

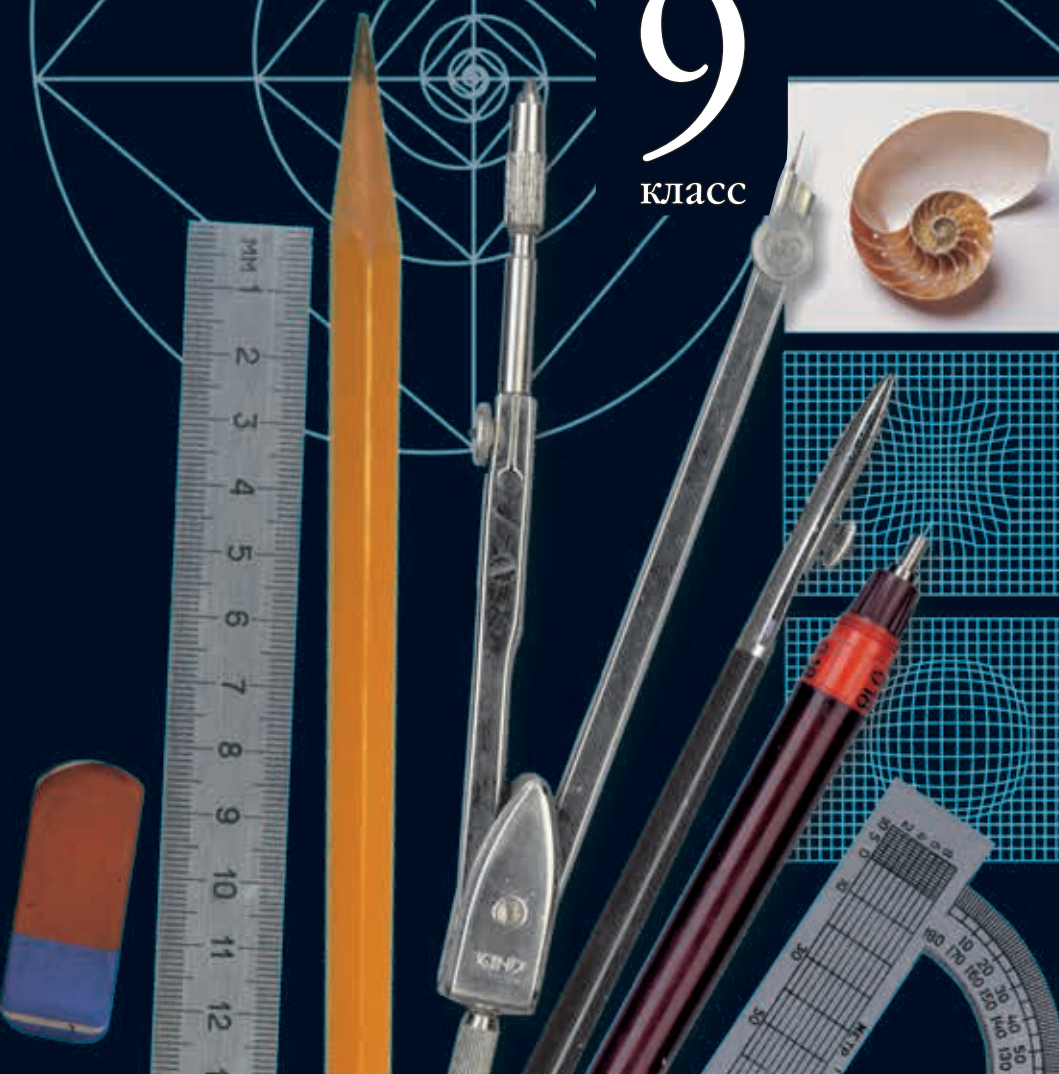
А.Д. Ботвинников  
В.Н. Виноградов  
И.С. Вышнепольский



# Черчение

# 9

класс



А. Д. Ботвинников  
В. Н. Виноградов  
И. С. Вышнепольский

# Черчение

9 класс

Учебник  
для общеобразовательных  
организаций

*Рекомендовано  
Министерством образования и науки  
Российской Федерации*

3-е издание, стереотипное



ДРОФА • Астрель  
Москва • 2018



УДК 373:741  
ББК 30.11я72  
Б86

Рецензенты:

научная экспертиза — Российская академия наук  
педагогическая экспертиза — Российская академия наук  
общественная экспертиза — Российский книжный союз

В учебнике используются следующие обозначения:



— вопросы для повторения



— задания



— графические и практические работы

**Ботвинников, А. Д.**

Б86 Черчение. 9 класс : учебник для общеобразовательных организаций / А. Д. Ботвинников, В. Н. Виноградов, И. С. Вышнепольский. — 3-е изд., стереотип. — М. : Дрофа ; Астрель, 2018. — 221, [3] с. : ил. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-358-21786-7 (ООО «ДРОФА»)

ISBN 978-5-271-10922-5 (ООО «Издательство Астрель»)

«Черчение. 9 класс» А. Д. Ботвинникова, В. Н. Виноградова, И. С. Вышнепольского является основным учебником по черчению, который разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) основного общего образования, прошёл государственную экспертизу по новым правилам, рекомендован научно-методическим советом Министерства образования и науки Российской Федерации и включён в Федеральный перечень школьных учебников.

В учебник наряду с теоретическим материалом включены вопросы и задания, графические и практические работы, необходимые для закрепления и повторения пройденного материала. Книга хорошо иллюстрирована.

**УДК 373:741  
ББК 30.11я72**

ISBN 978-5-358-21786-7 (ООО «ДРОФА»)

ISBN 978-5-271-10922-5 (ООО «Издательство Астрель»)

© А. Д. Ботвинников, В. Н. Виноградов,  
И. С. Вышнепольский

## Введение

На уроках черчения вы научитесь понимать и выполнять различные графические изображения, и в первую очередь чертежи. Для этой цели вы должны будете изучить правила построения и оформления чертежей, научиться работать чертежными инструментами, выполнять изображения от руки. При желании вы сможете научиться выполнять чертежи на компьютере.

Некоторые сведения о правилах выполнения и оформления чертежей вам уже известны из уроков трудового обучения, математики, природоведения, географии.

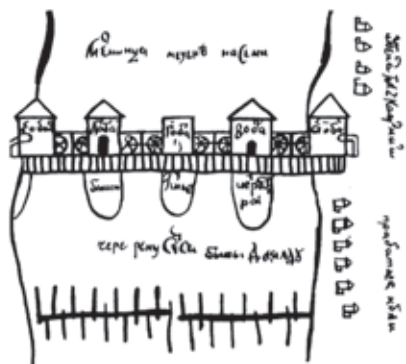
*Из истории развития чертежа.* Чертеж является одним из средств изучения предметов окружающего нас реального мира. Он прошел долгий путь развития. Минули столетия, прежде чем графические изображения обрели современный вид.

Появление чертежей было связано с практической деятельностью человека — строительством укреплений, городских построек и пр. Первое упоминание о чертежах в России относится к началу XVI в. и содержится в описи царского архива, по которой самый древний чертеж относится к 1517 г.

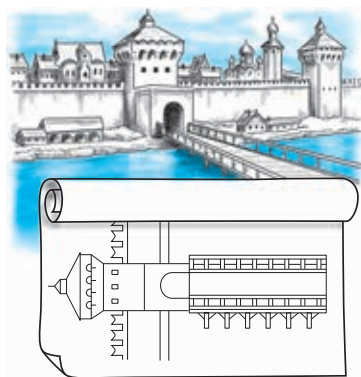
На рисунке 1 представлен получертеж-полурисунок, XVII в.

Подобные изображения выполнялись от руки, на глаз. Этот чертеж нуждался в словесных пояснениях, поэтому на нем сделаны различные надписи.

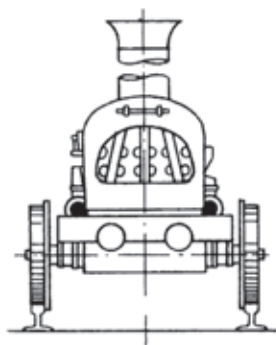
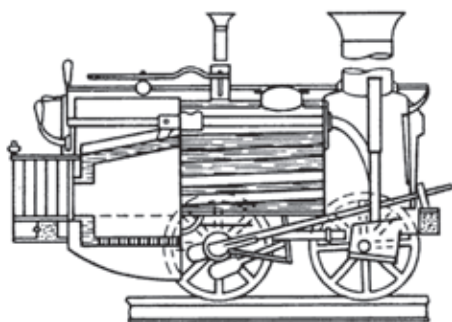
На рисунке 2, б показан чертеж моста (как мы видели бы его сверху) и сторожевой башни (как мы видели бы ее спереди), относящийся к XVII в.



**Рис. 1.** Изображение мельницы на реке Семь (XVII в.)



**Рис. 2.** Чертеж моста и сторожевой башни (XVII в.)



**Рис. 3.** Чертеж паровоза Черепановых (XIX в.)

Чертежами пользовались многие выдающиеся русские изобретатели и инженеры. В 1586 г. знаменитый пушечный мастер Андрей Чохов отлил колоссальную царь-пушку, а уже его ученики с начала 30-х гг. XVII в. руководствовались чертежами при изготовлении орудий.

Значительного расцвета достигла русская графика во времена Петра I. До нас дошли многие кораблестроительные чертежи того времени, некоторые из них выполнены лично Петром I.

Известны чертежи пароатмосферной машины выдающегося русского изобретателя XVIII в. И. И. Ползунова.

Талантливый русский механик, конструктор и изобретатель И. П. Кулибин (1735—1818) только для выполнения одного из своих шедевров — часов в форме куриного яйца — изготовил несколько десятков чертежей. Другим примером его деятельности служат чертежи моделей моста через реку Неву.

Интересны чертежи установки для непрерывной перегонки нефти, выполненные в XIX в. гениальным русским ученым Д. И. Менделеевым (1834—1907), чертеж паровоза (рис. 3) отца и сына Черепановых (XIX в.). Они иллюстрируют не только высокий уровень развития инженерной графики в России того времени, но и не менее высокий уровень технической мысли.

На чертежах XVIII — первой половины XIX вв. появляется масштаб. С этого времени и до 30-х гг. XX в. большинство чертежей раскрашивалось. Чертежи стали нести больше информации, но на их выполнение уходило много времени. Поэтому их стали постепенно упрощать, используя различные условности, надписи и др.

*Графические изображения.* На рисунке 4 дан чертеж простейшей детали. Как видим, он содержит изображения, размерные числа, текст. По изображениям можно судить о геометрической форме данной детали, а по надписям — о названии, масштабе, в котором выполнены изображения, материале, из которого изготавливается деталь, и др. Размерные числа дают возможность судить о величине детали в целом и ее частей. Здесь же содержатся данные об обработке детали при ее изготовлении, некоторые другие условные знаки и надписи. Такой чертеж дает полное представление о детали<sup>1</sup>.

Для сборки изделия из готовых деталей применяют *сборочные чертежи*. На сборочном чертеже детали изображают в соединении. Каждую деталь, входящую в изделие, на таком

---

<sup>1</sup> На учебных чертежах допускается приводить не все данные, которые должны содержать производственные чертежи. В отдельных случаях чертежом мы будем называть только изображение детали.



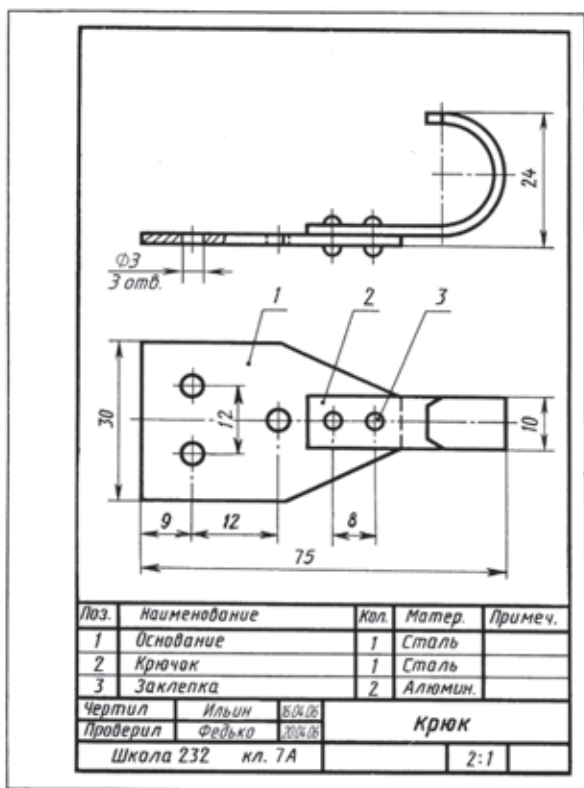


Рис. 5. Сборочный чертеж

чертеже нумеруют. В отдельной таблице (спецификации) указывают наименования всех деталей. На рисунке 5 приведен сборочный чертеж и спецификация крюка, изготавливаемого в школьных мастерских.

Чертежи, выполненные от руки и на глаз с соблюдением пропорций, называют *эскизами* (рис. 6). Применяются и такие изображения, которые упрощенно и условно передают принцип работы изделия. Они называются *схемами*. Схемы бывают кинематические, электрические, гидравлические и др. На рисунке 7 дана кинематическая схема коробки скоростей токарного станка. Прямоугольниками на ней изображены зубчатые колеса. На рисунке 8, б вы видите *развертку* детали, изготавливаемой из листового материала.



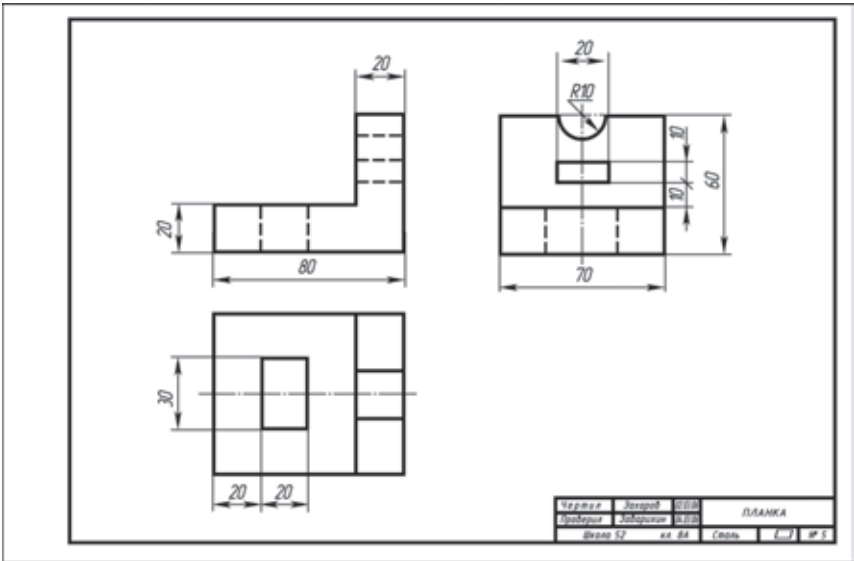


Рис. 6. Эскиз детали

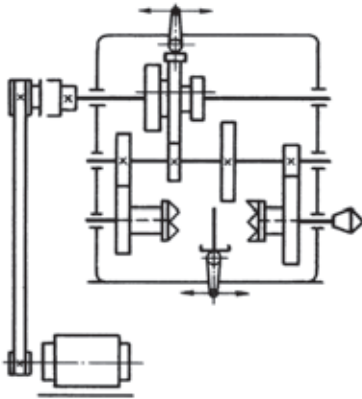
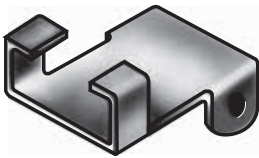
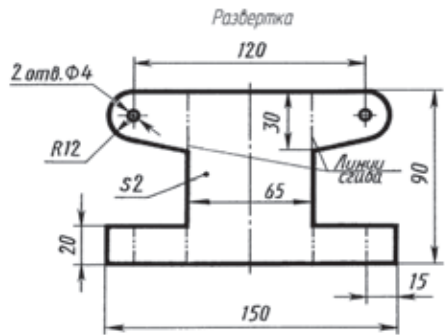


Рис. 7. Кинематическая схема

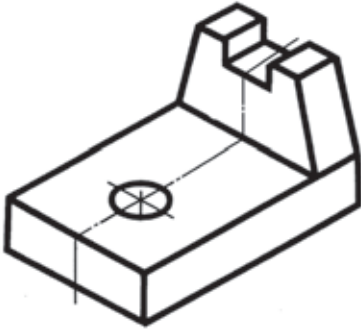
Рис. 8. Развертка и рисунок детали



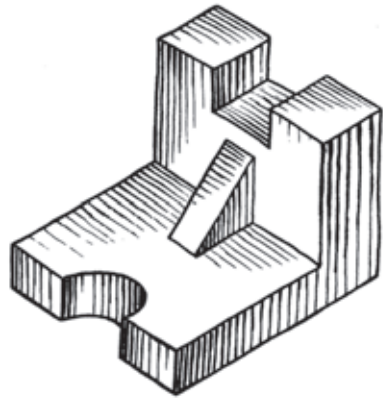
а)



б)



**Рис. 9.** Аксонометрический чертёж



**Рис. 10.** Технический рисунок детали

В черчении, на других школьных уроках используются *наглядные изображения* предметов — аксонометрические чертежи (рис. 9), технические рисунки (рис. 10).

Рассмотренные выше изображения называют *графическими*. Такие изображения состоят из линий, штрихов, точек и выполняются карандашом, тушью, чернилами, вручную, а также с помощью принтеров или плоттеров.

# I

## Техника выполнения чертежей и правила их оформления

### 1. Чертежные инструменты, материалы и принадлежности. Организация рабочего места

**1.1. Инструменты для выполнения чертежей.** Что необходимо для выполнения чертежей в школе?

**Готовальня.** Готовальня — это комплект чертежных инструментов, уложенных в футляр. Обычно в готовальню входят круговой (рис. 11, *а*) и разметочный (рис. 11, *б*) циркули, рейсфедер для работы тушью, удлинитель к круговому циркулю и другие инструменты.

**Циркули.** Из наконечника графитовый стержень должен выступать на 5...7 мм. Концы иглы и пишущего стержня при работе циркулем, как и концы игл разметочного циркуля, располагают на одном уровне (см. рис. 11).

**Рейсшина.** Во время работы поперечную планку рейсшины прижимают к левой кромке чертежной доски (рис. 12). С помощью рейсшины проводят горизонтальные и наклонные линии.

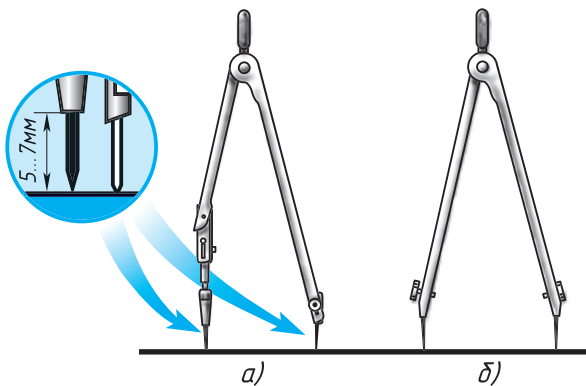
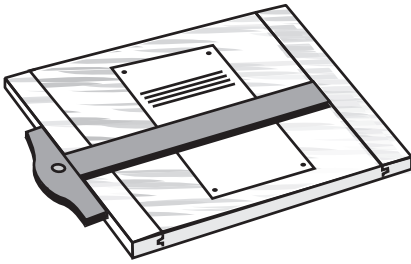
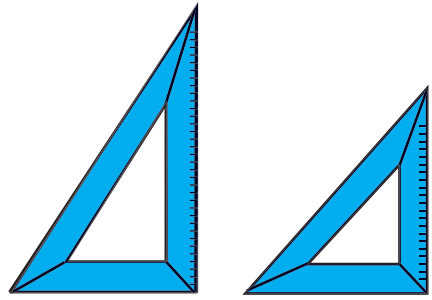


Рис. 11. Циркуль чертежный; *а* — круговой; *б* — разметочный



**Рис. 12.** Чертежная доска и рейсшина



**Рис. 13.** Угольники чертежные:  
*a* — с углами 90, 30, 60°;  
*б* — с углами 90, 45, 45°

Чертежные угольники (рис. 13). Вместе с линейкой или рейсшиной чертежные угольники применяют для проведения перпендикулярных и параллельных линий и построения некоторых углов.

**1.2. Чертежные материалы и принадлежности.** К чертежным материалам и принадлежностям относят бумагу, карандаши, резинки, кнопки.

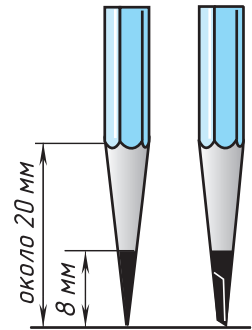
**Чертежная бумага.** Для черчения используют плотную белую нелинованную бумагу.

**Карандаши.** Для выполнения графических работ необходимы карандаши марки Т или Н (твердые); М или В (мягкие); ТМ, СТ или НВ (средней твердости). Чем больше число, стоящее рядом с буквой, тем тверже или мягче этот карандаш.

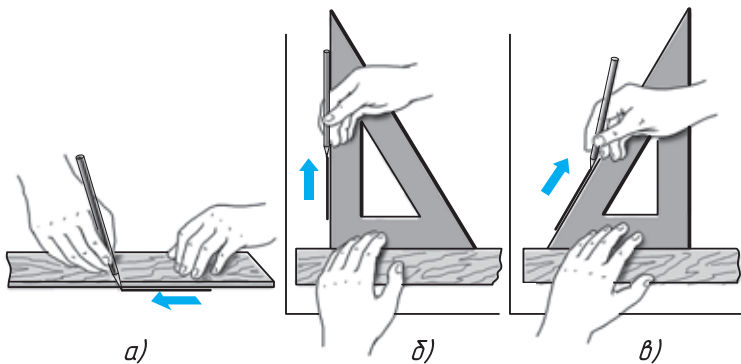
Правильно подготовленные к работе карандаши показаны на рисунке 14. Его сначала затачивают острым перочинным ножом или специальной точилкой. После этого стержень заостряют с помощью шлифовальной шкурки — твердый на конус, а мягкий в виде лопаточки.

Грифель для циркуля удобно брать из карандаша нужной твердости.

Все чертежные инструменты и материалы надо держать чистыми и исправными, от этого зависит качество выполнения чертежа.



**Рис. 14.** Правильно заточенные карандаши



**Рис. 15.** Приемы проведения линий: *а* — горизонтальных; *б* — вертикальных; *в* — наклонных

**1.3. Как работать чертежными инструментами.** Прямые линии сначала проводят вдоль кромки линейки или угольника без нажима твердым, остро заточенным карандашом, а затем обводят мягким карандашом или карандашом средней твердости. При этом карандаш немного наклоняют в сторону движения, как показано на рисунке 15. Горизонтальные линии проводят слева направо, вертикальные и наклонные — снизу вверх (см. рис. 15, *а*, *б*, *в*).

Чтобы получить более четкие и ровные линии при обводке, карандаш по этим линиям можно вести повторно и в обратном направлении. Угольник при проведении вертикальных и наклонных линий передвигают вдоль кромки рейшины или линейки слева направо, а при проведении горизонтальных линий — сверху вниз.



**Рис. 16.** Проведение окружности циркулем

Приемы построения прямых, тупых и острых углов показаны на форзаце в конце книги. Для проведения дуг окружностей ножку циркуля ставят в центр. Циркуль вращают за головку большим и указательным пальцами в направлении движения часовой стрелки (рис. 16). Короткая ножка с карандашной вставкой и игла циркуля в рабочем положении должны быть параллельны между собой. Во время вращения циркуль можно немного наклонять вперед.

При откладывании отрезков разметочным циркулем не следует на него сильно нажимать, чтобы не оставлять проколов на бумаге.



**Рис. 17.** Современное рабочее место конструктора

**1.4. Оборудование рабочего места.** От правильной подготовки рабочего места во многом зависит качество чертежа.

Свет на чертеж должен падать слева сверху. В этом случае тени от инструментов и рук не будут мешать работе.

Выполняя чертеж, следует сидеть прямо, не горбясь. Расстояние от глаз до чертежа должно быть примерно 300 мм.

У чертежной доски оставляют только те инструменты, которые нужны для работы в данное время. При этом готовальня, угольники, карандаши и резинка должны лежать справа, а книга — слева. Чертежная доска должна иметь небольшой наклон. В этом случае легче работать, так как не нужно сильно наклоняться над чертежом.

В современных конструкторских бюро чертежи и другие конструкторские документы выполняют с помощью электронных чертежных инструментов: компьютеров и дисплеев, оснащенных системами трехмерного проектирования и моделирования.

**1.5. Применение ЭВМ для выполнения чертежей.** Работа конструктора над чертежом весьма трудоемка. Поэтому в последнее время на смену чертежной доске приходит дисплей компьютера (рис. 17). Конструктор с помощью какой-либо



графической системы выполняет чертеж, электронная версия которого хранится в памяти компьютера или на диске. При необходимости можно получить чертеж на бумаге. Распечатывают чертежи с помощью принтера или графопостроителя.

Машинная (компьютерная) графика — процесс создания, обработки, передачи, хранения и практического применения графических изображений с помощью ЭВМ. Создавая на экране компьютера (мониторе) пространственную модель, ее можно поворачивать и видоизменять по своему желанию, что обеспечивает хорошие условия для творческого процесса при проектировании.

Одно из важнейших преимуществ выполнения чертежа с помощью ЭВМ — удобство исправления: легко стирать (убирать) лишние линии, при этом сделанные исправления незаметны; возможно передвигать изображения по полю чертежа и пр. Другое преимущество — получение цветных чертежей, на которых сплошные тонкие линии выполнены одним цветом, сплошные толстые — другим и т. д. Цветные чертежи легко читаются.

Электронные чертежи удобно хранить в памяти компьютера, передавать практически в любую точку земного шара (для передачи бумажных чертежей требуется значительное время). Электронные чертежи легко размножить (тиражировать).

Более подробно о компьютерных технологиях выполнения графических работ рассказано в приложении 2.

**1.6. Профессии, связанные с выполнением графических чертежных работ.** В наше время черчение, как и математику, необходимо знать большинству людей. Инженеры-конструкторы, проектировщики, рабочие машиностроительных и металлообрабатывающих заводов и фабрик, строительных и деревообрабатывающих предприятий, архитекторы, дизайнеры, специалисты по рекламе и полиграфии, преподаватели технических вузов не могут работать без знаний черчения.

Изучение данного предмета в школе, даже если будущая специальность окажется не связанной с компьютерным моделированием и чтением чертежей, способствует развитию пространственного мышления, внимания, усидчивости и аккуратности, необходимых людям различных профессий.



1. Как подготовить к работе чертежный циркуль? Как проводят им дуги окружностей?
2. Для чего нужна рейсшина? Как с ней работать?
3. Как подготовить к работе карандаш? Какие бывают карандаши по твердости?
4. Как правильно подготовить рабочее место для черчения?



1. По заданию учителя в рабочей тетради, пользуясь чертежными инструментами, проведите вертикальные, горизонтальные и наклонные линии, а также окружности.

**Указание к работе.** Старайтесь проводить все линии одинаковой толщины. Красиво расположите группы линий на листе тетради.

## 2. Правила оформления чертежей

**2.1. Понятие о стандартах ЕСКД.** Если бы каждый инженер или чертежник выполнял и оформлял чертежи по-своему, не соблюдая единых правил, то такие чертежи были бы не понятны другим. Чтобы избежать этого, в нашей стране приняты и действуют государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Стандарты ЕСКД — это нормативные документы, которые устанавливают единые правила выполнения и оформления конструкторских документов во всех отраслях промышленности. К конструкторским документам относят чертежи деталей, сборочные чертежи, схемы, некоторые текстовые документы и пр.

Стандарты установлены не только на конструкторские документы, но и на отдельные виды продукции, выпускаемой нашими предприятиями. Государственные стандарты (ГОСТ) обязательны для всех предприятий и отдельных лиц.

Каждому стандарту присваивается свой номер с одновременным указанием года его регистрации.

Стандарты время от времени пересматривают. Изменения стандартов связаны с развитием техники и совершенствованием инженерной графики.

Впервые в нашей стране стандарты на чертежи были введены в 1928 г. под названием «Чертежи для всех видов машиностроения». В дальнейшем они заменялись новыми.

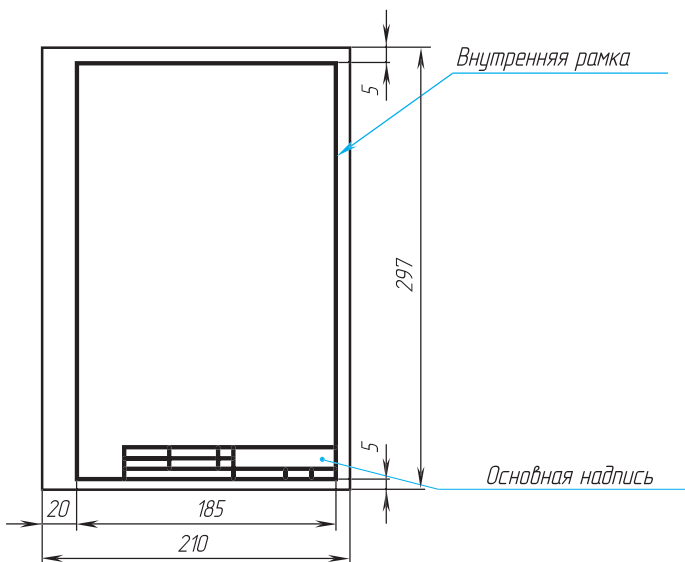


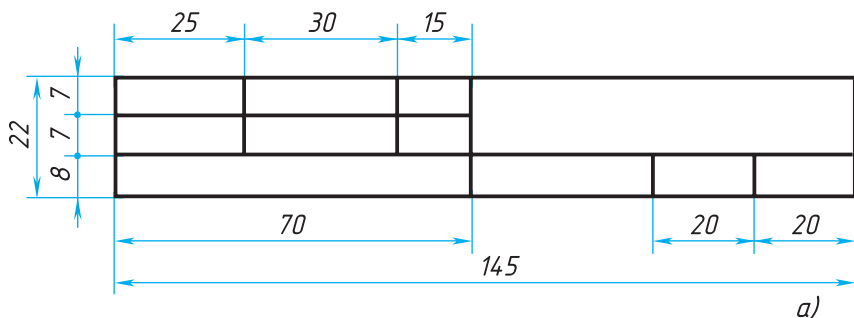
Рис. 18. Оформление листа формата А4

**2.2. Форматы. Основная надпись чертежа. Форматы.** Чертежи и другие конструкторские документы промышленности и строительства выполняют на листах определенных размеров.

Для экономного расходования бумаги, удобства хранения чертежей и пользования ими стандартом установлены определенные *форматы* листов, которые обводят тонкой линией. В школе вы будете пользоваться форматом, размеры сторон которого  $297 \times 210$  мм. Его обозначают А4. Размеры сторон форматов даны на форзаце.

Каждый чертеж должен иметь рамку, которая ограничивает его поле (рис. 18). Линии рамки — сплошные толстые основные. Их проводят сверху, справа и снизу на расстоянии 5 мм от внешней рамки, выполняемой сплошной тонкой линией, по которой обрезают листы. С левой стороны — на расстоянии 20 мм от нее. Эту полоску оставляют для подшивки чертежей.

**Основная надпись.** На чертежах в правом нижнем углу располагают *основную надпись* (см. рис. 18). Форму, размеры и содержание ее устанавливает стандарт. На учебных школьных чертежах вы будете выполнять основную надпись в виде прямоугольника со сторонами  $22 \times 145$  мм (рис. 19, а). Образец заполненной основной надписи показан на рисунке 19, б.



Чертил	Иванов	10.11.06	Прокладка		
Проверил	Заварихин	14.11.06			
Школа 52	кл. 8Б	Резина	1:1	№ 3	

б)

Рис. 19. Основная надпись учебного чертежа

Чертежи, выполняемые на листах формата А4, располагают только вертикально, а основную надпись на них — только вдоль короткой стороны. На чертежах других форматов основную надпись можно располагать и вдоль длинной и вдоль короткой стороны.

Прежде чем начинать выполнение чертежа, лист прикладывают к чертежной доске. Для этого прикрепляют его одной кнопкой, например, в левом верхнем углу. Затем на доску кладут рейсшину и располагают верхний край листа параллельно ее кромке, как показано на рисунке 20. Прижав лист бумаги к доске, прикрепляют его кнопками сначала в правом нижнем углу, а затем в остальных углах.

Рамку и графы основной надписи выполняют сплошной толстой линией.



1. Какие размеры имеет лист формата А4?
2. На каком расстоянии от внешней рамки надо проводить линии рамки чертежа?

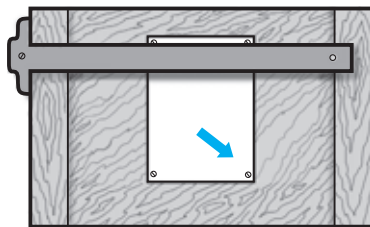


Рис. 20. Подготовка листа к работе

3. Где помещают основную надпись на чертеже? Назовите ее размеры. Рассмотрите рисунок 19 и перечислите, какие сведения в ней указывают.

**2.3. Линии.** При выполнении чертежей применяют линии различной толщины и начертания. Каждая из них имеет свое назначение.

На рисунке 21 дано изображение детали, называемой валиком. Как видите, чертеж детали содержит разные линии. Для того чтобы изображение было всем понятно, государственный стандарт устанавливает начертание линий и указывает их основное назначение для всех чертежей промышленности и строительства. На уроках технического и обслуживающего труда вы уже применяли различные линии. Вспомним их.

1. **Сплошная толстая основная линия.** Такую линию применяют для изображения видимых контуров предметов, рамки и граф основной надписи чертежа. Ее толщину ( $s$ ) выбирают в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображений, от формата чертежа.

2. **Штриховая линия.** Она применяется для изображения невидимых контуров предмета. На чертеже, приведенном на рисунке 21, *а*, штриховой линией показано неглубокое, невидимое на изображении отверстие, имеющее форму цилиндра.

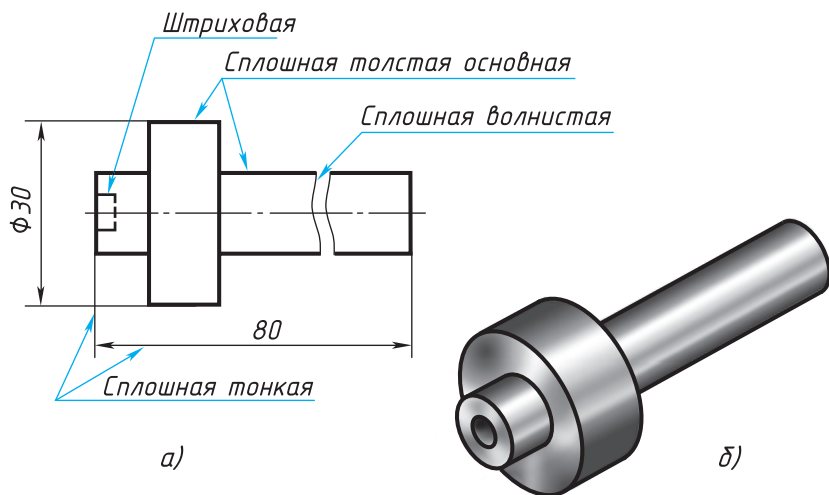


Рис. 21. Линии чертежа

Штриховая линия состоит из отдельных штрихов (черточек) приблизительно одинаковой длины. Длину каждого штриха выбирают от 2 до 8 мм в зависимости от величины изображения. Расстояние между штрихами в линии должно быть от 1 до 2 мм, но приблизительно одинаковое на всем чертеже. Толщина штриховой линии берется от  $s/3$  до  $s/2$ .

3. Штрихпунктирная тонкая линия. Если изображение симметрично, как, например, на рисунке 21, *а*, то на нем проводят ось симметрии. Для этой цели используют штрихпунктирную тонкую линию. Эта линия делит изображение на две одинаковые части. Она состоит из длинных тонких штрихов (длина их выбирается от 5 до 30 мм) и точек между ними. Вместо точек допускается чертить коротенькие штрихи — протяжки — длиной 1—2 мм. Расстояние между длинными штрихами от 3 до 5 мм. Толщина такой линии от  $s/3$  до  $s/2$ .

Штрихпунктирную тонкую линию используют и для указания осей вращения (как на рис. 21), центра дуг окружностей (центровые линии, рис. 22). При этом положение центра должно определяться пересечением штрихов, как на рисунке 22, *а*, а не точкой, как на рисунке 22, *б*.

Концы осевых и центровых линий должны выступать за контуры изображения предмета, но не более чем на 5 мм.

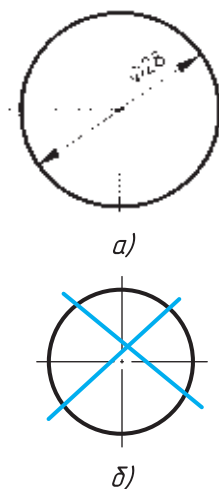
4. Сплошная тонкая линия. На изображении (рис. 21, *а*) вы видите еще одну линию — сплошную тонкую. Толщина ее от  $s/3$  до  $s/2$ .

Она используется для проведения выносных и размерных линий (чертеж, приведенный на рисунке 21, содержит не все необходимые размеры).

5. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая линия. При построении разверток используют штрихпунктирную с двумя точками тонкую линию для указания линии сгиба.

Рассмотрите рисунок 8 (в начале учебника). Такими линиями показаны места, по которым надо согнуть материал для приведенного на рисунке изделия.

6. Сплошная волнистая линия. Ее используют в основном как ли-



**Рис. 22.** Проведение центровых линий:  
*а* — правильно;  
*б* — неправильно



нию обрыва в тех случаях, когда изображение дано на чертеже не полностью (см. рис. 21, *a*). Толщина такой линии от  $s/3$  до  $s/2$ .

В заключение следует отметить, что толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже.

Сведения о линиях чертежа даны на первом форзаце.



1. Каково назначение сплошной толстой основной линии?
2. Какая линия называется штриховой? Где она используется? Какова толщина этой линии?
3. Где используется на чертеже штрихпунктирная тонкая линия? Какова ее толщина?
4. В каких случаях на чертеже используют сплошную тонкую линию? Какой толщины она должна быть?
5. Какой линией показывают на разрезке линию сгиба?



2. На рисунке 23 вы видите изображение детали. На нем цифрами 1, 2 и т. д. отмечены различные линии. Составьте в рабочей тетради таблицу по данному образцу и заполните ее.

№ линии на изображении	Название линии	Назначение линии на чертеже	Толщина обводки

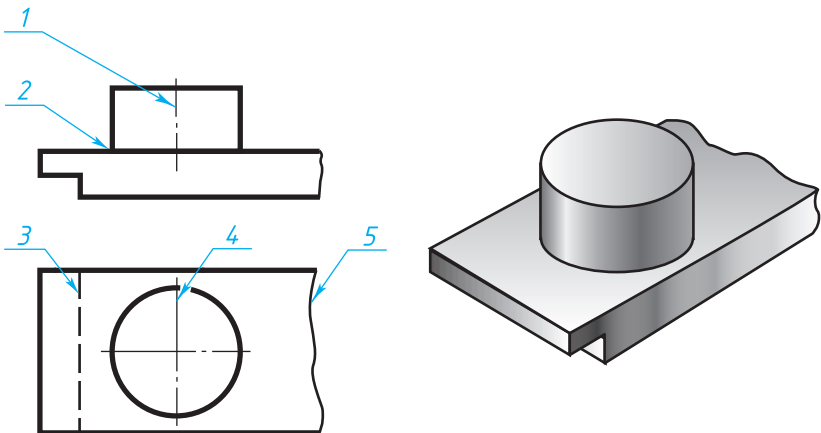
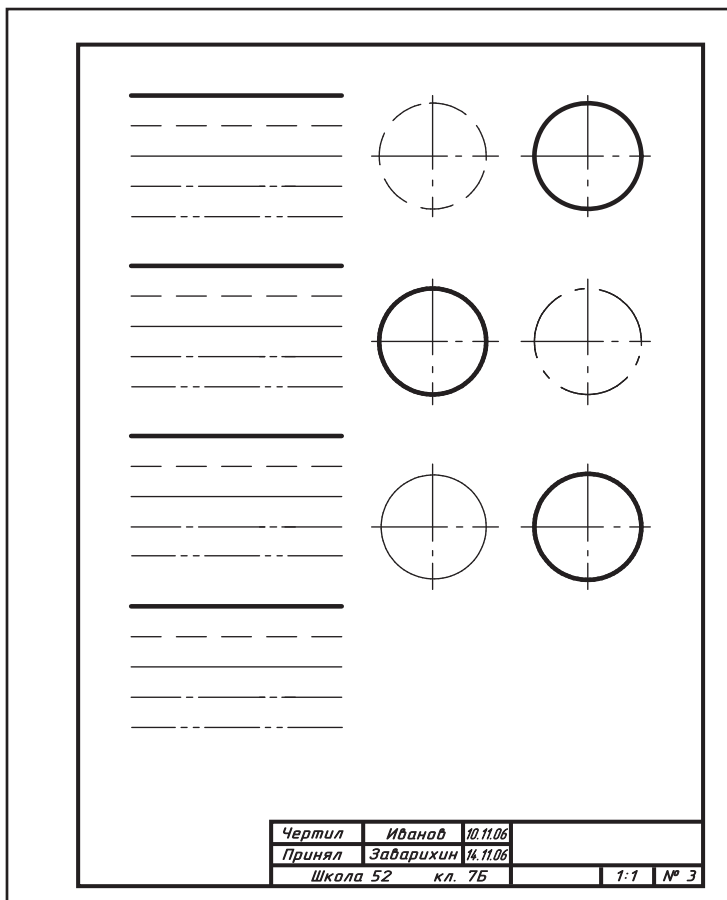


Рис. 23. Задание для упражнений

**Линии чертежа**

Приготовьте лист чертежной бумаги формата А4. Вычертите рамку и графы основной надписи по размерам, указанным на рисунке 19. Проведите различные линии, как показано на рисунке 24. Можно выбрать и другое расположение групп линий на листе. Основную надпись нужно расположить вдоль короткой стороны листа.



**Рис. 24.** Задание к графической работе № 1

**2.4. Шрифты чертежные.** Размеры букв и цифр чертежного шрифта. Все надписи на чертежах должны быть выполнены чертежным шрифтом (рис. 25). Начертание букв и цифр чертежного шрифта устанавливается стандартом. Стандарт определяет высоту и ширину букв и цифр, толщину линий обводки, расстояние между буквами, словами и строками.

Пример построения одной из букв во вспомогательной сетке показан на рисунке 26.

Шрифт может быть как с наклоном (около  $75^\circ$ ), так и без наклона.

Стандарт устанавливает следующие размеры шрифта: 1,8 (не рекомендуется, но допускается); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. За *размер ( $h$ ) шрифта* принимается величина, определяемая высотой прописных (заглавных) букв в миллиметрах. Высота буквы измеряется перпендикулярно к основанию строки. Нижние элементы букв *Д, Ц, Щ* и верхний элемент буквы *Й* выполняют за счет промежутков между строками.

Толщину ( $d$ ) линии шрифта определяют в зависимости от высоты шрифта. Она равна  $0,1h$ .

Ширину ( $g$ ) буквы выбирают равной  $0,6h$  или  $6d$ . Ширина букв *А, Д, Ж, М, Ф, Х, Ц, Щ, Ш, Ъ, Ы, Ю* больше этой величины на 1 или  $2d$  (включая нижние и верхние элементы), а ширина букв *Г, З, С* меньше на  $d$ .

Высота строчных букв примерно соответствует высоте следующего меньшего размера шрифта. Так, высота строчных букв размера 10 равна 7, размера 7 равна 5 и т. д. Верхние и нижние элементы строчных букв выполняются за счет расстояний между строками и выходят за строку на  $3d$ . Ширина большинства строчных букв равна  $5d$ . Ширина букв *а, м, ц, ь* равна  $6d$ , букв *ж, т, ф, ш, щ, ы, ю* —  $7d$ , а букв *з, с* —  $4d$ .

Расстояние между буквами и цифрами в словах принимают равным  $0,2h$  или  $2d$ , между словами и числами —  $0,6h$  или  $6d$ . Расстояние между нижними линейками строк берут равным  $1,7h$  или  $17d$ .

Стандартом устанавливается и другой тип шрифта — тип А, более узкий, чем только что рассмотренный.

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л

М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч

Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и й к л м

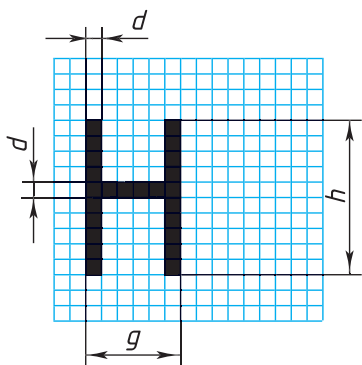
н о п р с т у ф х ц ч ш

щ ъ ы ь э ю я

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3

I III IV VI VIII IX V

Рис. 25. Буквы и цифры чертежного шрифта



**Рис. 26.** Пример построения буквы

Высота букв и цифр на чертежах, выполненных в карандаше, должна быть не менее 3,5 мм.

Начертание латинского алфавита по ГОСТу показано на рисунке 27.

Как писать чертежным шрифтом. Оформлять чертежи надписями надо аккуратно. Нечетко сделанные надписи или небрежно нанесенные цифры разных чисел могут быть неправильно поняты при чтении чертежа.

Чтобы научиться красиво писать чертежным шрифтом, вначале для каждой буквы чертят сетку (рис. 28). После овладения навыками написания букв и цифр можно проводить только верхнюю и нижнюю линии строки.



**Рис. 27.** Латинский шрифт

# МОСКВА ЧЕРЧЕНИЕ

## Прокладка ЧЕРТЕЖ Ф%

### Техника Школа №

**Рис. 28.** Примеры выполнения надписей чертежным шрифтом

Контуры букв намечают тонкими линиями. Убедившись, что буквы написаны правильно, обводят их мягким карандашом.

