

Ю. И. Короев

Строительное черчение и рисование

ДЛЯ СТУДЕНТОВ
СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
ВУЗОВ

Высшая школа

Строительное черчение и рисование

Допущено
Министерством высшего и среднего
специального образования СССР
в качестве учебника
для студентов инженерно-строительных
специальностей вузов



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1983

Рецензенты:

кафедра Всесоюзного заочного инженерно-строительного института; Кириллов А. Ф. — доцент Всесоюзного заочного института инженеров транспорта.

Короев Ю. И.

К68 Строительное черчение и рисование: Учебник для строительных специальностей вузов. — М.: Высш. школа, 1983. — 288 с., ил.

В пер.: 1р. 10 к.

Содержание настоящего учебника соответствует программе курса «Черчение и рисование» для строительных специальностей вузов.

В первых двух разделах излагаются основы технического черчения — сведения по оформлению чертежей, геометрическому и проекционному черчению. В третьем разделе излагаются основы машиностроительного черчения.

Основное внимание уделено четвертому разделу — строительному черчению. Помимо общих сведений и нормативов по составлению и оформлению строительных чертежей приводятся примеры на чтение чертежей по всем основным строительным специальностям.

В пятом разделе рассматриваются вопросы построения аксонометрических и перспективных изображений различных видов, применяемых в проектной документации, а также выполняемых автоматизированными средствами.

В шестом разделе учебника излагаются основные сведения и правила по выполнению технических рисунков и рисованию с натуры. Содержатся краткие указания по отмывке и графическому оформлению архитектурно-строительных проектов.

Предназначен для студентов строительных специальностей вузов.

К 2104000000—299 95—83
001(01)—83

ББК 30.11
607

Предисловие

Настоящий учебник составлен в соответствии с программой курса «Черчение и рисование» для строительных специальностей вузов и факультетов, утвержденной Учебно-методическим управлением по высшему образованию Минвуза СССР 3 апреля 1975 г.

Учебник содержит шесть разделов: I — Оформление чертежей и геометрические построения; II — Проекционные изображения на чертежах; III — Машиностроительные чертежи; IV — Строительные чертежи; V — Наглядные изображения архитектурно-строительных проектов; VI — Рисование и графическое оформление чертежей.

В *первом разделе* содержатся основные сведения по оформлению и выполнению чертежей, которые распространяются как на машиностроительные, так и на строительные чертежи. Излагаются также основные приемы геометрических построений на плоскости, которые способствуют правильному и точному построению плоских фигур, являющихся элементами различных проекционных изображений.

Во *втором разделе* учебника рассматривается выполнение различных проекционных изображений, построение ортогональных (прямоугольных) проекций объемного предмета, разрезов и сечений, а также аксонометрических проекций. Эти сведения необходимы при выполнении разнообразных технических чертежей.

Знание правил составления и чтения машиностроительных чертежей, которым посвящен *третий раздел*, необходимо при изучении курсов деталей машин, строительных машин и механизмов.

В *четвертом разделе* учебника излагаются основные сведения о строительных чертежах, приводятся примеры оформления и чтения строительных чертежей гражданских и промышленных зданий, гидротехнических сооружений, строительных конструкций и санитарно-технических устройств, инженерных сооружений и благоустройства территорий. Материал по чтению и оформлению рабочих строительных чертежей предназначен для студентов различных строительных специальностей и составлен главным образом на основе типовых проектов зданий и сооружений.

Пятый раздел знакомит с различными видами наглядных графических изображений — аксонометрическими и перспективными, знакомит с приемами увеличения наглядности ортогонально-проекционных чертежей, применяемыми в архитектурно-строительном проектировании, а также с автоматизированными графическими средствами и макетно-модельным методом проектирования.

В работе инженера-строителя важное значение имеет умение графически грамотно выразить и пояснить в виде наглядного изображения свои творческие замыслы, умение рисовать конструктивные узлы, строительные изделия и детали. *Шестой раздел* учебника посвящен методике и приемам технического рисунка, рисованию с натуры, а также отмывке и художественно-графическому оформлению архитектурно-строительных чертежей.

Настоящий учебник составлен с учетом требований ГОСТов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), ГОСТов Системы проектной документации для строительства (СПДС) и стандартов Совета Экономической Взаимопомощи (СТ СЭВ), работа над которыми продолжается.

При подготовке настоящего учебника к изданию были учтены критические замечания и пожелания проф. Н. А. Соболева, проф. И. Г. Виницкого, кафедры черчения Ленинградского инженерно-строительного института, полученные на учебник «Инженерно-строительное черчение»*, часть материала которого была использована при составлении настоящего учебника.

Автор

* Инженерно-строительное черчение / Под ред. Ю. И. Короева, 2-е изд. М., Высшая школа, 1976.

Введение

Задачи коммунистического строительства в нашей стране, подъем материального и культурного уровня жизни народа требуют дальнейшего увеличения масштабов и темпов строительства жилых, общественных и промышленных зданий. В связи с этим уделяется большое внимание подготовке высококвалифицированных инженеров-строителей.

Графическая грамотность инженера-строителя, умение правильно выполнить и «прочитать» чертеж или схему вырабатывается в результате изучения курса строительного черчения и рисования.

Строительное черчение и рисование как предмет изучения ставит следующие задачи:

- ознакомить с правилами выполнения и оформления чертежей и составления текстовой проектной документации;

- научить выполнять различные геометрические построения и проекционные изображения как с помощью чертежных инструментов, так и от руки — в виде эскизов, технических рисунков и других наглядных изображений;

- изучить условности и условные графические изображения и обозначения, применяемые на чертежах и схемах;

- приобрести необходимые навыки в чтении чертежей по различным строительным специальностям;

- развить пространственное представление, необходимое для производственной и проектно-конструкторской деятельности.

Значение чертежей в различных областях производства и строительства очень велико. По чертежам изготавливают детали различных механизмов и осуществляют их сборку; пользуясь чертежами, изготавливают промышленные изделия на домостроительных комбинатах, а затем на строительных площадках производят монтаж зданий и возводят различные инженерные сооружения.

Чертежи зданий и сооружений — это комплекс прямоугольных проекций на ряд плоскостей. Они должны отражать как внешний вид, так и внутреннее устройство здания и его частей, содержать необходимые сведения о способах изготовления деталей и возведения зданий, а также различные технологические сведения. В некоторых случаях дополнительно к ортогональным проекциям даются наглядные изображения сооружения и его частей в виде аксонометрии или перспективы.

История развития черчения как способа изображения уходит в далекое прошлое. Изобразительные навыки людей возникли задолго до появления письменности. Однако чертежи как средство выражения технической мысли появились значительно позднее, что связано с разделением труда и развитием производительных сил общества. Изменялись требования к чертежу как проектному документу, менялись его содержание и графическое оформление.

