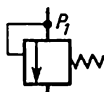
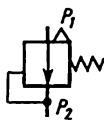
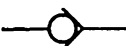
Наименование	Обозначение
Трансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником	
Электромагнит	
Муфта электромагнитная	

Примечания: 1. Размеры условных обозначений на схемах не наносятся. 2. Допускается все условные графические обозначения одной схемы пропорционально увеличивать. 3. Размеры отдельных элементов можно увеличивать, если требуется подчеркнуть особое назначение этих элементов. 4. Допускается размеры элементов увеличивать при вписывании в них поясняющих знаков.

Таблица П6.4

Условные графические обозначения гидравлических и пневматических элементов (выдержки из ГОСТ 2.780—68, ГОСТ 2.781—68, ГОСТ 2.782—68, ГОСТ 2.784—70, ГОСТ 2.785—70)

Наименование	Обозначение
Линии связи:	
всасывания, напора, слива (линии в три раза толще линий управления и дренажных)	
управления	
дренажные (отвод утечек)	
Соединение линий связи	
Перекрещивание линий связи (без соединения)	
Подвод жидкости под давлением (без указания источника питания)	
Слив жидкости из системы	
Подвод воздуха (газа) под давлением (без указания источника питания)	
Выпуск воздуха (газа) в атмосферу	
Гидробак под атмосферным давлением	

Наименование	Обозначение
Аккумулятор пневматический (ресивер, баллон, воздухо-сборник)	
Аккумулятор гидравлический (без указания принципа действия)	
Фильтр для жидкости или воздуха	
Влаго- или маслоотделитель с ручным спуском конденсата	
Фильтр-влагоотделитель с ручным спуском конденсата	
Заборник воздуха из атмосферы	
Регулирующий орган:	
нормально закрытый (клапан)	
нормально открытый (клапан)	
Клапан предохранительный с собственным управлением (прямого действия)	
Регулятор давления пневматический	
Клапан обратный	
Насос постоянной производительности с постоянным направлением потока (независимо от конструкции)	
Компрессор	
Гидромотор. Общее обозначение	

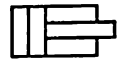
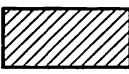
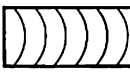
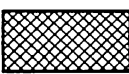
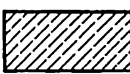
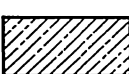
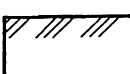
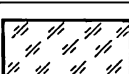
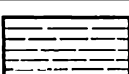
Наименование	Обозначение
Пневмомотор. Общее обозначение	
Цилиндр пневматический. Общее обозначение	
Насос шестеренный	
Насос ротационный лопастной (пластинчатый)	

Таблица П6.5

Графические обозначения материалов в сечениях (ГОСТ 2.306—68)

Материал	Обозначение	Материал	Обозначение
Металлы и твердые сплавы		Древесина (от руки)	
Неметаллические материалы, в том числе волокнистые, монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже		Камень естественный	
		Керамика и силикатные материалы для кладки	
Бетон		Грунт естественный	
Стекло и другие светопрозрачные материалы		Сетка (от руки)	
Жидкости		Засыпка (от руки)	

Примечания: 1. Допускается применять и другие обозначения, поясняя их на чертеже. 2. Графическое обозначение металлов и твердых сплавов применяют в сечениях как общее обозначение материала независимо от вида материалов. 3. Композиционные материалы, содержащие металлы и неметаллические материалы, обозначают как металлы. 4. Графическое обозначение древесины следует применять, когда нет необходимости обозначать направление волокон.

Таблица П6.6

Графические обозначения материалов на видах (фасадах) (ГОСТ 2.306—68)

Материал	Обозначение	Материал	Обозначение
Металлы		Кладка из кирпича строительного и специального, клинкера, керамики, терракоты, искусственных и естественных камней любой формы и т. д.	
Сталь рифленая			
Сталь просечная		Стекло	

Таблица П6.7

Условные графические обозначения элементов трубопроводов (ГОСТ 2.784—70)

Наименование	Обозначение
Трубопровод (общее назначение)	
Соединение трубопроводов	
Перекрещивание трубопроводов	
Трубопровод с вертикальным стояком	
Трубопровод в трубе (футляре)	
Изолированные участки трубопровода	
Опоры трубопровода: а — общее обозначение; б — неподвижная; в — скользящая	
Подвески: а — неподвижная; б — направляющая; в — упругая	
Соединение трубопроводов разъемное: а — общее обозначение; б — фланцевое; в — муфтовое резьбовое; г — раструбное	
Переход, переходной патрубок: а — общее обозначение; б — фланцевый	
Компенсатор: а — общее обозначение; б — П-образный; в — лирообразный	