Для букв *Г, Д, И, Й, Л, М, П, Т, Х, Ц, Ш, Щ* можно провести только две вспомогательные линии на расстоянии, равном их высоте *h*.

Для букв *Б, В, Е, Н, Р, У, Ч, Ъ, Ы, Ь, Я* между двумя горизонтальными линиями следует добавить посередине еще одну, по которой выполняют средние их элементы. А для букв *З, О, Ф, Ю* проводят четыре линии, где средние линии указывают границы скруглений.

Для быстрого выполнения надписей чертежным шрифтом иногда пользуются различными трафаретами.

Основную надпись вы будете заполнять шрифтом 3,5, название чертежа — шрифтом 7 или 5.



1. Чему соответствует размер шрифта?
2. Чему равна ширина прописных букв?
3. Чему равна высота строчных букв размера 14? Чему равна их ширина?



3. Выполните в рабочей тетради по заданию учителя несколько надписей. Можете, например, написать свою фамилию, имя, домашний адрес.

4. Заполните основную надпись на листе графической работы № 1 следующим текстом: чертил (фамилия), проверил (фамилия учителя), даты, школа, класс, чертеж № 1, название работы «Линии».



**2.5. Как наносят размеры.** Для определения величины изображенного изделия или какой-либо его части по чертежу на нем наносят размеры. Размеры разделяют на линейные и угловые. Линейные размеры характеризуют длину, ширину, толщину, высоту, диаметр или радиус измеряемой части изделия. Угловой размер характеризует величину угла.

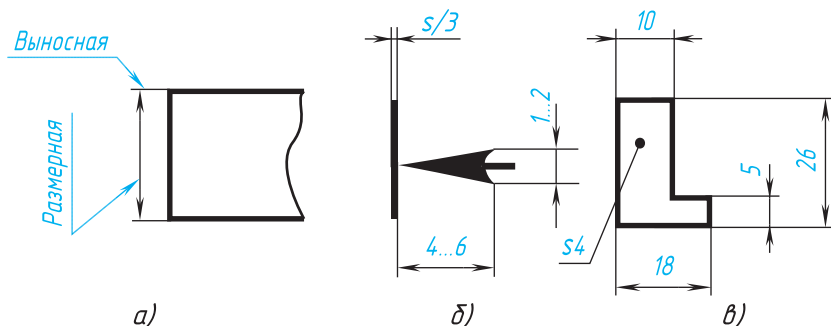
Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, но обозначение единицы измерения не наносят. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения.

Общее количество размеров на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

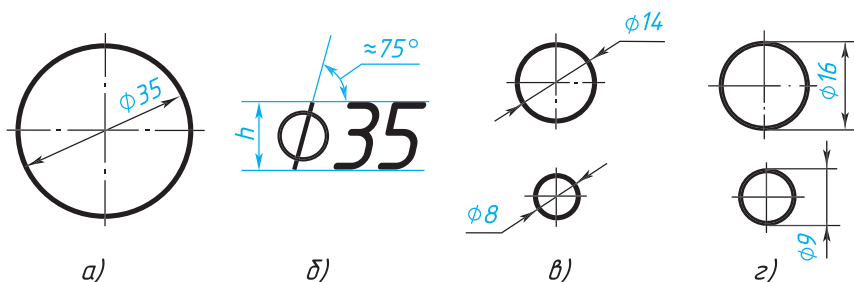
Правила нанесения размеров установлены стандартом. Некоторые из них вы уже знаете. Напомним их.

1. Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Для этого сначала проводят выносные линии перпендикулярно отрезку, размер которого указывают (рис. 29, а). Затем на расстоянии 10 мм от контура детали проводят параллельную ему размерную линию. Размерная линия ограничивается с двух сторон стрелками. Какой должна быть стрелка, показано на рисунке 29, б. Выносные линии выходят за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Выносные и размерные линии проводят сплошной тонкой линией. Над размерной линией, ближе к ее середине, наносят размерное число.

2. Если на чертеже несколько размерных линий, параллельных друг другу, то ближе к изображению наносят меньший размер. Так, на рисунке 29, в сначала нанесен размер 5, а затем 26, чтобы выносные и размерные линии на чертеже не пересекались. Расстояние между параллельными размерными линиями должно быть от 7 мм до 10 мм.



**Рис. 29.** Нанесение линейных размеров

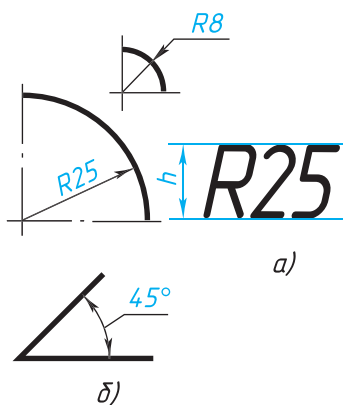


**Рис. 30.** Нанесение размера окружностей

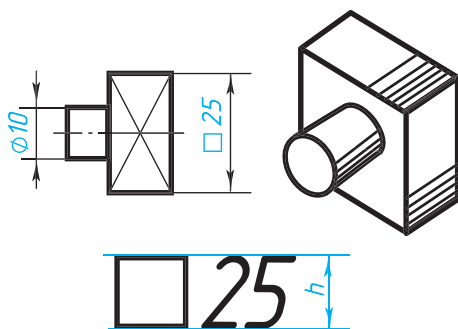
3. Для обозначения диаметра перед размерным числом наносят специальный знак — кружок, перечеркнутый линией (рис. 30). Если размерное число внутри окружности не помещается, его выносят за пределы окружности, как показано на рисунке 30, в и г. Аналогично поступают при нанесении размера прямолинейного отрезка (см. рис. 29, в).

4. Для обозначения радиуса перед размерным числом пишут прописную латинскую букву *R* (рис. 31, а). Размерную линию для указания радиуса проводят, как правило, из центра дуги и оканчивают стрелкой с одной стороны, упирающейся в точку дуги окружности.

5. При указании размера угла размерную линию проводят в виде дуги окружности с центром в вершине угла (рис. 31, б).



**Рис. 31.** Нанесение размеров дуг и угла



**Рис. 32.** Нанесение размера квадрата

6. Перед размерным числом, указывающим сторону квадратного элемента, наносят знак  $\square$  (рис. 32). При этом высота знака равна высоте цифр.

7. Если размерная линия расположена вертикально или наклонно, то размерные числа располагают, как показано на рисунках 29, в; 30; 31.

8. Если деталь имеет несколько одинаковых отверстий, то на чертеже рекомендуется наносить размер лишь одного из них с указанием количества. Например, запись на чертеже «3 отв.  $\varnothing 10$ » означает, что в детали имеются три одинаковых отверстия диаметром 10 мм.

9. При изображении плоских деталей в одной проекции толщина детали указывается, как показано на рисунке 29, в. Обратите внимание, что перед размерным числом, указывающим толщину детали, стоит латинская строчная буква *s*.

10. Допускается подобным образом указывать и длину детали (рис. 33), но перед размерным числом в этом случае пишут латинскую букву *l*.



1. В каких единицах выражают линейные размеры на машиностроительных чертежах?
2. Какой толщины должны быть выносные и размерные линии?
3. Какое расстояние оставляют между контуром изображения и размерными линиями?
4. Как наносят размерные числа на наклонных размерных линиях?
5. Какие знаки и буквы наносят перед размерным числом при указании величины диаметров и радиусов?

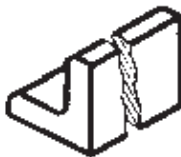


Рис. 33. Нанесение размера длины детали

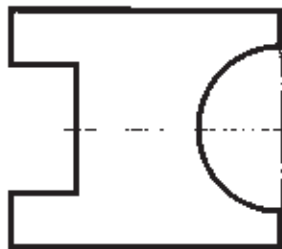


Рис. 34. Задание для упражнений



5. Перечертите в рабочую тетрадь, сохраняя пропорции, изображение детали, данное на рисунке 34, увеличив его в 2 раза. Нанесите необходимые размеры, укажите толщину детали (она равна 4 мм).

6. Начертите в рабочей тетради окружности, диаметры которых равны 40, 30, 20 и 10 мм. Нанесите их размеры. Начертите дуги окружности с радиусами 40, 30, 20 и 10 мм и нанесите размеры.

**2.6. Масштабы.** В практике приходится выполнять изображения очень крупных деталей, например деталей самолета, корабля, автомашины, и очень мелких — деталей часового механизма, некоторых приборов и др. Изображения крупных деталей могут не поместиться на листах стандартного формата. Мелкие детали, которые еле заметны невооруженным глазом, невозможно вычертить в натуральную величину имеющимися чертежными инструментами. Поэтому при вычерчивании больших деталей их изображение уменьшают, а малых увеличивают по сравнению с действительными размерами.

*Масштаб* — это отношение линейных размеров изображения предмета к действительным. Масштабы изображений и их обозначение на чертежах устанавливает стандарт.

Масштаб уменьшения — 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10 и др.

Натуральная величина — 1:1.

Масштаб увеличения — 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1 и др.

Желательно использовать масштаб 1:1. В этом случае при выполнении изображения не нужно пересчитывать размеры.

Масштабы записывают так: 1:1; 1:2; 5:1 и т. д.

Следует помнить, что в каком бы масштабе ни выполнялось изображение, размеры на чертеже наносят действительные, т. е. те, которые должна иметь деталь в натуре (рис. 35).

Угловые размеры при уменьшении или увеличении изображения не изменяются.



1. Для чего служит масштаб?
2. Что называется масштабом?
3. Какие вам известны масштабы увеличения, установленные стандартом? Какие вам известны масштабы уменьшения?
4. Что означают записи: 1:5; 1:1; 10:1?

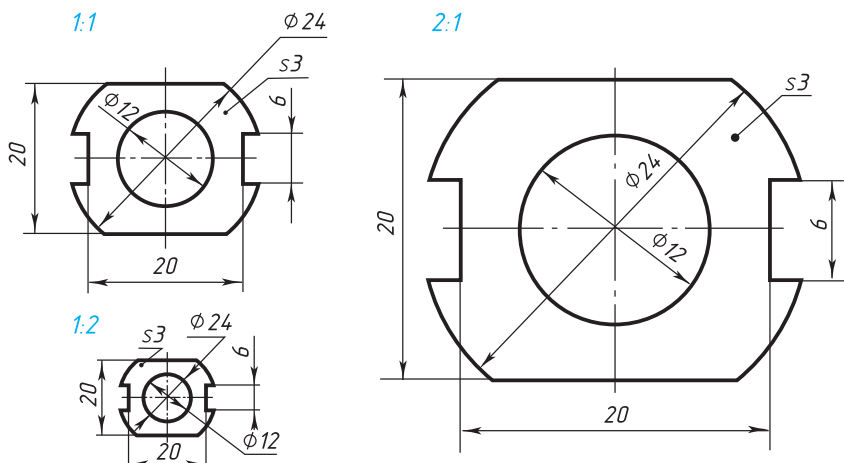


Рис. 35. Чертеж прокладки, выполненный в различных масштабах



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

### Чертеж «плоской детали»

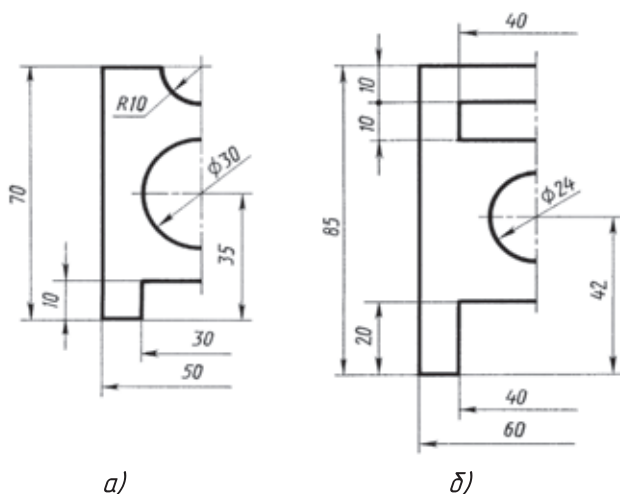
Выполните чертежи деталей «Прокладка» по имеющимся половинам изображений, разделенных осью симметрии (рис. 36 а, б). Нанесите размеры, укажите толщину детали (5 мм).

Работу выполните на листе формата А4. Масштаб изображения 2:1.

**Указания к работе.** На рисунке 36 дана лишь половина изображения детали. Вам нужно представить, как будет выглядеть деталь полностью, помня о симметрии, выполнить эскизно ее изображение на отдельном листе. Затем следует перейти к выполнению чертежа.

На листе формата А4 чертят рамку и выделяют место для основной надписи (22 × 145 мм). Определяют центр рабочего поля чертежа и от него ведут построение изображения.

Вначале проводят оси симметрии, строят тонкими линиями прямоугольник, соответствующий общей форме детали. После этого размечают изображения прямоугольных элементов детали.



**Рис. 36.** Задания к графической работе № 2

Определив положение центров окружности и полуокружности, проводят их. Наносят размеры элементов и габаритные, т. е. наибольшие по длине и высоте размеры детали, указывают ее толщину.

Обводят чертеж линиями, установленными стандартом: сначала — окружности, затем — горизонтальные и вертикальные прямые. Заполняют основную надпись и проверяют чертеж.

# II

## Чертежи в системе прямоугольных проекций

### 3. Проецирование

**3.1. Общие сведения о проецировании.** Изображения предметов на чертежах в соответствии с правилами государственного стандарта выполняют по способу (методу) прямоугольного проецирования. *Проецированием* называют процесс построения проекции предмета. Как получаются проекции? Рассмотрите такой пример.

Возьмем в пространстве произвольную точку  $A$  и какую-нибудь плоскость  $H$  (рис. 37). Проведем через точку  $A$  прямую так, чтобы она пересекала плоскость  $H$  в некоторой точке  $a$ . Тогда точка  $a$  будет *проекцией* точки  $A$ . Плоскость, на которой получается проекция, называется *плоскостью проекций*. Прямую  $Aa$  называют *проецирующим лучом*. С его помощью точка  $A$  проецируется на плоскость  $H$ . Указанным способом могут быть построены проекции всех точек любой пространственной фигуры.

Следовательно, чтобы построить проекцию какой-либо фигуры на плоскости, необходимо через точки этой фигуры провести воображаемые проецирующие лучи до их пересечения с плоскостью.

Проекция всех точек фигуры образует проекцию заданной фигуры. Рассмотрим получение проекции какой-нибудь геометрической фигуры, например треугольника (рис. 38).

Будем в дальнейшем обозначать точки, взятые на предмете, прописными буквами, а их проекции — строчными. Проекцией точки  $A$  на заданную плоскость

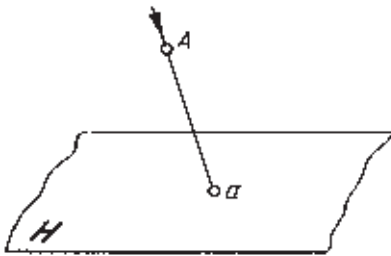


Рис. 37. Получение проекций точки

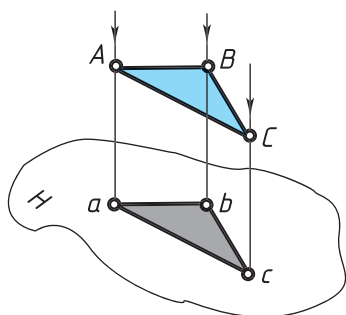


Рис. 38. Проекция фигуры

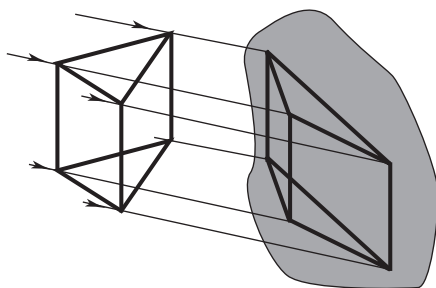


Рис. 39. Получение тени модели

Скорость  $H$  будет точка  $a$  как результат пересечения проецирующего луча  $Aa$  с плоскостью проекций. Проекциями точек  $B$  и  $C$  будут точки  $b$  и  $c$ . Соединив на плоскости точки  $a$ ,  $b$  и  $c$  отрезками прямых, получим фигуру  $abc$ , которая и будет проекцией заданной фигуры  $ABC$ .

Представление о проекции можно получить, рассматривая тени предметов. Возьмем, например, проволочную модель призмы (рис. 39). Пусть эта модель при освещении солнечными лучами отбрасывает тень на стену. Полученную таким образом тень можно принять за проекцию заданного предмета.

Слово «проекция» латинское. В переводе на русский язык оно означает «бросать (отбрасывать) вперед».

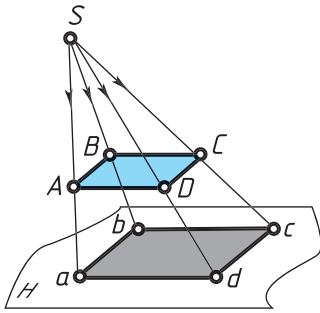
Положите на бумагу какой-нибудь плоский предмет и обведите его карандашом. Вы получите изображение, соответствующее проекции этого предмета. Примерами проекций являются также фотографические снимки, кинокадры и др.



1. Что называется проецированием? Приведите примеры проекций.
2. Как построить на плоскости проекцию точки? проекцию фигуры?

**3.2. Центральное и параллельное проецирование.** Если проецирующие лучи, с помощью которых строится проекция предмета, исходят из одной точки, проецирование называется *центральным* (рис. 40). Точка, из которой исходят лучи, называется *центром проецирования*. Полученная при этом проекция называется *центральной*.





**Рис. 40.** Центральное проецирование

Центральную проекцию часто называют *перспективой*. Примерами центральной проекции являются фотоснимки и кинокадры, тени, отброшенные от предмета лучами электрической лампочки, и др. Центральные проекции применяют в рисовании с натуры.

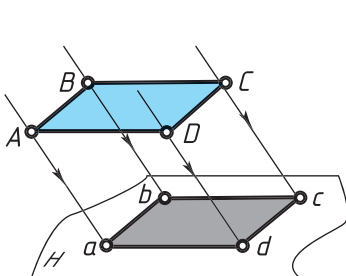
Если проецирующие лучи параллельны друг другу (рис. 41), то проецирование называется *параллельным*, а полученная проекция — *параллельной*. Примером параллельной проекции можно условно считать солнечные тени предметов (см. рис. 39).

Строить изображение предмета в параллельной проекции проще, чем в центральной. В черчении такие проекции используются для построения чертежей и наглядных изображений.

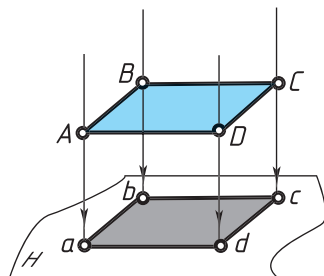
При параллельном проецировании все лучи падают на плоскость проекций под одинаковым углом. Если это любой острый угол, как на рисунке 41, то проецирование называется *косоугольным*.

В том случае, когда проецирующие лучи перпендикулярны плоскости проекций (рис. 42), т. е. составляют с ней угол  $90^\circ$ , проецирование называют *прямоугольным*. Полученная при этом проекция называется *прямоугольной*.

Прямоугольное проецирование широко используется для



**Рис. 41.** Косоугольное проецирование



**Рис. 42.** Прямоугольное проецирование

построения изображений на чертежах. Большинство чертежей в учебнике выполнено по этому способу.

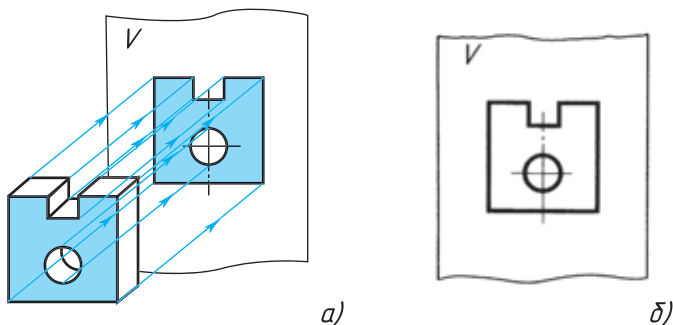


1. Какое проецирование называется центральным, параллельным, прямоугольным, косоугольным?
2. Какой способ проецирования используется при построении чертежа и почему?

## 4. Прямоугольное проецирование

**4.1. Проецирование на одну плоскость проекций.** Пусть необходимо построить прямоугольную проекцию предмета, заданного на рисунке 43. Выберем вертикальную плоскость проекций, обозначив ее буквой  $V$ . Такую плоскость, расположенную перед зрителем, называют *фронтальной* (от французского слова «фронталь», что означает «лицом к зрителю»). Будем теперь строить проекцию предмета на эту плоскость, рассматривая предмет спереди. Для этого мысленно проведем через некоторые точки, например вершины предмета и точки отверстия, проецирующие лучи, перпендикулярные к плоскости проекций  $V$  (рис. 43, *a*). Отметим точки пересечения их с плоскостью и соединим прямыми, а точки окружности — кривой линией. Мы получим проекцию предмета на плоскости.

Заметьте, что предмет был расположен перед плоскостью проекций так, что две его поверхности оказались параллельными этой плоскости и спроецировались без искажения. По полученной проекции мы сможем судить лишь о двух измерениях предмета в данном случае — высоте и ширине и о диаметре от-



**Рис. 43.** Проецирование на одну плоскость проекций

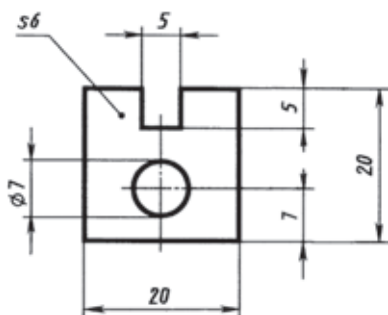


Рис. 44. Чертеж детали

верстия (рис. 43, б). А какова толщина предмета? Пользуясь полученной проекцией, мы этого сказать не можем. Значит, одна проекция не выявляет третьего измерения предмета. Чтобы по такому изображению можно было полностью судить о форме детали, его иногда дополняют указанием толщины ( $s$ ) детали, как на рисунке 44. Так поступают, если предмет несложной формы, не имеет выступов,

впадин и пр., т. е. его условно можно считать плоским. Примеры чертежей деталей, содержащих одну прямоугольную проекцию, вы видели на рисунках 29, в, 33, 35 и 36.

#### 4.2. Проецирование на несколько плоскостей проекций.

Одна проекция не всегда однозначно определяет геометрическую форму предмета. Например, по одной проекции, данной на рисунке 45, а, можно представить предметы такими, как они показаны на рисунке 45, б и в. Можно мысленно подобрать и другие предметы, которые также будут иметь своей проекцией изображение, данное на рисунке 45, а. Кроме того, как мы выяснили, на таком изображении не отражено третье измерение предмета.

Все эти недостатки можно устранить, если построить не одну, а две прямоугольные проекции предмета на две взаимно перпендикулярные плоскости (рис. 46): фронтальную ( $V$ ) и горизонтальную (ее обозначают буквой  $H$ ).

Чтобы получить проекцию на фронтальной плоскости  $V$ , предмет рассматривают спереди, а на горизонтальной плоскости  $H$  — сверху.

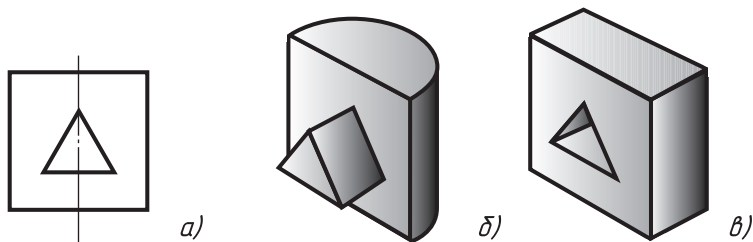
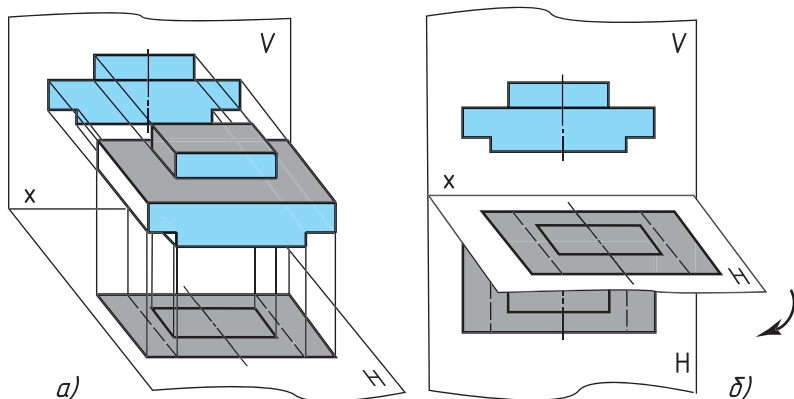


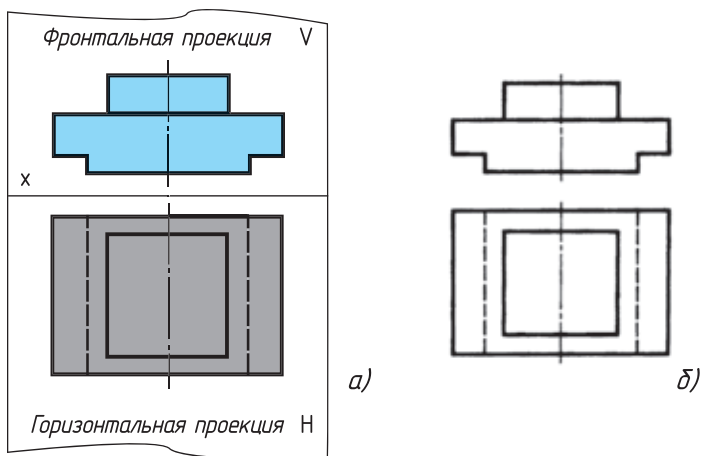
Рис. 45. Неопределенность формы предмета на изображении



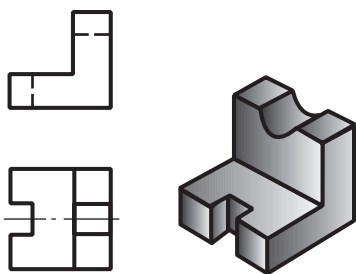
**Рис. 46.** Проецирование на две плоскости проекций

Линию пересечения этих плоскостей (она обозначена  $x$ ) называют *осью проекций* (рис. 46, б).

Построенные проекции оказались расположенными в пространстве в разных плоскостях (горизонтальной и вертикальной). Изображения же предмета обычно выполняют на одном листе, т. е. в одной плоскости. Поэтому для получения чертежа предмета обе плоскости совмещают в одну. Для этого поворачивают горизонтальную плоскость проекций вокруг оси  $x$  вниз на  $90^\circ$  так, чтобы она совпала с вертикальной плоскостью. Обе проекции окажутся расположенными в одной плоскости (рис. 47).



**Рис. 47.** Две проекции предмета



**Рис. 48.** Неопределенность формы предмета на изображении

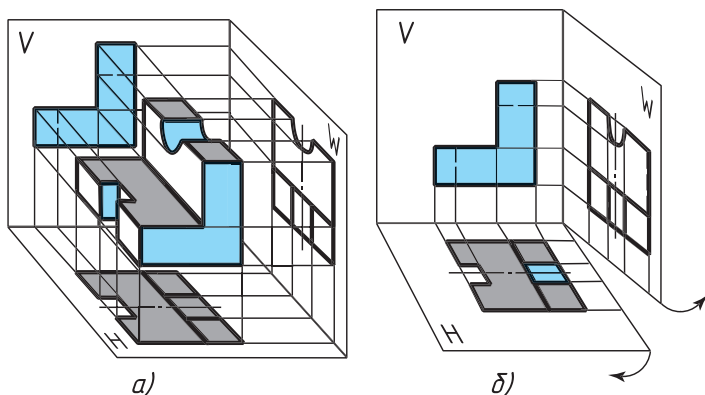
Границы плоскостей проекций на чертеже можно не показывать, не наносят также и проекции проецирующих лучей и линию пересечения плоскостей проекций, т. е. ось проекций, если в этом нет необходимости.

На совмещенных плоскостях фронтальная и горизонтальная проекции предмета располагаются в проекционной связи, т. е. горизонтальная проекция будет находиться точно под фронтальной.

Обратите внимание, что нижний выступ предмета оказался невидимым на горизонтальной проекции, поэтому он показан штриховыми линиями.

Рассмотрим еще один пример. По рисунку 48 мы легко представим общую форму детали. Но форма выемки в вертикальной части остается невыявленной. Чтобы увидеть, какая она, надо построить проекцию еще на одну плоскость. Ее располагают перпендикулярно плоскостям проекций  $H$  и  $V$ .

Третью плоскость проекций называют *профильной*, а полученную на ней проекцию — *профильной проекцией* предмета (от французского слова «профиль», что означает «вид сбоку»). Ее обозначают буквой  $W$  (рис. 49, *а*). Проецируемый предмет помещают в пространстве трехгранного угла, образованного плоскостями  $V$ ,



**Рис. 49.** Проецирование на три плоскости проекций

$H$  и  $W$ , и рассматривают с трех сторон — спереди, сверху и слева. Через характерные точки предмета проводят проецирующие лучи до пересечения с плоскостями проекций. Точки пересечения соединяют прямыми или кривыми линиями. Полученные фигуры будут проекциями предмета на плоскостях  $V$ ,  $H$  и  $W$ .

Профильная плоскость проекций вертикальная. В пересечении с плоскостью  $H$  она образует ось  $y$ , а с плоскостью  $V$  — ось  $z$ .

Для получения чертежа предмета плоскость  $W$  поворачивают на  $90^\circ$  вправо, а плоскость  $H$  — на  $90^\circ$  вниз (рис. 49, б). Полученный таким образом чертеж содержит три прямоугольные проекции предмета (рис. 50, а): фронтальную, горизонтальную и профильную. Оси проекций и проецирующие лучи на чертеже здесь также не показывают (рис. 50, б).

Профильную проекцию располагают в проекционной связи с фронтальной, справа от нее на одной высоте.

Чертеж, состоящий из нескольких прямоугольных проекций, называют *чертежом в системе прямоугольных проекций*. В зависимости от сложности геометрической формы предмета он может быть представлен одной, двумя и более проекциями.

Способ прямоугольного проецирования на взаимно перпендикулярные плоскости был разработан французским ученым-геометром Гаспаром Монжем в конце XVIII в. Поэтому такой способ часто называют способом (методом) Монжа. Г. Монж положил начало развитию науки об изображении предметов — начертательной геометрии. Начертательная геометрия является теоретической основой черчения.

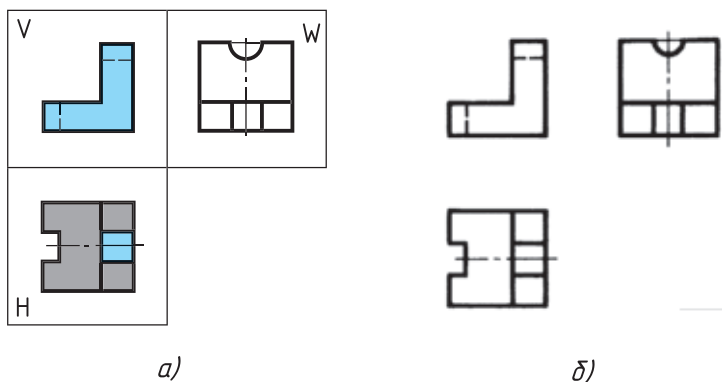


Рис. 50. Три проекции предмета

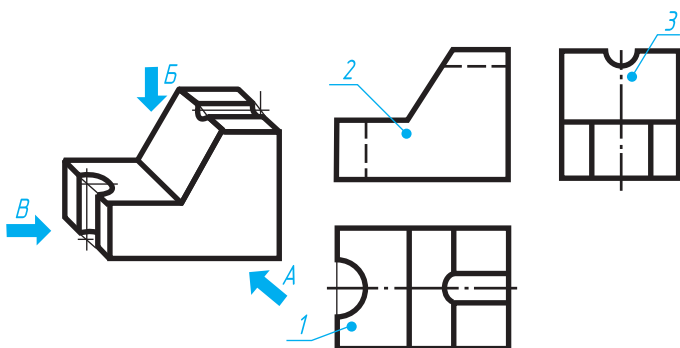


Рис. 51. Задание для упражнений



1. Всегда ли достаточно на чертеже одной проекции предмета?

2. Как называются плоскости проекций? Как они обозначаются?

3. Как называются проекции, полученные при проецировании предмета на три плоскости проекций? Как должны располагаться эти плоскости относительно друг друга?



7. На рисунке 51 дано наглядное изображение и чертеж детали — угольника. На наглядном изображении стрелками показаны направления проецирования. Проекция детали обозначены цифрами 1, 2, 3. Вам надо, не перечерчивая чертеж, записать в рабочей тетради: а) какой проекции (обозначенной цифрой) соответствует каждое направление проецирования (обозначенное буквой); б) названия проекций 1, 2 и 3.

## 5. Расположение видов на чертеже. Местные виды

**5.1. Правила расположения видов.** Для полного выявления формы предметов в черчении применяют различные изображения: виды, сечения, разрезы. Вначале вы изучите виды.

*Вид* — это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий. В отличие от проекций на видах применяют некоторые условности и упрощения. Их вы будете изучать позже.

Изображение, полученное на фронтальной плоскости проекций, называется *видом спереди*. Это изображение принимается на чертеже за главное. Поэтому такой вид еще называют *главным*. При выполнении чертежа предмет надо так располагать относительно фронтальной плоскости проекций, чтобы главный вид давал наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Изображение на горизонтальной плоскости проекций называется *видом сверху*.

Изображение на профильной плоскости проекций называется *видом слева*.

Наряду с видами спереди, сверху и слева для изображения предмета могут применяться виды справа, снизу, сзади (все они называются основными). Однако количество видов на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для полного выявления формы и размеров предмета. Для уменьшения количества видов на них допускается показывать при необходимости невидимые части поверхности предмета штриховыми линиями. С этой же целью применяются различные условные обозначения, знаки и надписи, установленные стандартом.

На рисунке 52 даны три вида детали, наглядное изображение которой показано на рисунке 53. Главным видом является вид спереди. Под ним расположен вид сверху, справа от главного вида и на одной высоте — вид слева. Вырез в детали прямоугольной формы оказался на виде сверху невидимым, поэтому он показан штриховой линией.

**5.2. Местные виды.** В некоторых случаях на чертеже вместо полного вида можно применить его часть. Это упрощает построение изображения предмета.

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется *местным видом*. Его применяют в том случае, когда требуется показать форму и размеры отдельных элементов детали (фланца, шпоночной канавки и пр.).

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, осью симметрии и пр. Он может быть отмечен на чертеже и надписью. Располагают местный вид на свободном поле чертежа или в проекционной связи с другими изображениями. В школе вы будете рассматривать местные виды, расположенные только в проекционной связи (рис. 54).

Применение местного вида позволяет уменьшить объем графической работы, сэкономить место на поле чертежа.





1. Дайте определение вида.
2. Как располагаются виды на чертеже? Какой вид называется главным и почему?
3. Какой вид называется местным? С какой целью он используется? Что дает применение местного вида?

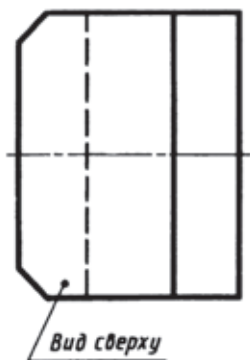
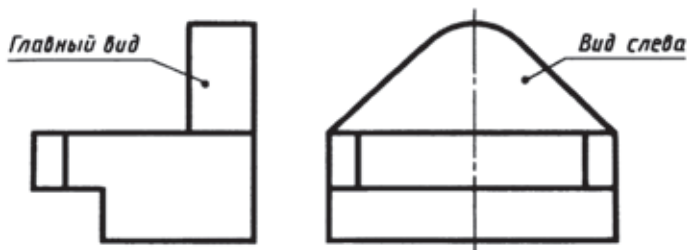


Рис. 52. Три вида детали

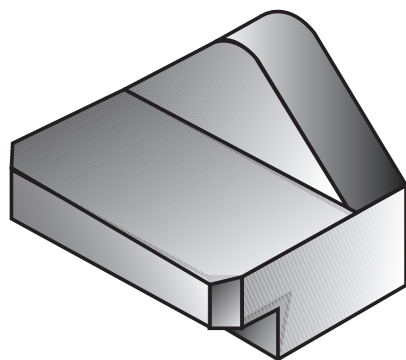


Рис. 53. Наглядное изображение детали

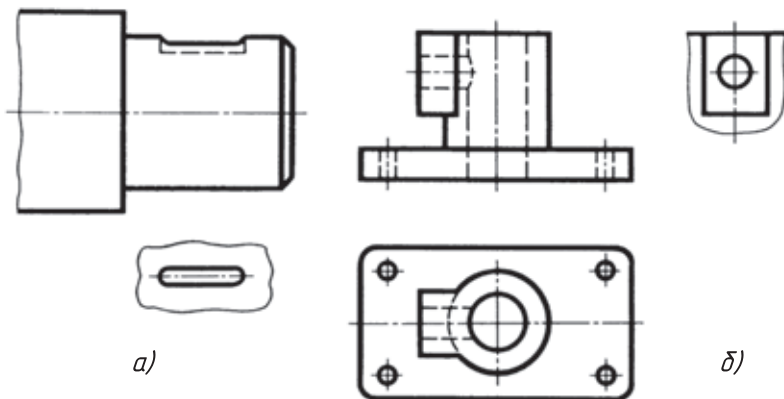
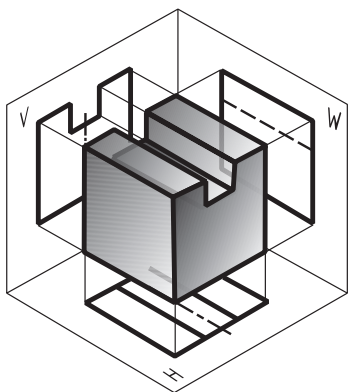
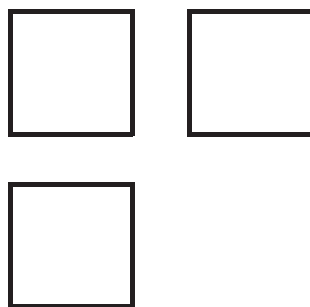


Рис. 54. Местные виды, расположенные в проекционной связи

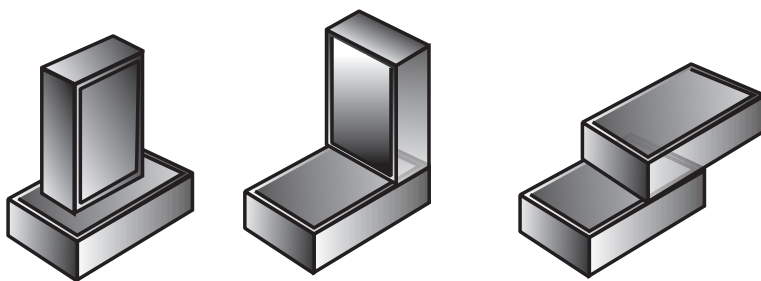


*a)*

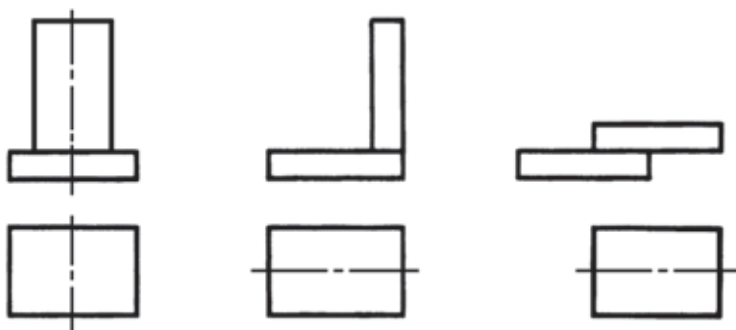


*б)*

**Рис. 55.** Задание для упражнений



*a)*



*б)*

**Рис. 56.** Задание для упражнений



8. На рисунке 55, а показан процесс проецирования предмета на три плоскости проекций. Общая геометрическая форма изображенного предмета — куб. Сверху он имеет вырез, называемый пазом. На чертеже предмета (рис. 55, б) даны лишь очертания общей формы предмета, соответствующие проекциям куба. Перечертите в рабочую тетрадь проекции куба и дополните их изображением выреза.

**Указания к работе.** Размеры куба задайте произвольно, ширину и глубину паза возьмите примерно равной  $\frac{1}{3}$  величины ребра куба.

При построении чертежа соблюдайте проекционную связь между проекциями предмета и проекциями паза.

9. На рисунке 56, а даны наглядные изображения моделей, составленных из двух спичечных коробок. На рисунке 56, б даны соответствующие им проекции моделей: фронтальная и горизонтальная. На горизонтальных проекциях дано изображение лишь одной коробки, изображение второй отсутствует.

Перечертите в рабочую тетрадь данные на рисунке 56, б чертежи и дополните их изображением второй коробки.

**Указания к работе.** Если вы затрудняетесь решить задачу, составьте модели из коробок, как показано на рисунке 56, а. Сравните выполненные вами чертежи моделей с их наглядными изображениями. Составьте самостоятельно еще одну-две модели из двух или трех спичечных коробок и выполните их чертежи.



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

### Моделирование по чертежу

1. Моделирование из проволоки. Изогните кусок проволоки, как показано на рисунке 57, а, б, в, г. Сравните полученную модель с изображением.

2. Моделирование из картона. Сделайте из картона одну из деталей (угольник), показанных на рисунке 58, а и б.

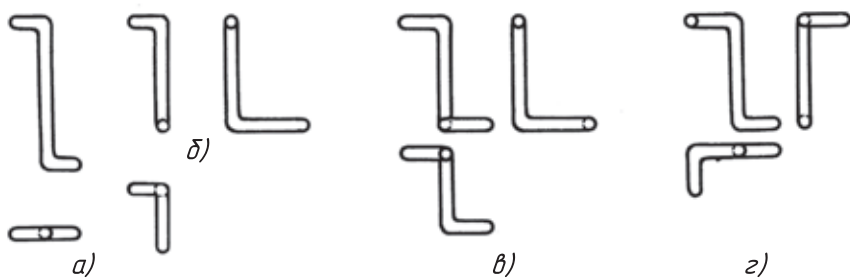


Рис. 57. Задания к практической работе № 3

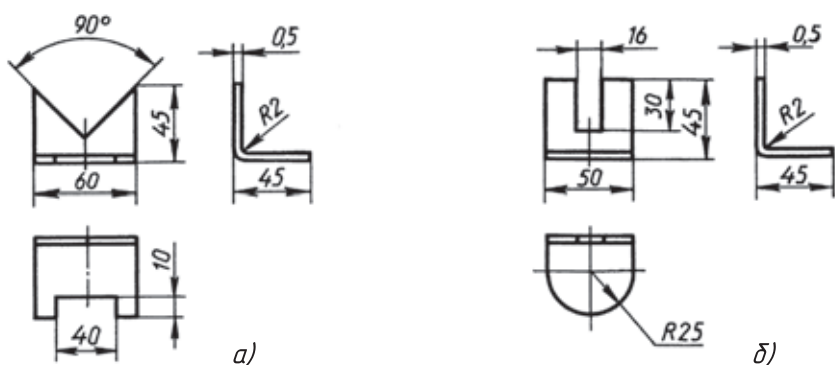


Рис. 58. Задания к практической работе № 3

**Указания к работе. Моделирование** — это процесс изготовления по чертежу модели какого-либо предмета. Вы уже занимались этим на уроках труда. Прежде чем приступить к моделированию, надо приготовить необходимый материал: картон, проволоку.

Для изготовления модели из картона сначала вырежьте ее заготовку. Размеры заготовки определите по изображению детали (см. рис. 58). Наметьте (очертите) вырезы. Обрежьте их по очерченному контуру. Удалите вырезанные части и изогните по чертежу модель. Чтобы картон после изгибания не распрямлялся, в месте изгиба прочертите с внешней стороны линии каким-нибудь острым предметом.

Проволоку для моделирования необходимо использовать мягкую, произвольной длины.

# III

## АксонOMETрические проекции. Технический рисунок

### 6. Получение аксонометрических проекций

Рассмотрите рисунок 59. Сколько на нем изображено предметов различной формы?

Вы видите один предмет, изображенный по-разному. А можете ли вы ответить, как называются изображения *a*, *б*, *в*?

Обратите внимание на изображения *б* и *в*. Они называются, как вам уже известно, наглядными изображениями. По ним представить форму предмета легче, чем по рисунку 59, *a*. На рисунке 60 показано, как получается одно из этих наглядных изображений. Передняя и задняя грани куба расположены параллельно плоскости проекций  $P$  (рис. 60, *a*).