Особое развитие получает черчение, в частности строительное черчение, в XVIII в. Чертежи этого времени обладают всеми качествами проектных документов. Архитектурно-строительные чертежи, выполненные талантливыми русскими зодчими В. И. Баженовым, М. Ф. Казаковым, А. Н. Воронихиным и др., отличались высоким графическим совершенством и вместе с тем содержали планы, фасады и разрезы зданий, построенные в точном соответствии с законами прямоугольного проецирования. Чертежи известных русских изобретателей И. П. Кулибина, И. И. Ползунова, выполненные в прямоугольных проекциях на две плоскости и в определенном масштабе, содержали также условные графические обозначения строительных материалов.

В конце XVIII в. французский ученый и инженер Гаспар Монж обобщил и научно обосновал накопившийся опыт создания проекционных изображений. В XIX в. большой вклад в разработку методов проекционных изображений внесли также русские ученые Я. А. Севастьянов, Н. И. Макаров, В. И. Курдюмов.

В наше время научные основы проекционных методов изображений были созданы советскими учеными Н. А. Рыниным, А. И. Добряковым, Н. А. Поповым, С. М. Колотовым, Н. Ф. Четверухиным, И. И. Котовым и др., что оказало существенное влияние на постановку преподавания курса черчения и рисования и совершенствование графической подготовки инженера-строителя.

Большое значение имеет также проводимая в последние годы работа по нормализации требований к составу и оформлению строительных чертежей и созданию унифицированной системы правил выполнения проектной документации для строительства — единой системы государственных стандартов.

Раздел первый

Оформление чертежей и геометрические построения

В современных условиях разработки и применения в строительном производстве проектной документации — чертежей, схем и текстовых документов — одним из основных требований является однообразное и правильное оформление чертежей и текстовых документов, что облегчает их выполнение и чтение. При выработке правил оформления чертежей учитываются современные способы изготовления и размножения чертежей и текстовых документов и отчасти — автоматизированные способы. Очень важным требованием является также максимальное сокращение объема проектной документации и ее упрощение, в частности — замена изображений целого ряда элементов и надписей условными изображениями и обозначениями.

В настоящем разделе, а также в третьем и четвертом разделах учебника излагаются основные положения стандартов по оформлению чертежей и текстовых документов, однако при изучении данного курса необходимо ознакомиться и с самими ГОСТами. В этом разделе учебника излагаются также приемы выполнения геометрических построений, которые в качестве элементов входят практически во все виды изображений на технических чертежах.

Глава I. Оформление чертежей

§ 1. Государственные стандарты на составление и оформление чертежей

При выполнении и оформлении технических чертежей и других конструкторских документов следует руководствоваться правилами, установленными Государственными стандартами СССР (ГОСТами).

Первый сборник стандартов «Чертежи в машиностроении» был издан в 1929 г. (ОСТ 350—358). Стандарты систематически пересматривались, совершенствовались и дополнялись. В 1965—1968 гг. действующие стандарты были пересмотрены и утверждены с целью создания в СССР единых правил выполнения конструкторской документации всех отраслей промышленности и строительства. Комплекс стандартов получил название — Единая система конструкторской документации (ЕСКД). При разработке стандартов были учтены рекомендации международной организации по стандартизации (ИСО), Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ) и др.

ЕСКД — это комплекс стандартов, устанавливающих для всех отраслей промышленности и строительства единые правила и положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации. Работа над новыми стандартами ЕСКД продолжается.

Стандартам ЕСКД присвоен цифровой код 2, а весь комплекс стандартов ЕСКД разбит на десять классификационных групп, которые нумеруются от 0 до 9. Например, ГОСТ 2.305—68 состоит из цифры 2 — Единая система конструкторской документации; цифры после точки, которая обозначает классификационную группу ЕСКД, 3 — Общие правила выполнения чертежей; двузначного числа — номер данного стандарта в группе 05 — Изображения — виды, разрезы, сечения и двузначного числа после тире 68, которое указывает год регистрации стандарта — 1968 г.

Перечень основных стандартов ЕСКД, требования которых подлежат учету при выполнении строительных чертежей, приведен в приложении.

При оформлении и выполнении проектной документации для строительства кроме стандартов ЕСКД следует руководствоваться также стандартами «Системы проектной документации для строительства» (СПДС). Подробнее об этих стандартах будет сказано в четвертом разделе учебника — «Строительные чертежи».

В 1974 г. сессия Совета Экономической Взаимопомощи утвердила «Положение о стандартах СЭВ» и конвенцию об их применении всеми странами — членами СЭВ.

В последние годы вводятся в действие в качестве Государственных стандартов СССР стандарты Совета Экономической Взаимопомощи (СТ СЭВ). Сведения по материалам этих стандартов согласовываются со стандартами ЕСКД. В этих случаях в ГОСТах даются сведения о соответствии их пунктов соответствующим пунктам стандартов СЭВ.

В учебнике делаются ссылки на те стандарты СЭВ, которые отменяют соответствующие Государственные стандарты и вводятся в качестве стандартов СССР, например стандарты СЭВ на метрические резьбы, а также ссылки на стандарты СЭВ, которые согласовываются с ГОСТами с внесением в них коррективов и выпуска-

ются с двойным обозначением, например «ГОСТ 2.303—68 (СТ СЭВ 1178—78). Линии чертежа».

Все упоминаемые в учебнике стандарты (ГОСТы и СТ СЭВ) приведены по состоянию на 01.01.83 г.

§ 2. Конструкторская документация

Изготовление любых предметов (изделий), строительство зданий и инженерных сооружений осуществляются на основании конструкторских документов — графических и текстовых. К *графическим* документам относятся чертежи и схемы изделий, зданий и сооружений, а к *текстовым* — технические условия, спецификации, ведомости, пояснительные записки.

Чертеж — документ, содержащий изображения машин, сооружений, технических приспособлений и их деталей, а также другие данные, необходимые для возведения зданий, изготовления и контроля изделий.

В зависимости от способа выполнения и характера использования чертежи подразделяются на следующие виды (ГОСТ 2.102—68):

оригиналы — чертежи, выполненные на чертежной бумаге или другом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников;

подлинники — чертежи, оформленные подписями и выполненные на специальном материале, позволяющем воспроизводить с них копии;

копии — чертежи, выполненные способом, который обеспечивает их идентичность с подлинником, и предназначенные для использования их в производстве и строительстве.

Документы, предназначенные для разного использования в производстве, допускается выполнять в виде эскизных чертежей и документов.

Чертежи размножают различными способами. С кальки, выполненной тушью, светокопированием снимают копии на светочувствительную аммиачную бумагу. Для ускорения работы чертежи можно выполнять карандашом не на чертежной бумаге, а на прозрачном пергаменте (калька Д). С таких чертежей копии снимают также на аммиачную светочувствительную бумагу контактным способом. Чертеж, выполненный карандашом, фотографируют и получают затем копии на фотобумаге.

В последнее время большое распространение получил электрографический способ размножения чертежей. Это аппараты ЭРА, дающие несколько копий с одной экспозиции, и электрографическая машина РЭМ-600, производительность которой очень большая. На этой машине можно также получить копии на прозрачную бумагу — диазоскальку, с которой потом снимают светокопии на аммиачную бумагу.

Широкое распространение получило размножение технической документации офсетным способом на малогабаритных машинах — *ротапринтах*, производительность которых достигает 6000 экземпляров в час.