Окончание табл. П6.7

Наименование	Обозначение
Сифоны	
Ревизия	
Типы соединений трубопроводов (тройник): а — фланцевое; б — муфтовое; в — раструбное	
Детали соединений трубопроводов: а — тройники; б — крестовины; в — колена, отводы	

Таблица П6.8

**Некоторые условные графические обозначение воздухопроводов и элементов отопления
и вентиляции**

Наименование	Обозначение на планах и видах сверху
Змеевик	
Труба отопительная ребристая, регистр, конвектор	
Радиатор, панель отопительная	
Воздуховод круглого сечения	
Воздуховод прямоугольного сечения	
Местная вытяжка (отсос, укрытие)	
Воздухонагреватель	
Воздухоохладитель	
Вентилятор центробежный	
Агрегат воздушно-отопительный	

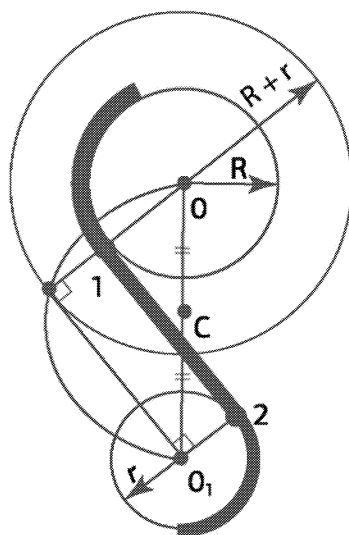
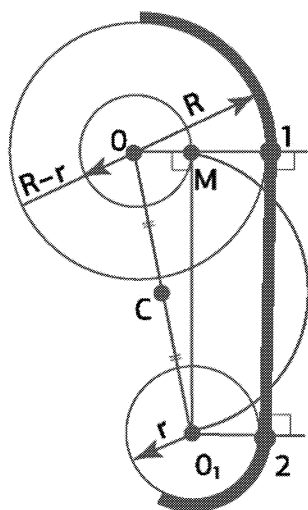
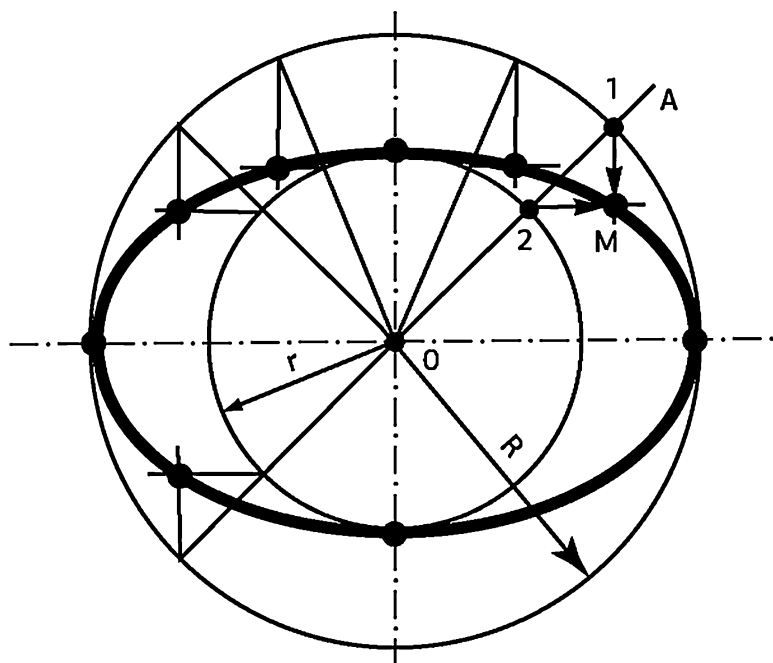
Таблица П6.9