Проецируя куб вместе с осями координат  $X_0, Y_0, Z_0$  на плоскость  $P$  параллельными лучами, направленными к ней под уг-

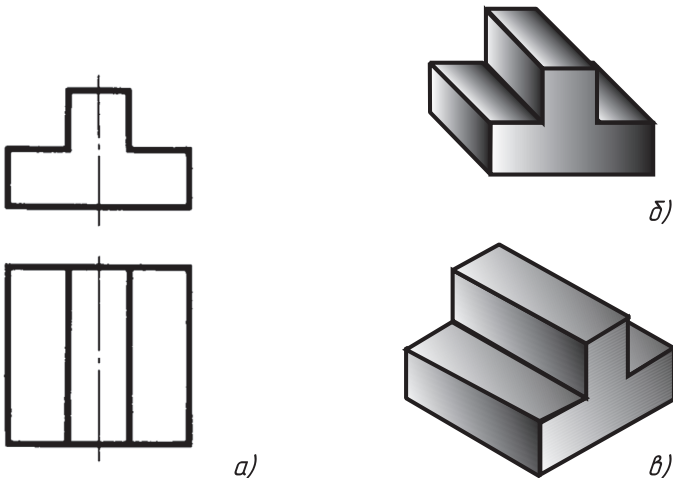
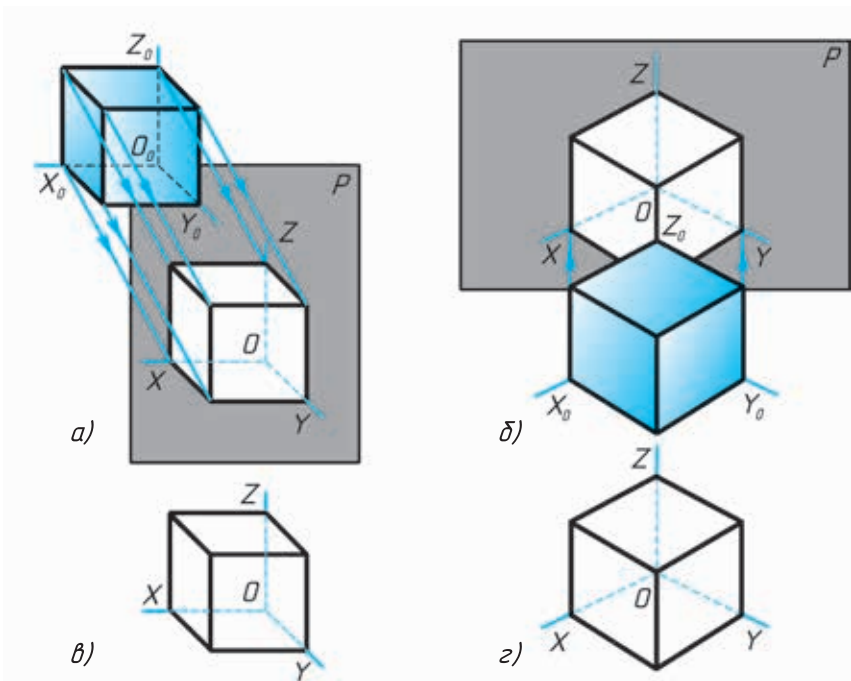


Рис. 59. Различные изображения



**Рис. 60.** Образование аксонометрических проекций:  $a, в$  — фронтальной диметрической;  $б, г$  — изометрической

лом, меньшим  $90^\circ$ , получают *косоугольную фронтальную диметрическую проекцию* (рис. 60, в). В дальнейшем будем называть ее кратко *фронтальной диметрической проекцией*. Предмет, изображенный в такой проекции, вы видели на рисунке 59, б.

Если грани куба наклонить к плоскости  $P$  под равными углами (рис. 60, б) и спроецировать куб вместе с осями координат на плоскость перпендикулярными к ней лучами, то получится еще одно наглядное изображение, которое называется *прямоугольной изометрической проекцией* (рис. 60, г). В дальнейшем будем называть ее кратко *изометрической проекцией*.

Изображение предмета в изометрической проекции вы видели на рисунке 59, в.

Теперь сравните изображения  $в$  и  $г$  (рис. 60). Как называется изображение  $в$  и как называется изображение  $г$ ?

Фронтальная диметрическая (рис. 60, в) и изометрическая (рис. 60, г) проекции объединяются одним общим названием —

*аксонометрические* проекции. Слово «аксонометрия» греческое. В переводе оно означает «измерение по осям».

Оси  $x$ ,  $y$  и  $z$  на плоскости аксонометрических проекций называются *аксонометрическими*. Когда строят такие проекции, размеры откладывают вдоль осей  $x$ ,  $y$  и  $z$ .

Аксонометрические проекции относят к наглядным изображениям.



1. Какие аксонометрические проекции даны на рисунке 59?
2. Как направлены проецирующие лучи относительно плоскостей проекций для получения изображений, данных на рисунке 59, б и в?

## 7. Построение аксонометрических проекций

**7.1. Положение осей.** Построение начинают с проведения аксонометрических осей  $x$ ,  $y$  и  $z$ . Оси фронтальной диметрической проекции располагают, как показано на рисунке 61, а: ось  $x$  — горизонтально, ось  $z$  — вертикально, ось  $y$  — под углом  $45^\circ$  к горизонтальной линии.

Угол  $45^\circ$  можно построить при помощи чертежного угольника с углами  $45$ ,  $45$  и  $90^\circ$ , как показано на рисунке 61, в. Ось  $y$  проводят с наклоном влево или вправо.

Во фронтальной диметрической проекции по осям  $x$  и  $z$  (и параллельно им) откладывают натуральные размеры, по оси  $y$  (и параллельно ей) — сокращенные в два раза<sup>1</sup>.

Положение осей изометрической проекции показано на рисунке 61, б. Оси  $x$  и  $y$  располагают под углом  $30^\circ$  к горизонтальной линии ( $120^\circ$  между осями). Их тоже удобно проводить при помощи угольника. Но в этом случае угольник берут с углами  $30$ ,  $60$  и  $90^\circ$  (рис. 61, з).

При построении изометрической проекции по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и параллельно им откладывают натуральные размеры предмета<sup>2</sup>.

На рисунке 61, д и е показано построение осей на бумаге, разлинованной в клетку. Оно применяется при выполнении тех-

---

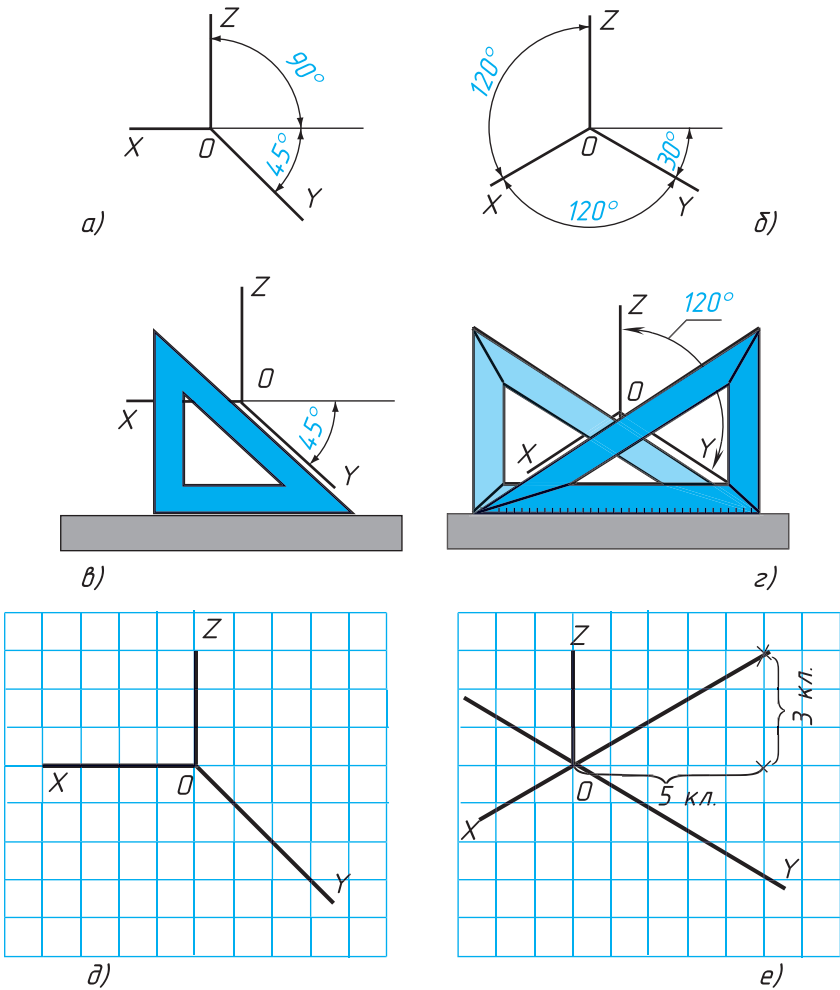
<sup>1</sup> Отсюда название «диметрия», что по-гречески означает «двойное измерение»

<sup>2</sup> Отсюда название «изометрия», что по-гречески означает «равные измерения»

нических рисунков. Чтобы получить угол  $45^\circ$ , ось проводят по диагоналям клеток (рис. 61,  $\delta$ ). Отношение отрезков в 3 и 5 клеток дает наклон оси приблизительно в  $30^\circ$  (рис. 61,  $e$ ).



Какие размеры откладывают при выполнении чертежа вдоль аксонометрических осей в изометрической и фронтальной диметрической проекциях?



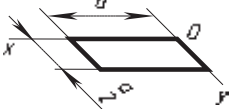
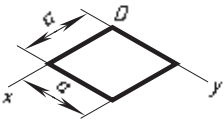
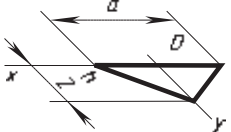
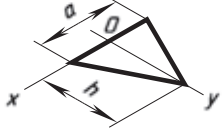
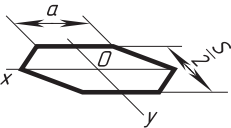
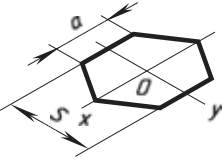
**Рис. 61.** Изображение осей аксонометрических проекций:  $a, б$  — положение осей;  $в, г$  — приемы построения осей;  $д, e$  — построение осей при выполнении технических рисунков



**7.2. Аксонометрические проекции плоских фигур.** Рассмотрим построение аксонометрических проекций плоских геометрических фигур, расположенных горизонтально (табл. 1). Такие построения понадобятся в последующем при выполнении аксонометрических проекций геометрических тел. Построение начинают с проведения аксонометрических осей  $x$  и  $y$ .

Таблица 1

Способ построения аксонометрических проекций плоских фигур

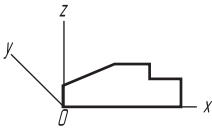
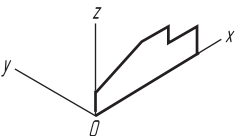
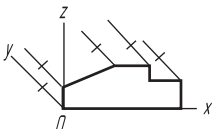
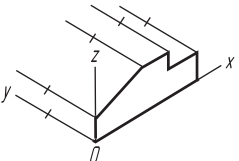
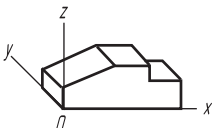
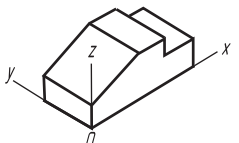
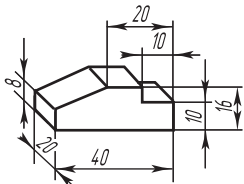
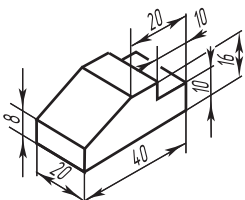
Фронтальная диметрическая проекция	Порядок построения	Изометрическая проекция
	<p><b>Квадрат.</b> Вдоль оси <math>x</math> откладывают отрезок <math>a</math>, равный стороне квадрата, вдоль оси <math>y</math> — отрезок <math>\frac{a}{2}</math> для фронтальной диметрической проекции и отрезок <math>a</math> для изометрической проекции. Проводят отрезки, параллельные отложенным.</p>	
	<p><b>Треугольник.</b> Симметрично точке <math>O</math> откладывают по оси <math>x</math> отрезки, равные половине стороны треугольника, а по оси <math>y</math> — его высоту (для фронтальной диметрической проекции половину высоты). Полученные точки соединяют отрезками прямых.</p>	
	<p><b>Шестиугольник.</b> По оси <math>x</math> вправо и влево от точки <math>O</math> откладывают отрезки, равные стороне шестиугольника. По оси <math>y</math> симметрично точке <math>O</math> откладывают отрезки, равные половине расстояния <math>S</math> между противоположными сторонами (для фронтальной диметрической проекции половине этого расстояния). От точек, полученных на оси <math>y</math>, проводят вправо и влево параллельно оси <math>x</math> отрезки, равные половине стороны шестиугольника. Полученные точки соединяют отрезками прямых.</p>	

**7.3. Аксонометрические проекции плоскогранных предметов.** Рассмотрим общий способ построения аксонометрических проекций плоскогранных предметов (табл. 2) на примере детали, два вида которой даны на рисунке 62.

Из рассмотренного в таблице примера видно, что правила построения изометрической и фронтальной диметрической проекций в общем одинаковы. Разница лишь в расположении осей и в длине отрезков, откладываемых вдоль оси  $y$ .

Таблица 2

Способ построения аксонометрических проекций плоскогранных предметов

Фронтальная диметрическая проекция	Порядок построения	Изометрическая проекция
	<p>Проводят оси. Строят переднюю грань детали, откладывая действительные размеры: высоту — вдоль оси <math>z</math>, ширину — вдоль оси <math>x</math>.</p>	
	<p>Из вершин полученной фигуры проводят ребра параллельно оси <math>y</math>. Вдоль них откладывают толщину детали: для фронтальной диметрической проекции — сокращенную в два раза; для изометрической — действительную</p>	
	<p>Через полученные точки проводят отрезки прямых, параллельные ребрам передней грани</p>	
	<p>Удаляют лишние линии. Обводят видимый контур. Наносят размеры</p>	

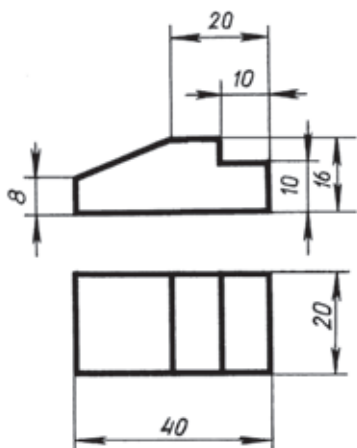


Рис. 62. Чертеж детали

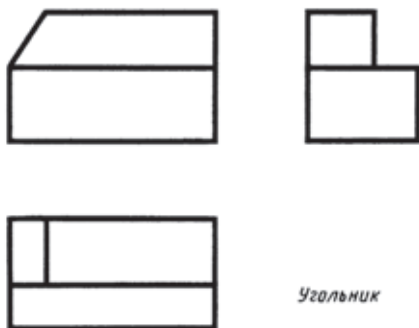


Рис. 63. Задание для упражнений

Обратите внимание, что при нанесении размеров на аксонометрической проекции предмет выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии — параллельно измеряемому отрезку.



1. Как располагаются оси фронтальной диметрической проекции? изометрической проекции?

2. Какие размеры откладывают вдоль осей фронтальной диметрической и изометрической проекций и параллельно им?

3. Перечислите общие этапы построения аксонометрических проекций.



10. Постройте фронтальную диметрическую проекцию равностороннего треугольника со стороной 40 мм.

Постройте изометрическую проекцию правильного шестиугольника со стороной также 40 мм.

Расположите их параллельно фронтальной плоскости проекций.

11. Постройте фронтальную диметрическую и изометрическую проекции детали, приведенной на рисунке 63. Величину изображения увеличьте в два раза.

## 8. Аксонометрические проекции предметов, имеющих круглые поверхности

### 8.1. Фронтальные диметрические проекции окружностей.

Если на аксонометрическом изображении некоторые элементы, например окружности (рис. 64), хотя и сохраняют неискаженными, то применяют фронтальную диметрическую проекцию. Построение фронтальной диметрической проекции детали с цилиндрическим отверстием, два вида которой даны на рисунке 64, *а*, выполняют так:

1. Пользуясь осями  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , строят тонкими линиями очертания внешней формы детали (рис. 64, *б*).

2. Находят центр отверстия на передней грани. Через него параллельно оси  $y$  проводят ось отверстия и откладывают на ней половину толщины детали. Получают центр отверстия, расположенный на задней грани.

3. Из полученных точек как из центров проводят окружности, диаметр которых равен диаметру отверстия (рис. 64, *в*).

4. Удаляют лишние линии и обводят видимый контур детали (рис. 64, *г*).



**12.** Постройте в рабочей тетради фронтальную диметрическую проекцию детали, изображенной на рисунке 64, *а*. Ось  $y$  направьте в другую сторону. Величину изображения увеличьте примерно в два раза.

**8.2. Изометрические проекции окружностей.** Изометрической проекцией окружности (рис. 65) является кривая, которая называется *эллипсом*. Эллипсы строить трудно. В практике черче-

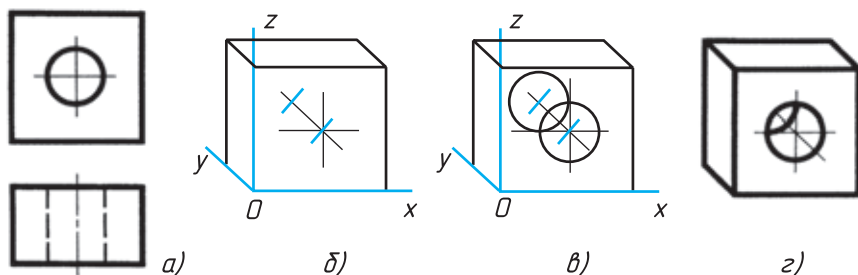


Рис. 64. Построение фронтальной диметрической проекции

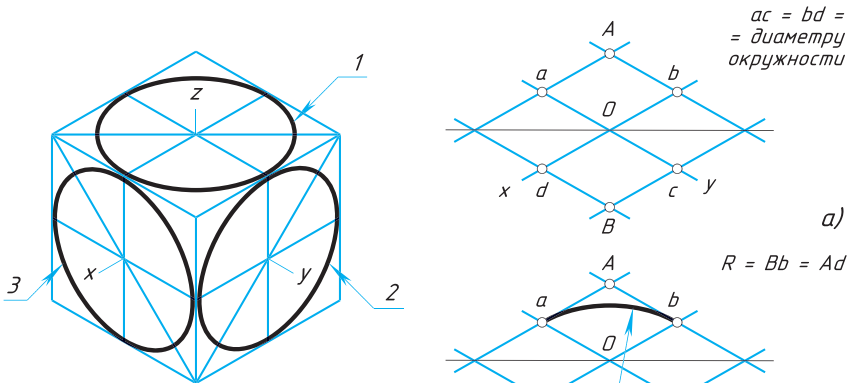


Рис. 65. Изображение в изометрической проекции окружностей, вписанных в куб

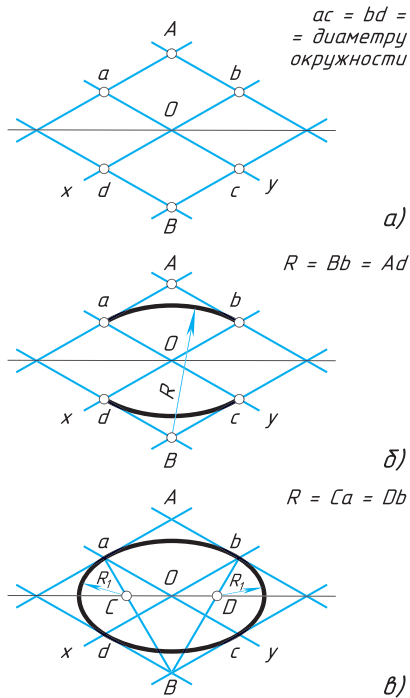


Рис. 66. Построение овала

ния вместо них часто строят овалы. *Овал* — замкнутая кривая, очерченная дугами окружностей. Овал удобно строить, вписывая в ромб, который является изометрической проекцией квадрата.

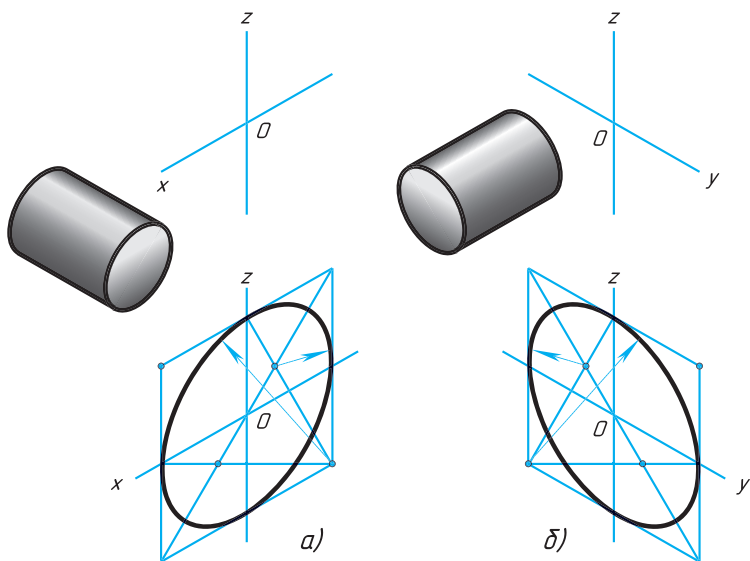
Построение овала, вписанного в ромб, выполняют в такой последовательности.

Вначале строят ромб со стороной, равной диаметру изображаемой окружности (рис. 66, а). Для этого через точку  $O$  проводят изометрические оси  $x$  и  $y$ . На них от точки  $O$  откладывают отрезки, равные радиусу изображаемой окружности. Через точки  $a, b, c$  и  $d$  проводят прямые, параллельные осям; получают ромб.

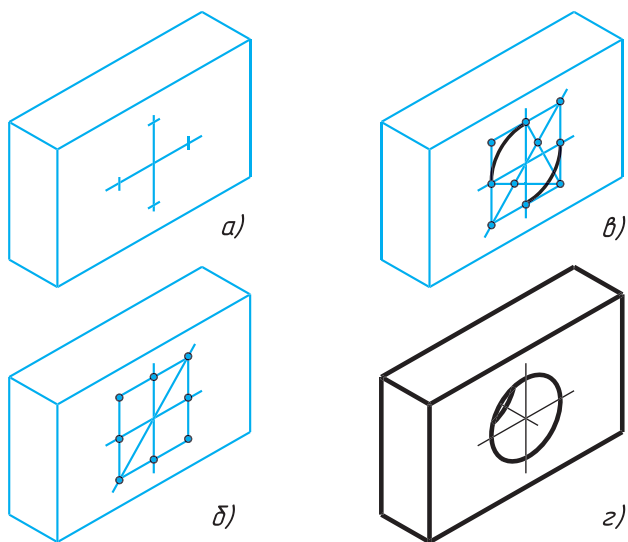
Большая ось овала располагается на большой диагонали ромба.

После этого вписывают в ромб овал. Для этого из вершин тупых углов (точек  $A$  и  $B$ ) описывают дуги. Их радиус  $R$  равен расстоянию от вершины тупого угла (точек  $A$  и  $B$ ) до точек  $c, d$  или  $a, b$  соответственно (рис. 66, б).

Через точки  $B$  и  $a, B$  и  $b$  проводят прямые. В пересечении прямых  $Ba$  и  $Bb$  с большей диагональю ромба находят точки  $C$  и  $D$  (рис. 66, в). Эти точки будут центрами малых дуг. Их



**Рис. 67.** Построение овалов:  
*a* — лежащего в плоскости, перпендикулярной оси *y*;  
*б* — лежащего в плоскости, перпендикулярной оси *x*



**Рис. 68.** Построение изометрической проекции детали с цилиндрическим отверстием

радиус  $R_1$  равен  $Ca$  (или  $Db$ ). Дугами этого радиуса плавно соединяют большие дуги овала.

Мы рассмотрели построение овала, лежащего в плоскости, перпендикулярной оси  $z$  (овал 1 на рисунке 65). Овалы, находящиеся в плоскостях, перпендикулярных оси  $y$  (овал 2, рис. 65) и оси  $x$  (овал 3, рис. 65), строят также. Только для овала 2 построение ведут на осях  $x$  и  $z$  (рис. 67, *a*), а для овала 3 — на осях  $y$  и  $z$  (рис. 67, *б*). Рассмотрим, как применяются изученные построения на практике.

**8.3. Способ построения аксонометрических проекций предметов, имеющих круглые поверхности.** На рисунке 68, *a* дана изометрическая проекция планки. Надо изобразить цилиндрическое отверстие, просверленное перпендикулярно передней грани. Построение выполняют так:

1. Находят центр отверстия на передней грани. Определяют направление изометрических осей для построения ромба (см. рис. 65). Из найденного центра проводят оси (рис. 68, *a*) и откладывают на них отрезки, равные радиусу окружности.

2. Строят ромб. Проводят его большую диагональ (рис. 68, *б*).

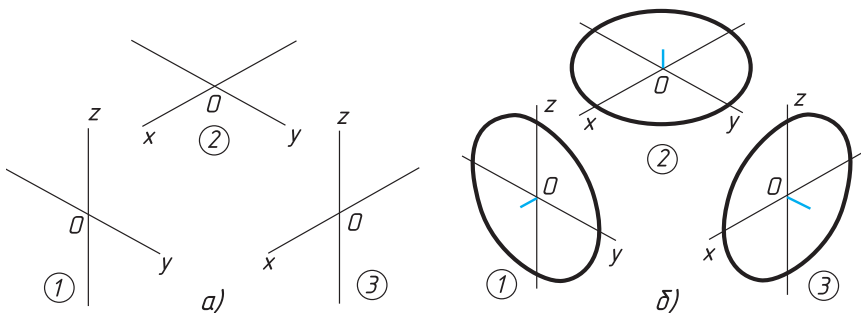
3. Описывают большие дуги. Находят центры для малых дуг (рис. 68, *в*).

4. Проводят из найденных центров малые дуги.

Такой же овал строят на задней грани, но обводят лишь видимую его часть (рис. 68, *г*).



**13.** На рисунке 69, *a* проведены оси для построения трех ромбов. Укажите, на какой грани куба — верхней, боковой правой, боковой левой (см. рис. 65) — будет расположен каждый ромб. Какой оси будет перпендикулярна плоскость каждого из



**Рис. 69.** Задание для упражнений

этих ромбов? А какой оси перпендикулярна плоскость каждого из овалов (рис. 69, б)?

14. Стороны ромбов на рисунке 65 равны 30 мм. Чему равны диаметры окружностей, проекции которых представлены овалами, вписанными в эти ромбы?

15. Постройте овалы, соответствующие проекциям окружностей, вписанных в грани куба, данного в изометрической проекции (по примеру на рисунке 65). Сторона куба равна 80 мм.

## 9. Технический рисунок

Для упрощения работы по выполнению наглядных изображений часто пользуются техническими рисунками.

*Технический рисунок* — это изображение, выполненное от руки, по правилам аксонометрии с соблюдением пропорций на глаз. При этом придерживаются тех же правил, что и при построении аксонометрических проекций: под теми же углами располагают оси, размеры откладывают вдоль осей или параллельно им.

Технические рисунки удобно выполнять на бумаге в клетку. На рисунке 70, а показано построение по клеткам окружности. Сначала на осевых линиях от центра на расстоянии, равном радиусу окружности, наносят четыре штриха. Затем между ними наносят еще четыре штриха. В заключение проводят окружность (рис. 70, б).

Овал легче нарисовать, вписав его в ромб (рис. 70, г). Для этого, как и в предыдущем случае, сначала наносят штрихи внутри ромба, намечающие форму овала (рис. 70, в).

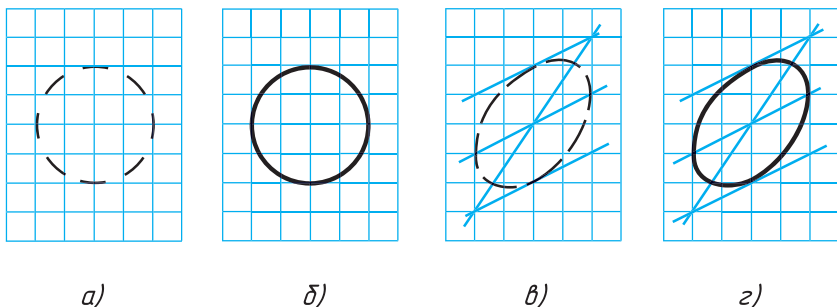
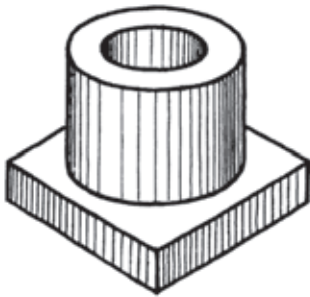


Рис. 70. Построения, облегчающие выполнение технических рисунков





Для бóльшего отображения объемности предмета на технических рисунках наносят штриховку (рис. 71). При этом предполагается, что свет падает на предмет слева сверху. Освещенные поверхности оставляют светлыми, а затененные покрывают штриховкой, которая тем чаще, чем темнее поверхность предмета.

**Рис. 71.** Технический рисунок детали со штриховкой



**1.** Чем отличается технический рисунок от аксонометрической проекции?

**2.** Как можно выявить объем предмета на техническом рисунке?



**16.** Нарисуйте в рабочей тетради: а) оси фронтальной диметрической и изометрической проекции (по примеру на рисунке 61); б) окружность диаметра 40 мм и овал, соответствующий изображению окружности в изометрической проекции (по примеру на рисунке 70).

**17.** Выполните технический рисунок детали, два вида которой даны на рисунке 62.

**18.** По заданию учителя выполните с натуры технический рисунок модели или детали.

# IV

## Чтение и выполнение чертежей

### 10. Анализ геометрической формы предмета

На рисунке 72 вы видите изображения некоторых геометрических тел. Форма каждого из них имеет свои характерные признаки. По этим признакам мы отличаем цилиндр от конуса, а конус от пирамиды. С большинством этих тел вы знакомы. Мы говорим «куб», и каждый представляет себе его форму. Говорим «шар», и опять в нашем сознании возникает образ определенного геометрического тела.

Присмотритесь к окружающим нас предметам. Они имеют форму геометрических тел или представляют собой их сочетания.

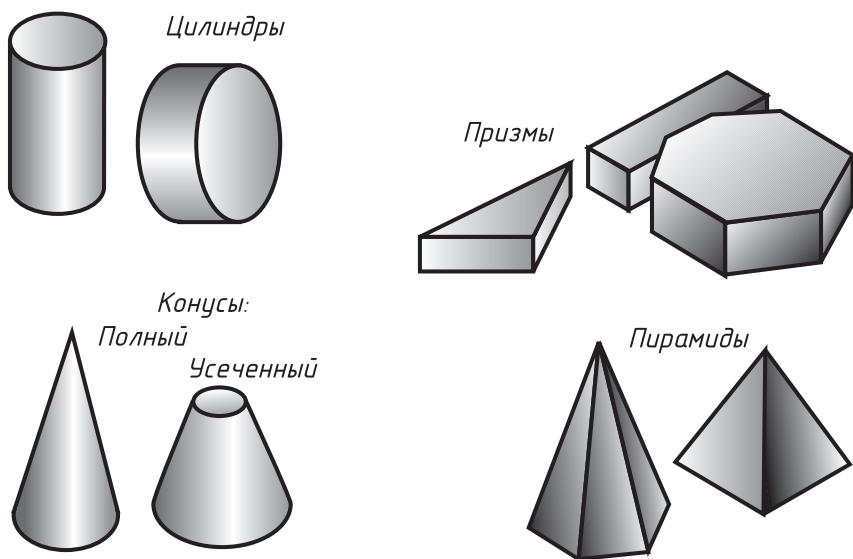
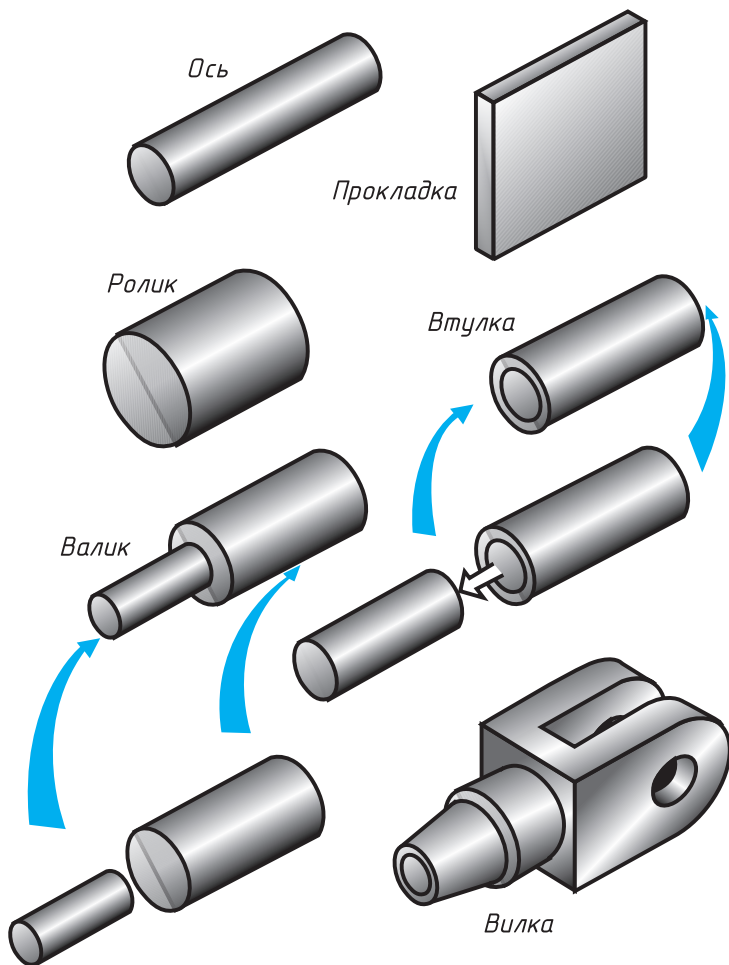


Рис. 72. Геометрические тела



**Рис. 73.** Различные детали имеют в своей основе геометрические тела

В основе формы деталей машин и механизмов также находятся геометрические тела. Взгляните на рисунок 73. Здесь изображены различные детали. Часть из них самой простой формы. Скажите, какую форму имеют ось и ролик. А какова форма прокладки?

О таких деталях, как ось и ролик, мы скажем, что они цилиндрические, а о прокладке — что она призматическая.

Другие детали имеют более сложную форму. Они представляют собой совокупность геометрических тел. Например, валик (рис. 73)

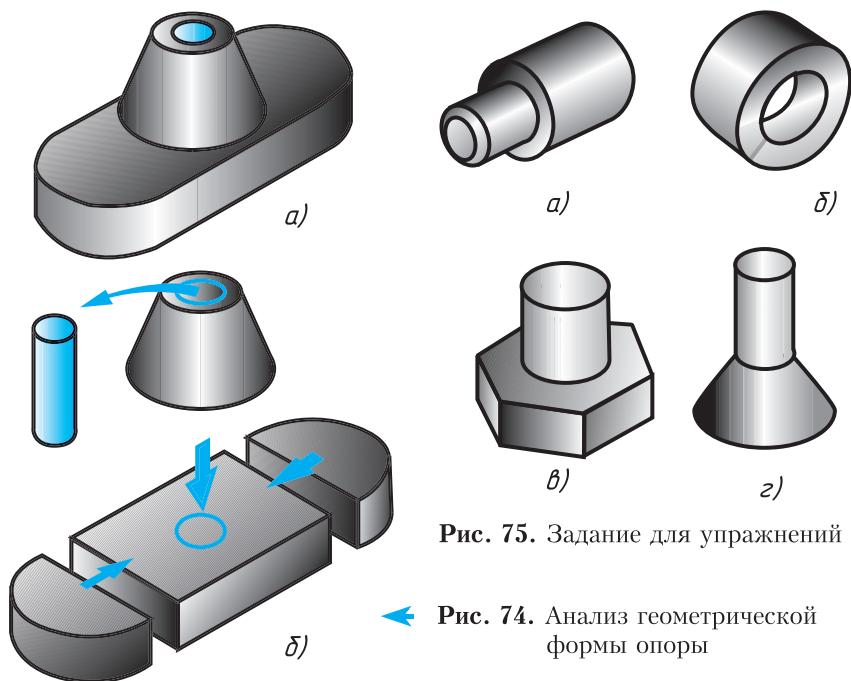


Рис. 75. Задание для упражнений

← Рис. 74. Анализ геометрической формы опоры

образуется в результате добавления к цилиндру другого цилиндра меньших размеров. А втулка представляет собой цилиндр, из которого удален другой цилиндр меньшего диаметра.

Труднее понять по чертежу форму более сложной детали, например вилки.

Как легче определить форму предмета по чертежу? Для этого сложную по форме деталь мысленно расчленяют на отдельные составляющие ее части, имеющие форму различных геометрических тел. Рассмотрим пример.

На рисунке 74, а дано изображение опоры. Какова ее форма? Она складывается из прямоугольного параллелепипеда, двух полуцилиндров и усеченного конуса. В детали имеется цилиндрическое отверстие (рис. 74, б). После такого «расчленения» форму детали определить легче.

Мысленное расчленение предмета на составляющие его геометрические тела называют *анализом* геометрической формы.



1. Какие геометрические тела вам известны?
2. Назовите предметы, имеющие форму шара, цилиндра, конуса, призмы.

3. Как называется процесс мысленного расчленения предмета на геометрические тела, образующие его поверхность?

4. Для чего нужен анализ геометрической формы предмета?



19. Определите, поверхности каких геометрических тел образуют форму предметов, изображенных на рисунке 75, а - г.

## 11. Чертежи и аксонометрические проекции геометрических тел

Итак, вы уже знаете, что форма большинства предметов представляет собой сочетание различных геометрических тел или их частей. Следовательно, для чтения и выполнения чертежей нужно знать, как изображаются геометрические тела.

### 11.1. Проецирование куба и прямоугольного параллелепипеда.

Куб располагают так, чтобы его грани были параллельны плоскостям проекций. Тогда они изобразятся на параллельных им плоскостях проекций в натуральную величину — квадратами, а на перпендикулярных плоскостях — отрезками прямых (рис. 76).

Проекциями куба являются три равных квадрата.

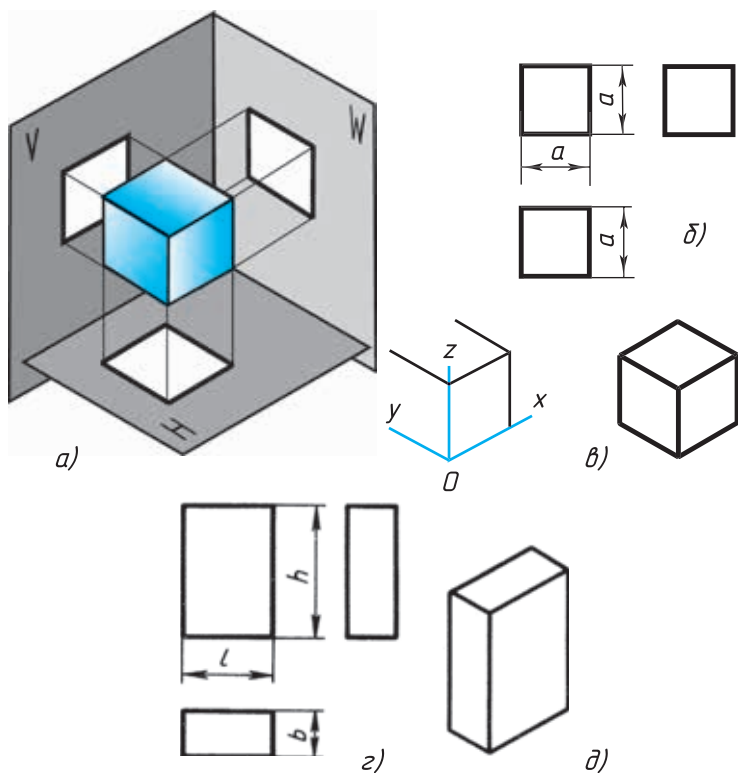
На чертеже куба и параллелепипеда указывают три размера: длину, высоту и ширину.

На рисунке 77 деталь образована двумя прямоугольными параллелепипедами, имеющими по две квадратные грани. Обратите внимание, как нанесены на чертеже размеры. Плоские поверхности отмечены тонкими пересекающимися линиями.

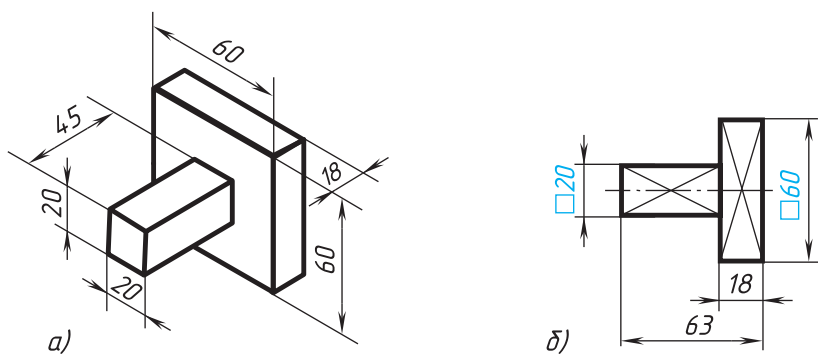
Благодаря условному знаку  $\square$  форма детали ясна и по одному виду.

**11.2. Проецирование правильных треугольной и шестиугольной призм.** Основания призм, параллельные горизонтальной плоскости проекций, изображаются на ней в натуральную величину, а на фронтальной и профильной плоскостях — отрезками прямых. Боковые грани изображаются без искажения на тех плоскостях проекций, которым они параллельны, и в виде отрезков прямых на тех, которым они перпендикулярны (рис. 78). Грани, наклоненные к плоскостям проекций, изображаются на них искаженными.

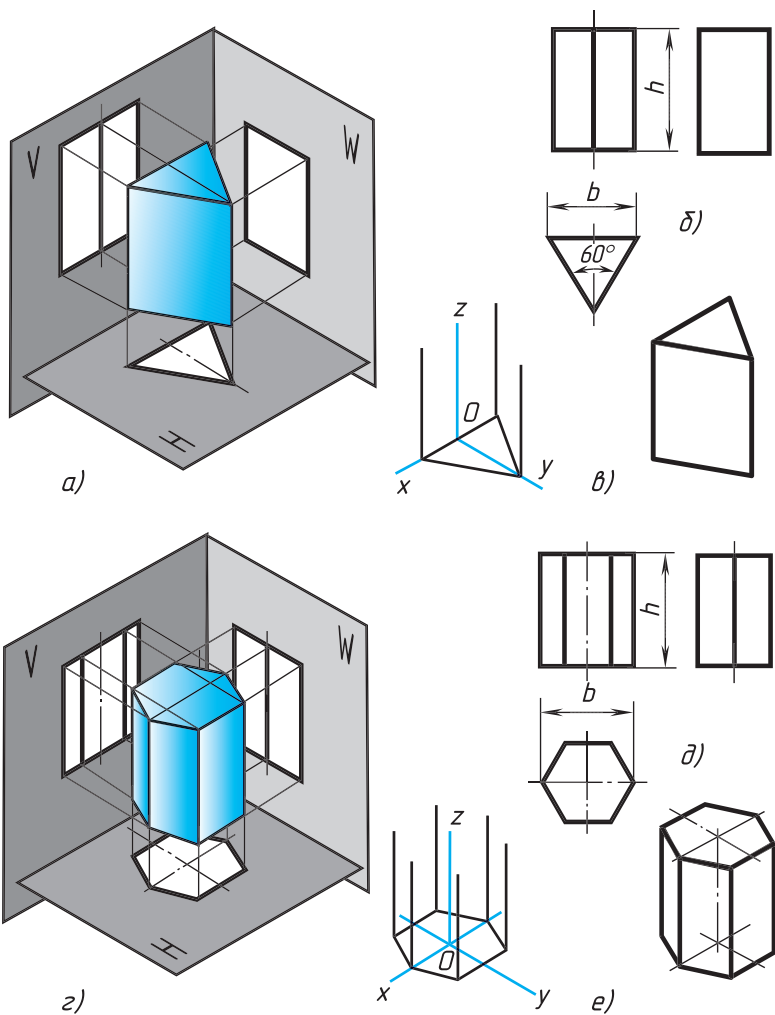
Размеры призм определяются их высотой и размерами фигуры основания. Штрихпунктирными линиями на чертеже проведены оси симметрии.



**Рис. 76.** Куб и прямоугольный параллелепипед:  
*а* – проецирование; *б, г* – чертежи в системе прямоугольных проекций;  
*в, д* – изометрические проекции



**Рис. 77.** Изображение детали в одном виде



**Рис. 78.** Призмы:

$a, z$  — проецирование;  $б, д$  — чертежи в системе прямоугольных проекций;  $в, e$  — изометрические проекции

Строить изометрические проекции призмы начинают с основания. Затем из каждой вершины основания проводят перпендикуляры, на которых откладывают отрезки, равные высоте, и через полученные точки проводят прямые, параллельные ребрам основания.

Чертеж в системе прямоугольных проекций также начинают выполнять с горизонтальной проекции.

**11.3. Проецирование правильной четырехугольной пирамиды.** Квадратное основание пирамиды проецируется на горизонтальную плоскость  $H$  в натуральную величину. На нем диагоналями изображаются боковые ребра, идущие от вершин основания к вершине пирамиды (рис. 79).

Фронтальная и профильная проекции пирамиды — равнобедренные треугольники.

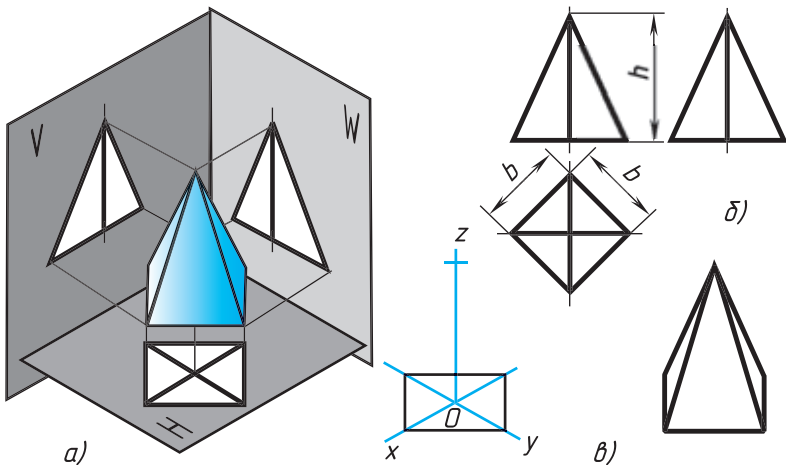
Размеры пирамиды определяются длиной  $b$  двух сторон ее основания и высотой  $h$ .

Изометрическую проекцию пирамиды начинают строить с основания. Из центра полученной фигуры проводят перпендикуляр, откладывают на нем высоту пирамиды и соединяют полученную точку с вершинами основания.