Одним из средств рационализации чертежно-графических работ является применение самоприклеивающихся аппликаций из заранее заготовленных надписей и изображений часто повторяющихся типовых элементов строительных чертежей. С этой целью используются сухие переводные изображения одноразового применения (*супицы*) и многократного использования (*деколи*). Эти изображения наносятся на заготовленную традиционными способами графическую основу чертежа.

Применение автоматизации и средств вычислительной техники позволяет с помощью специальных приставок (графопостроителей) к электронно-вычислительным машинам (ЭВМ) изготавливать чертежи с большой точностью на основе числовой информации, введенной в машину.

Принципиальные и существенные преимущества автоматизированного способа представления различной проектно-конструкторской документации от механических способов размножения чертежей заключаются в том, что на основе сформированной в ЭВМ модели объекта проектирования можно не только выполнять чертежи и различные изображения (аксонометрические и перспективные), но по специальным программам получать в короткие сроки наилучшие (оптимальные) проектные решения.

Автоматизированная «машинная» графика является частью разрабатываемой в настоящее время Системы автоматизированного проектирования (САПР) объектов строительства (см. § 84).

В 1979 г. утверждена группа Государственных стандартов, относящихся к автоматизированному проектированию, в частности: ГОСТ 23501—79 «Система автоматизированного проектирования. Стадии создания». ГОСТ 23502—79 «Система автоматизированного проектирования. Основные положения» и др. Автоматизированное проектирование получает развитие в ряде стран. Однако система стандартов, относящихся к этой важной и перспективной области, разработана в нашей стране впервые в мире.

В настоящее время разрабатывается также комплекс стандартов по правилам выполнения проектно-конструкторской документации на автоматизированных графических устройствах ввода и вывода.

§ 3. Форматы листов чертежей, основная надпись

Чертежи выполняют на листах чертежной бумаги с определенным соотношением размеров сторон листа, т. е. на листах определенных форматов.

ГОСТ 2.301—68 устанавливает пять основных форматов чертежей:

Обозначение формата	A4(11)
Размеры сторон формата, мм	297×210

Формат 44 (1189×841), площадь которого равна 1 м², и другие форматы, полученные путем последовательного деления на две равные части линией, параллельной меньшей стороне соответствующего формата, принимают за основные. Размеры формата 11 (297×210) приняты за единицу измерения остальных форматов.

Форматы обозначают двумя цифрами, первая из которых указывает кратность одной стороны формата размеру 297 мм, а вторая — кратность другой стороны формата размеру 210 мм. Произведение двух цифр в обозначении формата определяет количество форматов 11, которое содержится в данном формате. Например, формат 44 с размерами сторон листа 1189×841 мм содержит 4×4, т. е. 16 форматов 11.

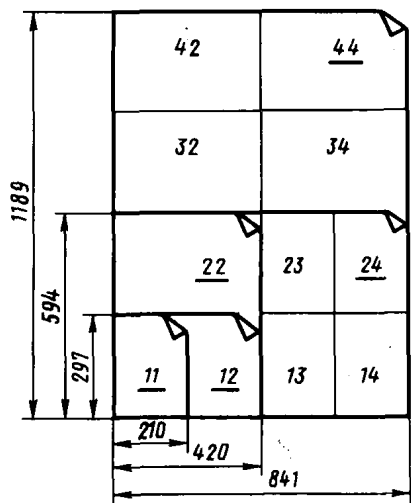


Рис. 1. Схема построения форматов (чертой обозначены основные форматы)

На схеме построения форматов (рис. 1) основные форматы подчеркнуты. Дополнительные форматы, которые образуются увеличением сторон основных форматов на размер, кратный размерам формата 11, допускается применять только в тех случаях, когда нельзя использовать основные форматы. Дополнительные форматы образуются из нескольких форматов 11; например, формат 13 состоит из трех форматов 11, формат 23 — из шести форматов 11.

При выполнении чертежа длинную сторону листа обычно располагают горизонтально. Если размеры предмета по высоте

значительно больше остальных, то длинная сторона листа может быть размещена вер-

A3(12)	A2(22)	A1(24)	A0(44)
297×420	594×420	594×841	1189×841

тикально. Формат 11 располагают только по вертикали.

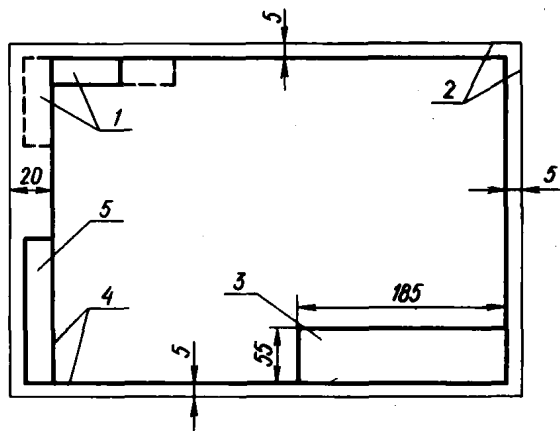


Рис. 2. Оформление чертежа рамкой, основной надписью и дополнительными графами:

1 — обозначение документов, 2 — границы формата, 3 — основная надпись, 4 — рамка чертежа, 5 — инвентарные номера и подписи

В строительных чертежах к обозначению форматов допускается добавлять буквенные индексы, если лист расположен вертикально — индекс В, при горизонтальном положении — индекс Г, например 22В, 22Г.

Размеры листов выпускаемой чертежной бумаги несколько больше размеров установленных форматов. Поэтому перед выполнением чертежа на лист бумаги наносят границы формата. Полоски бумаги за пределами границ формата используют для крепления кнопками листа бумаги к доске. После окончания работы над чертежом полоски обрезают.

Чертежи оформляют рамкой (рис. 2), которую наносят внутри границ формата: сверху, справа и снизу — на расстоянии 5 мм, слева — на расстоянии 20 мм (для брошюровки чертежа). Внутри рамки в правом нижнем углу помещается основная надпись. На листах формата 11 основную надпись помещают вдоль короткой стороны листа. Рамку и графы основной надписи выполняют сплошной основной линией.

Форма, содержание и размер граф основной надписи (рис. 3) должны соответствовать ГОСТ 2.103—68. Для текстовых документов форма основной надписи несколько иная. Она приведена в разделе «Машиностроительные чертежи» (см. § 38).