Топографические условные обозначения

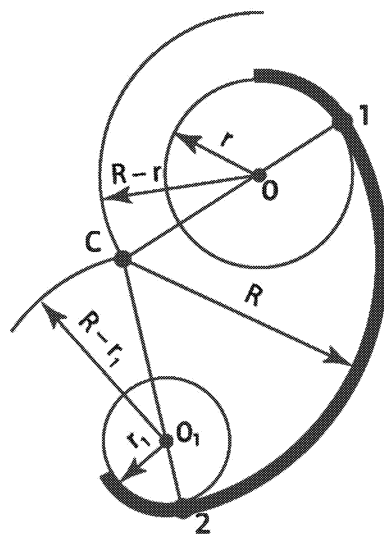
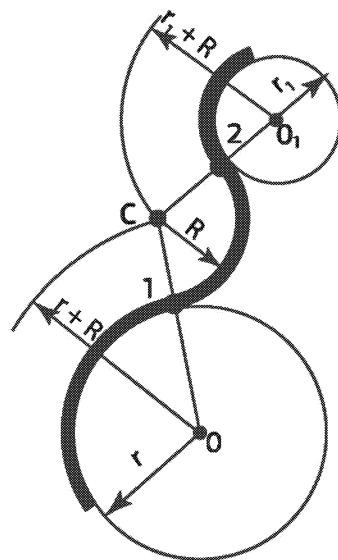
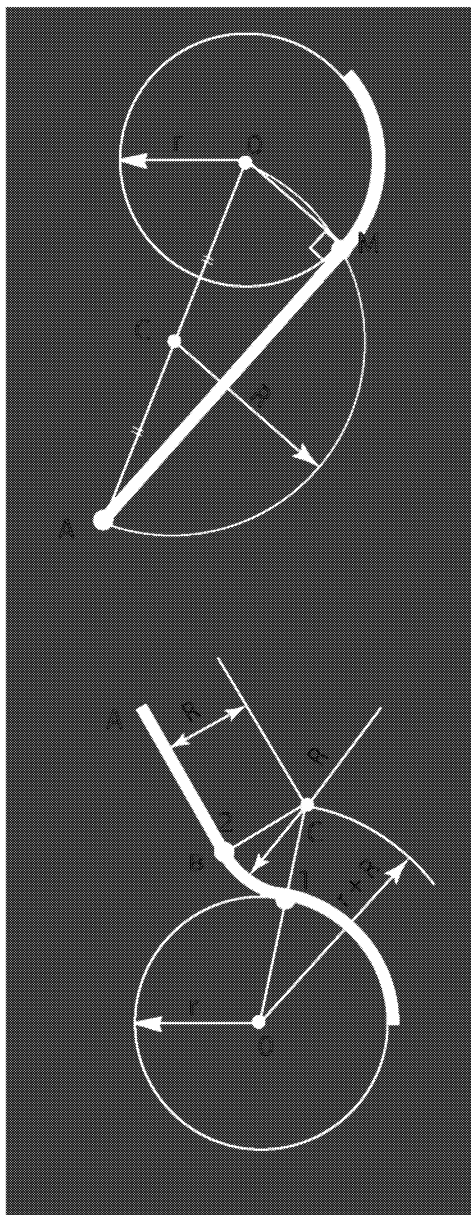
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Постройки огнестойкие жилые		Мосты деревянные	
Постройки неогнестойкие жилые		Мосты каменные и железобетонные	
Заводы и фабрики с трубами		Мосты металлические	
Линии связи (телефонные, телеграфные и радиотрансляции)		Хвойные леса	
		Лиственные леса	
Линии электропередачи на деревянных опорах		Смешанные леса	
Линии электропередачи на металлических и железобетонных опорах		Отдельно стоящие деревья, имеющие значение ориентиров: а — хвойные; б — лиственные	
Двухпутные железные дороги		Кустарники	
Дороги по насыпям: а — трубы под дорогами		Луговая растительность	
Дороги в выемках		Камышовые и тростниковые заросли	
Шоссе (5 — ширина проезжей части, 9 — ширина земляного полотна в метрах; Б — материал покрытия); а — километровые знаки (столбы и камни)		Фруктовые сады	
		Огороды	
		Пашни	
Улучшенные грунтовые дороги с обсадкой деревьями (а) и кустарниками (б)		Пески	
Грунтовые проселочные дороги; а — мосты длиной от 3 до 13 метров		Болота проходимые	
Пешеходные тропы			