**11.4. Проецирование цилиндра и конуса.** Если круги, лежащие в основаниях цилиндра и конуса, расположены параллельно горизонтальной плоскости  $H$ , их проекции на эту плоскость будут также кругами (рис. 80,  $\delta$  и  $\delta$ ).

Фронтальная и профильная проекции цилиндра в этом случае — прямоугольники, а конуса — равнобедренные треугольники.

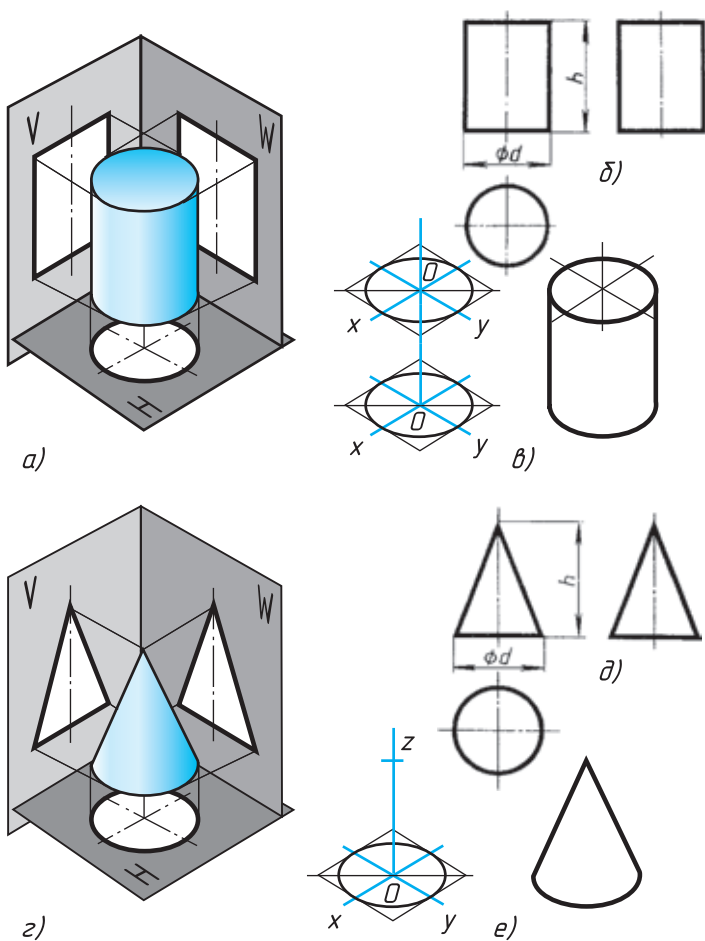
Заметьте, что на всех проекциях следует наносить оси сим-



**Рис. 79.** Пирамида:

$a$  — проецирование;  $b$  — чертеж в системе прямоугольных проекций;  
 $в$  — изометрическая проекция





**Рис. 80.** Цилиндр и конус:

*a, z* — проецирование; *б, д* — чертежи в системе прямоугольных проекций; *в, е* — изометрические проекции

метрии, с проведения которых и начинают выполнение чертежей цилиндра и конуса.

Фронтальная и профильная проекции цилиндра одинаковы. То же можно сказать о проекциях конуса. Поэтому в данном случае профильные проекции на чертеже лишние. Кроме того, благодаря знаку  $\emptyset$  можно представить форму цилиндра по одной проекции (рис. 81). Отсюда следует, что в подобных случаях нет необходи-

мости в трех проекциях. Размеры цилиндра и конуса определяются их высотой  $h$  и диаметром основания  $d$ .

Способы построения изометрической проекции цилиндра и конуса одинаковы. Для этого проводят оси  $x$  и  $y$ , на которых строят ромб. Стороны его равны диаметру основания цилиндра или конуса. В ромб вписывают овал (см. рис. 66).

**11.5. Проекция шара.** Все проекции шара — круги, диаметр которых равен диаметру шара (рис. 82). На каждой проекции проводят центровые линии.

Благодаря знаку  $\emptyset$  шар можно изображать в одной проекции. Но если по чертежу трудно отличить сферу от других поверхностей, добавляют слово «сфера», например: «Сфера  $\emptyset 45$ ».

**11.6. Проекция группы геометрических тел.** На рисунке 83 даны проекции группы геометрических тел. Можете ли вы сказать, сколько геометрических тел входит в эту группу? Какие это тела?

Рассмотрев изображения, можно установить, что на нем даны конус, цилиндр и прямоугольный параллелепипед. Они различно расположены относительно плоскостей проекций и друг друга. Как именно?

Ось конуса перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций, а ось цилиндра — профильной плоскости проекций. Две грани параллелепипеда параллельны горизонтальной плоскости проекций. На профильной проекции изображение цилиндра находится справа от изображения параллелепипеда, а на горизонтальной — ниже. Это значит, что цилиндр расположен впереди параллелепипеда, поэтому часть параллелепипеда на фронтальной проекции показана штриховой линией.

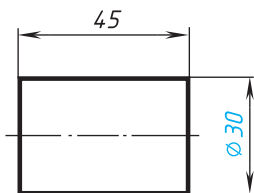


Рис. 81. Изображение цилиндра в одном виде

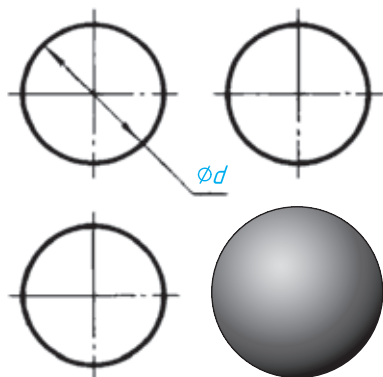
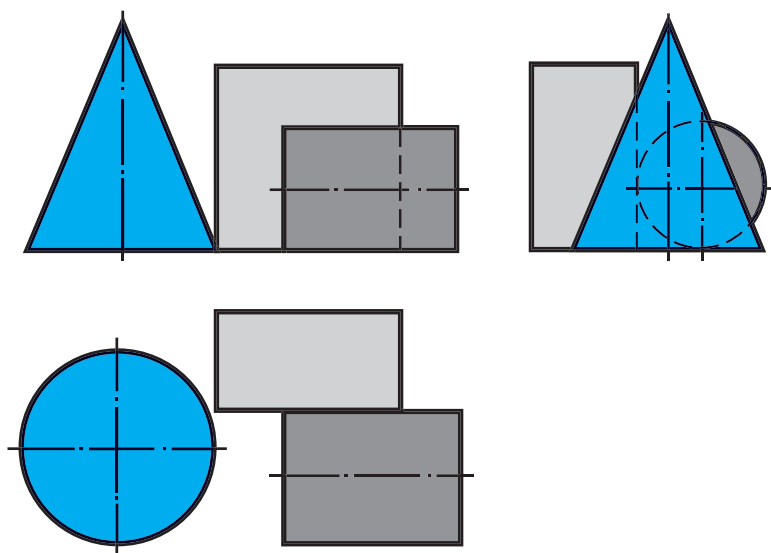


Рис. 82. Проекция шара ➔



**Рис. 83.** Чертеж проекции группы геометрических тел

ризонгальной и профильной проекциям можно установить, что цилиндр касается параллелепипеда.

Фронтальная проекция конуса касается проекции параллелепипеда. Однако, судя по горизонтальной проекции, параллелепипед не касается конуса. Конус расположен левее цилиндра и параллелепипеда. На профильной проекции он частично их закрывает. Поэтому невидимые участки цилиндра и параллелепипеда показаны штриховыми линиями.



**20.** Как изменится профильная проекция на рисунке 83, если из группы геометрических тел удалить конус?

## Занимательные задачи

**1.** На столе лежат шашки, как показано на рисунке 84, а. Сосчитайте по чертежу, сколько шашек находится в первых ближних к вам столбиках. Сколько всего шашек лежит на столе? Если вы затрудняетесь сосчитать их по чертежу, попробуйте сначала взять и сложить шашки в столбики, пользуясь чертежом. Теперь попробуйте правильно выполнить задания.

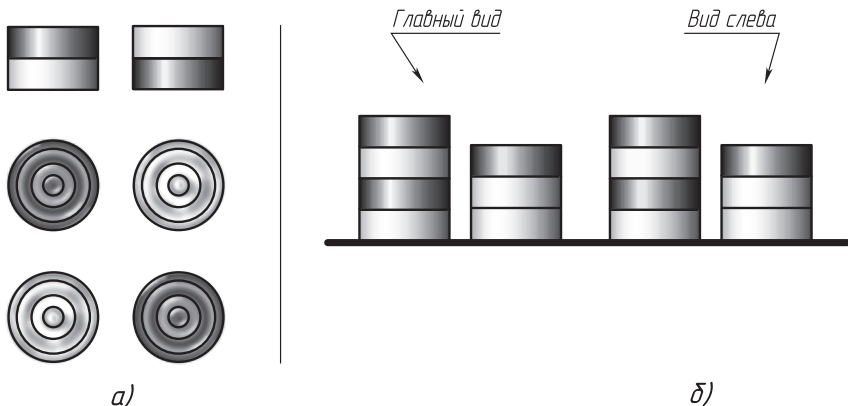


Рис. 84. Задания для упражнений

2. На столе в четыре столбика (рис. 84, б) расположены шашки. На чертеже они показаны двумя проекциями. Сколько шашек на столе, если черных и белых поровну? Для решения этой задачи нужно не только знать правила проецирования, но и уметь логически рассуждать.

## 12. Проекция вершин, ребер и граней предмета

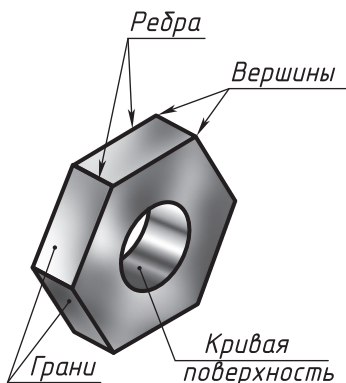
**12.1. Как изображают элементы предметов.** Любая точка или отрезок на изображении предмета является проекцией того или иного элемента: вершины, ребра, грани, кривой поверхности и т. п. (рис. 85). Поэтому изображение любого предмета сводится к изображению его вершины, ребер, граней и кривых поверхностей.

Рассмотрим этот процесс на примере построения прямоугольных проекций предмета (рис. 86).

Расположим предмет в пространстве так, чтобы каждая из двух параллельных между собой граней была параллельна одной из плоскостей проекций. Тогда эти грани изобразятся на соответствующих плоскостях проекций без искажения.

Проведем через вершины предмета проецирующие лучи, перпендикулярные плоскостям проекций, и отметим точки пересечения их с плоскостями  $V$ ,  $H$  и  $W$ .

Предмет так расположен относительно плоскостей проекций, что на одном проецирующем луче оказалось по две вершины, поэтому их проекции слились в одну точку. Так, вершины  $A$  и  $B$



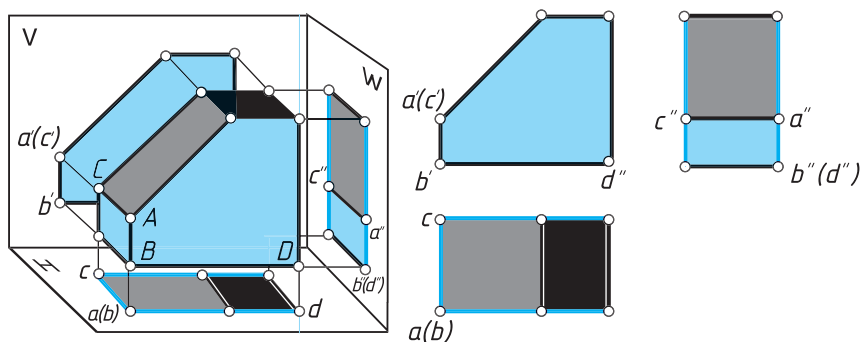
**Рис. 85.** Элементы поверхности предмета

лежат на одном луче, перпендикулярном горизонтальной плоскости проекций  $H$ . Их горизонтальные проекции  $a$  и  $b$  совпали. Вершины  $A$  и  $C$  лежат на одном луче, проецирующем эти точки на фронтальную плоскость проекций. Их фронтальные проекции  $a'$  и  $c'$  также совпали. На профильной плоскости проекций  $W$  в одну точку ( $b''$  и  $d''$ ) спроецировались вершины  $B$  и  $D$ .

Из двух совпадающих на изображении точек одна является изображением видимой вершины, другая — закрытой (невидимой). На горизонтальной проекции будет видима та вершина, которая расположена в пространстве выше. Так, вершина  $A$  видима, вершина  $B$  невидима. На фронтальной проекции видимой будет та вершина, которая находится ближе к нам. Отсюда  $a'$  — изображение видимой вершины  $A$ ,  $c'$  — изображение невидимой вершины  $C$ , она закрывается при проецировании вершиной  $A$ . На изображении обозначение проекций невидимых точек берут иногда в скобки.

Соединив попарно точки на фронтальной, горизонтальной и профильной проекциях, получим изображения ребер предмета. Например,  $ac$  — горизонтальная проекция ребра  $AC$ ,  $a'b'$  — фронтальная проекция ребра  $AB$ .

На рисунке 86 видно, что если ребро параллельно плоскости



**Рис. 86.** Изображения предмета

проекций, то оно на этой плоскости изображается без искажения, или, как говорят, в истинную (натуральную) величину. В этом случае проекция ребра и само ребро равны между собой. Например, проекция  $a'b'$  — истинная величина ребра  $AB$  на фронтальной, а проекция  $a''b''$  — на профильной плоскости проекций.

Если ребро перпендикулярно плоскости проекций, оно проецируется на нее в точку. Так, на фронтальную плоскость проекций в точку спроецировалось ребро  $AC$ , на горизонтальную плоскость — ребро  $AB$ , на профильную — ребро  $BD$  и т. д.

Построив проекции ребер, видим, что на изображении они ограничивают проекции граней. Как и ребро, грань, параллельная плоскости проекций, проецируется на нее без искажения. Например, на профильную плоскость проекций без искажения спроецировалась грань, в которой лежат точки  $A$ ,  $B$  и  $C$ . На горизонтальную плоскость проекций спроецировались без искажения нижняя и верхняя грани и т. д. Найдите эти грани на чертеже предмета в системе прямоугольных проекций.

Если грань перпендикулярна плоскости проекций, она проецируется на нее в отрезок прямой.

Таким образом, каждый отрезок прямой на изображении — это проекция ребра или проекция плоскости, перпендикулярной плоскости проекций. Ребра и грани предмета, наклоненные к плоскости проекций, проецируются на нее с искажением. Найдите такие ребра и грань на рисунке 86.

Строя чертеж, надо четко представлять, как изобразится на нем каждая вершина, ребро и грань предмета. Читая чертеж, надо представить, изображение какой части предмета скрыто за каждой точкой, отрезком или фигурой.

Следует помнить, что каждый вид — это изображение всего предмета, а не одной его стороны. Разница заключается лишь в том, что одни грани спроецируются в истинную фигуру, другие — в отрезки прямых.



**1.** В каком случае на изображении проекции точек совпадают? Какая из двух точек, проекции которых на горизонтальной плоскости совпали, будет видимой?

**2.** В каком случае отрезок прямой (ребро) проецируется в истинную величину? в точку?

**3.** В каком случае грань (часть плоскости) проецируется в отрезок прямой? В каком случае она спроецируется в истинную величину?

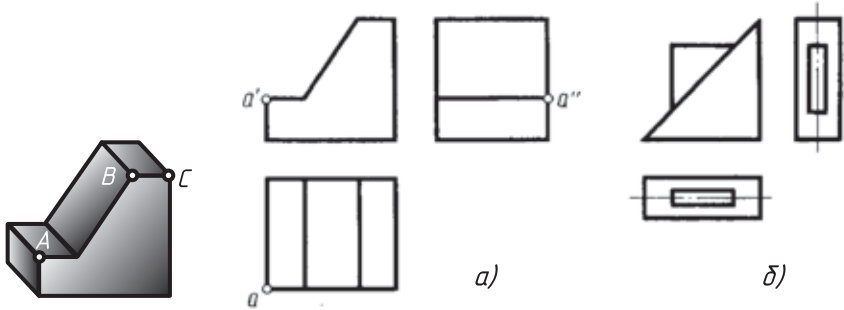


Рис. 87. Задания для упражнений



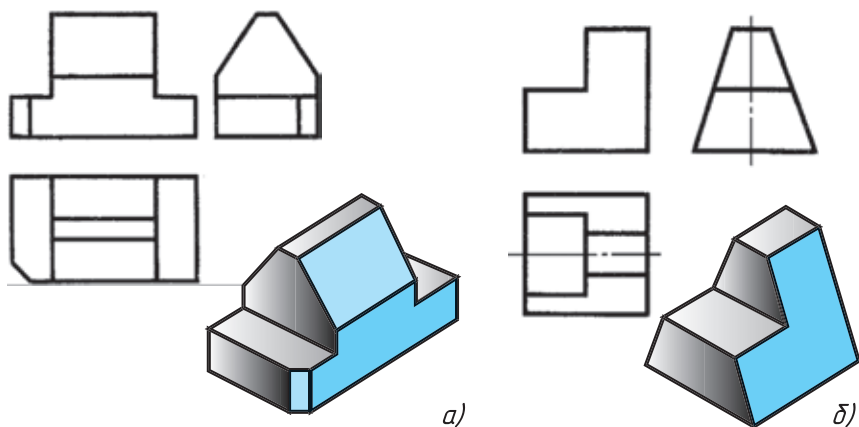
**21.** На рисунке 87, а даны наглядное изображение и три проекции детали. На чертеже показаны проекции точки А, являющейся одной из вершин детали.

- 1) Как называются заданные проекции детали?
- 2) Перечертите в рабочую тетрадь или перенесите на кальку проекции детали<sup>1</sup>. Нанесите на них проекции точек В и С.
- 3) Выделите одним цветом на проекциях ребро ВС. Укажите, на какие плоскости проекций это ребро спроецировалось в истинную величину.
- 4) Выделите (раскрасьте) одним цветом на всех проекциях ту грань детали, которая не параллельна ни одной из плоскостей проекций.

**22.** На рисунке 87, б дано изображение детали.

- 1) Сосчитайте, сколько вершин имеет изображенный предмет. Если вы затрудняетесь сделать подсчет, обозначьте вершины буквами.
- 2) Сосчитайте, сколько ребер и граней у предмета.
- 3) Сколько у предмета ребер и граней, параллельных горизонтальной плоскости проекций? Покажите их на проекциях.
- 4) Сколько ребер и граней, перпендикулярных горизонтальной плоскости проекций? Покажите их на изображении. Если вы затрудняетесь решить задачу, сделайте предмет из какого-либо материала и поставьте его, как на рисунке 87. Пусть плоскость стола — это горизонтальная плоскость проекций. Попробуйте теперь, сравнивая изображение и предмет, правильно ответить на вопросы.

<sup>1</sup> По указанию учителя это и последующие задания можно выполнять на кальке без перечерчивания условий.

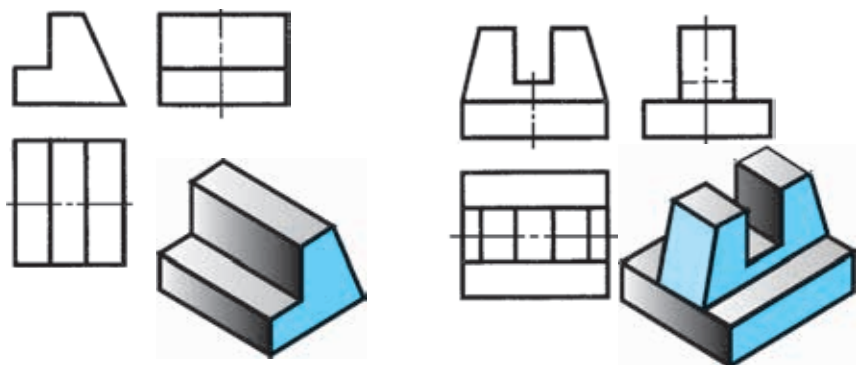


**Рис. 88.** Изображение элементов поверхности детали

**23.** На рисунке 88 грани предмета выделены цветом. Обозначьте вершины буквами или цифрами. Проанализируйте, как расположены грани предмета относительно плоскостей проекций. Ответ запишите в рабочей тетради.

**24.** Перечертите или перенесите на кальку рисунок 89 и выделите на всех проекциях соответствующие грани тем же цветом, что и на наглядных изображениях.

**25.** На рисунке 90 даны изображения трех предметов. Проекции их граней обозначены буквами. Напишите, как расположены в каждом случае относительно фронтальной плоскости проекций эти грани. Пример записи: *А* — параллельно, *Б* — перпендикулярно, *В* — наклонно.



**Рис. 89.** Задания для упражнений



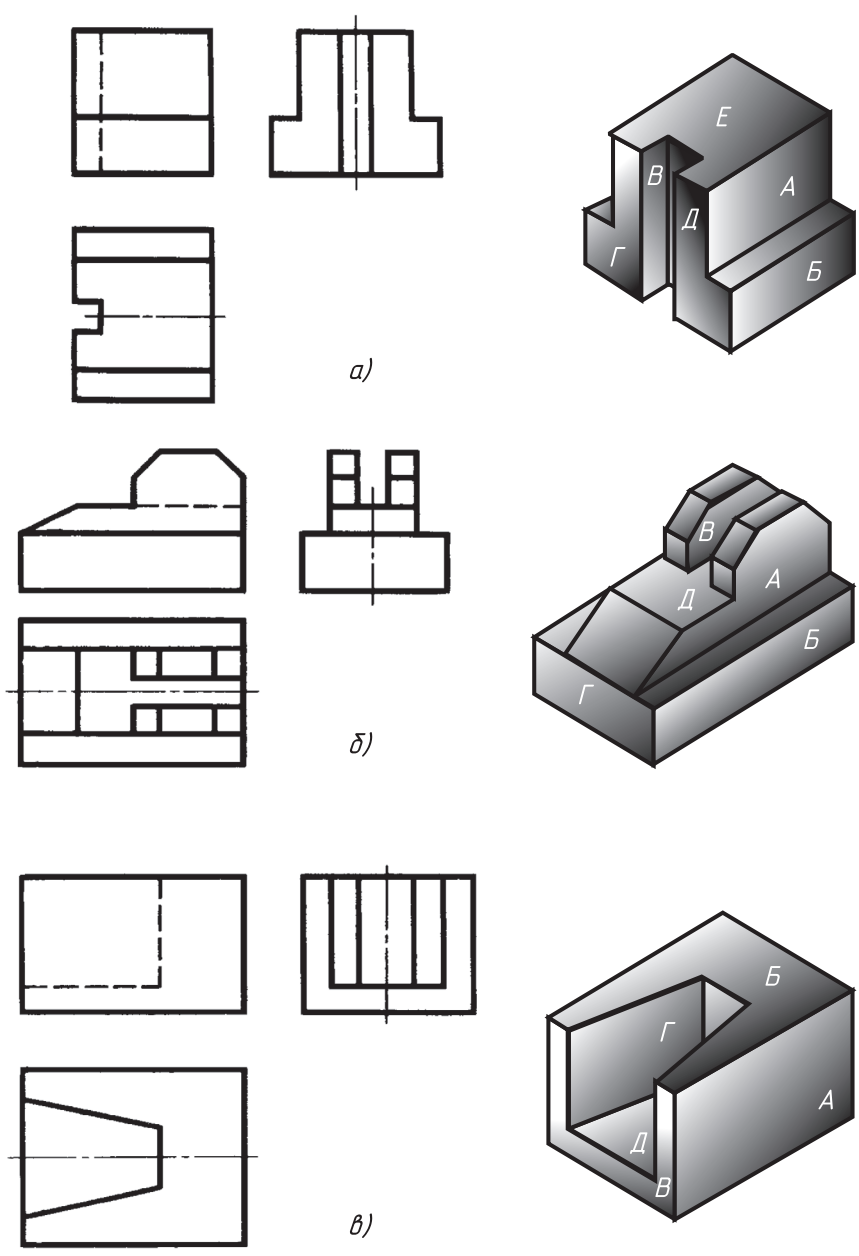


Рис. 90. Задания для упражнений

## 12.2. Построение проекций точек на поверхности предмета.

Теперь рассмотрим способы построения проекций точек, лежащих на поверхностях предметов.

На рисунке 91 изображена шестиугольная пирамида. На линии, являющейся проекцией ребра, задана фронтальная проекция  $a'$  точки  $A$ . Как найти ее остальные проекции?

Рассуждают так. Точка находится на ребре предмета. Проекции точки должны лежать на проекциях этого ребра. Следовательно, нужно сначала найти проекции ребра, а затем при помощи линий связи отыскать проекции точки.

Чтобы построить профильную проекцию предмета и, в частности, профильную проекцию ребра, на котором находится точка  $A$ , удобно воспользоваться *постоянной прямой*. Так называют линию, которую проводят справа от вида сверху под углом  $45^\circ$  к рамке чертежа (рис. 91). Линии связи, идущие от вида сверху, доводят до постоянной прямой. Из точек их пересечения проводят перпендикуляры к горизонтальной прямой и строят профильную проекцию.

Расположение постоянной прямой определяет место строящегося вида (рис. 91). Но если три вида уже построены, как на рисунке 92,  $a$ , нужно найти точку, через которую пройдет постоянная прямая. Для этого достаточно продолжить до взаимного пе-

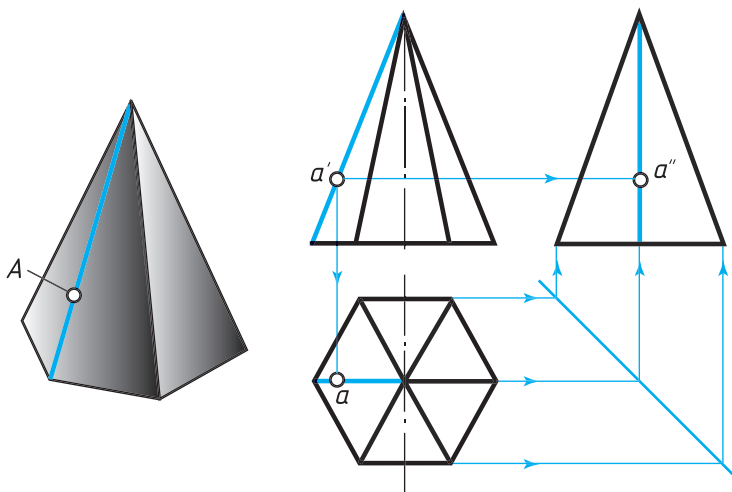
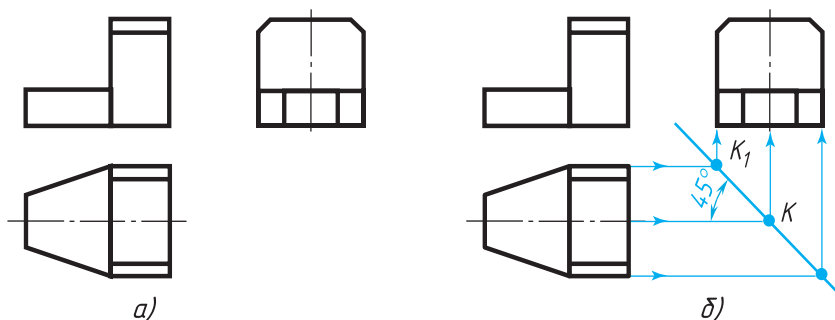


Рис. 91. Построение проекции точки, лежащей на ребре пирамиды



**Рис. 92.** Построение постоянной прямой

ресекающая горизонтальную и профильную проекции оси симметрии. Через полученную точку  $K$  (рис. 92, б) проводят прямую под углом  $45^\circ$  к осям. Это и будет постоянная прямая.

Если осей симметрии на чертеже нет, то продолжают до пересечения в точке  $K_1$  (рис. 92, б) горизонтальную и профильную проекции граней, проецирующихся в виде отрезков прямых. Через точку  $K_1$  проводят постоянную прямую.

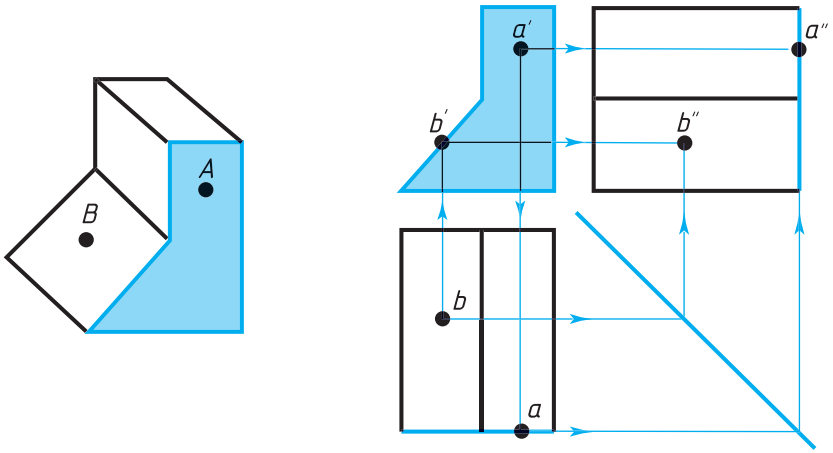
А теперь вернемся к рисунку 91. Проекции ребра, на котором лежит точка  $A$ , выделены коричневым цветом. Горизонтальная проекция точки  $A$  должна лежать на горизонтальной проекции ребра, поэтому проводим из точки  $a'$  вертикальную линию связи. В месте ее пересечения с проекцией ребра находится точка  $a$  — горизонтальная проекция точки  $A$ .

Профильная проекция  $a''$  точки  $A$  лежит на профильной проекции ребра. Ее можно определить и как точку пересечения линий связи.

Мы рассмотрели, как находят на чертеже проекции точек, лежащих на ребрах предметов. Однако часто приходится строить проекции точек, лежащих не на ребрах, а на гранях. Например, чтобы просверлить в детали отверстие, надо определить, где находится его центр.

Чтобы по одной проекции точки, лежащей на грани предмета, найти остальные, нужно прежде всего найти проекции этой грани. Такие упражнения вы уже выполняли (см. рис. 89). Затем при помощи линий связи надо отыскать проекции точки, которые должны лежать на проекциях грани.

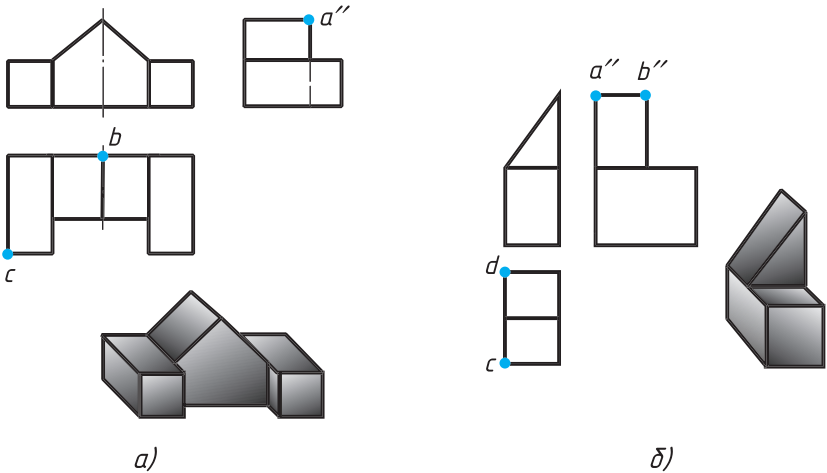
Линию связи сначала проводят к той проекции, на которой грань изображается в виде отрезка прямой.



**Рис. 93.** Построение проекций точки, лежащей на поверхности предмета

На рисунке 93 проекции грани, содержащие проекции точки  $A$ , выделены цветом. Точка  $A$  задана фронтальной проекцией  $a'$ . Горизонтальная проекция  $a$  этой точки должна лежать на горизонтальной проекции грани. Для ее нахождения проводят вертикальную линию связи из точки  $a'$ .

Чтобы найти профильную проекцию, нужно из точки  $a'$  провести горизонтальную линию связи. В месте ее пересечения с отрезком прямой — проекцией грани — лежит точка  $a''$ .



**Рис. 94.** Задания для упражнений

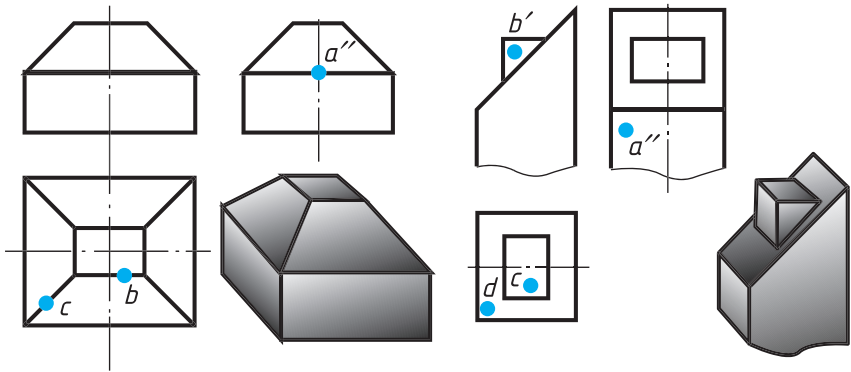


Рис. 95. Задание для упражнений

Рис. 96. Задание для упражнений

Построение проекций точки  $B$ , заданной горизонтальной проекцией  $b$ , также показано линиями связи со стрелками.



26. На рисунке 94,  $a$ ,  $b$  даны чертежи в системе прямоугольных проекций и наглядные изображения предметов. На видах буквами обозначены проекции вершин. Перечертите или перенесите на кальку заданные изображения. Обозначьте буквами остальные проекции вершин. Найдите эти вершины на наглядных изображениях и обозначьте их буквами.

27. Перечертите или перенесите на кальку заданные изображения (рис. 95) и постройте недостающие проекции точек, заданных на ребрах предмета. Выделите цветом проекции ребер (для каждого ребра свой цвет), содержащих точки. Нанесите точки на аксонометрической проекции и выделите теми же цветами ребра, на которых лежат точки.

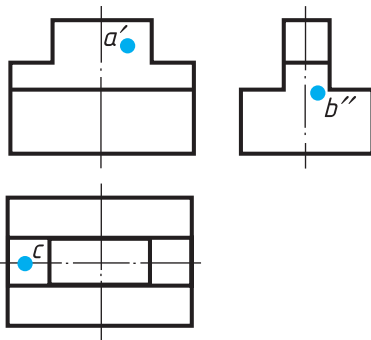


Рис. 97. Задание для упражнений

28. Перечертите или перенесите на кальку рисунок 96. Постройте недостающие проекции точек, заданных на видимых поверхностях предмета. Выделите цветом проекции поверхностей, на которых лежат точки (для каждой поверхности свой цвет). Выделите поверхности предмета на наглядном изображении теми же цветами, что и на чертеже, и нанесите точки.

29. Перечертите или перенесите на кальку рисунок 97. Постройте недостающие проекции точек и обозначьте их буквами. Выделите цветом, как и в предыдущем задании, проекции поверхностей, на которых лежат эти точки.



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

### Чертежи и аксонометрические проекции предметов

1. а) По заданию учителя постройте аксонометрическую проекцию одной из деталей (рис. 98). На аксонометрической проекции нанесите изображения точек  $A$ ,  $B$  и  $C$ ; обозначьте их.

б) Ответьте на вопросы:

- 1) Какие виды детали представлены на чертеже?
- 2) Сочетанием каких геометрических тел образована каждая деталь?

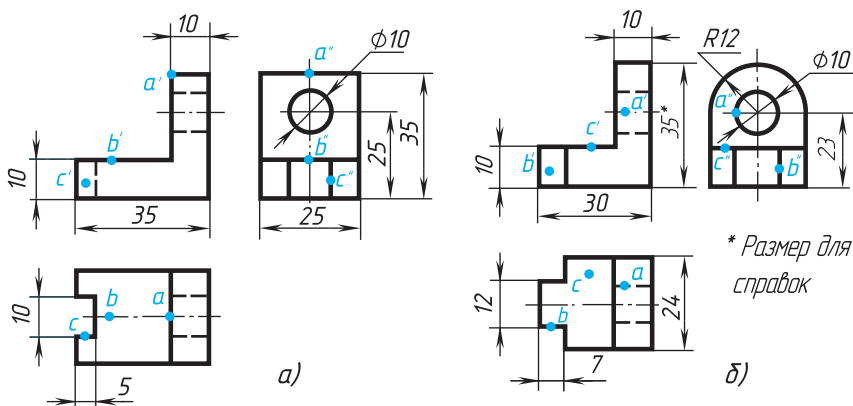


Рис. 98. Задания к графической работе № 4

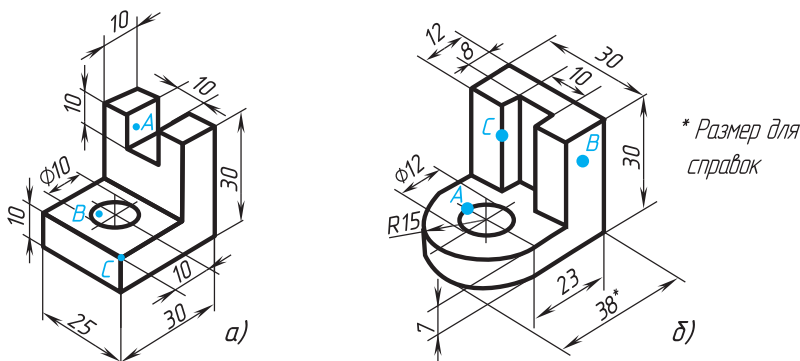


Рис. 99. Задания к графической работе № 4

3) Есть ли отверстия в детали? Если есть, какую геометрическую форму отверстие имеет?

4) Найдите на каждом из видов все плоские поверхности, перпендикулярные фронтальной, а затем — горизонтальной плоскостям проекций.

2. По наглядному изображению деталей (рис. 99) выполните чертеж в необходимом количестве видов. Нанесите на всех видах и обозначьте точки *A*, *B* и *C*.

## 13. Порядок построения изображений на чертежах

**13.1. Способ построения изображений на основе анализа формы предмета.** Как вы уже знаете, большинство предметов можно представить как сочетание геометрических тел. Следовательно, для чтения и выполнения чертежей надо знать, как изображаются эти геометрические тела.

Теперь, когда вы знаете, как на чертеже изображаются такие геометрические тела, и узнали, как проецируются вершины, ребра и грани, вам будет легче прочитать чертежи предметов.

На рисунке 100 изображена часть машины — противовес. Проанализируем его форму. На какие известные вам геометрические тела можно его разделить? Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним характерные признаки, присущие изображениям этих геометрических тел.

На рисунке 101, *a* одно из них выделено условно коричневым цветом. Какое геометрическое тело имеет такие проекции?

Проекции в виде прямоугольников характерны для параллелепипеда. Три проекции и наглядное изображение параллелепипеда, выделенного на рисунке 101, *a* коричневым цветом, даны на рисунке 101, *б*.

На рисунке 101, *в* серым цветом условно выделено другое геометрическое тело. Какое геометрическое тело имеет такие проекции?

С такими проекциями вы встречались при рассмотрении изображений треугольной приз-

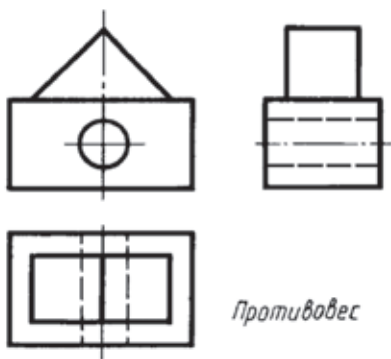
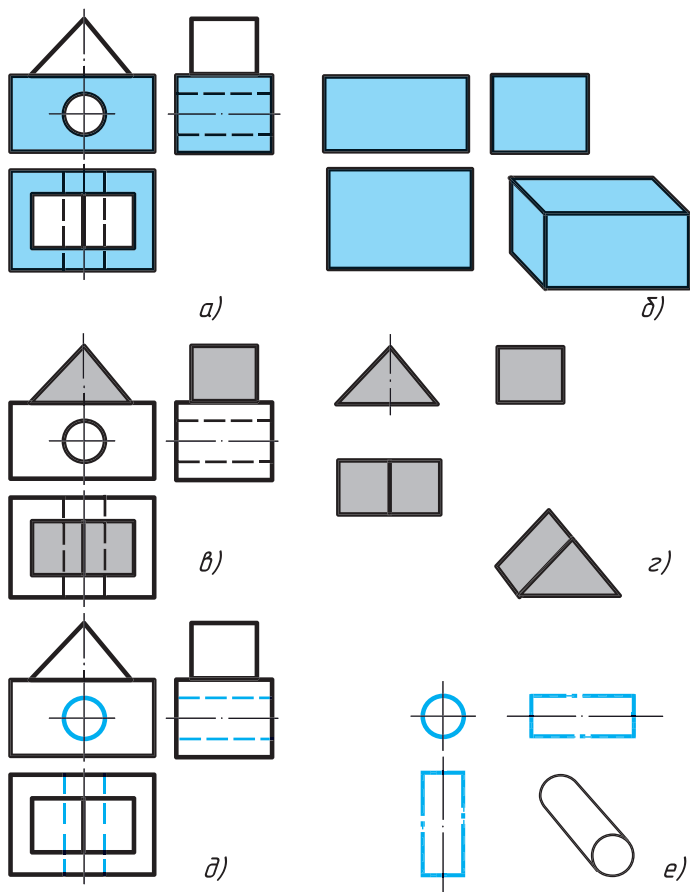


Рис. 100. Проекция детали



**Рис. 101.** Анализ формы детали

мы. Три проекции и наглядное изображение призмы, выделенной серым цветом на рисунке 101, б, даны на рисунке 101, в. Таким образом, противовес состоит из прямоугольного параллелепипеда и треугольной призмы.

Но из параллелепипеда удалена часть, находящаяся внутри коричневых штриховых линий и окружности на рисунке 101, д. Какое геометрическое тело имеет такие проекции?

С проекциями в виде круга и двух прямоугольников вы встречались при рассмотрении изображений цилиндра. Следовательно, противовес содержит отверстие, имеющее форму цилиндра, три проекции и наглядное изображение которого даны на рисунке 101, е.



Анализ формы предмета необходим не только при чтении, но и при выполнении чертежей. Так, определив, форму каких геометрических тел имеют части противовеса, изображенного на рисунке 100, можно установить целесообразную последовательность построения его чертежа.

Например, чертеж противовеса строят так:

- 1) на всех видах чертят параллелепипед, являющийся основанием противовеса;
- 2) к параллелепипеду добавляют треугольную призму;
- 3) вычерчивают элемент в виде цилиндра. На видах сверху и слева его показывают штриховыми линиями, так как отверстие невидимо.



**30.** Начертите по описанию деталь, называемую втулкой. Она состоит из усеченного конуса и правильной четырехугольной призмы. Диаметр одного основания конуса равен 30 мм, другого — 50 мм, высота усеченного конуса — 50 мм. Призма присоединена к большему основанию конуса, который располагается посередине ее основания размером 50 × 50 мм. Высота призмы 10 мм. Вдоль оси втулки просверлено сквозное цилиндрическое отверстие  $\varnothing 20$  мм. Ось втулки перпендикулярна профильной плоскости проекций.

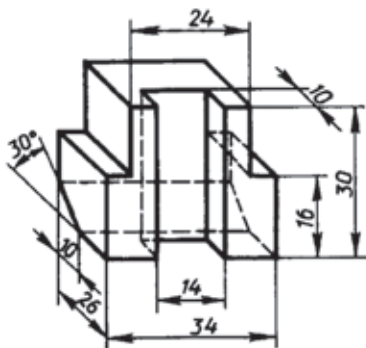
### 13.2. Последовательность построения видов на чертеже детали.

Рассмотрим пример построения видов детали — опоры (рис. 102).

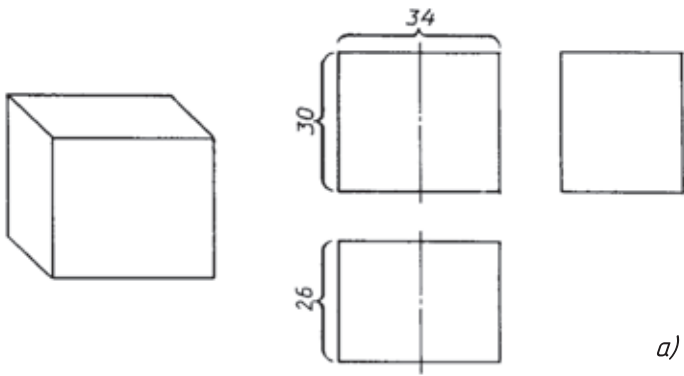
Прежде чем приступить к построению изображений, надо четко представить общую исходную геометрическую форму детали (будет ли это куб, цилиндр, параллелепипед или др.). Эту форму необходимо иметь в виду при построении видов.

Общая форма предмета, изображенного на рисунке 102, — прямоугольный параллелепипед. В нем сделаны прямоугольные вырезы и вырез в виде треугольной призмы. Изображать деталь начнем с ее общей формы — параллелепипеда (рис. 103. а).