§ 4. Линии чертежа

Чтобы чертеж был выразительным и легко читался, он должен быть оформлен

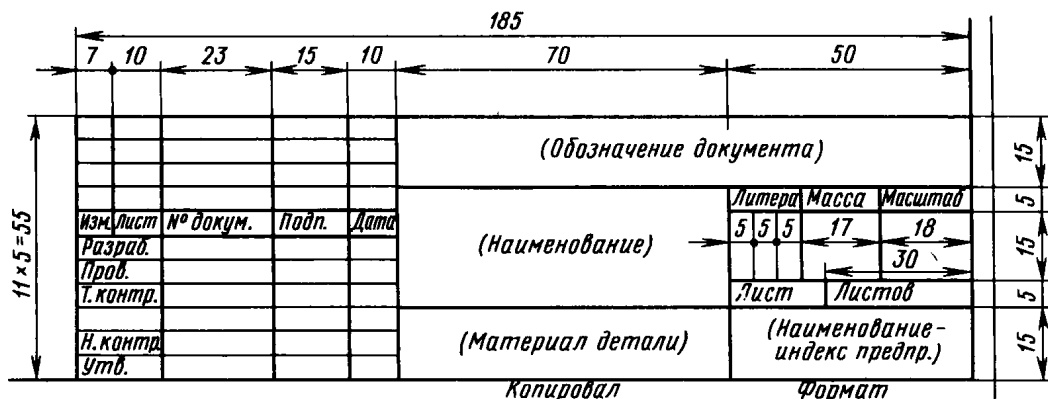


Рис. 3. Основная надпись для технических чертежей

линиями различной толщины и начертания. Линии чертежа, их начертание, толщина и назначение установлены ГОСТ 2.303—68 и СТ СЭВ 1178—78 (табл. 1).

Как видно из табл. 1, основная линия чертежа — это линия видимого контура. Толщину сплошной основной линии s выбирают в пределах 0,6...1,5 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата и назначения чертежа. Выбранные толщины линий должны быть одинаковыми для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в

одном и том же масштабе. При этом необходимо выдерживать указанные в табл. 1 соотношения толщин линий по отношению к толщине сплошной основной линии. Эти соотношения берутся на глаз.

При выполнении штриховых линий длина штрихов должна быть одинаковой и увеличиваться вместе с увеличением толщины линий и уменьшаться соответственно с уменьшением их толщины. При этом расстояние между штрихами делают в два—четыре раза меньше длины штриха. Длина штрихов и расстояние между ними в штри-

Таблица 1

Линии чертежа. ГОСТ 2.303—68 (СТ СЭВ 1178—78)

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Назначение
1. Сплошная толстая основная		s	Линия видимого контура; линии перехода видимые; линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2. Сплошная тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии контура наложенного сечения; линии размерные и выносные; линии штриховки; линии-выноски; полки линий-выносок; линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях; линии перехода воображаемые; оси проекций, следы плоскостей, линии построения
3. Сплошная волнистая			Короткие линии обрыва: линии разграничения вида и разреза
4. Штриховая			Линии невидимого контура; линии перехода невидимые
5. Штрихпунктирная тонкая			Линии осевые и центровые; линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6. Штрихпунктирная утолщенная		От $s/2$ до $2/3s$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию; линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью (наложенная проекция)
7. Разомкнутая		От s до $1\frac{1}{2}s$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами		От $s/3$ до $s/2$	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии сгиба на развертках; линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях; линии для изображения развертки, совмещенной с видом

ховых и в штрихпунктирных линиях указаны в табл. 1.

Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами, а не точками. Центр окружности следует отмечать пересечением штрихов. В окружностях диаметром менее 12 мм штрихпунктирные

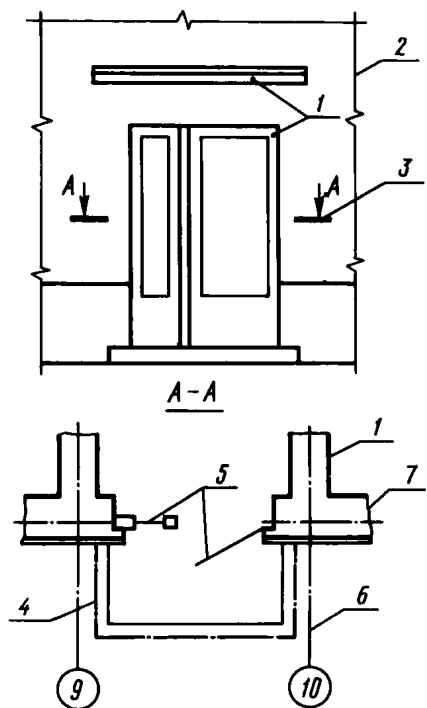


Рис. 4. Примеры применения линий на чертежах: 1 — сплошная основная, 2 — сплошная тонкая с изломами, 3 — разомкнутая, 4 — штрихпунктирная утолщенная, 5 — сплошная тонкая, 6 — штрихпунктирная тонкая, 7 — короткие линии обрыва

линии, применяемые в качестве центровых, заменяют сплошными тонкими линиями. Линии сплошные волнистые, а также линии излома у сплошных линий с изломами проводят от руки. Размерные числа и надписи не должны пересекаться линиями чертежа. Рамку чертежей, таблицы, основные надписи и спецификации выполняют сплошными линиями толщиной s . На рис. 4 приведены примеры применения линий на чертежах.

В строительных чертежах на разрезах видимые линии контуров, не попадающие в плоскость сечения, допускается выполнять сплошной тонкой линией (рис. 5).

Порядок выполнения и обводки чертежа. Приступая к выполнению чертежа, следует предварительно установить: размеры листа бумаги (формат чертежа); масштаб; расположение изображений на листе; размещение надписей.

В проектной практике большинство чертежей оформляют в карандаше. В этом случае рекомендуется сначала чертеж выполнить тонкими линиями карандашом твердости Т или 2Т, а затем обвести его более мягким карандашом (ТМ, М), выдерживая установленные толщины и начертания линий (см. табл. 1). При выполнении чертежа карандашом на специальной кальке, с которой делается светокopia, следует применять карандаш «Люмограф». Если чертеж оформляется тушью, то обводить его рекомендуется в следующем порядке:

вписывают все размерные числа и знаки;

обводят все тонкие сплошные и штрихпунктирные линии толщиной $s/2$ или $s/3$ (кроме штриховки сечений) сначала — все кривые линии, затем горизонтальные, вертикальные и наклонные прямые линии;

обводят все основные сплошные линии толщиной s в последовательности, указанной выше;

обводят все штриховые и штрихпунктирные утолщенные линии толщиной от $s/2$ до $s/3$ в порядке, указанном выше;

обводят все сплошные волнистые линии и линии излома у сплошных тонких с изломами толщиной от $s/2$ до $s/3$;

заштриховывают сечения;

наносит стрелки или засечки;

обводят заголовки и поясняющие надписи.

После этого чертеж окончательно проверяют и чистят резинкой.

§ 5. Чертежные шрифты и надписи на чертежах и схемах

На чертежах кроме размерных чисел наносят различные надписи как в графах основной надписи (в штампе), так и на поле чертежа, надписи с обозначением изображений, а также технические характеристики, относящиеся к отдельным элементам изображаемого изделия или зда-

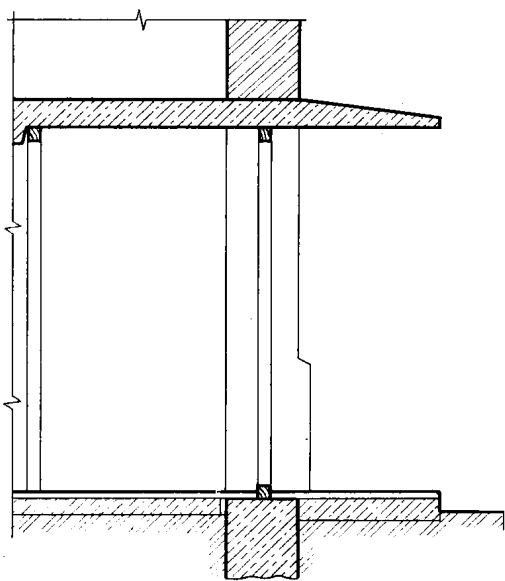


Рис. 5. Сплошные тонкие линии видимого контура в разрезах на строительных чертежах

ния. Надписи должны быть ясными и четкими.