Дополнительные материалы

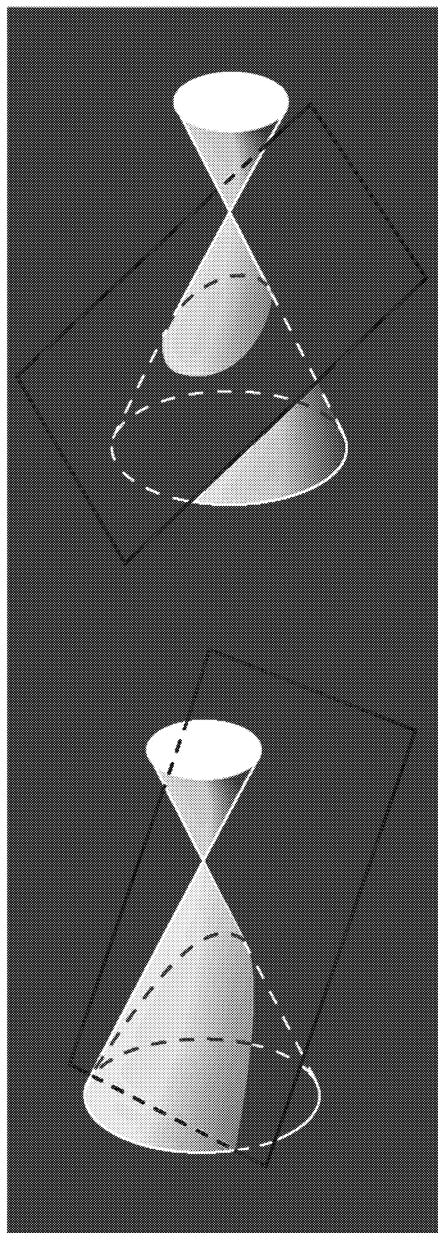
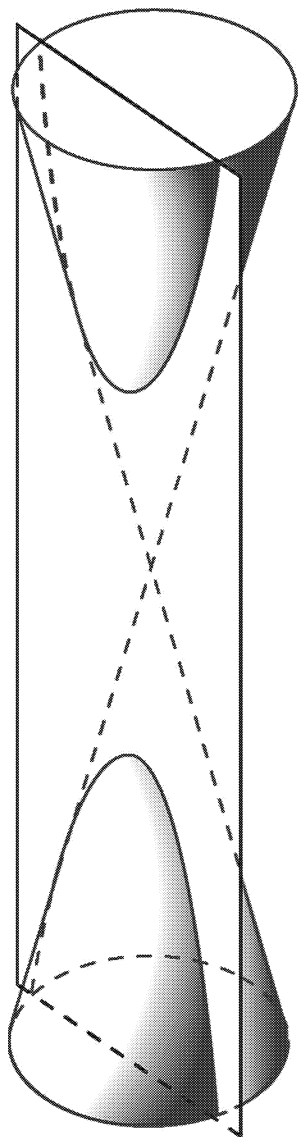
Построение эллипса и сопряжений



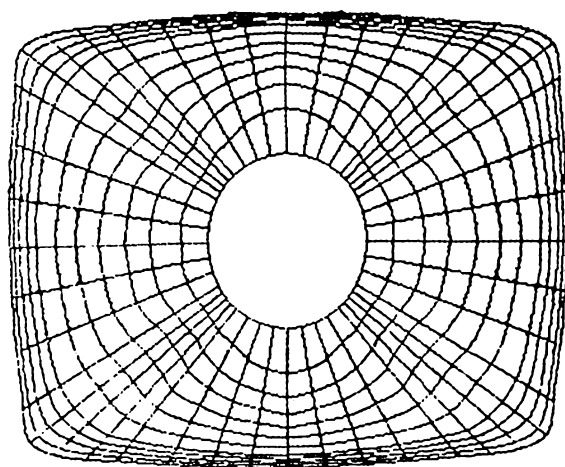
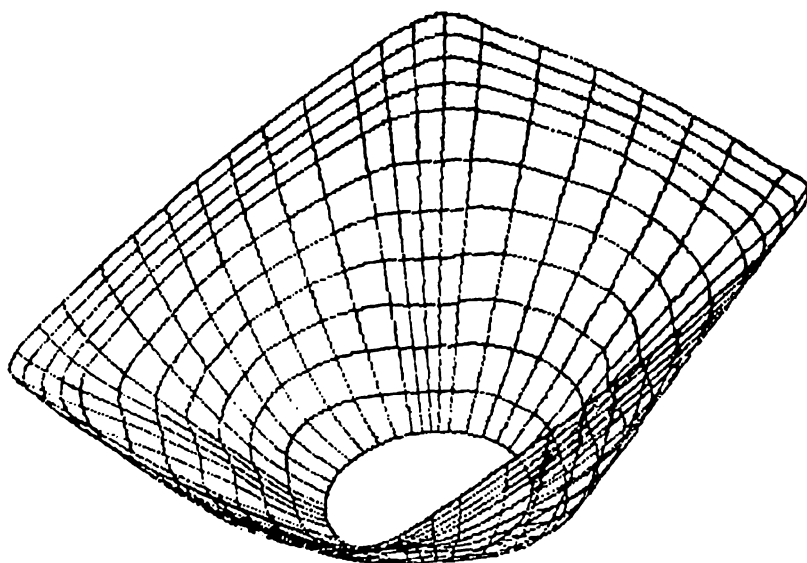
Построение эллипса и сопряжений