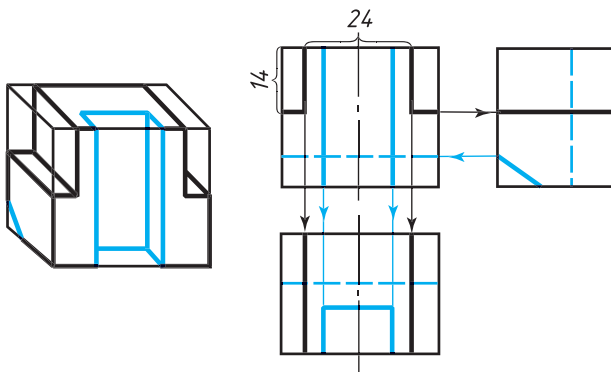
Спроецировав параллелепипед на плоскости  $V$ ,  $H$ ,  $W$ , полу-



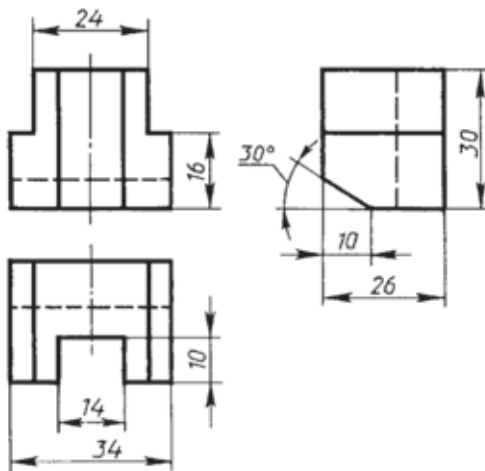
**Рис. 102.** Наглядное изображение опоры



a)



б)



в)

Рис. 103. Последовательность построения видов детали

чим прямоугольники на всех трех плоскостях проекций. На фронтальной плоскости проекций отразятся высота и длина детали, т. е. размеры 30 и 34. На горизонтальной плоскости проекций — ширина и длина детали, т. е. размеры 26 и 34. На профильной — ширина и высота, т. е. размеры 26 и 30.

Каждое измерение детали показано без искажения дважды: высота — на фронтальной и профильной плоскостях, длина — на фронтальной и горизонтальной плоскостях, ширина — на горизонтальной и профильной плоскостях проекций. Однако дважды наносить один и тот же размер на чертеже нельзя.

Все построения выполним сначала тонкими линиями. Поскольку главный вид и вид сверху симметричны, на них нанесены оси симметрии.

Теперь покажем на проекциях параллелепипеда вырезы (рис. 103, б). Их целесообразнее показать сначала на главном виде. Для этого надо отложить по 12 мм влево и вправо от оси симметрии и провести через полученные точки вертикальные линии. Затем на расстоянии 14 мм от верхней грани детали провести отрезки горизонтальных прямых.

Построим проекции этих вырезов на других видах. Это можно сделать при помощи линий связи. После этого на видах сверху и слева нужно показать отрезки, ограничивающие проекции вырезов.

Далее также с помощью линий проекционной связи строят проекции вертикального паза и наклонного среза. Те элементы, которые на данной проекции не видимы, проводят штриховыми линиями.

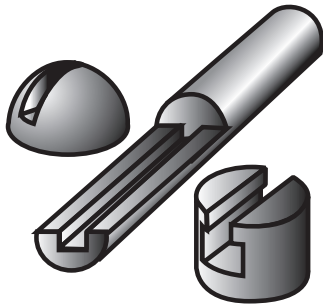
В заключение обводят изображения линиями, установленными стандартом, и наносят размеры (рис. 103, в).



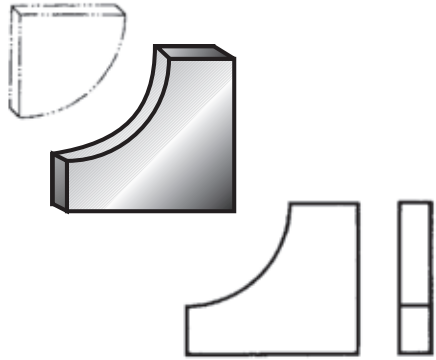
1. Назовите последовательность действий, из которых складывается процесс построения видов предмета.
2. Для какой цели используются линии проекционной связи?

**13.3. Построение вырезов на геометрических телах.** На рисунке 104 приведены изображения геометрических тел, форма которых усложнена различного рода вырезами.

Детали такой формы широко распространены в технике. Чтобы начертить или прочитать их чертеж, надо представить



**Рис. 104.** Геометрические тела, содержащие вырезы



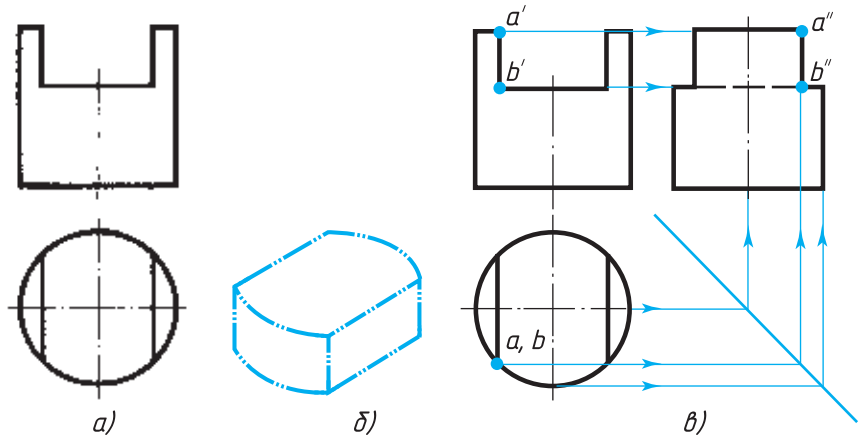
**Рис. 105.** Анализ формы прокладки

форму заготовки, из которой получается деталь, и форму выреза. Рассмотрим примеры.

**Пример 1.** На рисунке 105 дан чертеж прокладки. Какую форму имеет удаленная часть? Какой была форма заготовки?

Проанализировав чертеж прокладки, можно прийти к выводу, что она получилась в результате удаления из прямоугольного параллелепипеда (заготовки) четвертой части цилиндра.

**Пример 2.** На рисунке 106, *a* дан чертеж пробки. Какова форма ее заготовки? В результате чего образовалась форма детали?



**Рис. 106.** Построение проекций детали, имеющей вырез



Рис. 107. Задания для упражнений

Проанализировав чертеж, можно прийти к выводу, что деталь изготовлена из заготовки цилиндрической формы. В ней сделан вырез, форма которого ясна из рисунка 106, б).

А как построить проекцию выреза на виде слева?

Сначала изображают прямоугольник — вид цилиндра слева, являющегося исходной формой детали. Затем строят проекцию выреза. Его размеры известны, следовательно, точки  $a'$ ,  $b'$  и  $a$ ,  $b$ , определяющие проекции выреза, можно рассматривать как заданные.

Построение профильных проекций  $a''$ ,  $b''$  этих точек показано линиями связи со стрелками (рис. 106, в).

Установив форму выреза, легко решить, какие линии на виде слева надо обводить сплошными толстыми основными, какие штриховыми линиями, а какие удалить вовсе.



**31.** Рассмотрите изображения на рисунке 107 и определите, какой формы части удалены из заготовок для получения деталей. Выполните технические рисунки этих частей.

**32.** Постройте недостающие проекции точек, линий и вырезов, заданных учителем на чертежах, выполненных вами ранее.

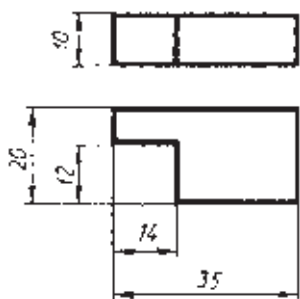


Рис. 108. Чертеж бруска с вырезом

### 13.4. Построение третьего вида.

Вам придется иногда выполнять задания, в которых необходимо по двум имеющимся видам построить третий.

На рисунке 108 вы видите изображение бруска с вырезом. Даны два вида: спереди и сверху. Требуется построить вид слева. Для этого необходимо сначала представить форму изображенной детали. Сопоставив на

чертеже виды, заключаем, что брусок имеет форму параллелепипеда размером  $10 \times 35 \times 20$  мм. В параллелепипеде сделан вырез прямоугольной формы, его размер  $12 \times 12 \times 10$  мм.

Вид слева, как известно, помещается на одной высоте с главным видом справа от него. Проводим одну горизонтальную линию на уровне нижнего основания параллелепипеда, а другую — на уровне верхнего основания (рис. 109, *а*). Эти линии ограничивают высоту вида слева. В любом месте между ними проводим вертикальную линию. Она будет проекцией задней грани бруска на профильную плоскость проекций. От нее вправо отложим отрезок, равный 20 мм, т. е. ограничим ширину бруска, и проведем еще одну вертикальную линию — проекцию передней грани (рис. 109, *б*).

Покажем теперь на виде слева вырез в детали. Для этого отложим влево от правой вертикальной линии, являющейся проекцией передней грани бруска, отрезок в 12 мм и проведем еще одну вертикальную линию (рис. 109, *в*). После этого удаляем все вспомогательные линии построения и обводим чертеж (рис. 109, *з*).

Третью проекцию можно строить на основе анализа геометрической формы предмета. Рассмотрим, как это делается. На рисунке 110, *а* даны две проекции детали. Надо построить третью.

Судя по данным проекциям, деталь складывается из шестиугольной призмы, параллелепипеда и цилиндра. Мысленно объединив их в единое целое, представим форму детали (рис. 110, *в*).

Проводим на чертеже под углом  $45^\circ$  вспомогательную пря-

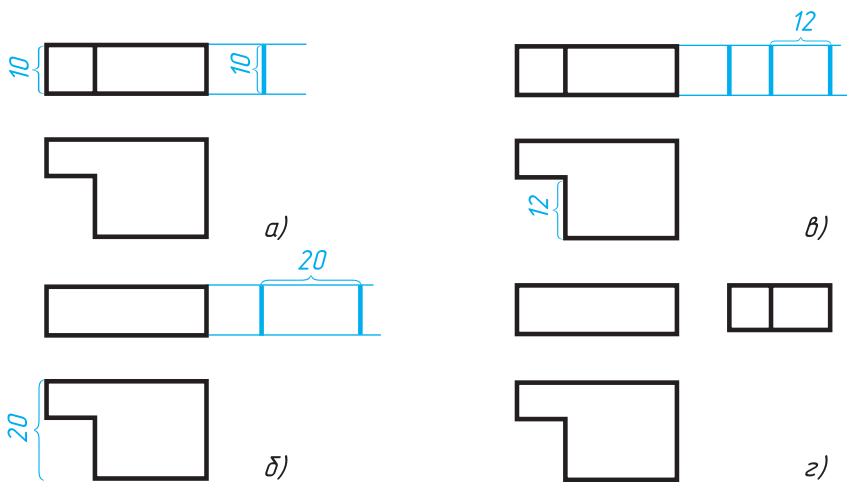
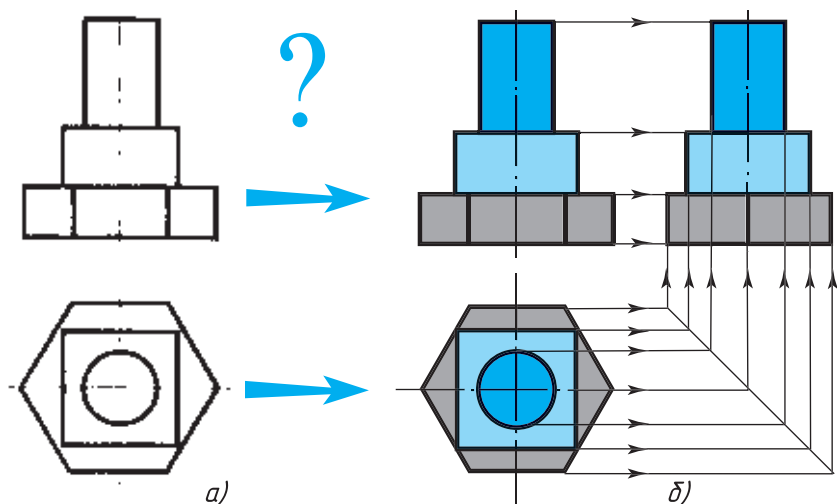
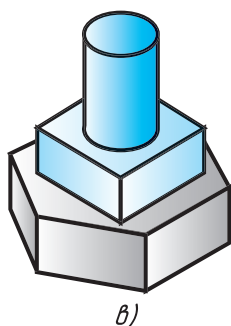


Рис. 109. Построение третьей проекции



**Рис. 110.** Построение третьей проекции по двум данным



мую и приступаем к построению третьей проекции. Как выглядят третьи проекции шестиугольной призмы, параллелепипеда и цилиндра, вам известно. Вычерчиваем последовательно третью проекцию каждого из этих тел, пользуясь линиями связи и осями симметрии (рис. 110, б).

Заметьте, что во многих случаях на чертеже строить третью проекцию не надо, так как рациональное выполнение изображений предполагает построение только необходимого (минимального) количества видов, достаточного для выявления формы предмета. В данном случае построение третьей проекции предмета является лишь учебной задачей.



**1.** Вы ознакомились с разными способами построения третьей проекции предмета. Чем они отличаются друг от друга?

**2.** С какой целью используется постоянная прямая? Как ее проводят?



**33.** На чертеже детали (рис. 111, а) не дочерчен вид слева — на нем не показаны изображения полукруглого выреза и прямоугольного отверстия. По заданию учителя перечертите или

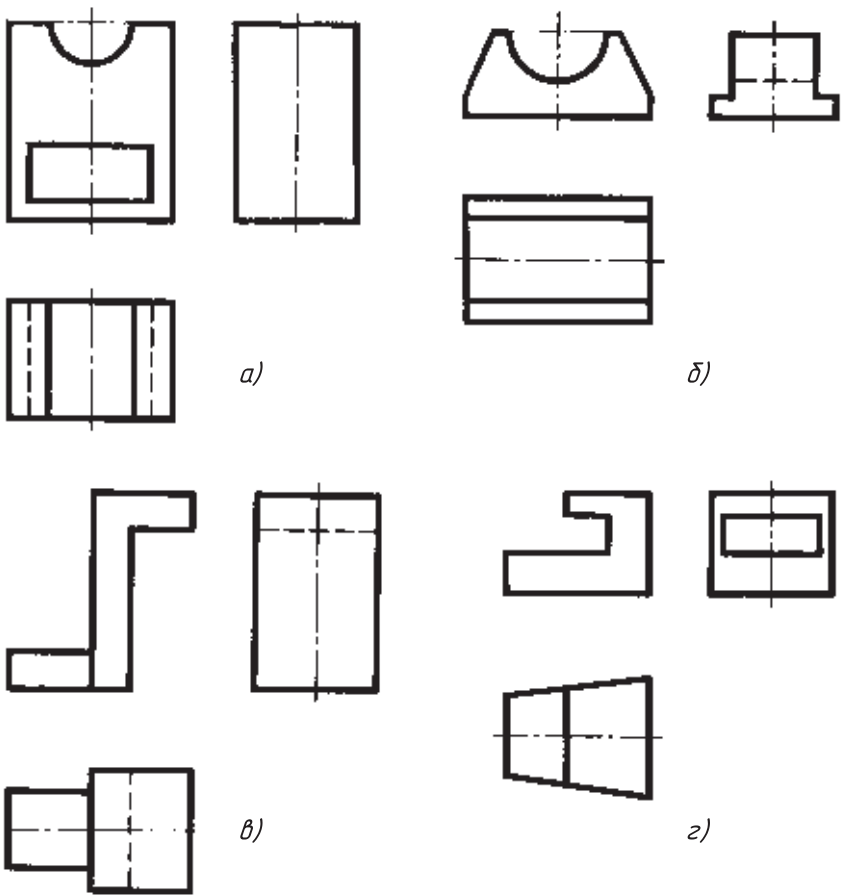


Рис. 111. Задания на проведение недостающих линий

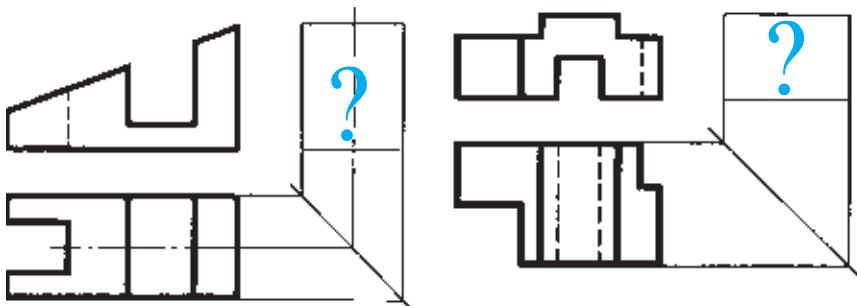


Рис. 112. Задания для упражнений



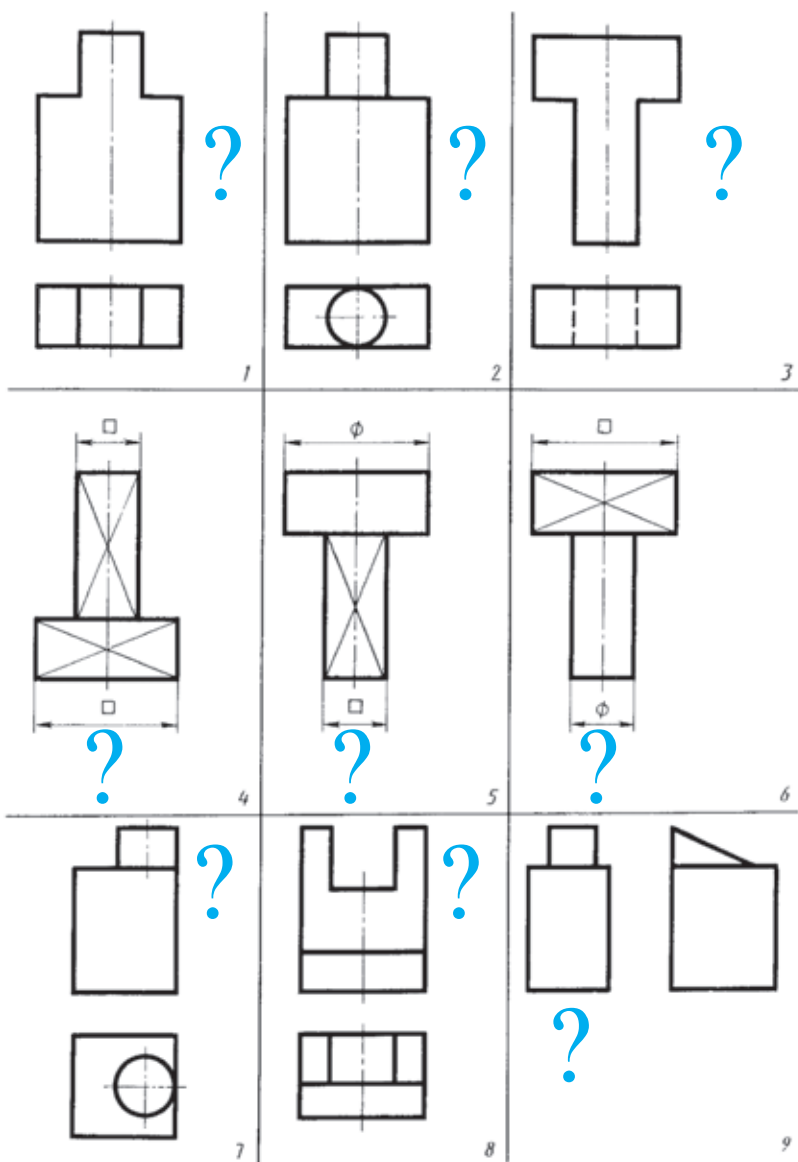


Рис. 113. Задания для упражнений

перенесите на кальку чертеж и дополните его недостающими линиями. Какие линии (сплошные основные или штриховые) вы используете для этой цели? Проведите недостающие линии также на рисунках 111, б, в, г.

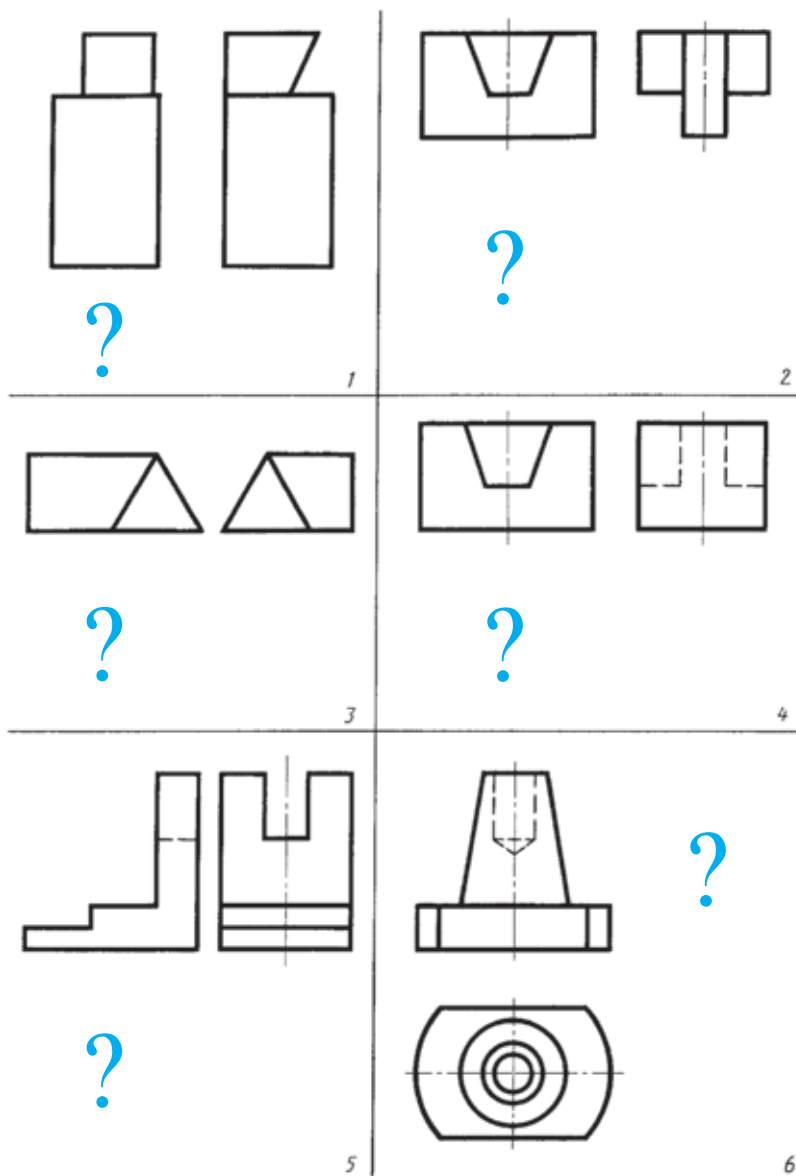


Рис. 114. Задания для упражнений

34. Перечертите или перенесите на кальку данные на рисунке 112 проекции и постройте профильные проекции деталей.

35. Перечертите или перенесите на кальку проекции, указанные вам на рисунке 113 или 114 учителем. Постройте отсутствующие проекции на месте вопросительных знаков. Выполните технические рисунки деталей.



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

### Построение третьего вида по двум данным

Постройте третий вид по двум данным (рис. 115).

## 14. Нанесение размеров с учетом формы предмета

Основные правила нанесения размеров вам уже известны. Рассмотрим теперь на примере чертежа предмета — опоры (рис. 116) — некоторые дополнительные сведения о нанесении размеров.

Как определить, какие размеры и где необходимо нанести на чертеже предмета? Узнать это нам поможет анализ формы предмета (см. § 11).

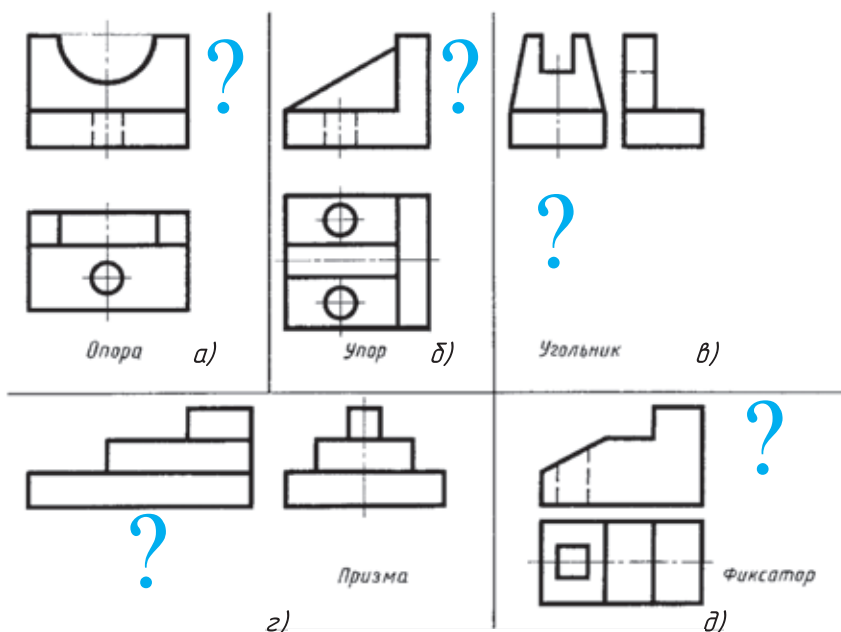


Рис. 115. Задания к графической работе № 5

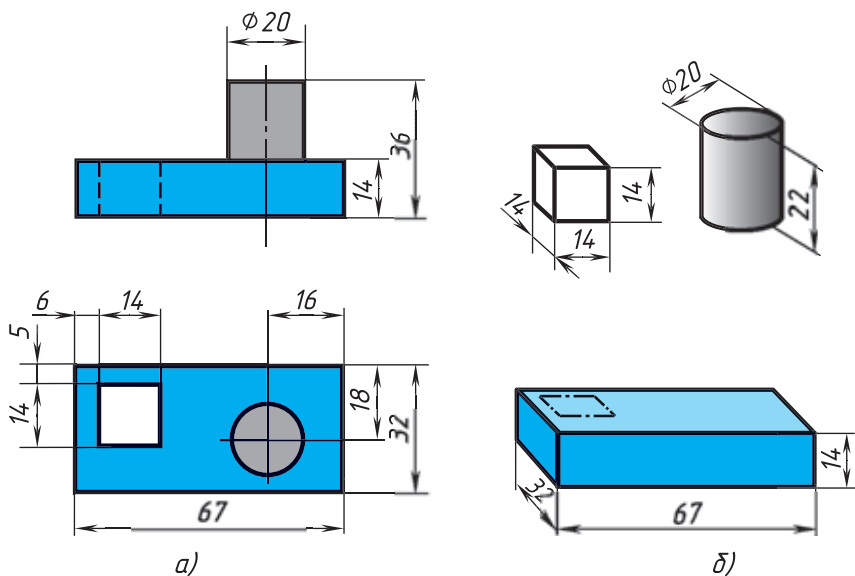


Рис. 116. Нанесение размеров

Предмет, изображенный на рисунке 116, *а*, можно мысленно разделить на параллелепипед с кубическим отверстием и цилиндр (рис. 116, *б*). Их размеры и наносят на чертеже: для параллелепипеда и кубического отверстия — длину, ширину и высоту; для цилиндра — диаметр основания и высоту.

Теперь размеры каждой части указаны на рисунке 116, *б*. Но достаточно ли их для изготовления предмета? Нет. Необходимо еще нанести размеры, определяющие взаимное положение частей предмета, т. е. координирующие размеры: 16, 18, 5 и 6 мм.

Размеры 16 и 18 мм определяют положение цилиндра относительно параллелепипеда, являющегося основанием предмета. Размеры 5 и 6 мм определяют положение куба относительно параллелепипеда.

Заметьте, что размеры, определяющие высоту цилиндра и кубического отверстия, в данном случае наносить не нужно. Высота цилиндра определяется как разность между общей высотой предмета (36 мм) и толщиной параллелепипеда (14 мм) и равна 22 мм. Высота кубического отверстия определяется высотой основания, т. е. она равна 14 мм.

Каждый размер на чертеже указывают только один раз. Например, если на главном виде (см. рис. 116, *а*) нанесен размер основания цилиндра  $\varnothing 20$ , то на виде сверху его наносить не надо.

В то же время чертеж должен содержать все размеры, необходимые для изготовления предмета. Очень часто школьники забывают нанести такие размеры, как 16, 18, 5 и 6 мм, без которых невозможно определить на чертеже взаимное положение частей предмета.

На чертежах обязательно наносят габаритные размеры. *Габаритными* называют размеры, определяющие предельные (наибольшие) величины внешних очертаний изделий. На рисунке 116 это размеры 67, 32, 36.

Вы знаете, что при нанесении размеров меньшие размеры располагают ближе к изображению, а большие — дальше. Так, размер 14 на главном виде (рис. 116, *а*) находится ближе к изображению, а 36 — дальше. Благодаря соблюдению этого правила удастся избежать лишних пересечений размерных и выносных линий.

Таким образом, габаритные размеры, которые всегда больше других, располагают дальше от изображения, чем остальные. Без габаритных размеров чертеж не закончен.

На рисунке 117, *а* и *б* приведены два примера нанесения размеров детали типа вал. В первом случае правильное, во втором — неудачное, с ошибками. Ошибки выделены коричневым цветом.

Размеры надо наносить так, чтобы удобно было читать чертеж и при изготовлении детали не выяснять что-либо путем подсчетов. На первом чертеже (рис. 117, *а*) длина детали — 100 мм — видна сразу. На втором (рис. 117, *б*) — ее надо подсчитывать.

Размеры, определяющие длину цилиндров — составных частей детали, в первом случае нанесены с учетом изготовления детали. Как вы эту деталь будете изготавливать в мастерских? Сначала проточите цилиндр  $\varnothing 40$  мм на длину 45 мм, а затем  $\varnothing 20$  мм на длину 25 мм. То же с другой стороны. Во втором случае это при нанесении размеров не учтено.

Размеры наносят, как правило, вне контура изображения и так, чтобы размерные линии по возможности не пересекались между собой. Цифры пишут над размерными линиями, тогда чертеж удобно читать. На рисунке 117, *б* это не везде выдержано. Размеры  $\varnothing 30$ ,  $\varnothing 40$ ,  $\varnothing 20$  (справа) расположены внутри контура изображения. Размеры  $\varnothing 20$  нанесены под размерной линией. Размер  $\varnothing 50$  вынесен далеко вправо, что привело к пересечению многих выносных линий и осложнило понимание чертежа. В данном случае его удобней нанести, как на рисунке 117, *а*.

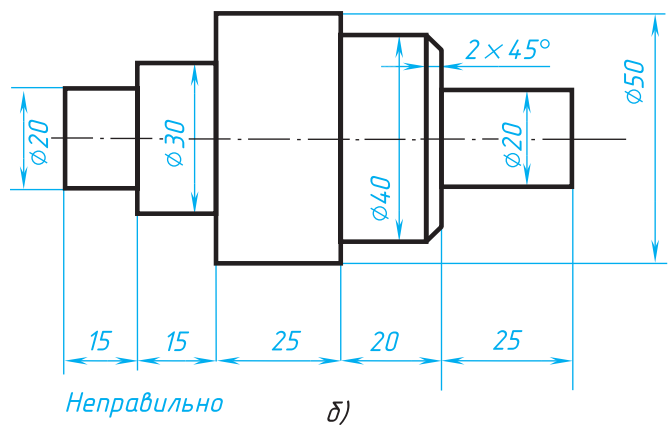
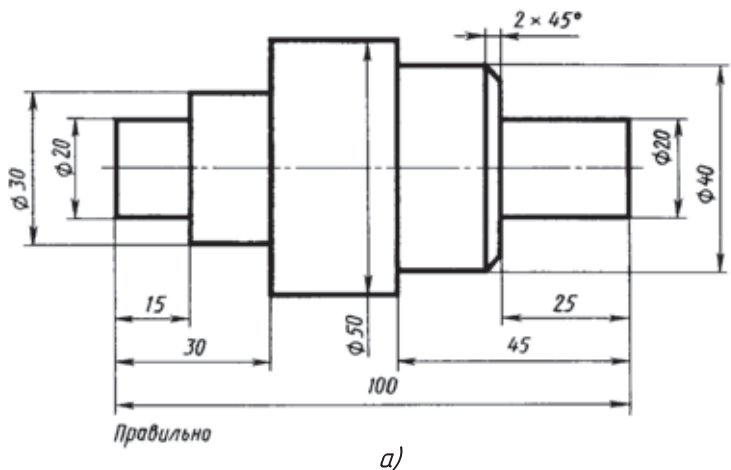


Рис. 117. Нанесение размеров

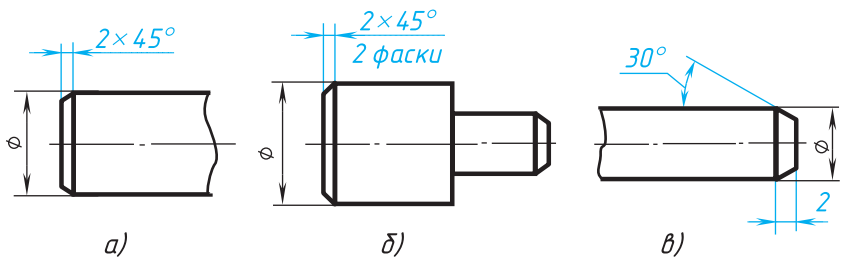


Рис. 118. Нанесение размеров фаски

Осевая (штрихпунктирная) линия должна выходить за контур изображения примерно на 3 мм и не пересекать размерное число. На рисунке 117, б это не выдержано. Неудачно проведены и выносные линии, они не выходят за размерные линии или проведены слишком далеко.

У деталей, имеющих форму тел вращения, часто торцовые кромки срезают на конус. Этот элемент называют *фаской*. Ее назначение — облегчить сборку деталей, защитить кромки от повреждения, а руки рабочего от порезов.

Наиболее часто встречаются фаски под углом  $45^\circ$ . Их размеры наносят записью, например  $2 \times 45^\circ$ , где 2 — высота фаски (рис. 118, а). Если встречается несколько одинаковых фасок, их размер наносят один раз с указанием количества (рис. 118, б).

Размеры фасок под другими углами указывают линейным и угловым размерами, а не надписью (рис. 118, в).



1. Как анализ формы предмета помогает определить размеры, необходимые для нанесения на чертеже детали?

2. Какие размеры наносят на чертеже цилиндра, конуса, прямоугольного параллелепипеда?

3. Благодаря каким знакам можно изобразить в одной проекции цилиндр и конус? призму с квадратным основанием?

4. Какие размеры на рисунке 116 определяют взаимное положение частей детали?

5. Какие размеры называют габаритными? Обязательно ли их надо наносить на чертеже?

6. Как наносят размеры фасок под углом  $45^\circ$ ?



36. Постройте по заданию учителя наглядное изображение одной из деталей (рис. 119) и нанесите размеры.

37. Постройте по аксонометрической проекции (рис. 120) три вида детали и нанесите размеры.

38. По заданию учителя перечертите один из чертежей (рис. 121), увеличив изображение в два раза. Нанесите размеры, определив их с помощью обмера изображений. На одном чертеже (рис. 121, а) сократите количество изображений.

39. Перечертите заданные изображения, увеличив их в два раза, и постройте третий вид (рис. 122). Нанесите размеры, определив их с помощью обмера изображений.

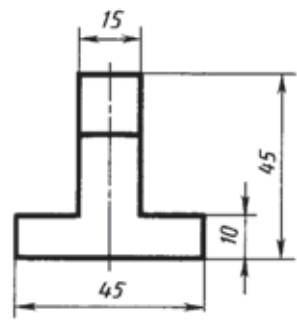
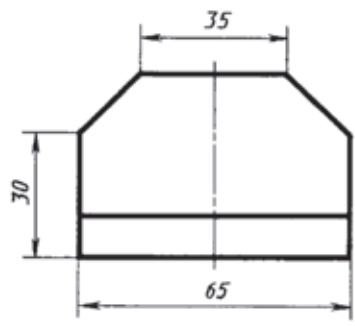
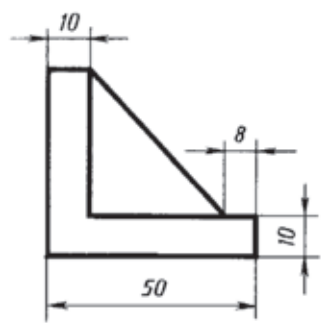
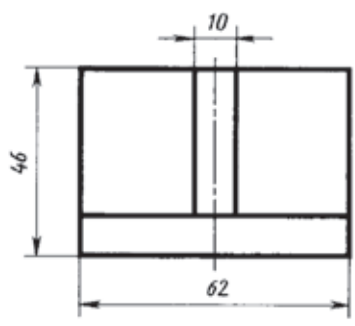
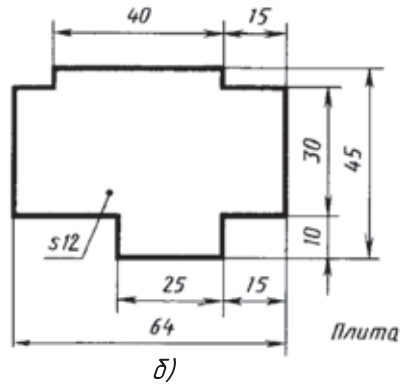
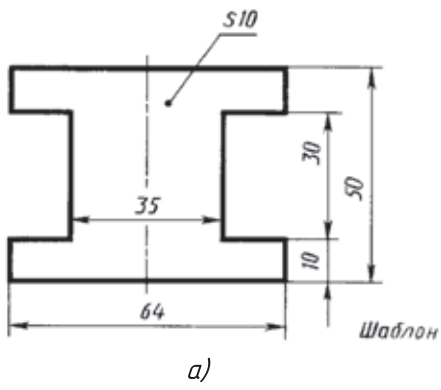


Рис. 119. Задания для упражнений



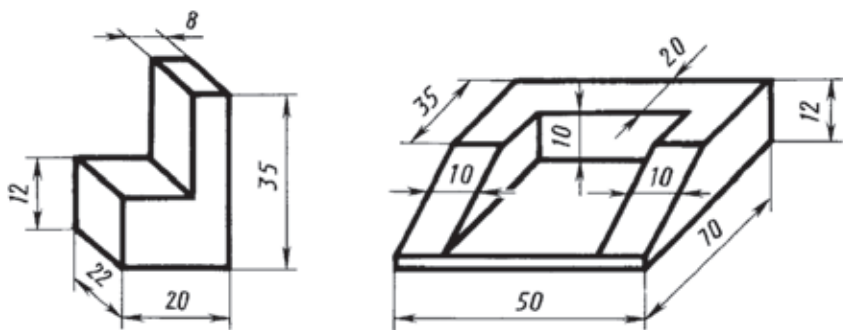


Рис. 120. Задания для упражнений

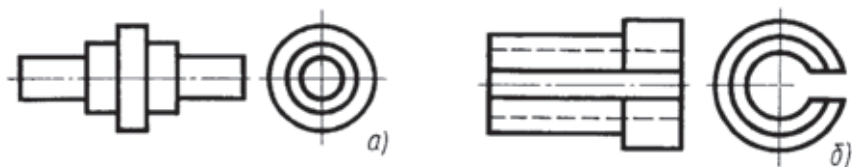


Рис. 121. Задания для упражнений

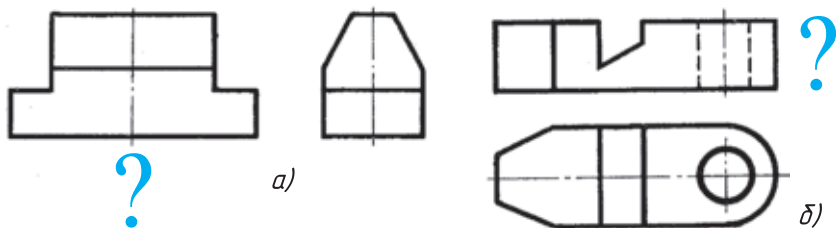


Рис. 122. Задания для упражнений

## 15. Геометрические построения, необходимые при выполнении чертежей

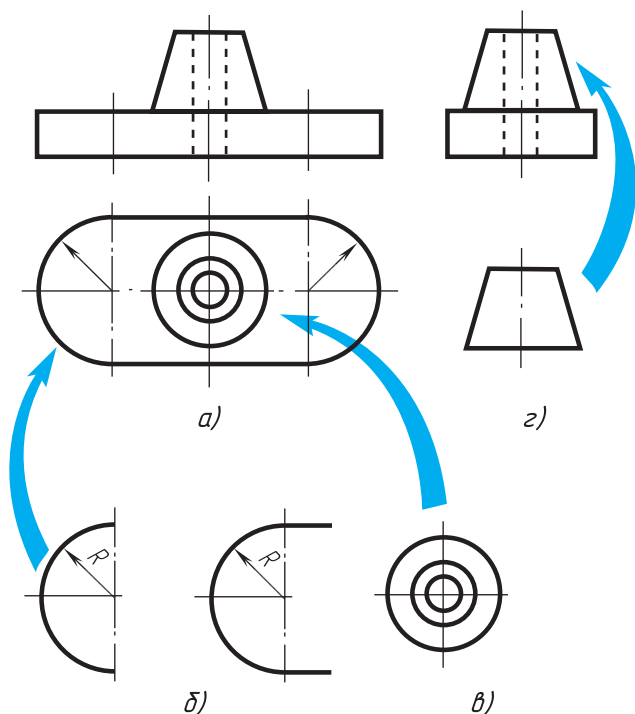
При вычерчивании деталей, построении разверток поверхностей вам придется выполнять различные геометрические построения, например делить на равные части отрезки и окружности, строить углы, выполнять сопряжения и др.

Многие из этих построений вам уже известны из уроков геометрии и других предметов, поэтому здесь они не рассматриваются. Рациональные приемы построения углов с помощью чертежных инструментов приведены на форзаце в конце книги.

**15.1. Анализ графического состава изображений.** Прежде чем приступить к выполнению чертежа, надо определить, какие геометрические построения потребуется применить в данном случае. Рассмотрим пример.

На рисунке 123, *a* приведены три проекции опоры, наглядное изображение которой дано на рисунке 74, *a*. Чтобы начертить этот предмет, надо выполнить ряд графических построений:

- 1) провести параллельные прямые;
- 2) построить сопряжение (скругление) двух параллельных прямых дугой заданного радиуса (рис. 123, *б*);
- 3) провести три концентрические окружности (рис. 123, *в*);
- 4) вычертить трапецию (рис. 123, *г*).



**Рис. 123.** Анализ графического состава изображений

Расчленение процесса выполнения чертежа на отдельные графические операции называется *анализом графического состава изображений*.

Определение графических операций, из которых складывается построение чертежа, облегчает его выполнение.



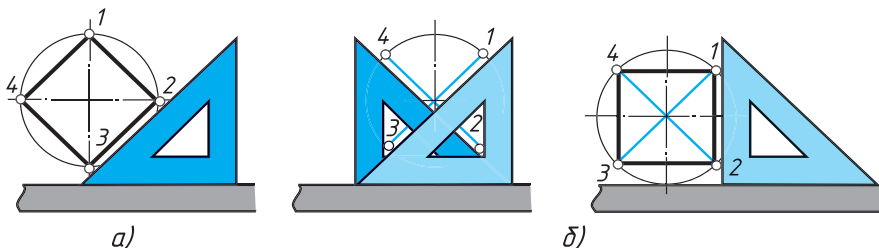
1. Какие геометрические построения вам известны?
2. Как называется расчленение процесса выполнения чертежа на отдельные графические операции?
3. Для чего нужен анализ графического состава изображений?

**15.2. Деление окружности на равные части.** Многие детали имеют равномерно расположенные по окружности элементы, например отверстия, спицы и т. д. Поэтому возникает необходимость делить окружности на равные части.

Деление окружности на четыре равные части. Чтобы разделить окружность на четыре равные части, нужно провести два взаимно перпендикулярных диаметра.

Два случая таких построений показаны на рисунке 124. На рисунке 124, *а* диаметры проведены по линейке и катету равнобедренного угольника, а стороны вписанного квадрата — по его гипотенузе. На рисунке 124, *б*, наоборот, диаметры проведены по гипотенузе угольника, а стороны квадрата — по линейке и катету угольника.

Деление окружности на восемь равных частей. Чтобы разделить окружность на восемь равных частей, достаточно провести две пары диаметров, т. е. объединить оба случая построения квадрата (см. рис. 124). Одну пару взаим-



**Рис. 124.** Деление окружности на четыре равные части

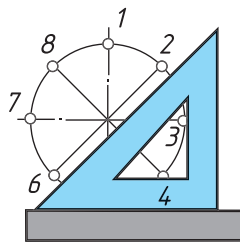
но перпендикулярных диаметров строят по линейке и катету, другую — по гипотенузе угольника (рис. 125).

Деление окружности на три равные части. Поставив опорную ножку циркуля в конце диаметра (рис. 126, *а*), описывают дугу радиусом, равным радиусу  $R$  окружности. Получают первое и второе деление. Третье деление находится на противоположном конце диаметра.

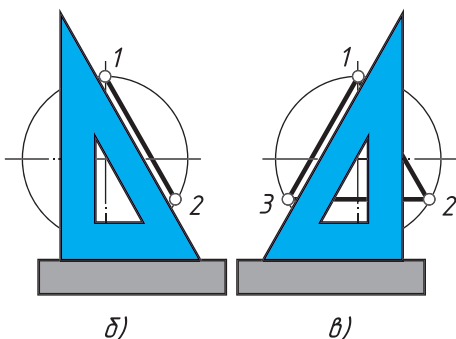
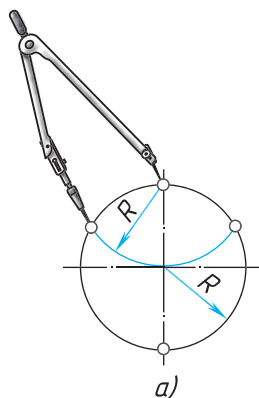
Ту же задачу можно решить с помощью линейки и угольника с углами  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  и  $90^\circ$ . Для этого устанавливают угольник бóльшим катетом параллельно вертикальному диаметру. Вдоль гипотенузы из точки 1 (конца диаметра) проводят хорду, получают второе деление (рис. 126, *б*). Повернув угольник и проведя вторую хорду, получают третье деление (рис. 126, *в*).

Соединив точки 2 и 3 отрезком прямой, получают равнобедренный треугольник.