Чертежные шрифты. ГОСТ 2.304—81 устанавливает шрифты для надписей, наносимых от руки, на чертежах и технических документах всех отраслей промышленности и строительства. Наклон букв и цифр этого шрифта к основанию строки равен примерно 75° . Для лучшего восприятия конструкции шрифта его построение показано на сетке (рис. 6). Помимо ос-

нового шрифта с наклоном используют также широкий шрифт с наклоном, у которого ширина букв и цифр увеличивается на $\frac{1}{7}$ высоты.

Надписи, заголовки допускается писать буквами без наклона (рис. 7). Они могут состоять только из прописных (заглавных) букв или из прописных и строчных букв (рис. 8). Размер шрифта определяется высотой h прописных букв (в мм). Установлены следующие размеры шрифта: 2,5;



Рис. 6. Основной шрифт с наклоном:
а — прописные буквы, б — строчные буквы, в — арабские цифры

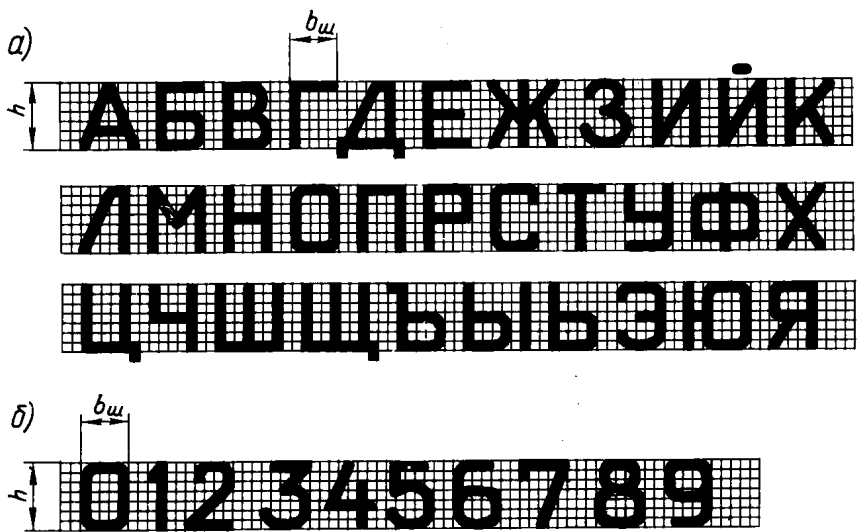


Рис. 7. Прямой широкий шрифт для заголовков и наименований:
а — прописные буквы, б — арабские цифры

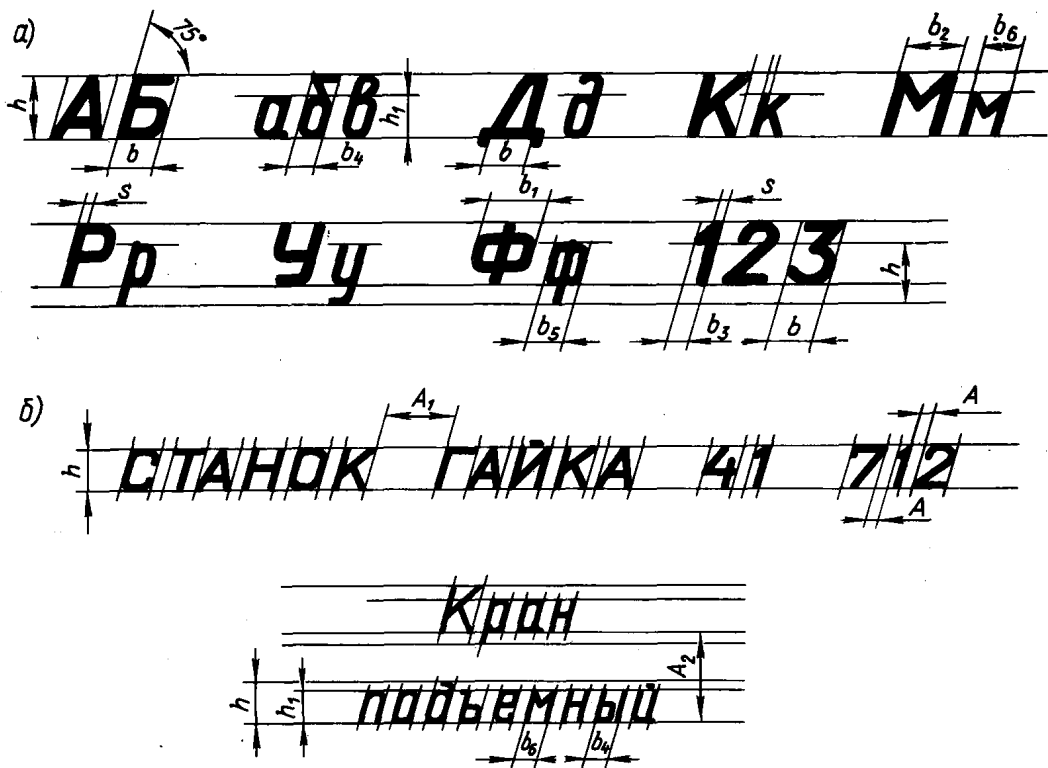


Рис. 8. Основные соотношения в конструкции букв (а) и выполнение надписей прописными буквами или в сочетании прописных букв со строчными (б)

3,5; 5; 7; 10; 14. Размеры шрифта и другие данные по его написанию приведены в табл. 2.

При написании цифр и букв необходимо, чтобы для всего текста толщина линий обводки была одинакова; прописная буква в слове со строчными буквами имела ту же толщину линий, что и у строчных букв. Если промежутки между смежными буквами, например, Г и А, Г и а, Р и Д, Т и Л и т. п., получаются увеличенными, то следует их уменьшить, как показано на рис. 8, б.

Цифру 1 размещают на нормальном расстоянии от смежных цифр и букв. Надписи шрифтом 2,5 выполняют только прописными буквами.

Выполнение надписей. Прежде чем приступить к выполнению надписи, надо хорошо изучить конструкцию букв и цифр того шрифта, которым будет исполнена надпись. Чертежные шрифты характеризуются простотой конструкции букв, цифр и знаков. Все элементы букв и цифр представляют собой отрезки прямых и полуovalы.

При выполнении надписи надо определить место для нее и задаться размером шрифта. После этого, если надпись крупная, т. е. высота букв больше 7 мм, следует:

на отведенном для надписи месте провести две параллельные линии на расстоянии, соответствующем высоте букв;

от начала надписи разметить по масштабной линейке ширину всех букв, расстояния между ними и разрывы между словами;

через полученные точки разбивки провести параллельные прямые под углом, соответствующим углу наклона шрифта;

в полученные четырехугольники вписать соответствующие буквы, как это показано на рис. 8, а, б.