Конические сечения



**Чертежи кинескопа, выполненные на графопостроителе
в аксонометрической и ортогональной проекциях**



Список литературы

1. Черчение : учебник / Д. М. Борисов, Е. А. Василенко, Б. А. Ляпунов, М. Н. Макарова. — М. : Просвещение, 1987. — 352 с.
2. Брилинг, Н. С. Строительное и топографическое черчение / Н. С. Брилинг. — М. : Просвещение, 1980. — 192 с.
3. Бубенников, А. В. Начертательная геометрия / А. В. Бубенников. — М. : Высш. шк., 1985. — 288 с.
4. Виноградов, В. Н. Начертательная геометрия / В. Н. Виноградов. — Минск : Вышэйш. шк., 1977. — 368 с.
5. Машиностроительное черчение : учебник / Г. П. Вяткин, А. Н. Андреев, А. К. Болтухин [и др.] ; под ред. Г. П. Вяткина. — М. : Машиностроение, 1985. — 368 с.
6. Гардан, И. Машинная графика и автоматизация конструирования / И. Гардан, М. Люка, — М. : Мир, 1987. — 272 с.
7. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии : учеб. пособие / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский. — М. : Высш. шк., 1998. — 272 с.
8. Гордон, В. О. Сборник задач по курсу начертательной геометрии : учеб. пособие / В. О. Гордон, Ю. Б. Иванов, Т. Е. Солнцева. — М. : Высш. шк., 1989. — 320 с.
9. Горелик, А. Г. Автоматизация инженерно-графических работ с помощью ЭВМ / А. Г. Горелик. — Минск : Вышэйш. шк., 1980. — 205 с.
10. Государственные стандарты ЕСКД: ГОСТ 2.301—68 — ГОСТ 2.307—68 (пп. 1, 2); ГОСТ 2.308—79; ГОСТ 2.309—73; ГОСТ 2.310—68; ГОСТ 2.311—68; ГОСТ 2.312—72; 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; ГОСТ 2.410—68; ГОСТ 2.420—69.
11. Государственные стандарты системы проектной документации для строительства (СПДС): ГОСТ 21.001—77 (общие положения); ГОСТ 21.101—79 (основные требования к рабочим чертежам); ГОСТ 21.102—79 (общие данные по рабочим чертежам); ГОСТ 21.103—78 (основные надписи); ГОСТ 21.104—79 (спецификации); ГОСТ 21.105—79 (нанесение на чертежах размеров, надписей, технических требований и таблиц); условные изображения и обозначения: ГОСТ 21.106—78 (трубопроводов); ГОСТ 21.107—78 (элементов зданий); ГОСТ 21.108—78 (на генеральных планах); ГОСТ 21.501—80 (архитектурные решения, рабочие чертежи); ГОСТ 21.601—79 (водоснабжение и канализация); ГОСТ 21.602—79 (отопление и вентиляция).