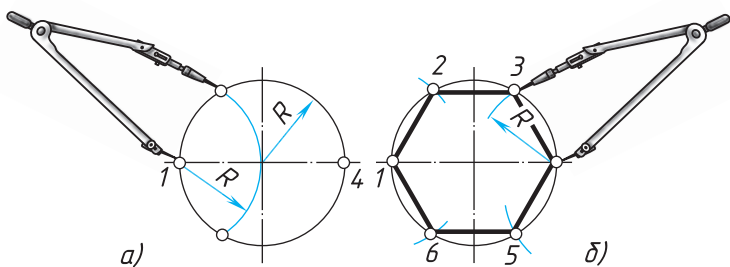
Деление окружности на шесть равных частей. Раствор циркуля устанавливают равным радиусу  $R$  окружности, так как сторона шестиугольника равна радиусу описанной окружности. Из противоположных концов одного из диаметров окружности (например, точек 1 и 4, рис. 127, *а*) описывают дуги. Точки 1, 2, 3, 4, 5, 6 делят окружность на равные части. Соединив их отрезками прямых, получают правильный шестиугольник (рис. 127, *б*).



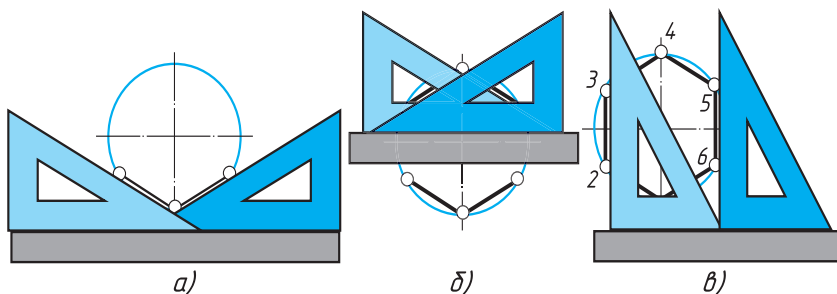
**Рис. 125.** Деление окружности на восемь равных частей



**Рис. 126.** Деление окружности на три равные части:  
*а* — с помощью циркуля; *б*, *в* — с помощью угольника и линейки



**Рис. 127.** Деление окружности на шесть равных частей с помощью циркуля

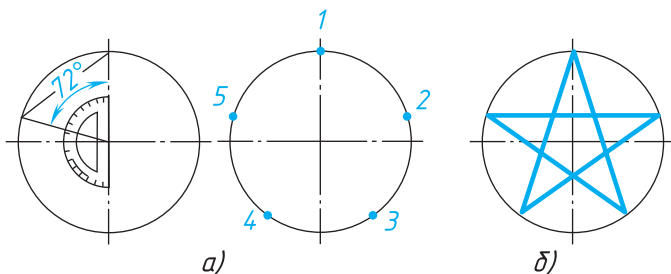


**Рис. 128.** Деление окружности на шесть равных частей с помощью угольника и линейки

Ту же задачу можно выполнить при помощи линейки и угольника с углами  $30$  и  $60^\circ$  (рис. 128).

Деление окружности на пять равных частей. Пятой части окружности соответствует центральный угол в  $72^\circ$  ( $360^\circ : 5 = 72^\circ$ ). Этот угол можно построить при помощи транспортира (рис. 129, *a*).

На рисунке 129, *б* показано вычерчивание пятиконечной звезды.



**Рис. 129.** Деление окружности на пять равных частей



40. Постройте с помощью линейки и угольника правильный шестиугольник, две вершины которого лежат на горизонтальной центральной линии. Выполните то же построение с помощью циркуля.

**15.3. Сопряжения.** У шаблона на рисунке 130 углы скруглены. Прямые линии плавно переходят в кривые. Такой же плавный переход может быть между прямыми или между двумя окружностями.

Плавный переход одной линии в другую называют *сопряжением*.

Для построения сопряжений надо найти центры, из которых проводят дуги, т. е. *центры сопряжений*. Надо найти также точки, в которых одна линия переходит в другую, т. е. *точки сопряжений*.

Таким образом, для построения любого сопряжения надо найти центр сопряжения, точки сопряжений, знать радиус сопряжения.

При построении сопряжений следует иметь в виду, что переход от прямой к окружности будет плавным в том случае, если прямая касается окружности (рис. 131, а). Точка сопряжения лежит на радиусе, перпендикулярном данной прямой.

Переход от одной окружности к другой будет плавным, если окружности касаются. Точка сопряжения находится на прямой, соединяющей их центры (рис. 131, б).

Сопряжение двух прямых дугой заданного радиуса. Даны прямые, составляющие прямой, острый и тупой углы (рис. 132, а) и величина  $R$  радиуса дуги сопряжения. Требуется построить сопряжение этих прямых дугой заданного радиуса.

Для всех трех случаев применяют общий способ построения.

1. Находят точку  $O$  — центр сопряжения (рис. 132, б). Он должен лежать на расстоянии  $R$  от заданных прямых. Очевидно, такому условию удовлетворяет точка пересечения двух прямых, расположенных параллельно заданным на расстоянии  $R$  от них. Что-



Рис. 130. Шаблон

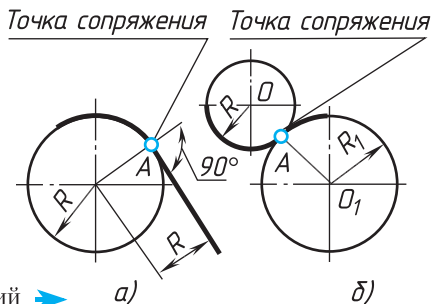
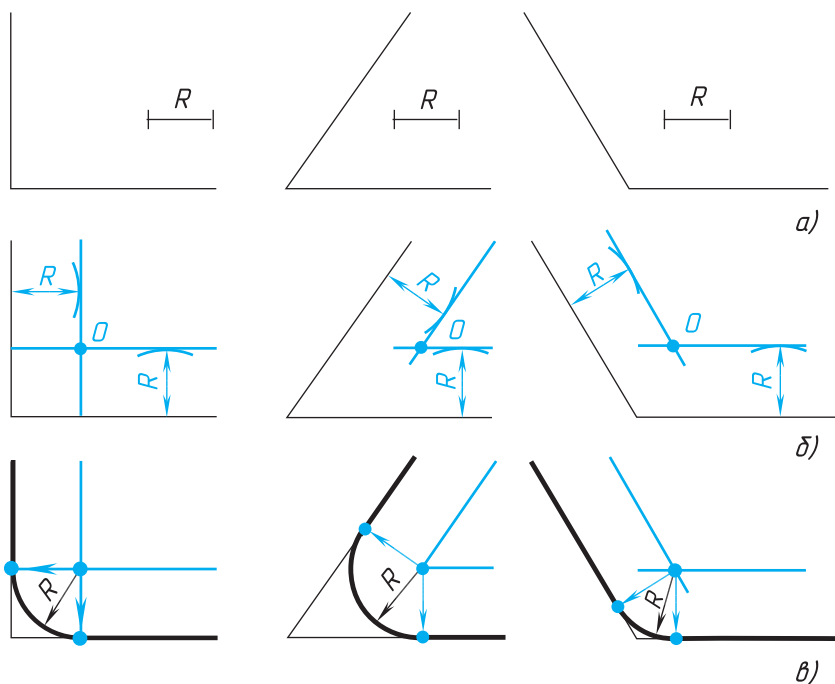


Рис. 131. Построение сопряжений ➔ а)

б)



**Рис. 132.** Общий способ построения сопряжений двух пересекающихся прямых

бы построить эти прямые, из произвольно выбранных точек каждой заданной прямой проводят перпендикуляры. Откладывают на них длину радиуса  $R$ . Через полученные точки проводят прямые, параллельные заданным.

В точке пересечения этих прямых находится центр  $O$  сопряжения.

2. Находят точки сопряжения (рис. 132, в). Для этого проводят перпендикуляры из центра сопряжения к заданным прямым. Полученные точки являются точками сопряжений.

3. Поставив опорную ножку циркуля в точку  $O$ , проводят дугу заданного радиуса  $R$  между точками сопряжения (рис. 132, в).

Сопряжение окружности и прямой дугой заданного радиуса. Даны окружность радиуса  $R$ , отрезок  $AB$  и радиус дуги сопряжения  $R_1$  (рис. 133).

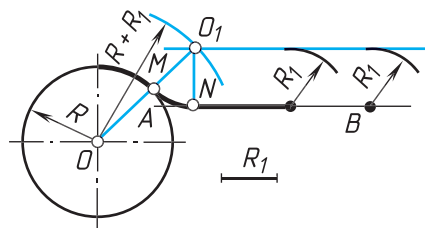
Построение выполняют так:

1. Для нахождения центра сопряжения из точки  $O$  окружности проводят дугу вспомогательной окружности радиуса  $R + R_1$ .

На расстоянии  $R_1$  от прямой  $AB$  проводят параллельную ей прямую до пересечения с дугой  $R + R_1$ . Точка  $O_1$  будет центром сопряжения.

2. Соединив прямой точки  $O$  и  $O_1$ , т. е. центры окружности и сопрягающей дуги, получают точку сопряжения  $M$ . Проведя из точки  $O_1$  перпендикуляр к прямой  $AB$ , определяют вторую точку сопряжения  $N$ .

3. Соединив дугой  $R_1$  точки  $M$  и  $N$  сопряжения, получают плавный переход от окружности к прямой.



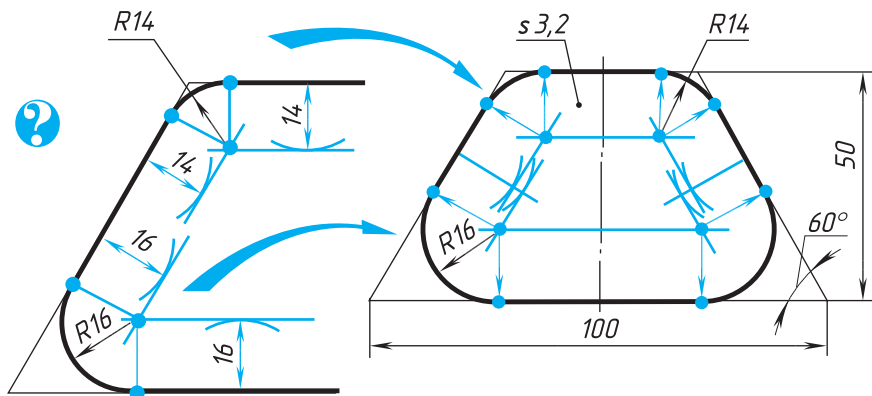
**Рис. 133.** Построение сопряжения дуги окружности и прямой

#### 15.4. Применение геометрических построений на практике.

Чтобы изготовить из металлического листа деталь, например шаблон, изображенный на рисунке 130, надо прежде очертить на металле его контур, т. е. сделать разметку. Между выполнением чертежа и разметкой много общего.

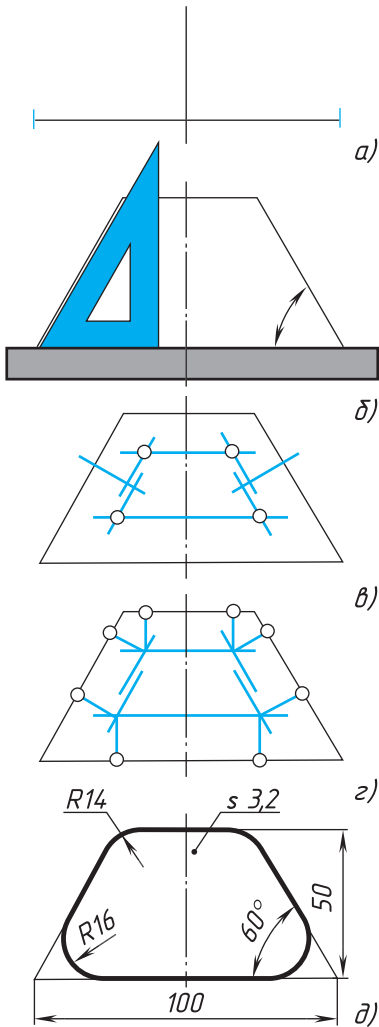
При выполнении чертежа или разметки надо определить, какие геометрические построения следует при этом применить, т. е. провести анализ графического состава изображений (см. 15.1). Слева на рисунке 134 показаны эти построения.

В результате анализа устанавливаем, что вычерчивание контура шаблона складывается в основном из построения угла  $60^\circ$  и сопряжений острого и тупого углов дугами заданных радиусов.



**Рис. 134.** Анализ контура изображения детали





**Рис. 135.** Последовательность построения чертежа шаблона

Какова последовательность разметки шаблона? Можно ли ее начинать с построения сопряжений? Очевидно, нет.

Правильная последовательность построения чертежа показана на рисунке 135. Сначала проводят те линии чертежа, положение которых определяется заданными размерами и не требует дополнительных построений, а затем строят сопряжения.

Таким образом, построение ведут в такой последовательности. Вначале проводят осевую линию и прямую, на которой лежит основание шаблона (рис. 135, а). На этой прямой вправо и влево от осевой линии откладывают половину длины основания, т. е. по 50 мм. Затем строят углы  $60^\circ$  и проводят прямую параллельно основанию на расстоянии 50 мм от него (рис. 135, б). После этого находят центры и точки сопряжений (рис. 135, в и г). В заключение проводят дуги сопряжений. Обводят видимый контур и наносят размеры (рис. 135, д).

1. Какие углы можно построить с помощью угольников?
2. Чему равен раствор циркуля при делении окружности на шесть равных частей, на три равные части?
3. Что называется сопряжением?
4. Назовите элементы, обязательные в любом сопряжении.
5. Какие построения встретятся вам при выполнении чертежа детали, представленной на рисунке 136?



**41.** По аксонометрической проекции (рис. 137) выполните чертеж детали.



Рис. 136. Задание для упражнений

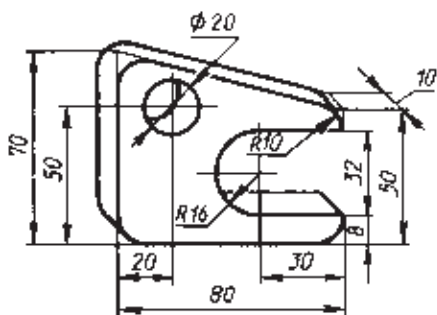


Рис. 137. Задание для упражнений



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

### Чертеж детали (с использованием геометрических построений, в том числе сопряжений)

Выполните с натуры или по наглядному изображению (рис. 138) в необходимом количестве видов чертеж одной из деталей, в очертаниях которой содержатся сопряжения.

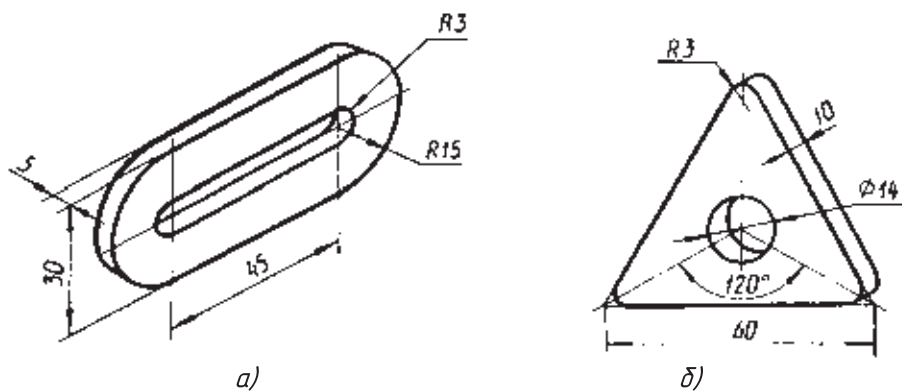


Рис. 138. Задания к графической работе № 6

## 16. Чертежи разверток поверхностей геометрических тел

### 16.1. Чертежи разверток поверхностей призм и цилиндров.

Для изготовления ограждений станков, вентиляционных труб и некоторых других изделий вырезают из листового материала их *развертки*.

Развертка поверхностей любой прямой призмы представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней — прямоугольников и двух оснований — многоугольников.

Например, у развертки поверхностей шестиугольной призмы (рис. 139, б) все грани — равные между собой прямоугольники шириной  $a$  и высотой  $h$ , а основания — правильные шестиугольники со стороной, равной  $a$ .

Таким образом, можно построить чертеж развертки поверхностей любой призмы.

Развертка поверхностей цилиндра состоит из прямоугольника и двух кругов (рис. 140, б). Одна сторона прямоугольника равна высоте цилиндра, другая — длине окружности основания. На чертеже развертки к прямоугольнику пристраивают два круга, диаметр которых равен диаметру оснований цилиндра.

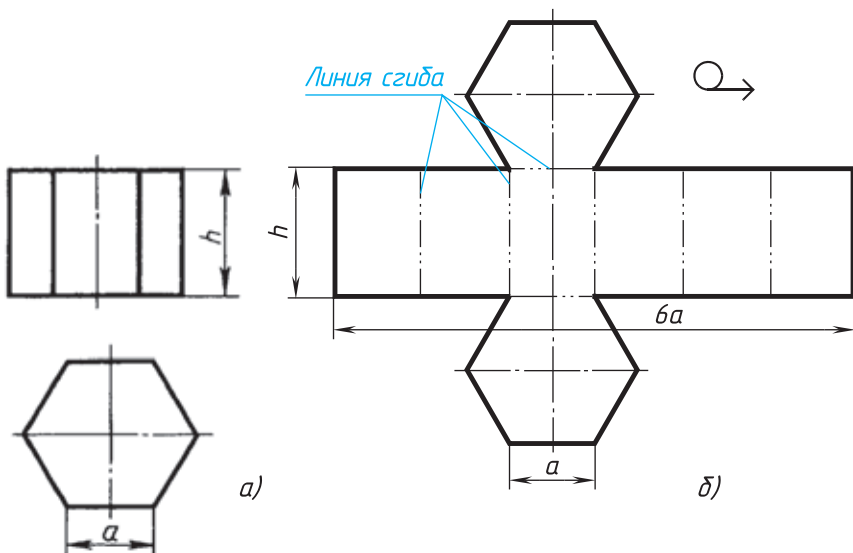
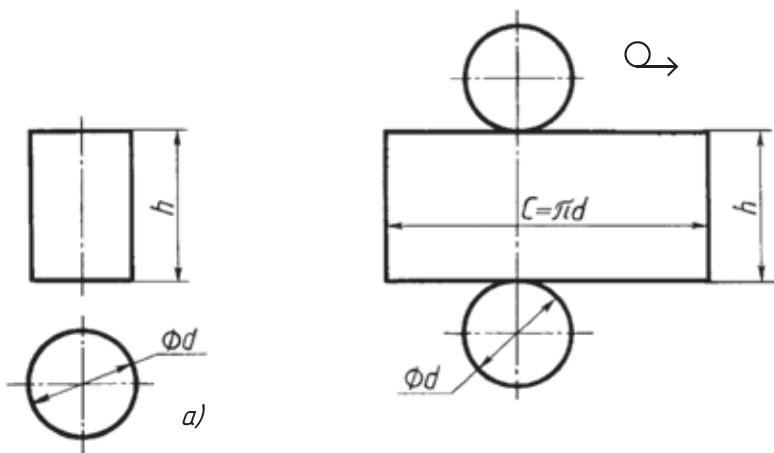


Рис. 139. Построение чертежа развертки поверхностей призмы:  
 $a$  — два вида;  $б$  — развертка поверхностей

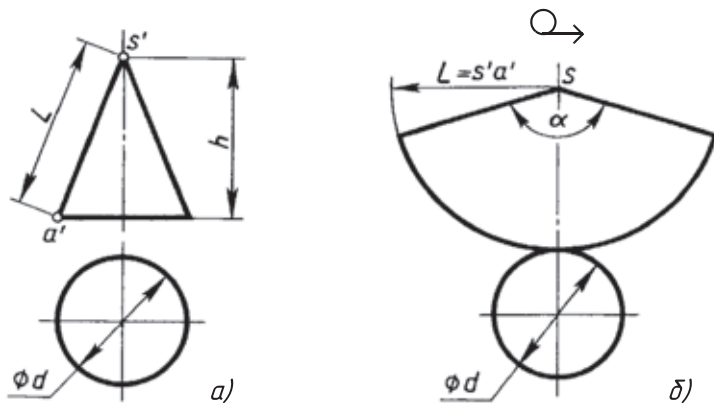


**Рис. 140.** Построение чертежа развертки поверхностей цилиндра:  
*a* — два вида; *б* — развертка поверхностей

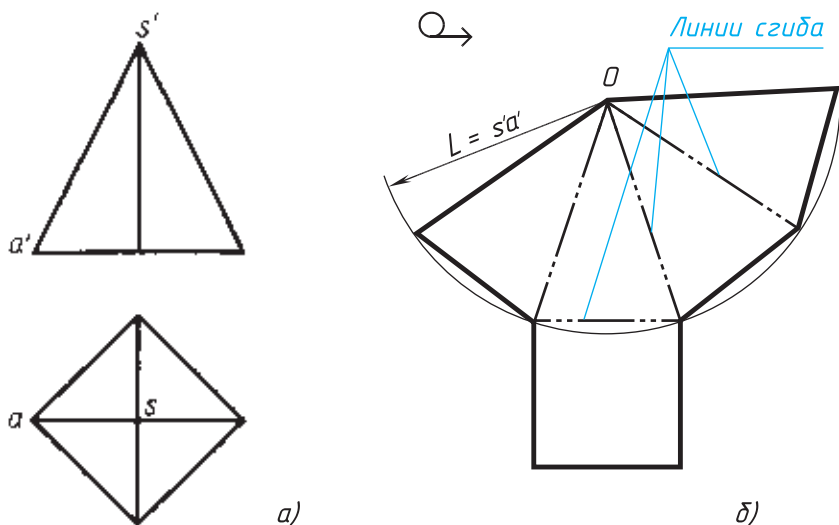
**16.2. Чертежи разверток поверхностей конуса и пирамиды.** Развертка поверхностей конуса представляет собой плоскую фигуру, состоящую из сектора — развертки боковой поверхности и круга — основания конуса (рис. 141, *б*).

Построения выполняются так:

1. Проводят осевую линию и из точки  $s'$  на ней описывают радиусом, равным длине  $s'a'$  образующей конуса, дугу окружности. На ней откладывают длину окружности основания конуса.



**Рис. 141.** Построение чертежа развертки поверхностей конуса:  
*a* — два вида; *б* — развертка поверхностей



**Рис. 142.** Построение чертежа развёртки поверхностей пирамиды:  
*а* — два вида; *б* — развёртка поверхностей

Точку  $s'$  соединяют с концевыми точками дуги.

2. К полученной фигуре — сектору пристраивают круг. Диаметр этого круга равен диаметру основания конуса.

Длину окружности при построении сектора можно определить по формуле  $C = \pi d$ .

Угол  $\alpha$  подсчитывают по формуле  $\alpha = \frac{360^\circ \cdot d}{2L}$ , где

$d$  — диаметр окружности основания,

$L$  — длина образующей конуса, ее можно подсчитать по теореме Пифагора.

Чертеж развёртки поверхностей пирамиды строят так (рис. 142, *б*):

Из произвольной точки  $O$  описывают дугу радиуса  $R$ , равного длине бокового ребра пирамиды. На этой дуге откладывают четыре отрезка, равные стороне основания. Крайние точки соединяют прямыми с точкой  $O$ . Затем пристраивают квадрат, равный основанию пирамиды.

Обратите внимание, как оформляют чертежи развёрток. Над изображением наносят знак  $\curvearrowright$ . От линий сгиба, которые проводят штрихпунктирной с двумя точками, проводят линии-выноски и пишут на полке «Линии сгиба».



1. Как построить чертеж развертки поверхностей цилиндра?
2. Какие надписи наносят на чертежах разверток поверхностей предметов?

## 17. Порядок чтения чертежей деталей

Чтение чертежа заключается в представлении по плоским изображениям объемной формы предмета и в определении его размеров. Эту работу рекомендуется проводить в такой последовательности:

1. Прочитать основную надпись чертежа. Из нее можно узнать название детали, наименование материала, из которого ее изготавливают, масштаб изображений и другие сведения.

2. Определить, какие виды детали даны на чертеже, какой из них является главным.

3. Рассмотреть виды во взаимной связи и попытаться определить форму детали со всеми подробностями. Этой задаче помогает анализ изображений, данных на чертеже. Представив по чертежу геометрическую форму каждой части детали, мысленно объединяют их в единое целое.

4. Определить по чертежу размеры детали и ее элементов.

Приведем пример чтения чертежа детали (вначале даны вопросы к чертежу, а затем ответы на них).

Вопросы к чертежу (рис. 143)<sup>1</sup>

- 1) Как называется деталь?
- 2) Из какого материала ее изготавливают?
- 3) В каком масштабе выполнен чертеж?
- 4) Какие виды содержит чертеж?
- 5) Сочетанием каких геометрических тел определяется форма детали?
- 6) Опишите общую форму детали.
- 7) Чему равны габаритные размеры деталей и размеры отдельных частей?

---

<sup>1</sup> Вопросы составлены в последовательности, соответствующей правильному порядку чтения чертежей.

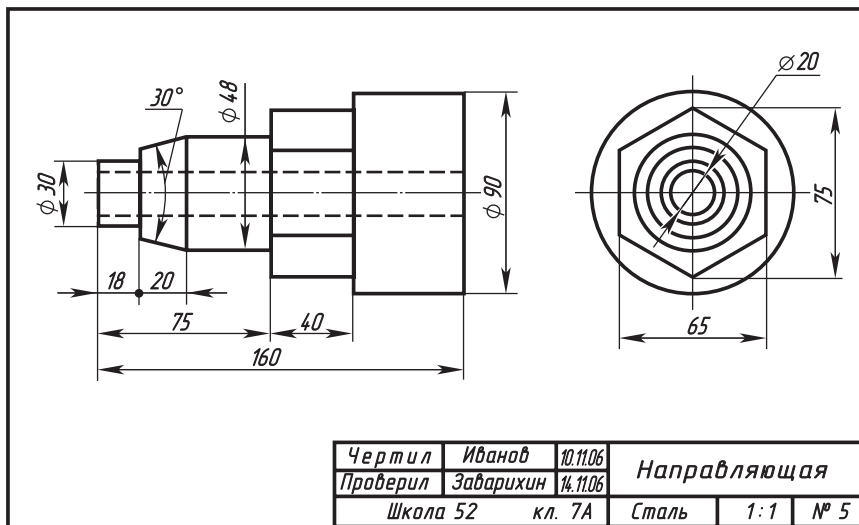


Рис. 143. Чертеж детали

Ответы на вопросы к чертежу (см. рис. 143).

- 1) Деталь называется «направляющая».
- 2) Изготавливают деталь из стали.
- 3) Масштаб чертежа 1:1, т. е. деталь изображена в натуральную величину.
- 4) Чертеж содержит два вида: главный и слева.
- 5) Выделив части детали, рассмотрим их слева направо, сопоставляя оба вида.

Крайняя левая часть на главном виде имеет форму прямоугольника, а на виде слева — окружности. Значит, это цилиндр, так как такие проекции характерны для цилиндра.

Вторая слева часть на главном виде имеет форму трапеции. На виде слева она показана двумя окружностями. Такие проекции может иметь только усеченный конус.

Третья часть, как и первая, показана на главном виде прямоугольником, а на виде слева — окружностью. Значит, она имеет также форму цилиндра.

Четвертая часть на главном виде имеет очертание прямоугольника, внутри которого проведены две горизонтальные линии, а на виде слева — шестиугольника. Такие изображения характерны для шестиугольной призмы.

Крайняя справа часть показана прямоугольником на главном виде и окружностью на виде слева. Мы знаем, что такие изображения определяют цилиндр.

По штриховым линиям на главном виде и по окружности самого маленького диаметра на виде слева можно сделать вывод, что внутри детали имеется сквозное цилиндрическое отверстие.

6) Объединив все части, устанавливаем общую форму предмета (рис. 144). Она представляет собой сочетание цилиндров, усеченного конуса и шестиугольной призмы, расположенных на одной оси. Вдоль оси детали проходит сквозное цилиндрическое отверстие.

7) Габаритные (наибольшие и наименьшие) размеры детали таковы: длина 160 мм, диаметр 90 мм, диаметр отверстия 20 мм. Диаметр крайней левой цилиндрической части 30 мм, длина 18 мм. Высота усеченного конуса 20 мм, угол при вершине  $30^\circ$ , диаметр большего основания 48 мм.

Такой же диаметр имеет следующая цилиндрическая часть. Длина цилиндра определяется как разность между размерами 75 и 38, т. е. равна 37 мм.

Два размера части детали, имеющей форму шестиугольной призмы, нанесены на виде слева: между параллельными гранями — 65 мм, между двумя ребрами — 75 мм. Длина этой части 40 мм. Диаметр наибольшего цилиндра 90 мм, длина его (45 мм) не указана, она определяется вычитанием из габаритного размера 160 размеров 75 и 40. Диаметр отверстия 20 мм.

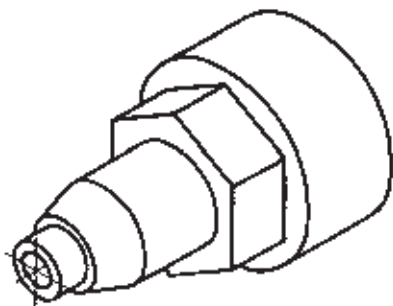


Рис. 144. Изометрическая проекция детали



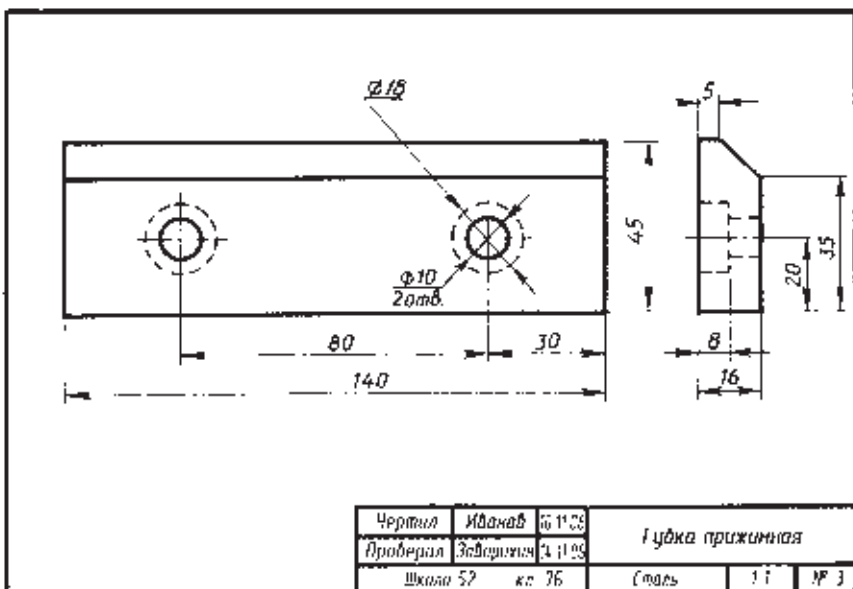


Рис. 145. Задание для упражнений



42. Прочитайте чертеж на рисунке 145.

### Вопросы к чертежу

- 1) Как называется деталь?
- 2) Из какого материала она изготавливается?
- 3) Какие виды даны на чертеже?
- 4) Сочетанием каких геометрических тел определяется форма детали?
- 5) Какие элементы детали показаны на главном виде двумя окружностями  $\varnothing 10$ ?
- 6) Изображением каких элементов являются окружности  $\varnothing 18$  и почему они проведены на главном виде штриховыми линиями?
- 7) Каковы габаритные размеры детали?



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

### 1. Чтение чертежей

Прочитайте по заданию учителя один из чертежей на рисунке 146. Ответы на вопросы запишите в тетради.

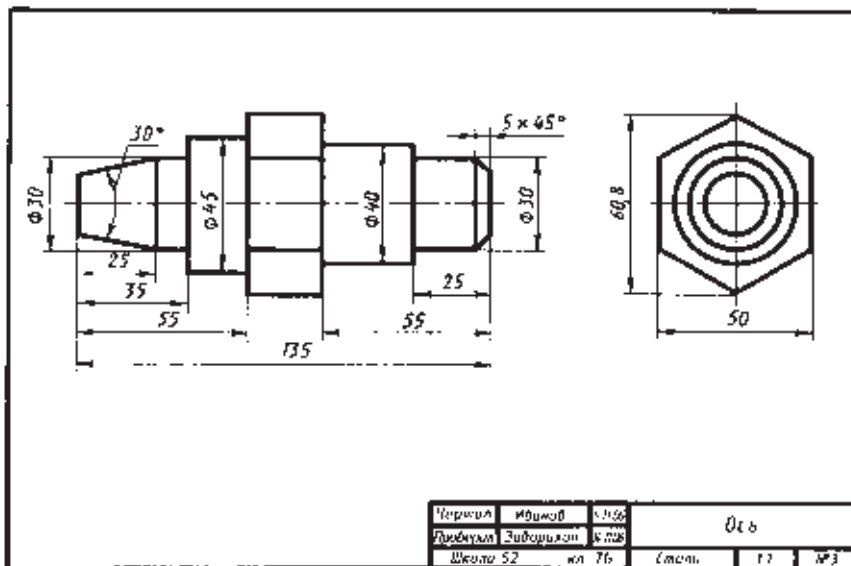
#### Вопросы для чтения чертежей

- 1) Как называется деталь? Из какого материала ее изготавливают?
- 2) Какой масштаб указан на чертеже?
- 3) Какие изображения передают форму детали?
- 4) Опишите форму детали, т.е. укажите название геометрических тел, образующих форму детали, и их размеры.
- 5) Чему равны габаритные размеры детали?

#### 2. Решение занимательных задач

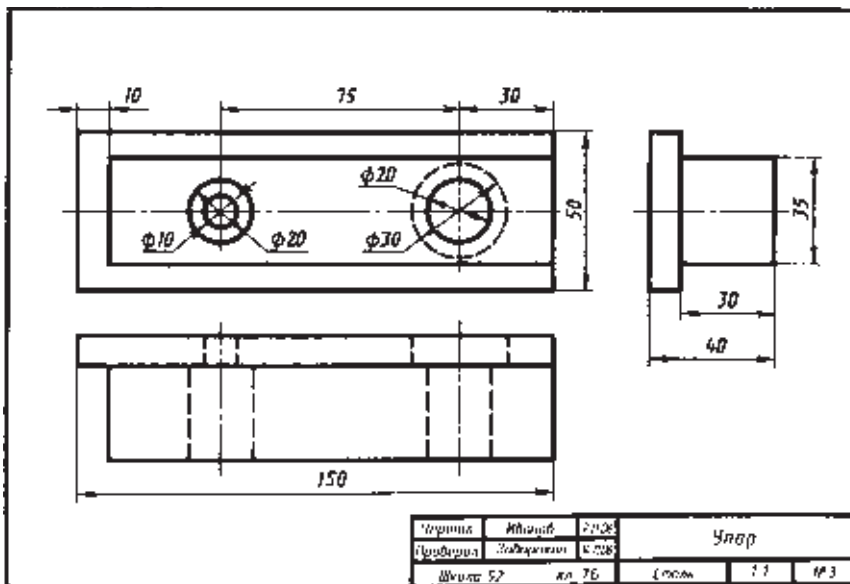
1. На рисунке 147 дан чертеж и наглядное изображение проволочной модели. Сконструируйте аналогичную модель, выполните ее чертеж и наглядное изображение.

2. Выполните технический рисунок предмета, который может плотно проходить через все три отверстия в пластине (рис. 148).



а)

Рис. 146. Задания к практической работе № 7



б)

Рис. 146 (окончание)



Рис. 147. Задание для упражнений



а)



б)

Рис. 148. Задания для упражнений



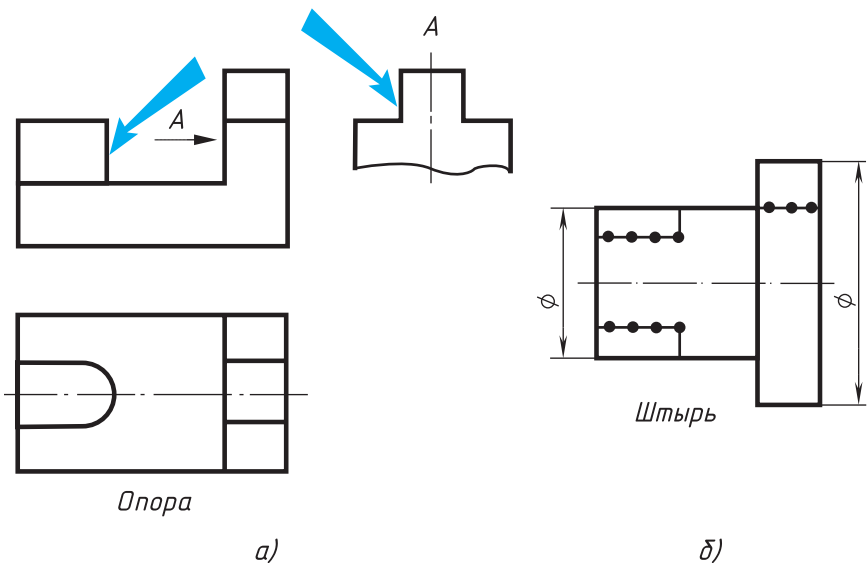
**Выполнение чертежа предмета в трех видах  
с преобразованием его формы  
(путем удаления части предмета)**

1. Выполните технический рисунок детали (рис. 149, а), сделав вместо выступов, отмеченных стрелками, выемки такой же формы и размеров на том же месте.

2. С помощью точек на поверхности детали (рис. 149, б) показана разметка удаляемой части детали. Выполните технический рисунок измененной детали.

3. Выполните эскиз детали (рис. 150, а), мысленно удалив ее верхнюю заштрихованную часть и заменив выступы, указанные стрелкой, выемками.

4. Выполните эскиз детали (рис. 150, б), сделав вместо выступов выемки такой же формы и размеров на том же месте.



**Рис. 149.** Задания к графической работе № 8

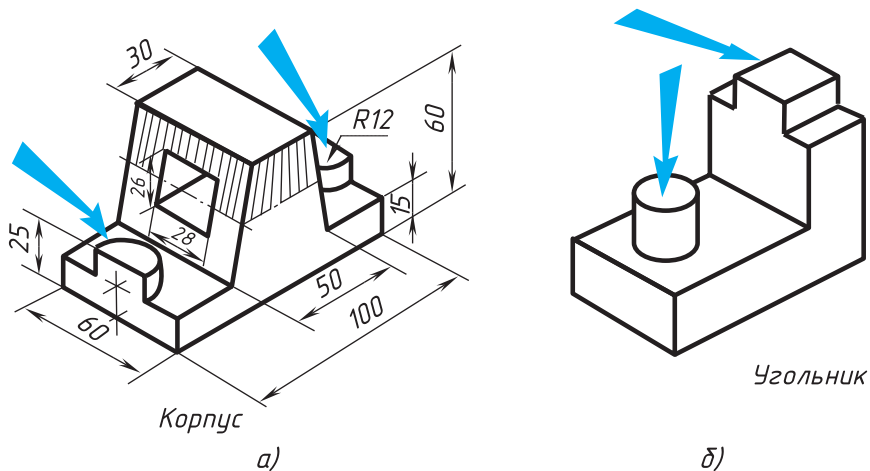


Рис. 150. Задания к графической работе № 8

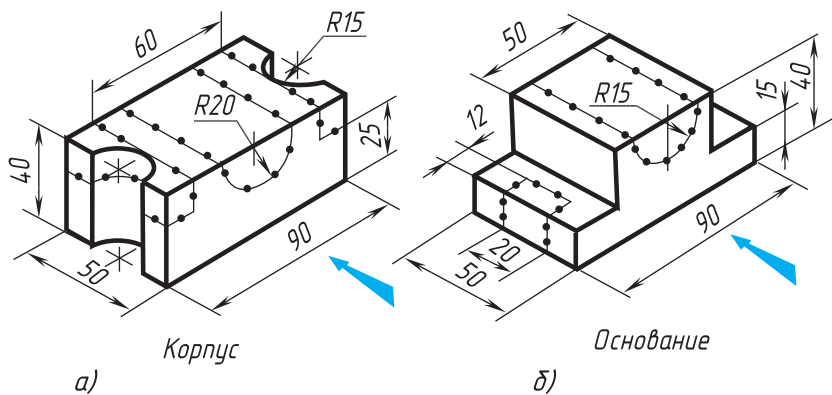


Рис. 151. Задания к графической работе № 8

5. Выполните по заданию учителя чертеж одной из деталей (рис. 151), у которой удалены части по нанесенной разметке. Направление проецирования для построения главного вида указано стрелкой.

**Указания к работе.** Задания 1—4, как подготовительные, выполните в рабочей тетради, задание 5, как основное, — на листе формата А4. Изображения выполните с сохранением пропорций предмета; размеры не наносите.

# V

## Эскизы

### 18. Выполнение эскизов деталей

**18.1. Назначение эскизов.** К *эскизам* относят чертежи, предназначенные для разового использования в производстве. Изображение предмета на эскизе выполняется по правилам прямоугольного проецирования, но от руки с соблюдением пропорций между частями изображаемого предмета на глаз.

Эскизами пользуются конструкторы при проектировании, например, новых машин. Эскизы применяются также при ремонте оборудования, когда вместо вышедшей из строя детали надо изготовить новую. Тогда с натуры снимают эскиз детали.

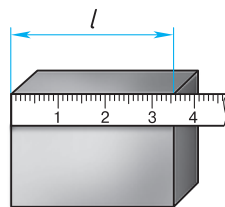
На производстве часто приходится непосредственно по эскизу изготовлять деталь, поэтому к нему следует относиться как к важному конструкторскому документу.

Эскизы должны быть выполнены в соответствии со стандартами ЕСКД на чертежи. Между изображениями детали необходимо выдерживать проекционную связь. Линии на эскизе должны быть ровными и четкими. Все надписи следует выполнять чертежным шрифтом.

Эскиз выполняют обычно на бумаге в клетку. Это удобнее и быстрее. По клетке легко проводить перпендикулярные и параллельные линии, соблюдать пропорциональность частей предмета при построении изображений. Дуги окружностей можно провести циркулем, а потом обвести от руки. Выполняют эскиз мягким карандашом (М или 2М).

Для обмера детали при съемке эскиза с натуры используют различные измерительные инструменты.

Измерение линейных величин выполняют при помощи линейки (рис. 152). Для



**Рис. 152.** Измерение линейкой

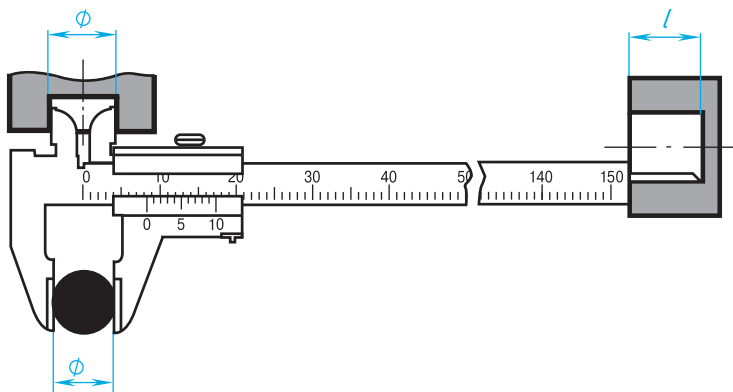


Рис. 153. Измерения штангенциркулем

более точных измерений (с погрешностью не более  $0,1 \dots 0,05$  мм) используют штангенциркуль (рис. 153).

Штангенциркулем измеряют линейные размеры, диаметры цилиндрических элементов (наружных и внутренних), а также глубину отверстий и углублений.

В практике применяют и другие измерительные инструменты.



1. Что называется эскизом?
2. Каким требованиям должен удовлетворять эскиз?

**18.2. Порядок выполнения эскизов.** Приступая к выполнению эскиза, *во-первых*, надо внимательно ознакомиться с деталью: по-возможности выяснить ее назначение, четко уяснить общую геометрическую форму детали, форму ее отдельных частей. При этом полезно мысленно разделить деталь на части, имеющие форму простых геометрических тел.

*Во-вторых*, следует выбрать главный вид, он должен давать отчетливое и наиболее полное представление о форме детали. *В-третьих*, установить, сколько видов необходимо для полного выявления формы и размеров детали.

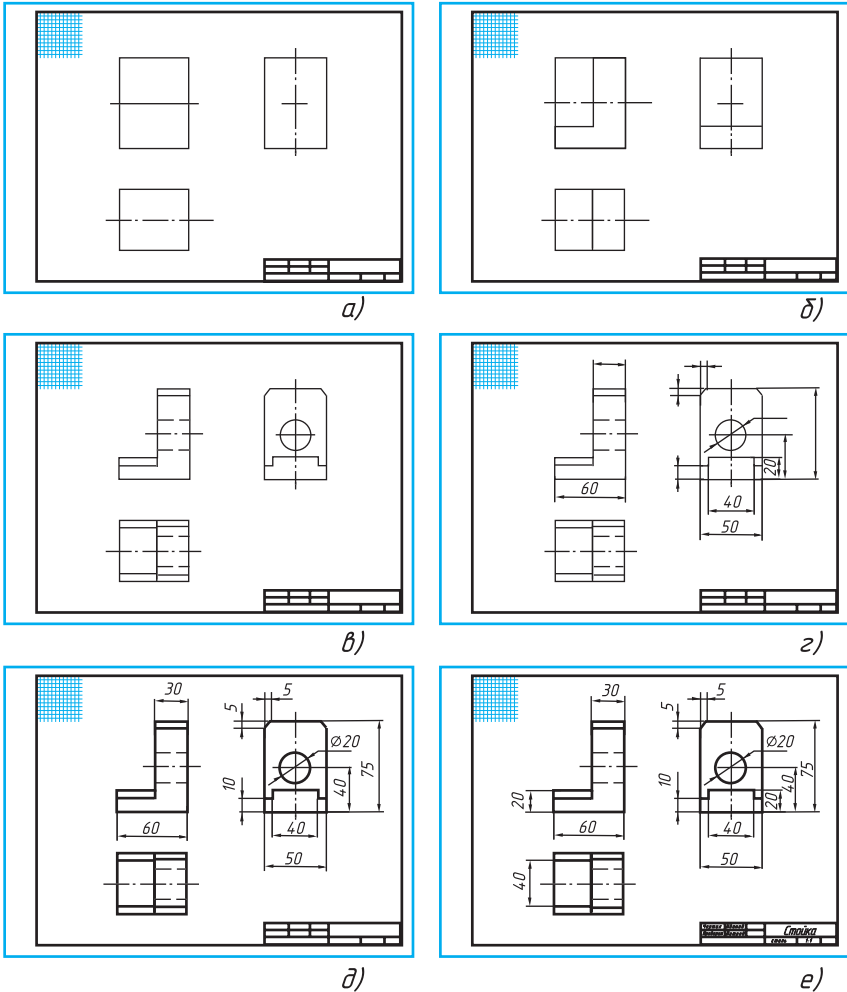
На главном виде должно быть по возможности меньше штриховых линий.