При изучении шрифта указанный порядок выполнения надписей следует рекомендовать как для крупных, так и для мелких надписей. В дальнейшем, когда шрифт будет хорошо изучен, при исполнении мелких надписей можно не строить четырехугольники для каждой буквы и цифры, а провести ряд произвольных штрихов под углом, принятым для данного шрифта. Эти штрихи помогут выдержать одинаковый наклон букв и цифр в надписи. Овладев в совершенстве шрифтом, можно вспомогательные штрихи не проводить, однако две параллельные линии, устанавливающие высоту надписи, надо проводить обязательно. Хорошо изучив конструкции букв и цифр, можно при выполнении надписей ширину букв и цифр и промежутки между ними брать на глаз, выдерживая соотношения, принятые для шрифта, который используют в надписи. Для некоторых шрифтов существуют тра-

Таблица 2
Размеры букв и цифр в чертежных шрифтах.
ГОСТ 2.304—68

Определяемая величина	Основной шрифт	Широкий шрифт
1. Прописные буквы и цифры: высота ширина, кроме букв А, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю и цифры 1 ширина букв Ж, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю ширина букв А, М ширина цифры 1	h $b = 4/7h$ $b_1 = 6/7h$ $b_2 = 5/7h$ $b_3 = 2/7h$	h $b_{ш} = 5/7h$ $b_{1ш} = h$ $b_{2ш} = 6/7h$ $b_{3ш} = 2/7h$
2. Строчные буквы: высота, кроме букв б, в, д, р, у, ф высота букв б, в, д, р, у, ф ширина, кроме букв ж, м, т, ф, ш, щ, ы, ю ширина букв ж, т, ф, ш, щ, ы, ю ширина буквы м	$h_1 = 5/7h$ h $b_4 = 3/7h$ $b_5 = 5/7h$ $b_6 = 4/7h$ $s = (1/7 - 1/10)h$	h $b_{4ш} = 4/7h$ $b_{5ш} = 6/7h$ $b_{6ш} = 5/7h$
3. Толщина линии букв		
4. Высота индексов, показателей степени, предельных отклонений		но не менее 2,5 мм
5. Расстояние между буквами, цифрами и знаками	$A = 2,7h$	
6. Расстояние между словами и числами	A_1 не менее ширины букв текста	
7. Расстояние между основаниями строк	A_2 — не менее 1,5h	

фареты, применение которых облегчает выполнение надписей карандашом. Если надпись выполняют тушью, то предварительно следует наметить ее в карандаше, а затем обвести тушью.

§ 6. Масштабы чертежей

Масштабом называется отношение линейных размеров изображенного на чертеже предмета к его размерам в натуре. Масштаб может быть выражен дробью (числовой масштаб) или изображен графически (линейный масштаб).

Числовой масштаб обозначают дробью, которая показывает кратность увеличения или уменьшения размеров изображения на чертеже. Согласно ГОСТ 2.302—68, при выполнении чертежей в зависимости от их назначения, сложности форм предметов и сооружений, их размеров применяют следующие числовые масштабы:

Уменьшения 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10;
1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50;
1:75; 1:100; 1:200; 1:400;
1:500; 1:800; 1:1000;
Увеличения 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1;
20:1; 40:1; 50:1; 100:1;
Натуральная величина 1:1

При проектировании генеральных планов крупных объектов применяют масштабы 1:2000; 1:5000; 1:10 000; 1:20 000; 1:25 000; 1:50 000.

Если чертеж выполнен в одном масштабе, то его значения указывают в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа (угловом штампе) по типу 1:1; 1:2; 1:100 и т. д. Если же какое-либо изображение на чертеже выполнено в масштабе, отличающемся от указанного в основной надписи, то под соответствующим наименованием изображения указывают масштаб по типу М 1:1; М 1:2 и т. д.

Пользуясь числовым масштабом при выполнении чертежей, приходится производить вычисления для определения размеров отрезков линий, наносимых на чертеже. Например, при длине изображаемого предмета 4000 мм и числовом масштабе 1:50 для определения длины отрезка на чертеже нужно 4000 мм разделить на 50 (степень уменьшения) и полученную величину (80 мм) отложить на чертеже. Необходимо помнить, что на чертеже следует указывать числами действительные размеры изображаемого предмета, а не размеры, получающиеся на чертеже.

Для сокращения вычислений пользуются масштабной линейкой или строят соответствующий числовому *линейный масштаб*, как это показано на рис. 9, а для числового масштаба 1:50. Проводят прямую линию и на ней откладывают несколько раз основание масштаба — величину, которая получается в результате деления принятой единицы измерения (1000 мм) на размер уменьшения 1000:50=20 мм.

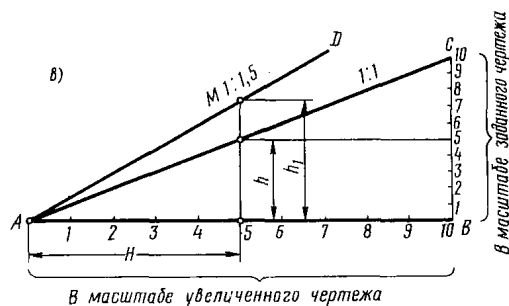
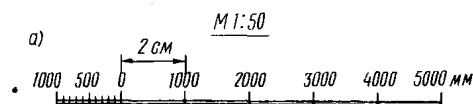


Рис. 9. Графические масштабы:

а — линейный; б — поперечный; в — угловой (пропорциональный)

Первый отрезок с левой стороны делят на несколько равных частей так, чтобы каждое деление соответствовало целому числу. Если этот отрезок разделить на 10 частей, то каждое деление будет соответствовать 100 мм; если на 5 частей, то — 200 мм. При точках деления линии на отрезки, равные основанию масштаба, надписывают числовые значения, которые соответствуют натуральным размерам, при этом у первого деления справа всегда ставят нуль. Значение мелких делений от нуля влево также надписывают, как это изображено на рис. 9, а.

Для того чтобы взять, пользуясь построенным линейным масштабом, например, размер 4650 мм, нужно одну ножку циркуля-измерителя поставить на 4000, а другую — на шестое с половиной дробное деление слева от нуля. Если такая точность окажется недостаточной, применяют *поперечный масштаб*, который дает возможность выразить или определить размер с погрешностью до сотых долей основной единицы измерения. Так, на рис. 9, б показано определение размера, равного 4,65 м. Десятые доли берутся на горизонтальном отрезке масштаба, а сотые — на вертикальном.

В тех случаях, когда необходимо построить увеличенное или уменьшенное изображение, выполняемое по заданному чертежу, масштаб которого может быть произвольным, применяют *угловой (пропорциональный) масштаб* (рис. 9, в). Он строится в виде прямоугольного треугольника, отношение катетов которого равно кратности изменения масштаба изображения ($h:H$). С помощью углового масштаба можно изменять масштаб изображения, пользуясь отвлеченными величинами, не вычисляя размеров изображаемого объекта.