12. Демьянов, В. П. Геометрия и марсельеза / В. П. Демьянов. — М. : Знание, 1986. — 224 с.
13. Иванов, Ю. Б. Атлас чертежей общих видов для детализирования. В 4 ч. Ч. 1. Технологические приспособления для обработки деталей машин и приборов / Ю. Б. Иванов. — М., 2007.
14. Иванов, Ю. Б. Атлас чертежей общих видов для детализирования. В 4 ч. Ч. 2. Технологические приспособления для отработки машин и приборов, приводы к ним и штампы / Ю. Б. Иванов. — М., 2007.
15. Иванов, Ю. Б. Атлас чертежей общих видов для детализирования. В 4 ч. Ч. 3. Контрольно-измерительные приспособления и приводы / Ю. Б. Иванов. — М., 2007.
16. Иванов, Ю. Б. Атлас чертежей общих видов для детализирования. В 4 ч. Ч. 4. Механизмы автомобилей и тракторов / Ю. Б. Иванов. — М., 2007. — М., 2007.
17. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение / В. С. Левицкий. — М. : Высш. шк., 1994. — 352 с.
18. Локтев, О. В. Краткий курс начертательной геометрии / О. В. Локтев. — М. : Высш. шк., 1998. — 192 с.
19. Монж, Г. Начертательная геометрия / Г. Монж. — М., 1947.
20. Нартова, Л. Г. Начертательная геометрия / Л. Г. Нартова, В. И. Якунин. — М., 2005.
21. Попова, Г. Н. Машиностроительное черчение / Г. Н. Попова, С. Ю. Алексеев. — Л., 1986.
22. Потемкин, А. Инженерная графика. Просто и доступно / А. Потемкин. — М., 2000.
23. Тевлин, А. М. Курс начертательной геометрии (на базе ЭВМ) : учеб. пособие / А. М. Тевлин, Г. С. Иванов, Л. Г. Нартова [и др.] — М. : Высш. шк., 1983. — 374 с.
24. Фролов, С. А. Начертательная геометрия / С. А. Фролов. — М. : ИНФРА-М, 2006.
25. Фролов, С. А. Машиностроительное черчение / С. А. Фролов, А. В. Воинов, Е. Д. Феоктистова. — М. : Машиностроение, 1981. — 304 с.
26. Фоли, Дж. Основы интерактивной машинной графики. В 2 кн. / Дж. Фоли, А. вэн Дэм. — М. : Мир, 1985.
27. Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осинев. — М. : Высш. шк., 2000. — 672 с.
28. Чемоданова, Т. В. Pro/ENGINEER: Деталь, сборка, чертеж / Т. В. Чемоданова. — СПб., 2003.

Новые издания по дисциплине «Черчение» и смежным дисциплинам

1. *Большаков, В. П.* Инженерная и компьютерная графика. Изделия с резьбовыми соединениями : учебное пособие для академического бакалавриата / В. П. Большаков, А. В. Чагина. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

2. *Вышнепольский, И. С.* Техническое черчение : учебник для вузов и ссузов / И. С. Вышнепольский. — 10-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017.

3. Инженерная и компьютерная графика : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Р. Р. Анамова [и др.] ; под общ. ред. Р. Р. Анамовой, С. А. Леонову, Н. В. Пшеничнову. — М. : Издательство Юрайт, 2017.

4. *Левицкий, В. С.* Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей : учебник для прикладного бакалавриата / В. С. Левицкий. — 9-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016.

5. *Селезнев, В. А.* Компьютерная графика : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

6. *Хейфец, А. Л.* Компьютерная графика для строителей : учебник для академического бакалавриата / А. Л. Хейфец, В. Н. Васильева, И. В. Буторина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017.

7. *Чекмарев, А. А.* Инженерная графика : учебник для прикладного бакалавриата / А. А. Чекмарев. — 12-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

8. *Чекмарев, А. А.* Начертательная геометрия : учебник для прикладного бакалавриата / А. А. Чекмарев. — М. : Издательство Юрайт, 2017.

9. *Чекмарев, А. А.* Начертательная геометрия и черчение : учебник для прикладного бакалавриата / А. А. Чекмарев. — 6-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

10. *Чекмарев, А. А.* Черчение. Справочник : учебное пособие для прикладного бакалавриата / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. — 9-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

Наши книги можно приобрести:

Учебным заведениям и библиотекам:
в отделе по работе с вузами
тел.: (495) 744-00-12, e-mail: vuz@urait.ru

Частным лицам:
список магазинов смотрите на сайте urait.ru
в разделе «Частным лицам»

Магазинам и корпоративным клиентам:
в отделе продаж
тел.: (495) 744-00-12, e-mail: sales@urait.ru

Отзывы об издании присылайте в редакцию
e-mail: gred@urait.ru

**Новые издания и дополнительные материалы доступны
на образовательной платформе «Юрайт» urait.ru,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

Учебное издание

Чекмарев Альберт Анатольевич

ЧЕРЧЕНИЕ

Учебник для СПО

Формат 70×100 ¹/₁₆.
Гарнитура «Charter». Печать цифровая.
Усл. печ. л. 21,34

ООО «Издательство Юрайт»
111123, г. Москва, ул. Плеханова, д. 4а.
Тел.: (495) 744-00-12. E-mail: izdat@urait.ru, www.urait.ru