Помните, что число видов можно сократить, используя знаки  $\varnothing$  (диаметр) и  $\square$  (квадрат), условное обозначение толщины детали и др.

*В-четвертых*, строят изображения детали на эскизе в такой последовательности (рис. 154):

1. Чертят на листе выбранного формата внешнюю рамку и рамку, ограничивающую поле чертежа. Размечают и вычерчивают графы основной надписи.

2. Определяют, как лучше разместить изображения на поле чертежа, и вычерчивают тонкими линиями габаритные прямоугольники. При необходимости проводят осевые и центровые линии (рис. 154, *a*).



**Рис. 154.** Последовательность выполнения эскиза



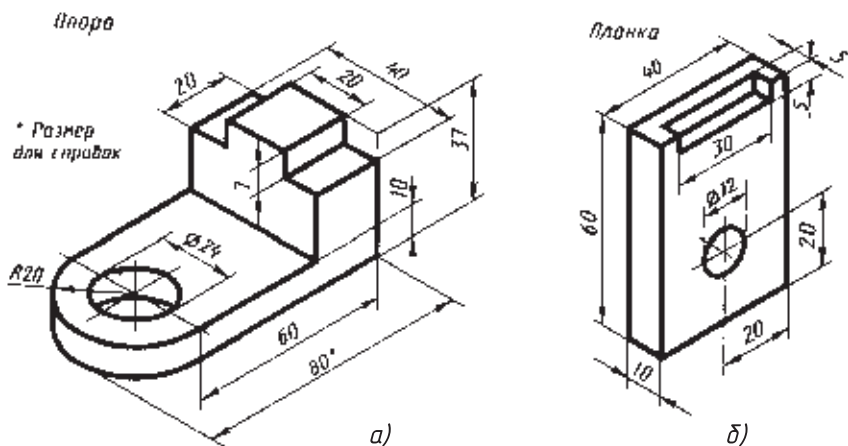


Рис. 155. Задания для упражнений

3. Наносят на видах внешние (видимые) контуры детали (рис. 154, б), не изображая, пока, мелкие элементы.

4. Изображают невидимые части (штриховыми линиями) и мелкие элементы детали (рис. 154, в).

5. Наносят выносные и размерные линии (рис. 154, г).

6. Обмеряют деталь, наносят размерные числа и в случае необходимости надписи. Обводят эскиз (рис. 154, д).

7. Заполняют основную надпись (рис. 154, е), где указывают название детали и материал, из которого она изготовлена.

В заключение проверяют эскиз. При этом необходимо убедиться, что:

- а) главный вид детали выбран удачно;
- б) изображения построены правильно и в проекционной связи;
- в) видов достаточно, для того чтобы выявить форму детали;
- г) размеры нанесены правильно;
- д) сделаны необходимые поясняющие надписи;
- е) правильно заполнена основная надпись.



1. Из каких основных этапов складывается работа по снятию эскиза с натуры?

2. Какова последовательность выполнения эскиза?



43. Выполните эскиз одной из деталей по указанию учителя с натуры или по наглядному изображению (рис. 155).



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

### Эскиз и технический рисунок детали

По заданию учителя выполните эскиз детали (с натуры) в необходимом количестве видов и технический рисунок той же детали.



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

### Выполнение эскизов деталей с включением элементов конструирования

Задачи, содержащие элементы конструирования, творческие. На уроках труда вы изготавливали по чертежам несложные изделия. Здесь же надо подумать, каким будет изделие в зависимости от поставленных условий, и выполнить чертеж. Более подробно о конструировании вы узнаете позднее.

1. Из данной заготовки размером  $100 \times 20 \times 2$  мм (рис. 156) сконструлируйте обойму для крепления стержня  $\varnothing 20$  мм (деталь задвижки) к доске. Выполните эскиз, содержащий два вида, нанесите размеры.

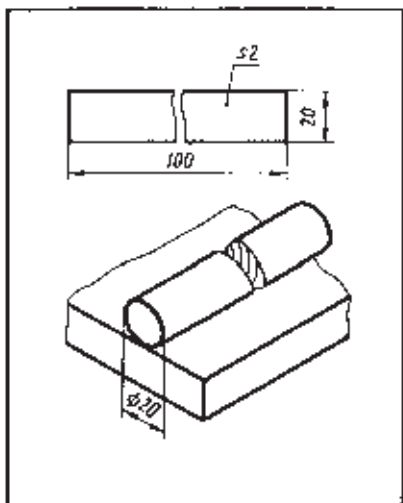


Рис. 156. Задание к графической работе № 10

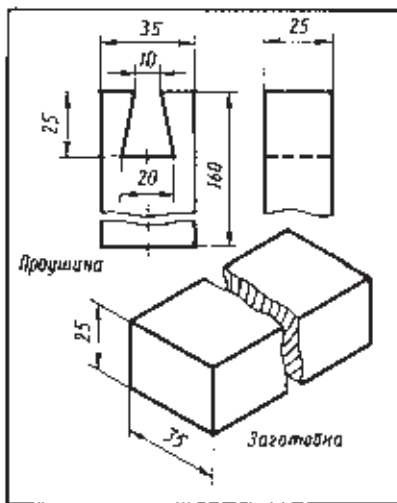


Рис. 157. Задание к графической работе № 10

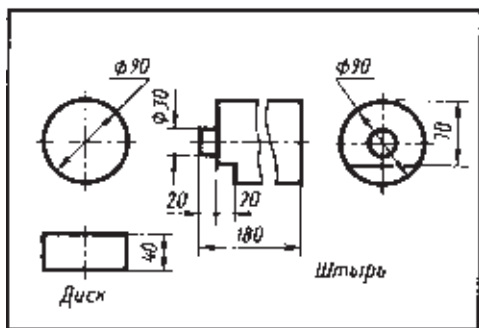


Рис. 158. Задание к графической работе № 10

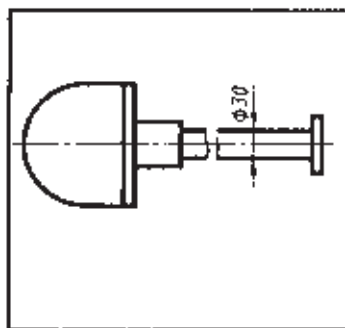


Рис. 159. Задание к графической работе № 10

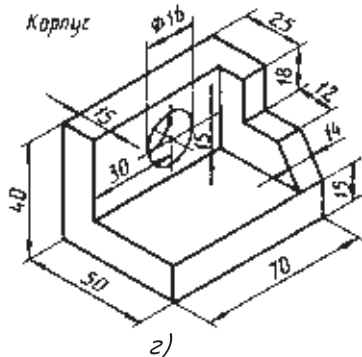
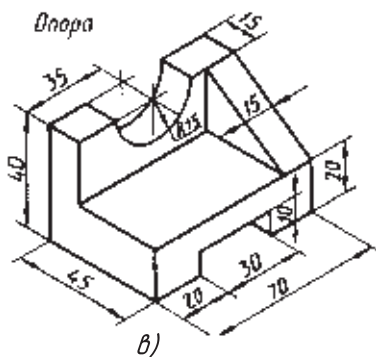
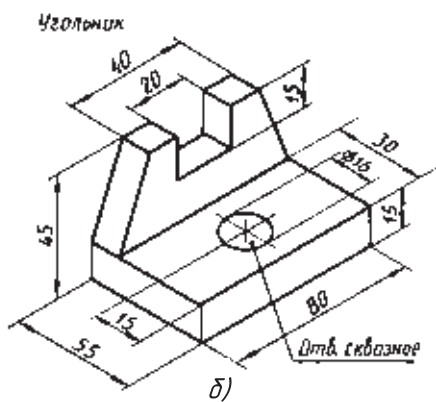
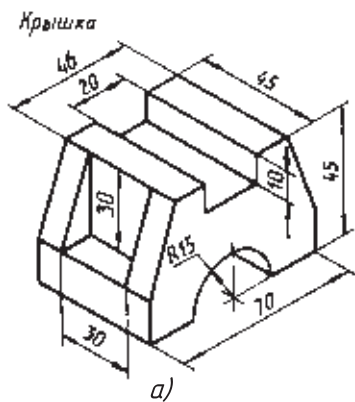


Рис. 160. Задания к графической работе № 11

2. Дана заготовка детали «шип» (рис. 157). Выполните эскиз (в необходимом количестве видов) шипа, который с данной проушиной образует угловое соединение.

3. Даны заготовка диска и штырь (рис. 158). Вам надо создать такую конструкцию диска, чтобы, насаженный на штырь, он плотно, без зазоров, прилегал к нему и не проворачивался вокруг оси. Выполните эскиз диска, содержащий два вида, нанесите размеры.

4. Сконструируйте несложное приспособление для подвески лопаты (рис. 159) на стене в вертикальном положении ручкой вверх. Эскиз приспособления выполните в трех видах, нанесите размеры.



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

### Выполнение чертежа предмета

#### *Контрольная работа*

По аксонометрической проекции (рис. 160) или с натуры постройте чертеж одного из предметов в необходимом количестве видов.

## 19. Обобщение сведений о способах проецирования

Прежде чем перейти к изучению нового, обобщим основное из того, что вы уже узнали по черчению.

Чертежи получают методом проецирования. Изображение на плоскости, полученное при помощи воображаемых проецирующих лучей, проведенных через точки предмета, называют *проекцией* этого предмета (см. рис. 38).

Если проецирующие лучи направлены к плоскости проекций под острым углом, проецирование называют *косоугольным*. Из косоугольных проекций вы знаете фронтальную диметрическую проекцию (см. рис. 60, *а*, *в*).

Если проецирующие лучи направлены к плоскости проекций под прямым углом, проецирование называют *прямоугольным* (см. рис. 42). Оно является основным способом получения изображений на чертежах. Прямоугольное проецирование используют для получения чертежей в системе прямоугольных проекций (см. рис. 49), а также наглядного изображения — прямоугольной изометрической проекции (см. рис. 60, *б*, *г*).

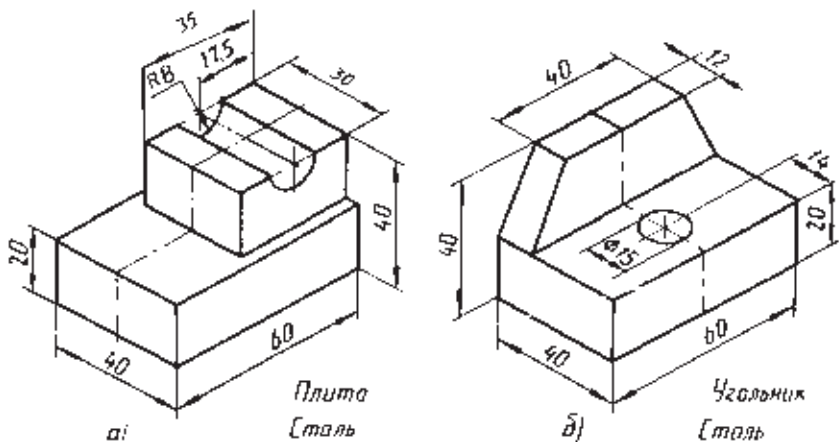


Рис. 161. Задания для упражнений

В машиностроительном черчении, как вы знаете, используют *виды*. В зависимости от того, с какой стороны мы смотрим на предмет (спереди, сверху или слева), получают вид спереди (его называют также главным видом), вид сверху, вид слева. Виды располагают в проекционной связи: вид сверху — под главным видом, вид слева — справа от главного вида, на одном уровне с ним (см. рис. 52).

Количество видов на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для полного выявления формы и размеров предмета.

Выявлению формы детали помогают условные знаки  $\varnothing$ ,  $\square$  и другие обозначения и надписи. Благодаря этому форму цилиндрических, призматических и других предметов можно передать не тремя видами, а двумя или даже одним.

Чтобы понять по чертежу форму сложного предмета, его мысленно разделяют на части, представляю-

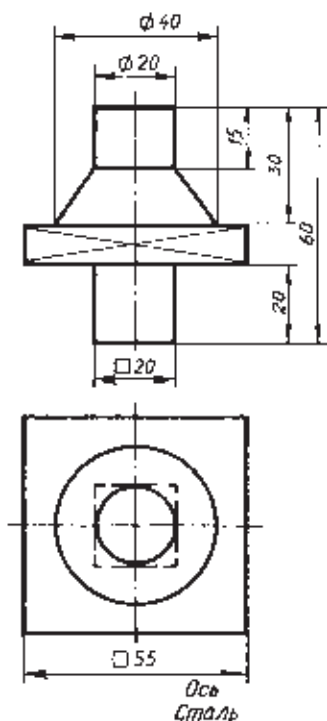


Рис. 162. Задание для упражнений

щие собой геометрические тела, т. е. анализируют форму (см. рис. 101). Затем мысленно объединив эти части, воссоздают общую форму предмета.

Анализ формы предмета помогает и нанесению размеров на чертеже (см. рис. 116).



**44.** По одному из наглядных изображений (рис. 161) выполните в тетради чертеж детали в трех видах, масштаб 1:1. Нанесите размеры.

**45.** Выполните чертеж детали (рис. 162) в одном виде, расположив ее ось горизонтально. Нанесите размеры.

# VI

## Сечения и разрезы

### 20. Общие сведения о сечениях и разрезах

Внимательно рассмотрите рисунки 163, *а*, 164, *а* и 165, *а*. Есть ли разница в передаче изображений? Сопоставьте их с изображениями, приведенными на рисунках 163, *б*, 164, *б* и 165, *б*. Вы увидите три предмета (валик, корпус и стойку). Форма их различна. Каждый из предметов имеет свои характерные особенности.

Валик представляет собой сплошную, непустотелую деталь, поперечная форма которой неодинакова в разных местах. Корпус имеет внутренние очертания. Стойка сочетает эти две особенности: имеет внутренние очертания и поперечную форму, требующую пояснений.

Вы вычерчивали детали при помощи изображений, которые называли видами. Видом (как вы, наверное, помните) называют изображение обращенной к наблюдателю видимой части

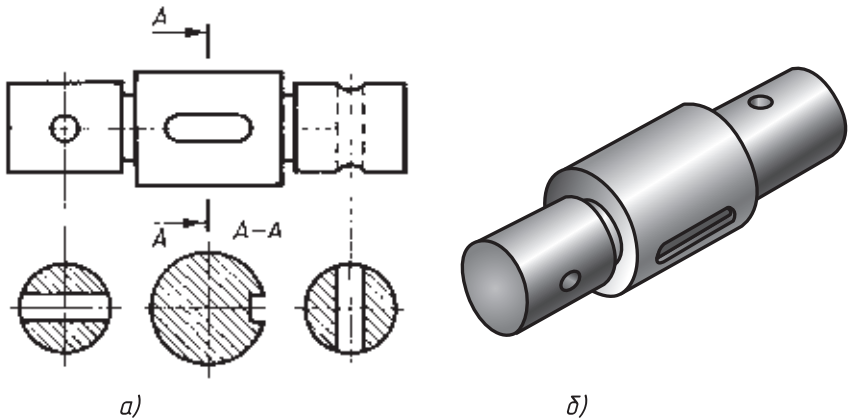


Рис. 163. Валик

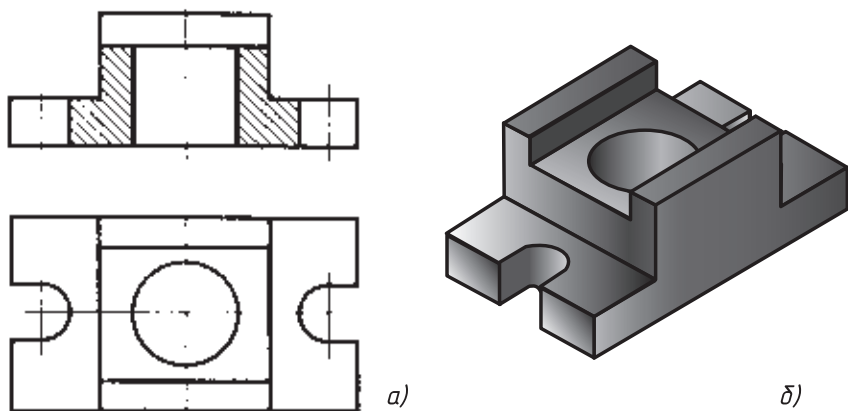


Рис. 164. Корпус

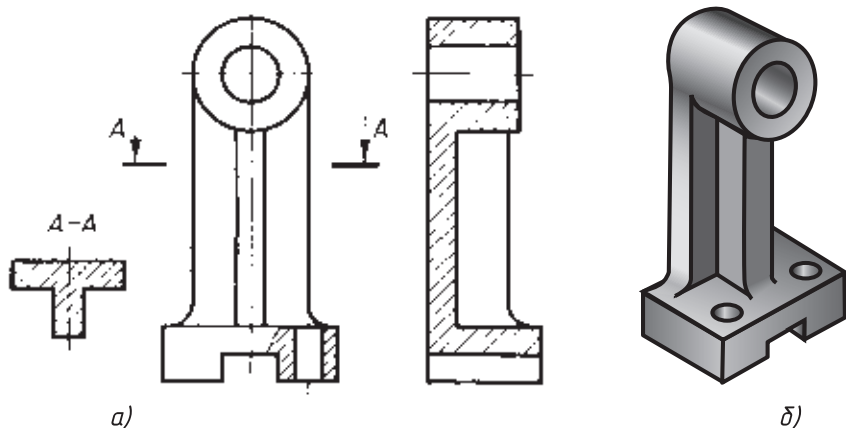


Рис. 165. Стойка

поверхности предмета. Но применение видов не всегда удобно и недостаточно наглядно.

Рассмотрите рисунок 166, *а*. Большое количество штриховых линий затрудняет определение внутренней формы предмета, а на рисунке 166, *б* устройство корпуса выявляется яснее.

На рисунках 163, 164, 165 вы встретились с другими, кроме видов, изображениями. Это *сечения* и *разрезы*. На уроках трудового обучения вы встречались с чертежами, содержащими такие изображения. Рассмотрим их подробнее.



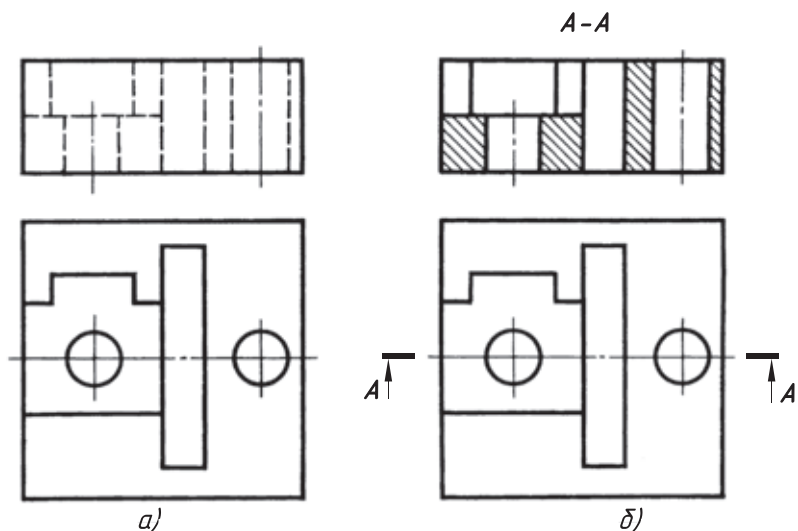


Рис. 166. Корпус

## 21. Назначение сечений

**21.1. Сечения как способ выявления поперечной формы предмета.** Форма изображенной на рисунке 167 детали в целом цилиндрическая, ступенчатая. Можем ли мы по этому чертежу судить о форме каждого элемента детали? Очевидно, нет. Не можем, например, сказать, находится ли поверхность, выделенная тонкими пересекающимися линиями, спереди или по обе стороны валика. Окружность, расположенная правее, является изображением отверстия или выступа? Если отверстие, то сквозного или нет? Какую форму имеет показанное штриховой линией углубление? Чем является изображенный на правом конце детали элемент? Выступ это или впадина? Если впадина, то какой глубины?

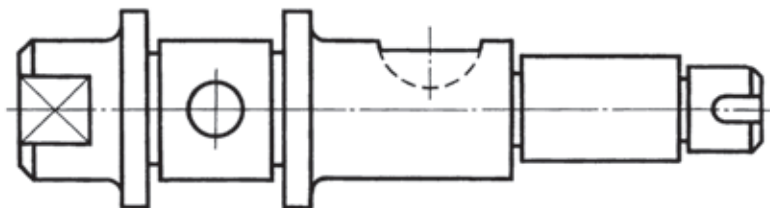


Рис. 167. Изображение, не полностью выявляющее форму предмета

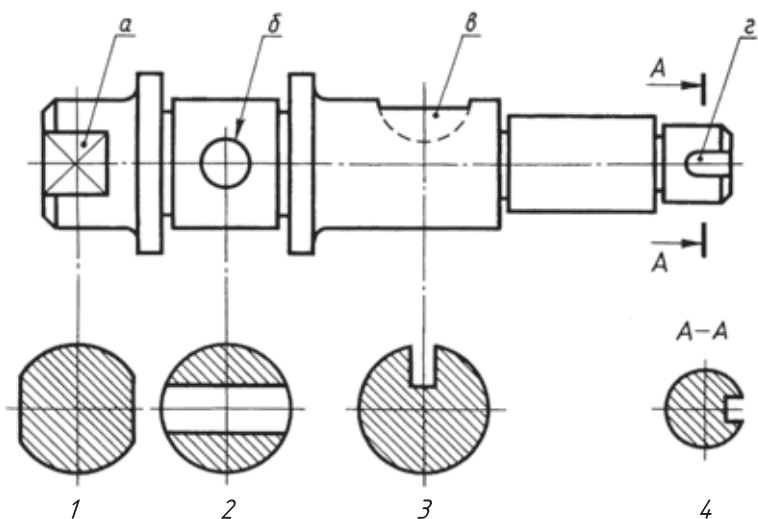


Рис. 168. Изображение, полностью выявляющее форму предмета

Все это можно выяснить с помощью сечений, 1, ..., 4 (рис. 168). Запишите в рабочей тетради, какому элементу, обозначенному на главном виде строчной буквой, соответствует сечение, обозначенное цифрой.

**21.2. Что называется сечением.** Сечение — это изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета плоскостью. На сечении показывают только то, что находится в секущей плоскости (исключение составляют цилиндрические отверстия).

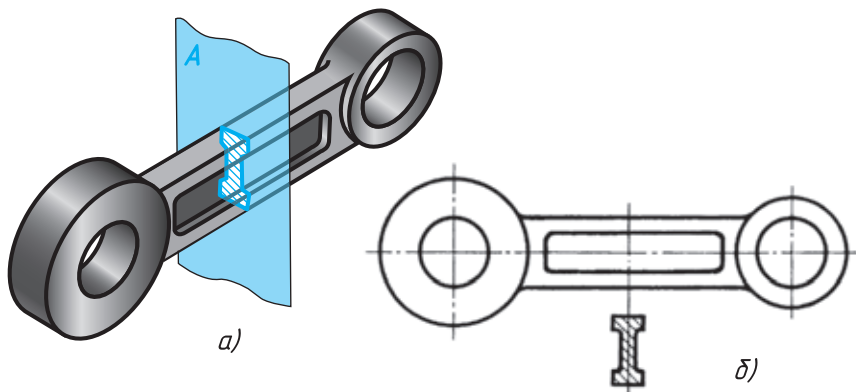


Рис. 169. Сечение: *a* — получение; *б* — изображение

Заметьте, что сечение — это не действие, а изображение.

На рисунке 169, *а* поперечная форма средней части детали выявлена с помощью секущей плоскости *A*. Фигура, находящаяся в плоскости *A*, выделена коричневым цветом. На рисунке 169, *б* она показана под видом.

Фигуру сечения на чертеже выделяют штриховкой, которую наносят тонкими линиями под углом  $45^\circ$ .



1. Какое изображение называют сечением?
2. Для чего применяют сечения?
3. Как выделяют сечения?

## 22. Правила выполнения сечений

**22.1. Расположение сечений.** По расположению на чертеже сечения разделяются на *вынесенные* и *наложенные*. Вынесенные располагают вне контура изображения детали (рис. 170) на любом месте поля чертежа, наложенные — непосредственно на видах (рис. 171).

Вынесенные сечения предпочтительней, так как они не загромождают вид лишними линиями.

Контур вынесенного сечения обводят сплошной толстой основной линией такой же толщины ( $s$ ), как и линия, принятая для видимого контура изображения; контур наложенного сечения — сплошной тонкой линией (от  $s/3$  до  $s/2$ ); причем контур

вида в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

### 22.2. Обозначение сечений.

Чтобы показать, в каком месте проходит секущая плоскость, ее обозначают.

Если сечение вынесенное, то, как правило, проводят разомкнутую линию, два утолщенных штриха (см. рис. 170). Стрелками указывают направление взгляда. Их располагают у внешних концов разомкнутой линии. С внешней стороны стрелок наносят одинаковые прописные буквы русского алфавита.

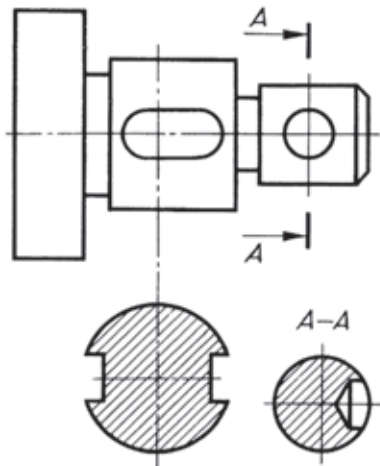
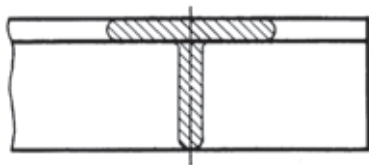
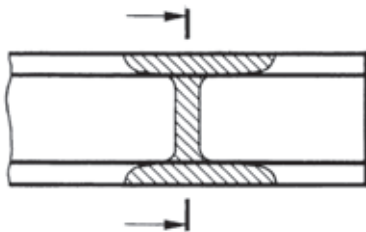


Рис. 170. Вынесенные сечения



**Рис. 171.** Наложенное симметричное сечение



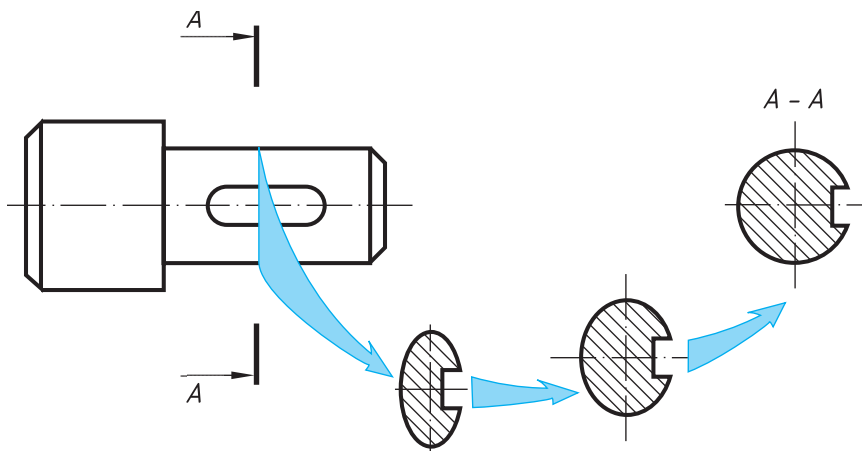
**Рис. 172.** Обозначение наложенного несимметричного сечения

Над сечением пишут те же буквы через тире.

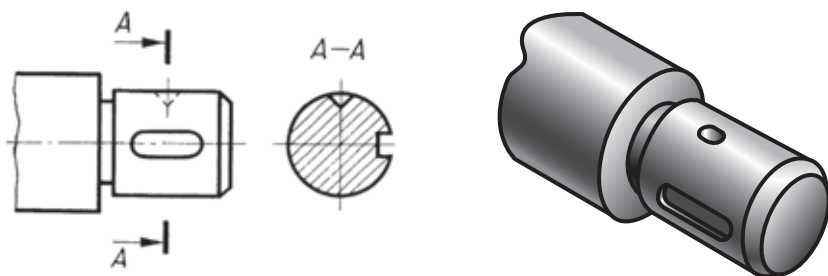
Если сечение представляет собой симметричную фигуру и расположено на продолжении линии сечения (штрихпунктирной), то стрелок и букв не наносят (см. рис. 170).

Наложенное сечение обычно не обозначают (см. рис. 171). Только в том случае, когда оно представляет собой несимметричную фигуру, проводят штрихи разомкнутой линией и стрелки, но буквы не наносят (рис. 172).

**22.3. Особенности выполнения сечений.** Большой частью сечения выполняют в том же масштабе, что и изображение, к которому оно относится, или указывают масштаб, если он изменен.



**Рис. 173.** Совмещение сечения с плоскостью чертежа



**Рис. 174.** Пример сечения, на котором контур конического углубления показан полностью

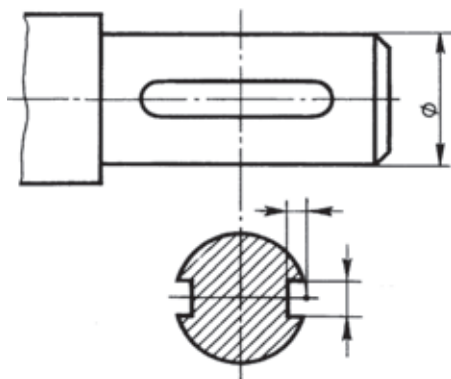
По построению и расположению сечение должно соответствовать направлению, указанному стрелками.

На рисунке 173 показано, как в зависимости от направления взгляда располагается контур элемента детали на сечении. Канавка на сечении расположена справа, значит, на детали она находится спереди.

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения (цилиндрической, конической или сферической), ограничивающей отверстие или углубление, то их контур на сечении показывают полностью (рис. 174).

Некоторые размеры элементов детали удобнее наносить на сечениях.

На рисунке 175 показано нанесение размеров шпоночной канавки на сечении.



**Рис. 175.** Пример нанесения размеров на сечении



1. Какое сечение называется вынесенным? наложенным?
2. Линией какой толщины обводят вынесенное сечение? наложенное?
3. Как обозначают сечения?
4. Как показывают на сечении отверстия и углубления, ограниченные поверхностью вращения, если секущая плоскость проходит через их ось?



46. Найдите наглядные изображения деталей по виду и сечению (рис. 176). Соответствующие буквенные обозначения впишите в таблицу, перечертив ее в тетрадь.

Вид и сечение	1	2	3	4
Наглядное изображение				

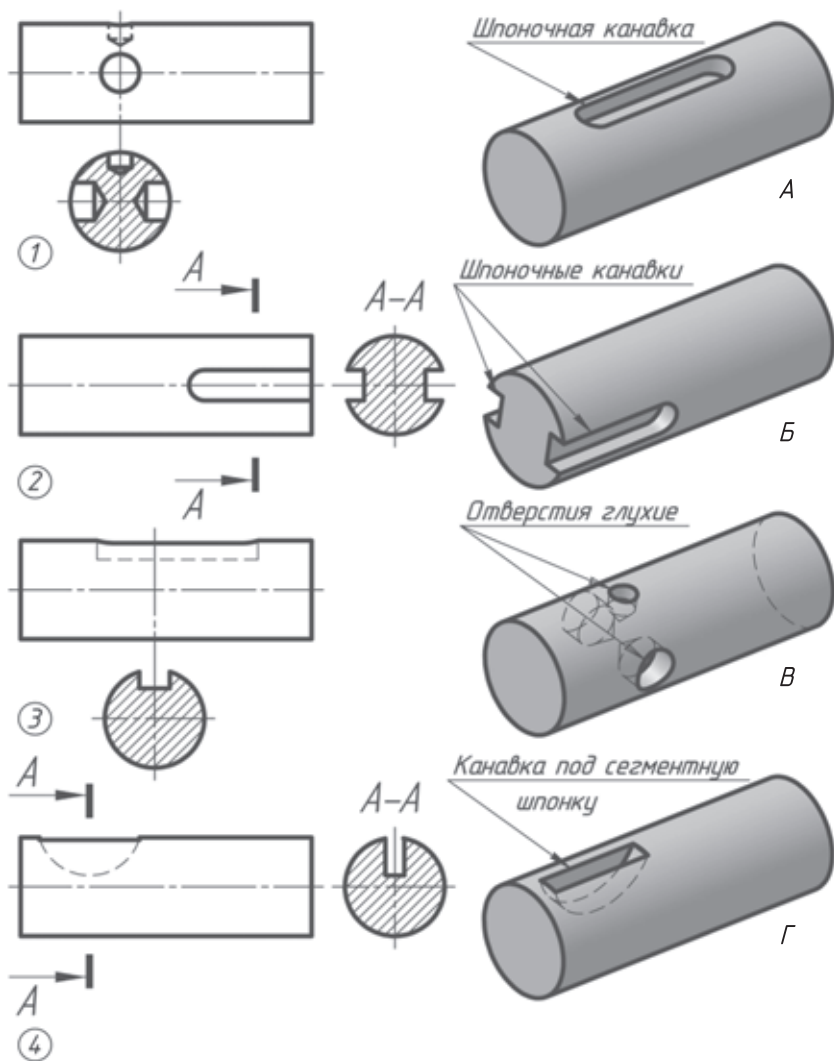


Рис. 176. Задание для упражнений

47. Дайте словесное описание формы деталей (см. рис. 176), используя названия элементов, данные на наглядном изображении.



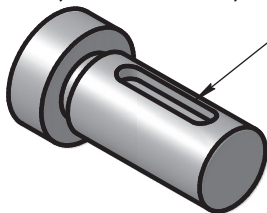
## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

### Эскиз детали с выполнением сечений

Выполните на листе бумаги в клетку формата А4 по заданию учителя с натуры или по наглядному изображению (рис. 177) эскиз детали. Выявите поперечную форму детали сечением. Обозначьте его, если нужно. Нанесите размеры.

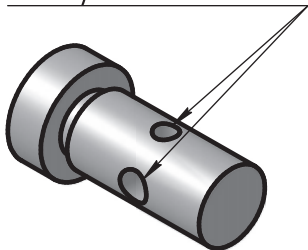
Пояснения к работе. При построении сечений руководствуйтесь примерами, данными на рисунках 170, 171, 172, 174 и 175.

*Окно с одной стороны*  
*(глубина равна 0,6 ширины)*



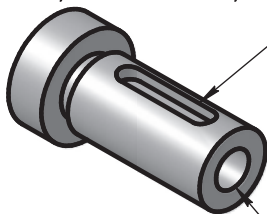
*a)*

*Отверстия сквозные*



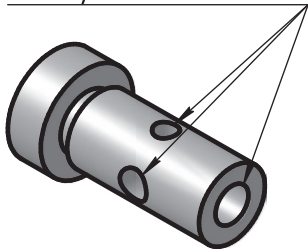
*б)*

*Окно с одной стороны*  
*(глубина равна 0,6 ширины)*



*в)*

*Отверстия сквозные*



*г)*

Рис. 177. Задания к графической работе № 12

## 23. Назначение разрезов

**23.1. Разрезы как способ выявления внутреннего устройства предмета.** У деталей, имеющих внутренние пустоты (отверстия, вырезы и др.), надо по возможности четче показать на чертеже их контуры.

Рассмотрите рисунок 178, *а*. Он содержит изображение половины детали, условно отделенной секущей плоскостью, совпадающей с плоскостью симметрии детали.

На рисунке 178, *б* даны три вида этой детали: главный, сверху и слева. Внутренние очертания детали показаны линиями невидимого контура (штриховыми).

Сравните главные изображения на рисунках 178, *б* и 178, *в*. Там, где секущая плоскость прошла через материал детали, на изображении нанесена штриховка, а там, где она прошла через пустоту, штриховки нет.

Невидимый на рисунке 178, *б* контур на разрезе (рис. 178, *в*) обведен сплошными толстыми основными линиями. В результате главное изображение стало выразительней, внутреннее очертание — ясней.

**23.2. Что называется разрезом.** Разрез — это изображение предмета, мысленно рассеченного плоскостью (или несколькими плоскостями). При этом часть предмета, расположенная между наблюдателем и секущей плоскостью, как бы удаляется. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и за ней (см. рис. 178, *а* и *в*). Следовательно, разрез включает сечение.



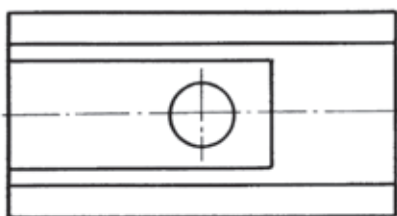
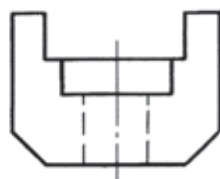
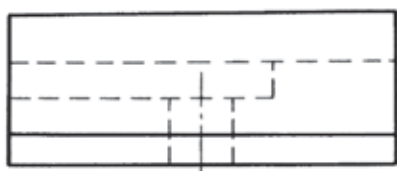
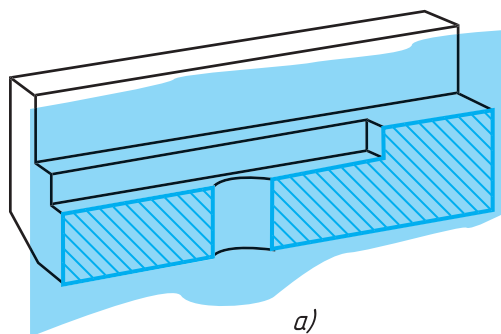
1. Какое изображение называют разрезом?
2. Для чего применяют на чертежах разрезы?

**23.3. Различие между разрезом и сечением.** Между разрезом и сечением есть различие. Его вы увидите, сравнивая изображения *I* и *II* на рисунке 179.

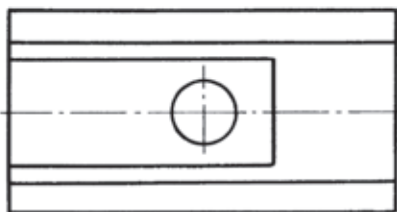
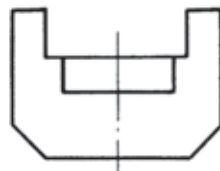
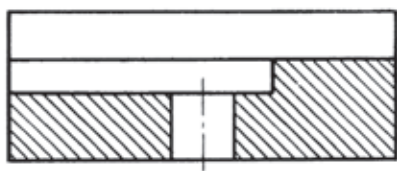
Вспомните, что называется сечением, разрезом.

Запишите в рабочей тетради: «Разрез отличается от сечения тем, что на нем показывают не только то, что находится в секущей плоскости, но и то, что находится за ней».



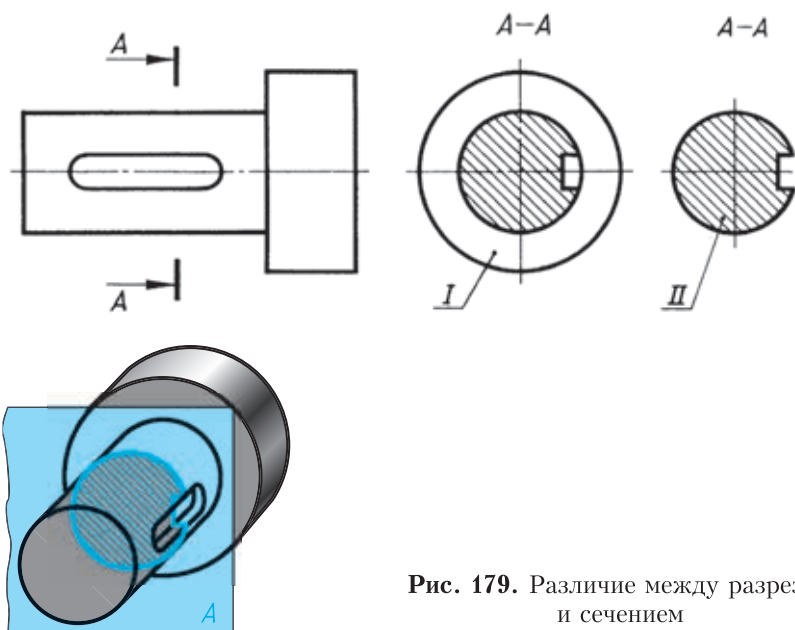


б)



в)

Рис. 178. Построение разреза



**Рис. 179.** Различие между разрезом и сечением

## 24. Правила выполнения разрезов

**24.1. Как выполняют разрезы.** На рисунке 178, в дан разрез. Обратите внимание, что виды сверху и слева при этом не изменились.

Сравнивая на этом чертеже виды детали и разрез, заметим следующее:

1. Штриховые линии, которыми на главном виде были изображены внутренние очертания, теперь обведены сплошными основными линиями, так как они стали видимы.

2. Фигура сечения, входящая в разрез, заштрихована. Штриховка дана только там, где сплошные части детали попали в секущую плоскость.

3. Линия, находящаяся на передней, неизображаемой части предмета (контур среза), не показана.



1. Как изменится изображение, если выполнить разрез? Укажите перечисленные отличия разреза от вида.

2. Как выделяется фигура сечения, входящего в разрез?

3. Чем разрез отличается от сечения?



48. По видам и разрезам найдите наглядные изображения (рис. 180) и соответствующие буквенные обозначения запишите в таблице, перечертив ее в тетрадь.

Виды и разрезы	1	2	3
Наглядные изображения			

Укажите на чертеже проекции точек *C* и *D*.

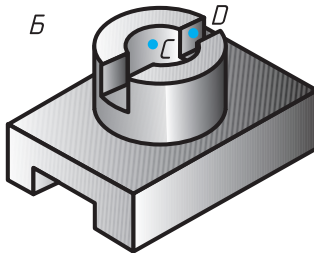
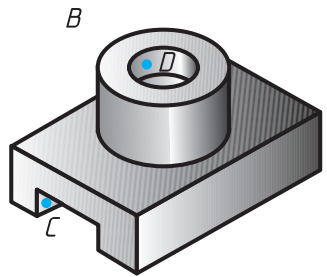
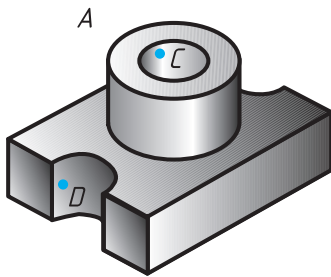
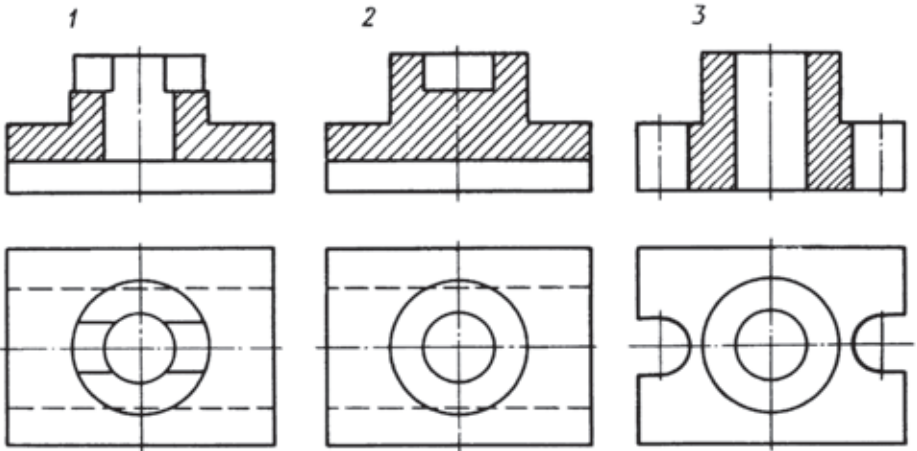
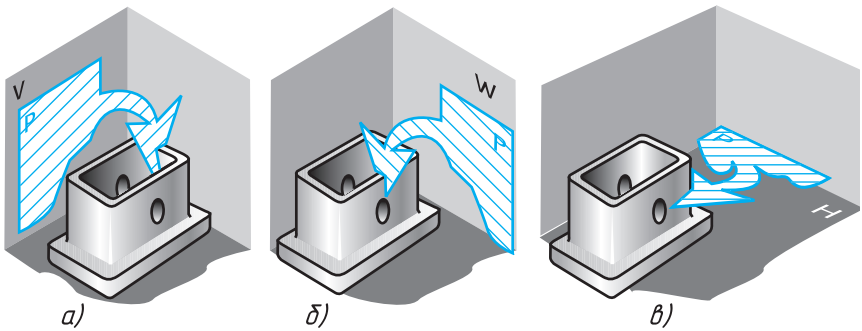


Рис. 180. Задание для упражнений

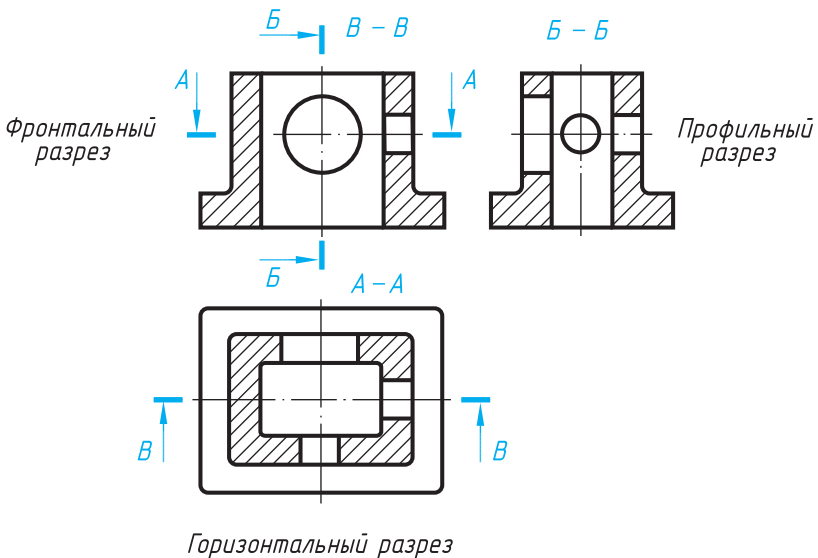


**Рис. 181.** Положение секущей плоскости при выполнении разрезов

**24.2. Какие бывают разрезы.** Положение секущей плоскости может быть вертикальным и горизонтальным (рис. 181).

При секущей плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций, вертикальный разрез называют *фронтальным* (рис. 181, а). При секущей плоскости, параллельной профильной плоскости проекций, вертикальный разрез называют *профильным* (рис. 181, б).