Например, требуется изобразить заданный чертеж в увеличенном масштабе. Для этого строим прямоугольный треугольник ABC , у которого вертикальный катет BC равен отрезку какой-либо прямой, взятой на заданном чертеже, а горизонтальный катет AB равен длине соответствующего отрезка в масштабе увеличенного чертежа. Таким образом, чтобы увеличить какой-либо отрезок прямой заданного чертежа (например, h), надо отложить его параллельно катету BC углового масштаба (по вертикали) между катетом AB и гипотенузой AC . Тогда увеличенный размер отрезка будет равен размеру H , взятому (по горизонтали) на стороне AB углового масштаба.

Можно применить и другой способ. Как и в первом случае, откладывают по вертикали какой-либо отрезок заданного чертежа h . Затем в этом же месте откладывают длину отрезка h_1 с соответствующим увеличением и через полученную точку проводят наклонную прямую AD . Иско-

мые отрезки получают аналогичным образом. Удобно пользоваться измерителем, вычерчивая угловой масштаб на миллиметровой бумаге.

Угловой масштаб может быть использован также и для перевода величин из одного числового масштаба в другой, например из $M\ 1:1$ в $M\ 1:1,5$, как показано на рисунке.

Следует помнить, что на увеличенном чертеже, как и на заданном, необходимо указывать числами действительные размеры, которые имеет изображаемый предмет в натуре, а не на чертеже.

Масштабы, принятые при выполнении чертежей промышленных, жилых и общественных зданий, машиностроительных чертежей, чертежей санитарно-технического оборудования и различных конструкций, указаны в соответствующих разделах учебника.

§ 7. Нанесение размеров на чертежах

О величине изображенного на чертеже предмета или его частей независимо от масштаба изображения судят по размерным числам. Правила нанесения размеров на чертежах установлены ГОСТ 2.307—68.

Для нанесения на чертеже размеров проводят *выносные* и *размерные* линии и указывают размерные числа. Размерные линии с обоих концов ограничивают стрелками. Размер стрелок зависит от толщины линий видимого контура и должен быть одинаковым для всех размеров данного чертежа (рис. 10, а). При нанесении размера прямолинейного отрезка (рис. 10, б) размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.

На строительных чертежах вместо стрелок применяют засечки в виде короткой (2...4 мм) сплошной основной линии, про-

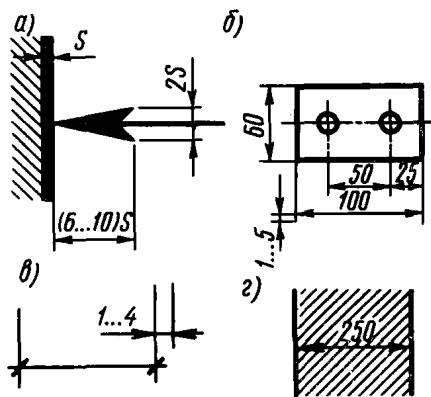


Рис. 10. Нанесение размеров на чертежах: а — размерная стрелка, б — размеры прямолинейных отрезков, в — засечки, г — размер на заштрихованной площади чертежа

водимой с наклоном вправо под углом 45° к размерной линии. Засечки наносят на пересечении размерных и выносных линий, при этом размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1...4 мм (рис. 10, в).

Размерные числа проставляют над размерной линией параллельно ей и по возможности ближе к ее середине. Высоту цифр берут в зависимости от масштаба чертежа и его назначения, но она должна быть не менее 2,5 мм, а на чертежах, выполненных в карандаше, — не менее 3,5 мм. Каждый размер должен указываться на чертеже только один раз.

Размеры на чертежах проставляют в миллиметрах без обозначения единицы измерения. Если размеры даются в других единицах измерения (сантиметрах, метрах), то соответствующие размерные числа записывают с обозначением единицы измерения (см, м) или указывают их в технических требованиях.

Линии контура, осевые и центровые линии нельзя использовать в качестве размерных линий. Меньшие размеры должны располагаться ближе к контуру изображения, а большие размеры — дальше от него. В этом случае выносные линии не будут пересекать размерные линии.

Размерные числа не допускается пересекать линиями. Если размерное число ставится на площади, подлежащей штриховке, то штриховку у размерного числа прерывают (рис. 10, г).

В тех случаях, когда недостаточно места для размерного числа, число следует наносить, как показано на рис. 11. При обозначении размера диаметра на любом виде перед размерным числом ставится знак $\varnothing$ с углом наклона штриха 75° , а при нанесении размера радиуса — буква R . Стрелки у размерной линии радиуса ставят только на конце этой линии, соприкасающейся с дугой окружности.

В некоторых случаях при недостатке места для нанесения стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками или точками (рис. 12).

При большом радиусе центр допускается приближать к дуге, а размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° , как показано на рис. 13.

В тех случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, допускается к обозначению диаметра сферы $\varnothing$ добавлять слово сфера, например Сфера $\varnothing 18$ (рис. 14).

При наличии закруглений контурных линий предмета (рис. 15) выносные линии проводят от точек пересечения сторон скругляемого угла или от центра дуги скругления.

Если выносные линии нельзя нанести перпендикулярно измеряемому отрезку, то выносные и размерные линии проводят

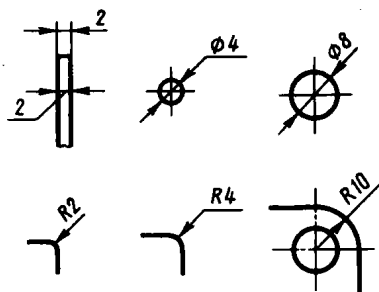


Рис. 11. Нанесение размеров при недостатке места для размерных чисел

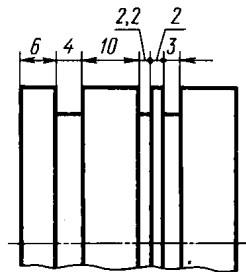


Рис. 12. Нанесение точек вместо стрелок

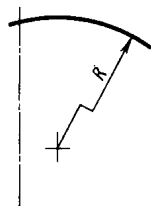


Рис. 13. Приближение центра к дуге при большом радиусе

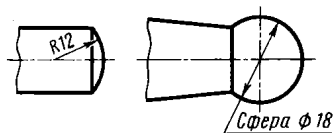


Рис. 14. Нанесение радиуса или диаметра сферы

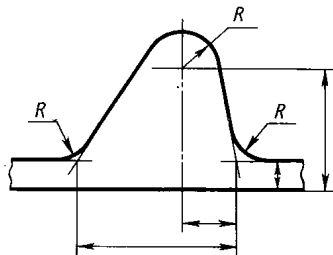


Рис. 15. Нанесение выносных линий при наличии закруглений

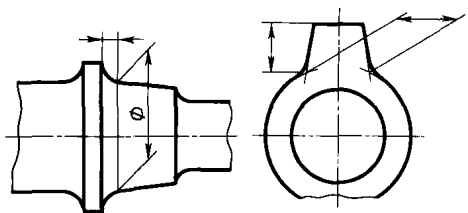


Рис. 16. Нанесение выносных линий, не перпендикулярных размерным

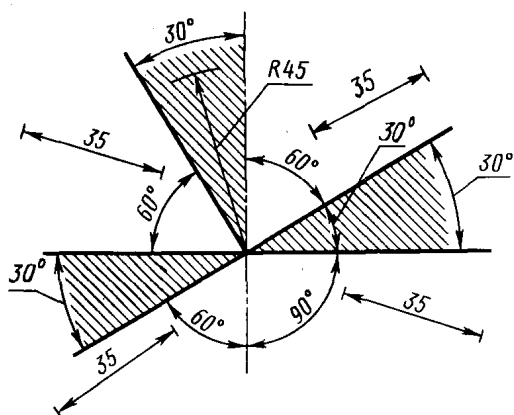


Рис. 17. Нанесение угловых и линейных размеров при разных наклонах размерных линий

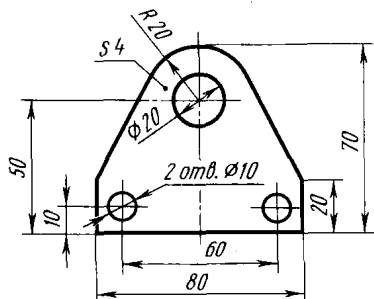


Рис. 18. Вынесение размеров за контур изображения

так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм (рис. 16).

Размерные числа наклонных размерных линий пишутся так, как показано на рис. 17 (размер 35).

Размерные числа угловых размеров в зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии, — со стороны вогнутости размерных линий. В заштрихованной зоне наносить размерные числа не рекомендуется. В этом случае размерные числа указывают на горизонтально нанесенных полках (рис. 17).

Размерные линии наносят вне контура изображения, но допускается наносить их и внутри контура, если не нарушается удобочитаемость чертежа (рис. 18). Расстояние размерной линии от параллельной ей линии контура должно быть не менее 10 мм, а расстояние между параллельными размерными линиями должно быть в пределах 6...10 мм. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Первыми от контура располагаются размерные линии с меньшими числовыми значениями.

§ 8. Уклон и конусность

Наклонные прямые элементы изображенного предмета характеризуются углами наклона к прямой, принятой за основную, или «базовую», прямую, или уклоном. Уклоном i прямой AB относительно прямой AC называется (рис. 19)

Если предмет имеет коническую форму, то на чертеже указывают степень конусности. *Конусностью* называется отношение разности диаметров двух нормальных сечений конуса $(D-d)$ к расстоянию между ними (l) (рис. 20, а): $K = (D-d)/l = 2 \operatorname{tg} \alpha$; следовательно, при одном и том же угле конусность в два раза больше уклона. Перед размерным числом, характеризующим конусность, ставят условный знак $\triangleright$ в виде равнобедренного треугольника, острый угол которого направлен в сторону вершины конуса (рис. 20, б).

Глава II. Геометрические построения на чертежах

При выполнении чертежей приходится производить различные геометрические построения на плоскости, пользуясь чертежными инструментами — рейсшиной, угольником, циркулем. Вычерчивая отдельные элементы машиностроительных и строительных чертежей, производят различные геометрические построения: деление отрезков и углов, сопряжения линий, построения циркульных и лекальных кривых.

§ 9. Построение перпендикуляров, деление отрезков и углов

Опустить перпендикуляр из точки на прямую (рис. 21, а). Из точки C опишем дугу произвольного радиуса так, чтобы она пересекла прямую в двух точках A и B . Тем же радиусом из полученных точек проведем дуги окружностей, которые пересекаются в точке F . Соединив точку F пересечения дуг с заданной точкой C ,

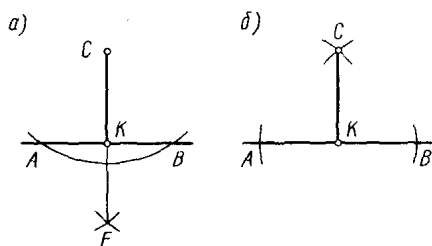


Рис. 21. Построение перпендикуляра к прямой: а — из точки вне прямой, б — из точки на прямой

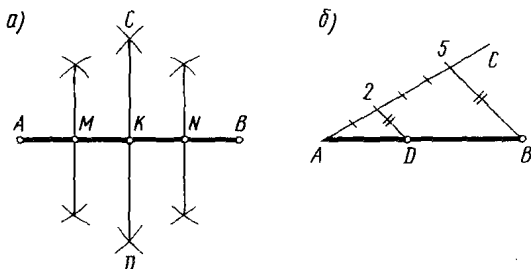


Рис. 22. Деление отрезка прямой на части: а — на четыре равные части, б — в отношении 2:3

получим прямую CK , перпендикулярную прямой AB .

Восставить перпендикуляр из точки, расположенной на прямой (рис. 21, б). На прямой по обе стороны от точки K раствором циркуля откладываем равные отрезки KA и KB . Из полученных точек A и B описываем дуги, пересечение которых определяет точку C . Соединив полученную точку C с точкой K на прямой, получим перпендикуляр CK , восставленный из точки K к прямой.

Разделить отрезок прямой на четыре равные части (рис. 22, а). Из концов отрезка прямой AB радиусом, большим половины отрезка, по обе стороны от прямой проводят дуги окружностей. Соединив точки пересечения дуг C и D , разделим отрезок прямой AB пополам. Аналогичным приемом каждая половина отрезка делится на две равные части AM и MK , KN и NB .

Разделить отрезок прямой в отношении $m:n$, например в отношении 2:3 (рис. 22, б). Под произвольным углом к отрезку прямой AB проводят вспомогательную прямую AC , на которой с помощью масштабной линейки или циркуля последовательно откладывают две и три произвольные единицы измерения. Конечные точки отрезков $A5$ и AB соединяют, затем параллельно прямой $5B$ проводят прямую $2D$, которая делит отрезок AB в заданном отношении 2:3.

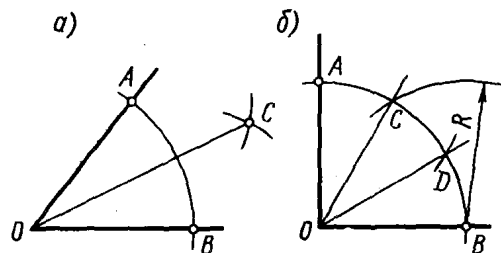


Рис. 23. Деление угла:

а — на две равные части, б — прямого угла на три равные части

Разделить угол на две равные части (рис. 23, а). Из вершины угла произвольным радиусом описывают дугу AB , пересекающую стороны угла. Из полученных точек радиусом, большим, чем половина дуги (или равным первому радиусу), выполняют пересечение дуг. Прямая OC , соединяющая точку пересечения дуг с вершиной, делит угол пополам.

Разделить прямой угол на три равные части (рис. 23, б). Из вершины угла O произвольным радиусом описывают дугу, пересекающую стороны угла в точках A и B . Из полученных точек тем же радиусом делают засечки на проведенной дуге. Прямые, соединяющие точки C и D с вершиной O , делят прямой угол на три равные части.