В случае, когда секущая плоскость горизонтальна, разрез называют *горизонтальным* (рис. 181, в).



**Рис. 182.** Расположение и обозначение разрезов

**24.3. Обозначение разрезов.** На одном чертеже может быть несколько разрезов (рис. 182). Но каждый из них должен быть целесообразным.

Разрезы обычно располагают в проекционной связи: фронтальный — на месте главного вида, профильный — на месте вида слева, а горизонтальный — на месте вида сверху.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез расположен в проекционной связи, его не обозначают. В остальных случаях разрезы обозначают так же, как

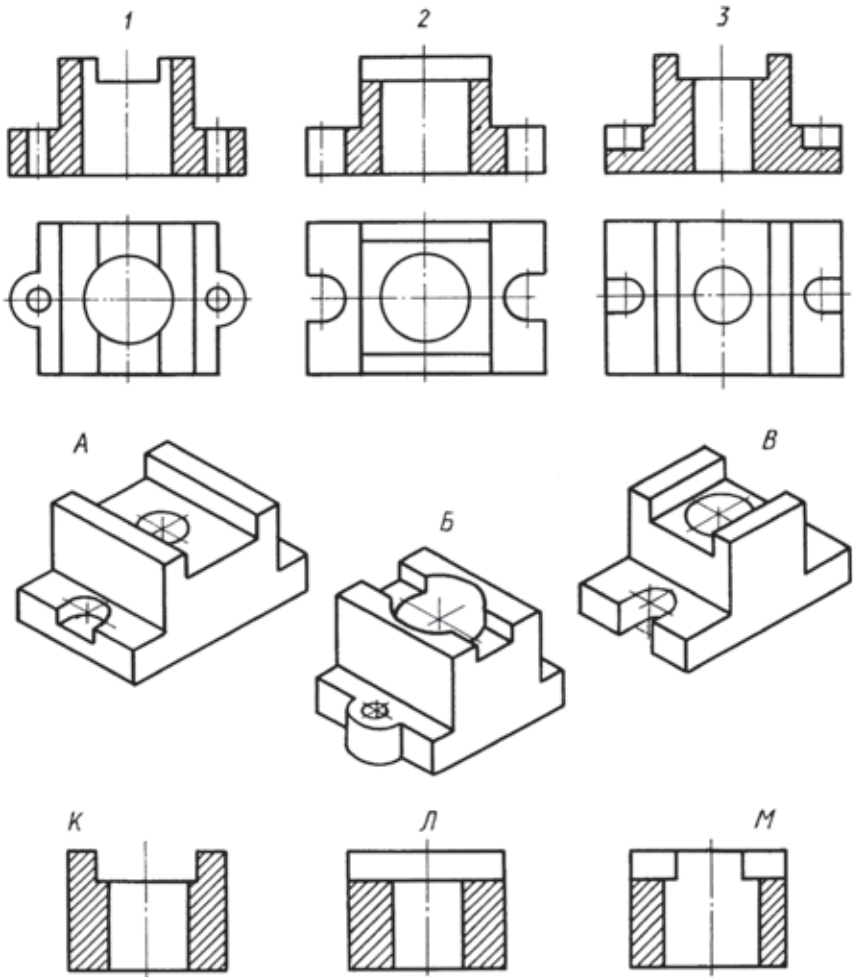


Рис. 183. Задание для упражнений

сечения, разомкнутой линией. Стрелки с буквами показывают направление взгляда. Над разрезом пишут те же буквы через тире (см. рис. 182).



1. Какие разрезы называют фронтальными, профильными, горизонтальными?

2. В каких случаях разрезы не обозначают?



49. По видам и разрезам найдите наглядные изображения (рис. 183) и профильные разрезы. Соответствующие буквенные обозначения запишите в таблице, перечертив ее в тетрадь.

Виды и разрезы	1	2	3
Наглядные изображения			
Профильные разрезы			

50. Рисунок 184 содержит фронтальный и профильный разрезы (штриховка на них не показана), вид сверху и аксонометрическое изображение.

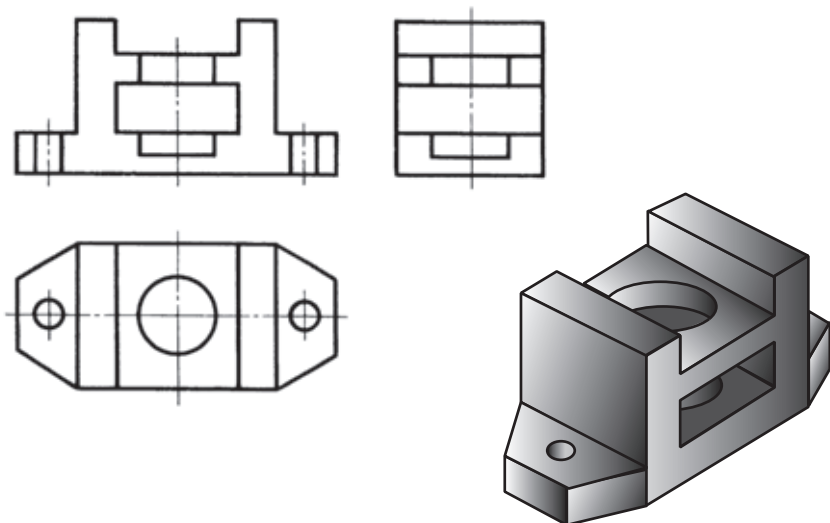


Рис. 184. Задание для упражнений

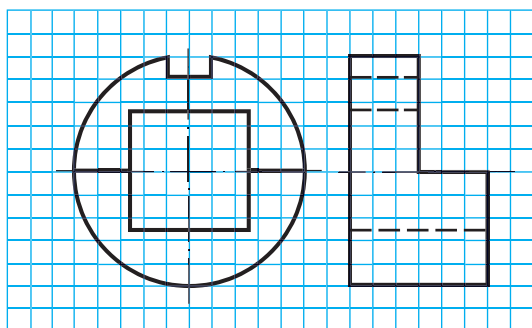
Наложите кальку (или другой прозрачный материал) и дополните разрезы штриховкой, где это необходимо.

51. По указанию учителя перечертите главный вид и постройте профильный разрез (рис. 185). Размеры для построения определите по клеткам. Наносить размеры не надо.

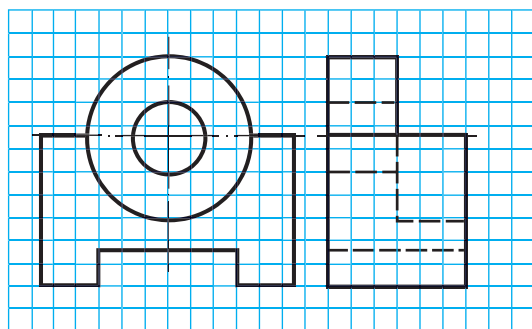
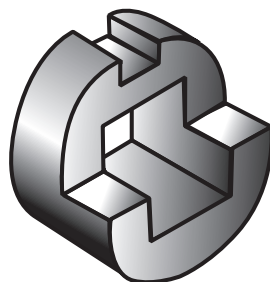
52. По указанию учителя постройте фронтальный разрез и перечертите вид слева одной из деталей (рис. 186). На полученном чертеже нанесите размеры.

53. По заданию учителя перечертите главный вид и постройте горизонтальный разрез одной из деталей (рис. 187). На полученном чертеже нанесите размеры.

54. По заданию учителя постройте фронтальный и горизонтальный разрезы одной из деталей (рис. 188). На полученном чертеже нанесите размеры.



*a)*



*б)*

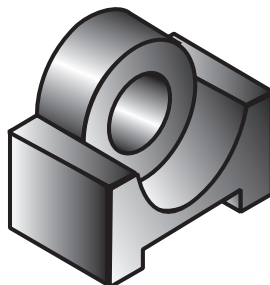
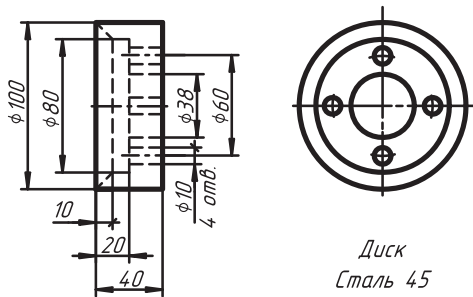
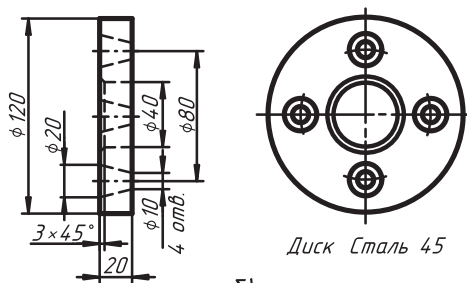


Рис. 185. Задания для упражнений



Диск  
Сталь 45

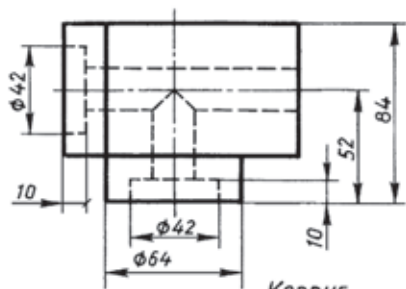
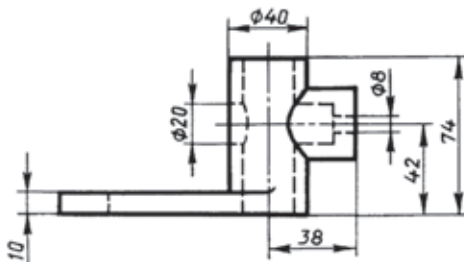
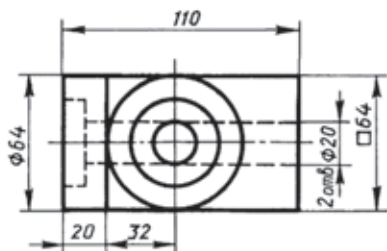
а)



Диск Сталь 45

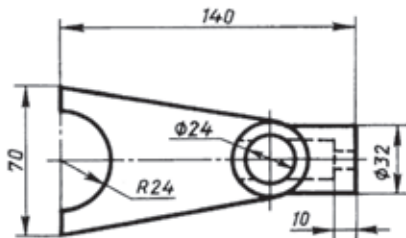
б)

Рис. 186. Задания для упражнений



Корпус  
Алюминий АЛ 2

а)



Вилка  
Чугун СЧ15

б)

Рис. 187. Задания для упражнений



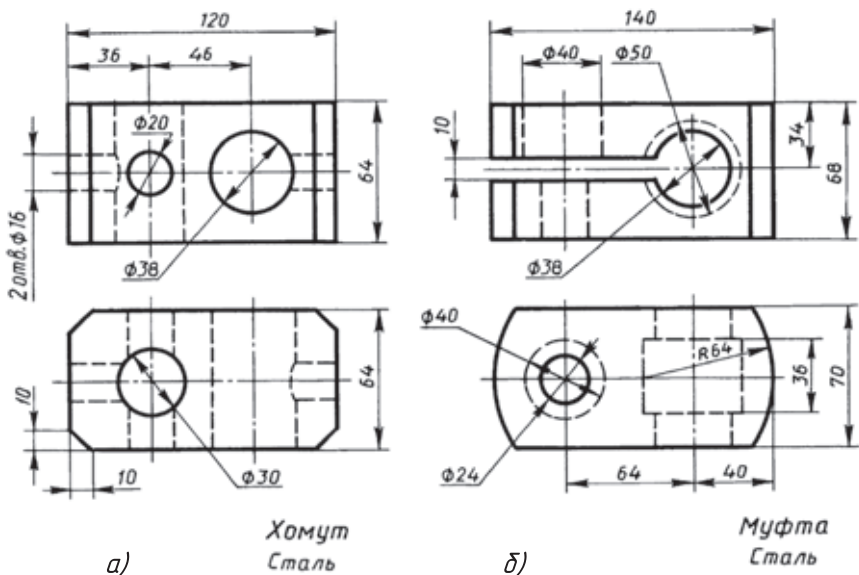


Рис. 188. Задания для упражнений

**24.4. Местный разрез.** Чтобы показать в сплошной детали небольшое углубление или отверстие, применяют *местный разрез*. Он служит для выявления устройства предмета лишь в отдельном, узко ограниченном месте (рис. 189). Его выделяют на виде сплошной тонкой волнистой линией, проводимой от руки.

Толщина линии от  $s/3$  до  $s/2$ . Она не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения как на рисунке 190 с надписью «Неправильно», где эта линия совпадает с линией контура.

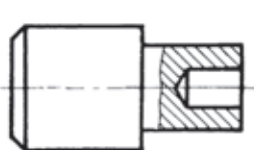


Рис. 189. Построение местного разреза

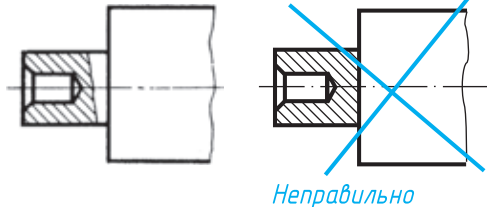


Рис. 190. Правильное и ошибочное выполнение местного разреза



1. Какой разрез называется местным?
2. Когда применяют местный разрез?
3. Какой линией ограничивают местный разрез? Допустимо ли совпадение этой линии с другими линиями чертежа?

## 25. Соединение вида и разреза

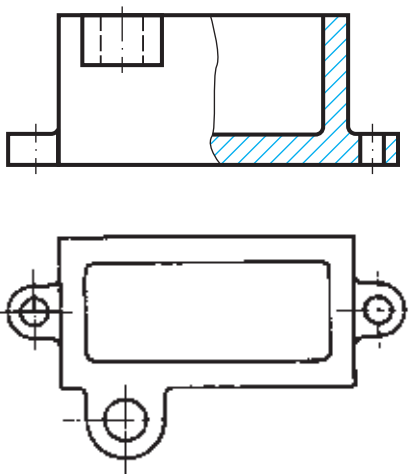
**25.1. Соединение части вида и части разреза.** Форма многих деталей не может быть выявлена только разрезом или видом. Выполнять же два изображения — вид и разрез — нерационально. Поэтому допускается соединять на одном изображении часть вида и часть соответствующего разреза (рис. 191). Разделяют их сплошной волнистой линией, которую проводят от руки.

Если на рисунке 191 выполнить полный фронтальный разрез, то по одному виду сверху нельзя будет судить о форме и высоте верхнего ушка. На фронтальном разрезе оно не будет показано. В данном случае целесообразно соединить часть вида и часть разреза. Это пример рационального выбора изображений на чертеже.

**25.2. Соединение половины вида и половины разреза.** Соединение половины вида и половины разреза (рис. 192), каждое из которых — симметричная фигура, является частным случаем предыдущего.

На рисунке 192, *а* даны главный вид и вид сверху. По этим изображениям можно судить в основном о внешней форме детали. Рисунок 192, *б* содержит разрез и вид сверху. По этим изображениям легче судить о внутреннем устройстве детали.

На рисунке 192, *в* дана только половина главного вида, а на рисунке 192, *г* только половина разреза той же детали. Понятна ли форма отсутствующих половин вида и разреза, на месте которых стоят вопросительные знаки? Так как вид и разрез в данном случае симметричные



**Рис. 191.** Соединение части вида и части разреза

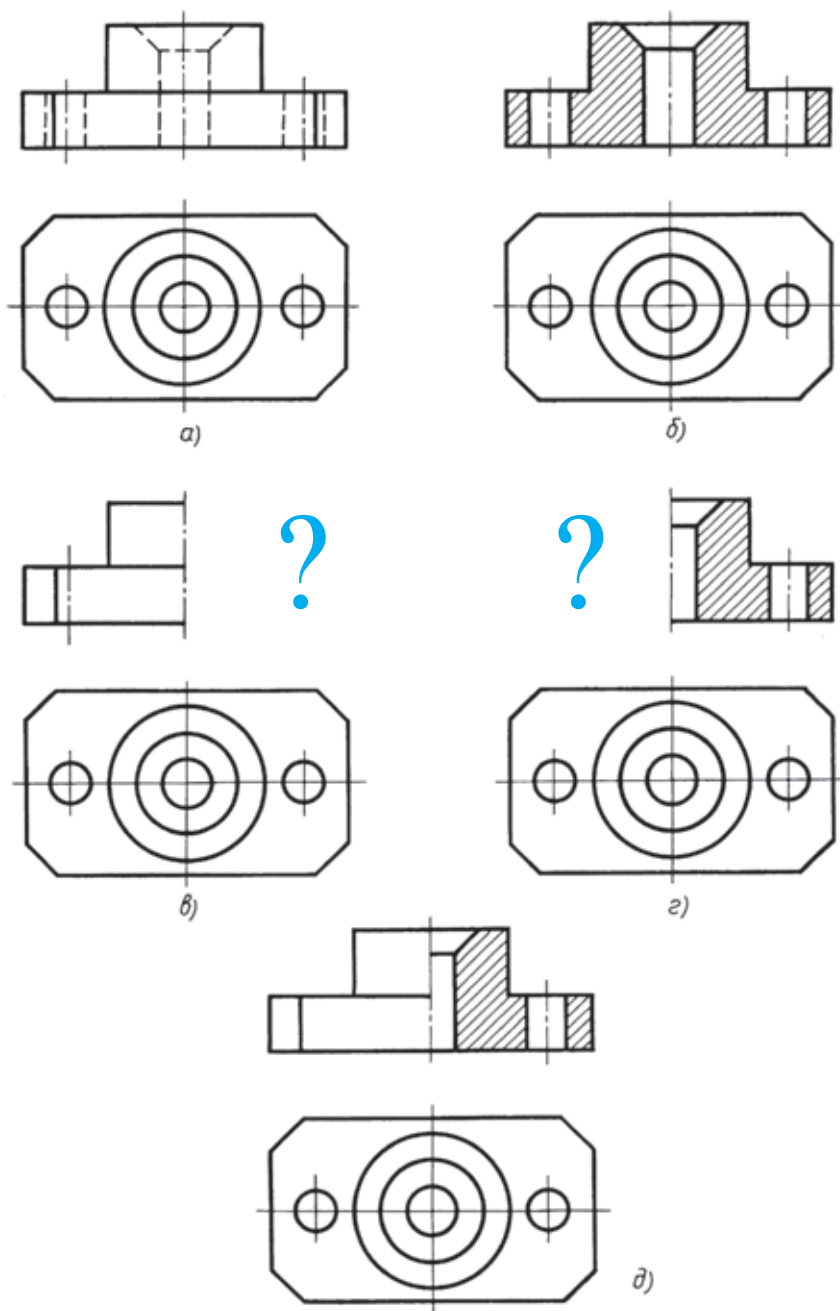


Рис. 192. Соединение половины вида и половины разреза

фигуры, можно представить вторую половину изображения. В таких случаях на чертеже рекомендуется соединять половину вида и половину соответствующего разреза. По нему можно судить как о внешней, так и о внутренней форме детали (рис. 192, д).

При выполнении изображений, содержащих соединение половины вида и половины соответствующего разреза, необходимо соблюдать следующие правила:

1) границей между видом и разрезом должна служить ось симметрии, тонкая штрихпунктирная линия;

2) разрез на чертеже располагают справа от оси симметрии или под ней;

3) на половине вида штриховые линии, изображающие контур внутренних очертаний, не проводят;

4) размерные линии, относящиеся к элементу детали, вычерченному только до оси симметрии (например, отверстия), проводят несколько дальше оси и ограничивают стрелкой с одной стороны. Размер указывают полный.

Если с осью симметрии совпадает линия контура, то соединяют часть вида и часть разреза, разделяя их сплошной тонкой волнистой линией так, чтобы контурная линия, о которой идет речь, не исчезла с чертежа.



**1.** Какой линией на чертеже разделяют часть вида и часть разреза?

**2.** В каких случаях можно соединять половину вида и половину разреза? Какой линией их разделяют?

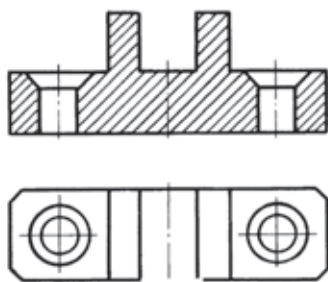
**3.** Нужно ли показывать на половине вида внутренние очертания предмета? Почему?

**4.** В чем заключается особенность нанесения размеров на половине вида и половине разреза?

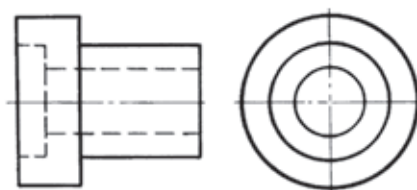


**55.** Внимательно рассмотрите рисунок 193. Запишите в тетради, на каком из трех изображений *а*, *б* или *в* целесообразно применен разрез.

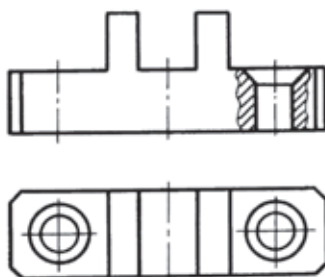
**56.** Выполните в одном из примеров на рисунке 194 (по заданию учителя) соединение половины вида и половины разреза, увеличив изображение в два раза. Вид слева не вычерчивайте. Покажите при помощи условных знаков, нанесенных на размерных линиях, что все наружные формы деталей цилиндрические, внутренние — в примерах *а* и *в* — тоже цилиндрические, но в примере *б* правое и левое отверстия квадратные.



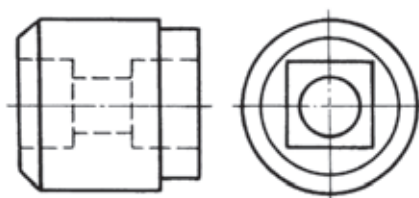
a)



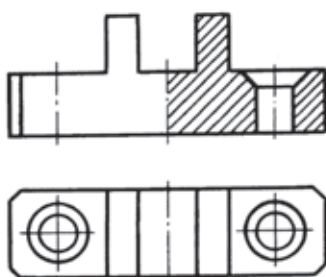
a)



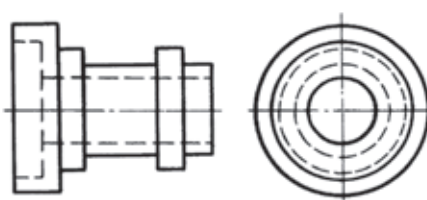
б)



б)



в)



в)

**Рис. 193.** Задание для упражнений

**Рис. 194.** Задания для упражнений

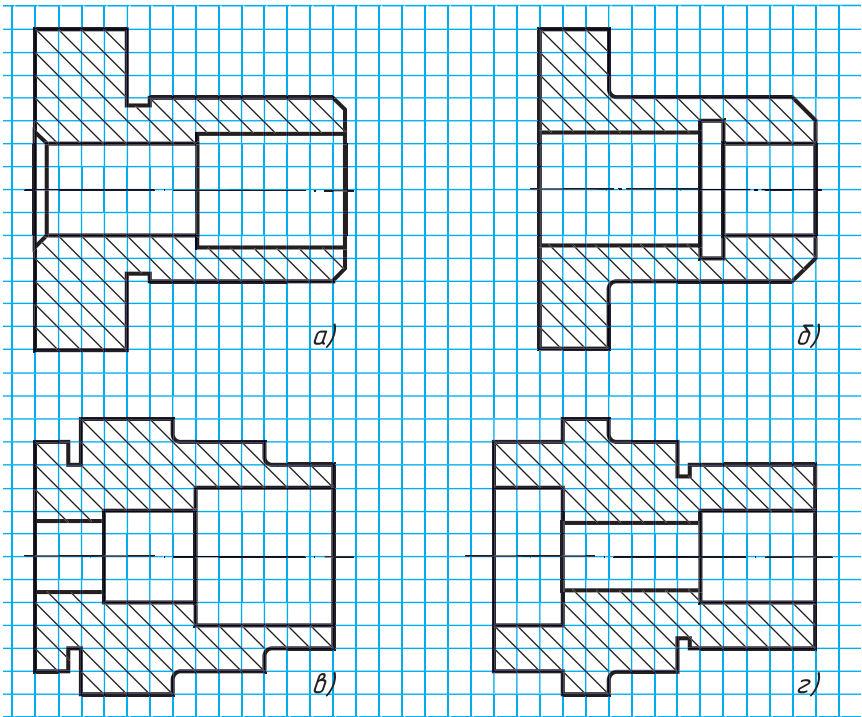


Рис. 195. Задания для упражнений

57. Вычертите в одном из примеров на рисунке 195 (по заданию учителя) половину вида в соединении с половиной разреза. Нанесите размеры, определите их по клеткам. Все детали цилиндрические.

## 26. Тонкие стенки и спицы на разрезе

Если секущая плоскость проходит вдоль тонкой стенки (ребра жесткости), то на чертеже ее показывают рассеченной, но незаштрихованной (рис. 196).

Не заштриховывают также спицы колес, если секущая плоскость проходит не поперек, а вдоль них. На рисунке 197 приведен чертеж маховичка. Обратите внимание, что заштрихованными на разрезе показаны только обод и центральная часть маховичка, называемая *ступицей*. При продольном рас-

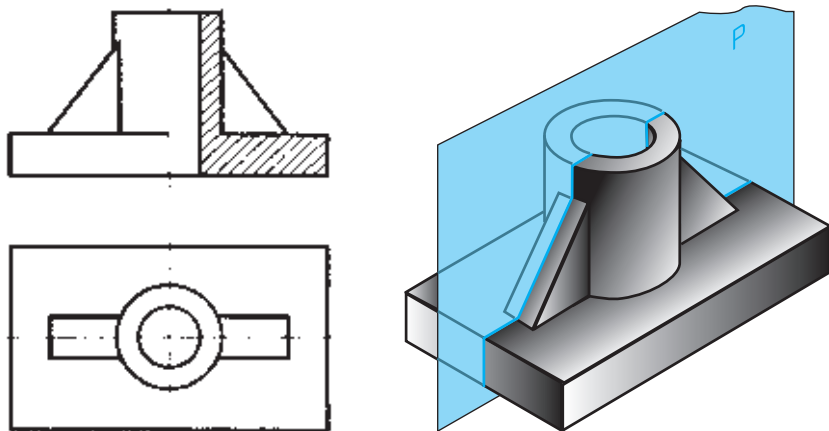


Рис. 196. Разрез вдоль тонкой стенки

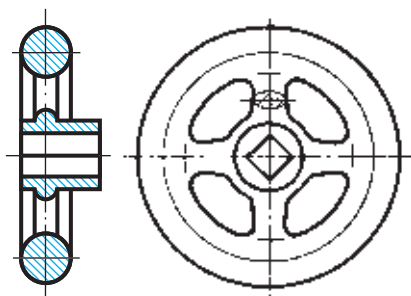


Рис. 197. Разрез детали со спицами

положении в секущей плоскости спицы остались незаштрихованными. При поперечном выполнении наложенное сечение и нанесена штриховка.



1. В чем заключается особенность изображения в разрезе деталей с тонкими ребрами?

2. В чем особенность изображения в разрезе спиц?

## 27. Другие сведения о разрезах и сечениях

### 27.1. Графические обозначения материалов в сечениях.

Вам известно, что фигуру сечения на чертеже выделяют штриховкой. Это общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от их вида.

Если на сечении хотят показать, из какого материала изготовлена деталь, то пользуются их графическими обозначениями. Некоторые из них показаны на рисунке 198.

Для металлов штриховку наносят тонкими линиями под углом  $45^\circ$  (на расстоянии 3...5 мм для школьных чертежей).



Рис. 198. Некоторые графические обозначения материалов

**27.2. Применение разрезов в аксонометрических проекциях.** Для выявления внутренних очертаний предметов на аксонометрических проекциях и технических рисунках также применяют разрезы (рис. 199, а). Секущие плоскости в этом случае располагают параллельно плоскостям проекций.

Линии штриховки сечений наносят, как показано на рисунке 199, б, т. е. параллельно диагоналям проекций квадратов, построенных на осях  $x$  и  $z$ ,  $x$  и  $y$ ,  $y$  и  $z$ .

Таким образом, в изометрической проекции фигуры сечений, расположенные параллельно фронтальной и профильной плоскостям проекций, штрихуют под углом  $60^\circ$  к горизонтальной прямой, а расположенные параллельно горизонтальной плоскости проекций — горизонтальными прямыми.



1. Как располагают секущие плоскости для выявления внутренних очертаний изделий на аксонометрических проекциях?
2. Какие правила нанесения штриховки приняты при выполнении разрезов (вырезов) в аксонометрии?

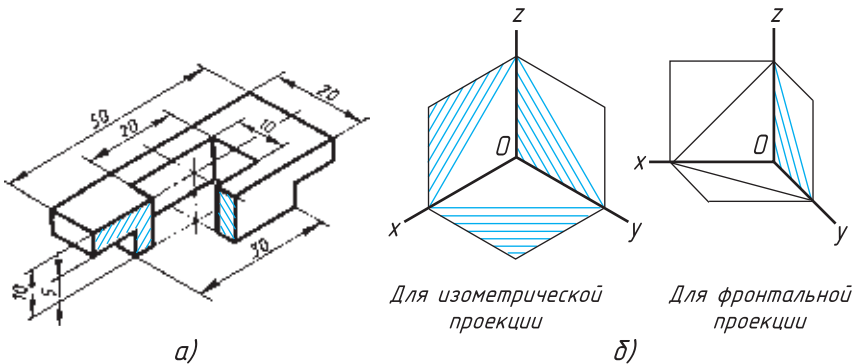


Рис. 199. Разрезы в аксонометрических проекциях





## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13

### Эскиз детали с выполнением необходимого разреза

По заданию учителя выполните на клетчатой бумаге формата А4 с натуры или по наглядному изображению (рис. 200) эскиз детали, применив необходимые разрезы. Нанесите размеры.



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14

### Чертеж детали с применением разреза

На листе формата А4 выполните вид слева и постройте целесобразный разрез одной из деталей (рис. 201). Нанесите размеры.

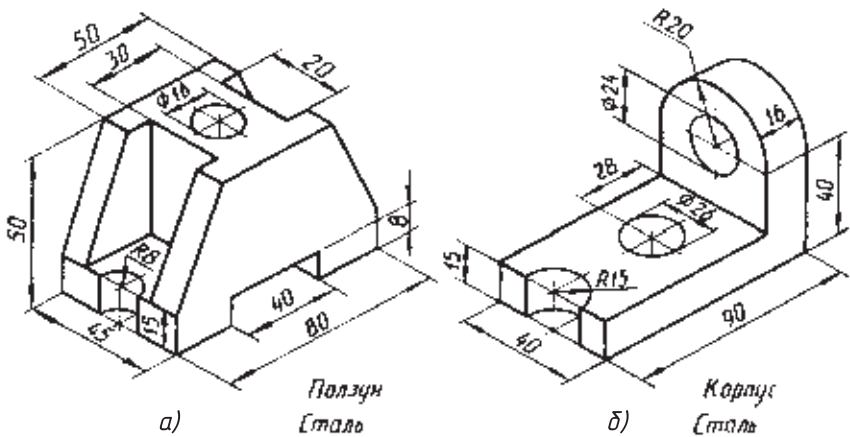


Рис. 200. Задания для графической работы № 13

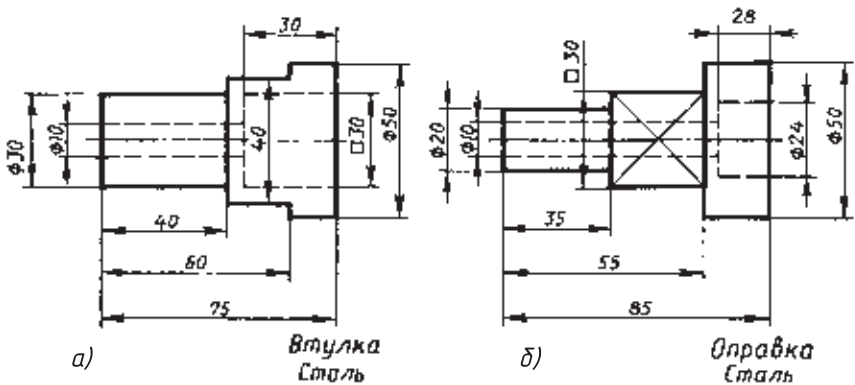


Рис. 201. Задания для графической работы № 14

# VII

---

## Определение необходимого количества изображений

### 28. Выбор количества изображений и главного изображения

При выполнении чертежа необходимо правильно определить количество изображений и положение детали на главном изображении.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но полностью выявляющим форму предмета.

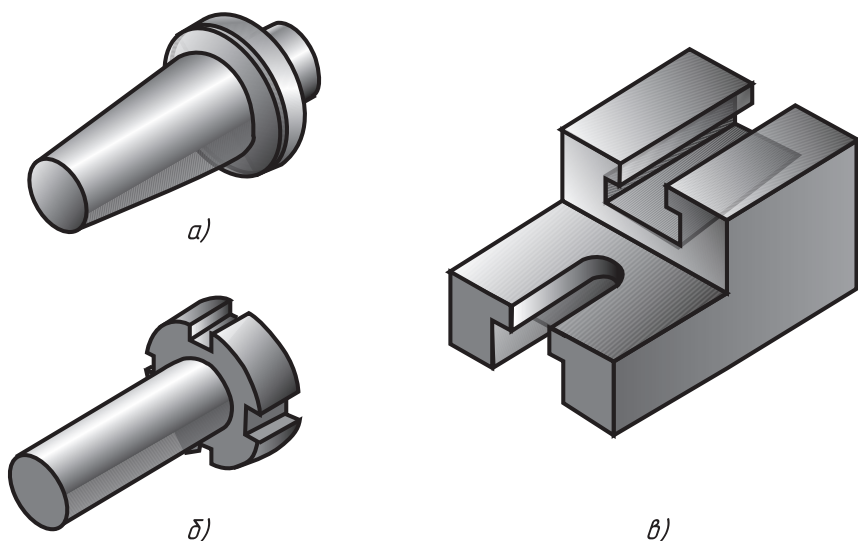
Выбор положения детали для получения главного изображения, которое может быть как видом, так и разрезом, имеет большое значение. Оно должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

Обычно деталь показывают в положении, которое она занимает при обработке. Поэтому ось деталей, получаемых точением, располагают горизонтально. Это облегчает рабочему изготовление детали по чертежу, так как и на чертеже и на станке он видит ее в одинаковом положении.

Выбор положения детали на главном изображении в значительной степени определяет количество изображений на чертеже. Предмет стараются располагать так, чтобы большая часть его элементов на главном виде изображалась как видимая.

На рисунке 202, *а* приведена деталь, форма которой выявляется одним видом при правильном выборе главного изображения (главного вида). Для передачи формы детали, представленной на рисунке 202, *б*, необходимы два вида. Форму детали, показанной на рисунке 202, *в*, выявляют тремя изображениями.

На рисунке 203, *а* дано наглядное изображение детали «ось». Сколько изображений необходимо для выявления ее формы и размеров? Какое изображение принять за главное? На рисунке 203, *б* форма оси передана главным видом и сечением.



**Рис. 202.** Детали, для определения формы которых необходимо:  
*а* — одно изображение; *б* — два изображения; *в* — три изображения

На рисунке 203, *в* — главным видом, видом слева и сечением.

На рисунке 203, *г* даны три вида (главный, слева и сверху) и сечение.

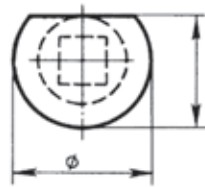
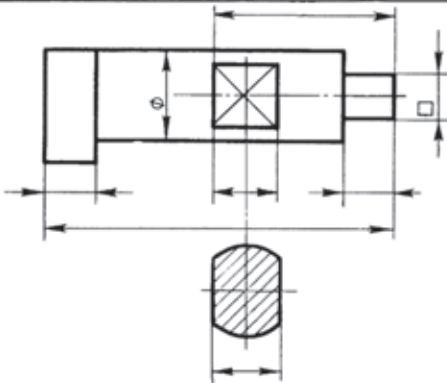
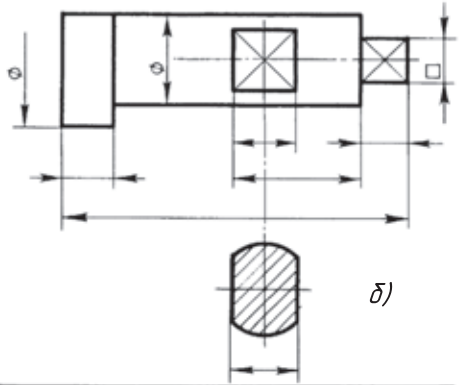
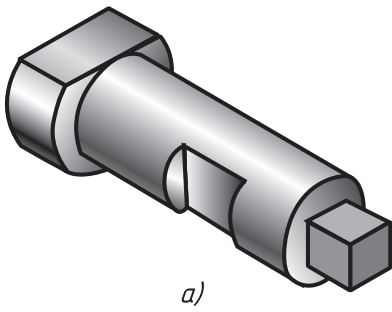
Рассмотрите внимательно эти рисунки и определите, где чертёж выполнен рационально: форма валика выявлена полностью и вместе с тем нет лишних изображений.

Этим требованиям отвечает рисунок 203, *в*. По виду слева узнаем, что левый элемент детали имеет форму цилиндра, часть которого срезана. Средний элемент валика также цилиндрической формы. Но что изображено прямоугольником с диагоналями? Это плоский срез, называемый *лыской*. Сколько их? Без сечения сказать этого мы не можем. Не можем узнать и размер между лысками, которых две. Поэтому дано сечение. Форма крайнего справа элемента определяется знаком квадрата.

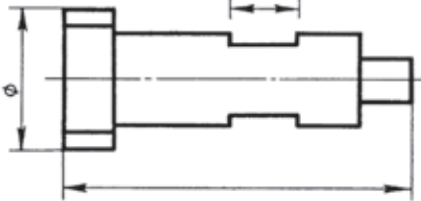
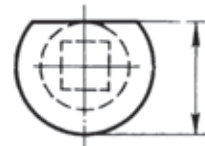
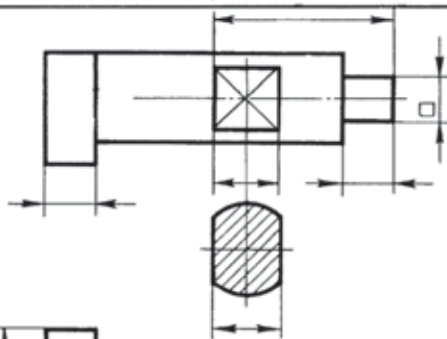
На рисунке 203, *б* трудно понять форму левого элемента.

А рационально ли выбрано количество изображений на рисунке 203, *г*? Нет. Вид сверху на нем лишний.

Заметьте, что на рисунке 203, *б* призматический элемент расположен справа. Так располагают деталь на токарном станке в процессе обработки.



*b)*



*z)*

**Рис. 203.** Определение рациональности выполнения чертежа



1. Чем руководствуются при выборе главного изображения?
2. По какому принципу выбирают количество изображений на чертеже?

## 29. Условности и упрощения на чертежах

В целях сокращения количества изображений на чертеже установлен ряд условностей и упрощений, облегчающих их выполнение.

Вы уже знакомы с условными знаками  $\emptyset$  и  $\square$ . Использование их дает возможность вычерчивать детали, имеющие цилиндрические и квадратные части в одном изображении (рис. 204).

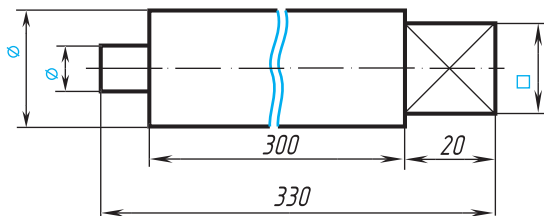
Обозначение толщины (например,  $s_6$ ) позволяет плоские предметы изображать также в одной проекции (рис. 205).

Чтобы сделать короче изображение длинной детали, не меняя масштаба, применяют разрыв, используя для этого сплошные волнистые линии (см. рис. 204). Размерную линию при этом не разрывают. Разрыв применяют для деталей с одинаковым или равномерно меняющимся поперечным сечением.

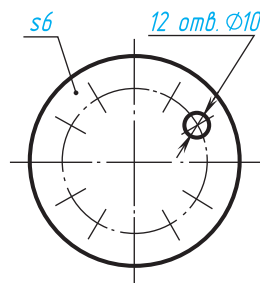
Если предмет имеет несколько одинаковых равномерно расположенных элементов, например отверстий, то допускается вычерчивать один-два из них с указанием количества, а расположение остальных показывать условно (рис. 205).



1. Какие условности позволяют сократить количество изображений?
2. Как поступают, когда предмет имеет несколько одинаковых равномерно расположенных элементов?



**Рис. 204.** Условности и упрощения: сокращение количества и размера изображений



**Рис. 205.** Изображение одинаковых, равномерно расположенных элементов



## Чтение чертежей

1. Прочитайте по заданию учителя чертежи деталей, приведенные на рисунках 206, 207 и подобные. Дайте ответ на приведенные ниже контрольные вопросы.

## Вопросы для чтения чертежей

- 1) Какие изображения даны на чертежах (дайте названия видам и разрезам)?
  - 2) С какой целью даны разрезы? Что они выявляют? Сколько отверстий в детали?
  - 3) Сколько фасок у детали? Каковы их размеры?
  - 4) Какими размерами надо воспользоваться, чтобы просверлить отверстия, там где необходимо?
2. Выполните технический рисунок опоры (рис. 207).
3. Выполните для детали на рисунке 207 чертежи частей, представляющих собой простые геометрические тела. Нанесите размеры. (Всего восемь разных тел.)

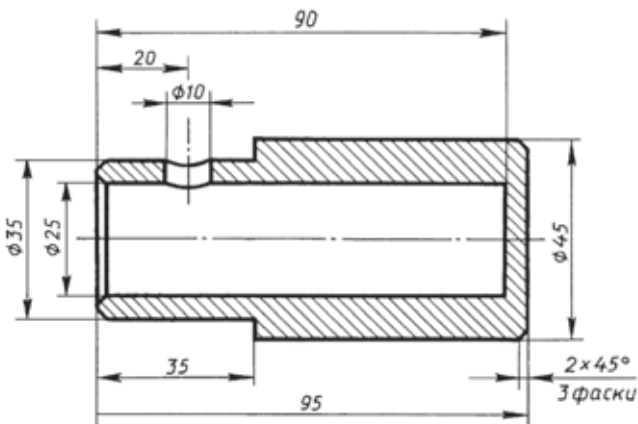


Рис. 206. Задание на чтение чертежа

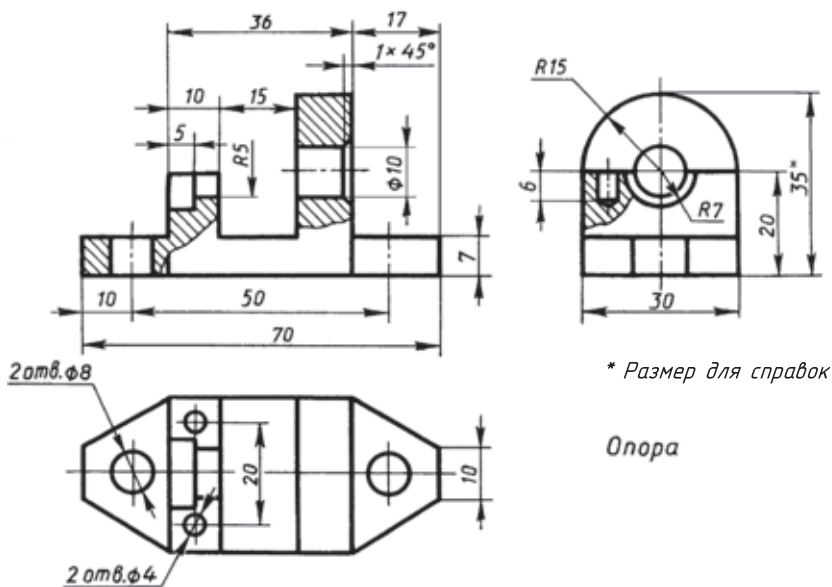


Рис. 207. Задание на чтение чертежа



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16

### Эскиз с натуры

Выполните по заданию учителя эскиз детали с натуры. Примените целесообразные разрезы, сечения и изученные условности и упрощения.

# VIII

## Сборочные чертежи

Чертежи, содержащие изображения изделий, состоящих из нескольких деталей, и данные для их сборки (изготовления) и контроля, называют *сборочными*.

В изделиях (станках и механизмах) детали образуют различные соединения.

### 30. Общие сведения о соединениях деталей

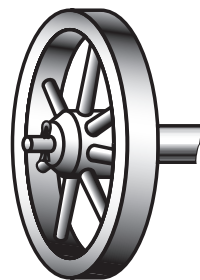
На рисунке 208 показано одно из древнейших соединений, состоящее из колеса, оси повозки и чеки, которая не дает колесу соскочить с оси.

С развитием техники простейшие соединения деталей совершенствовались. Теперь они используются во многих механизмах.

Соединения, многократно встречающиеся в механизмах различных машин, называют *типовыми*. Ими пользуются при создании станков, автоматических линий и др.

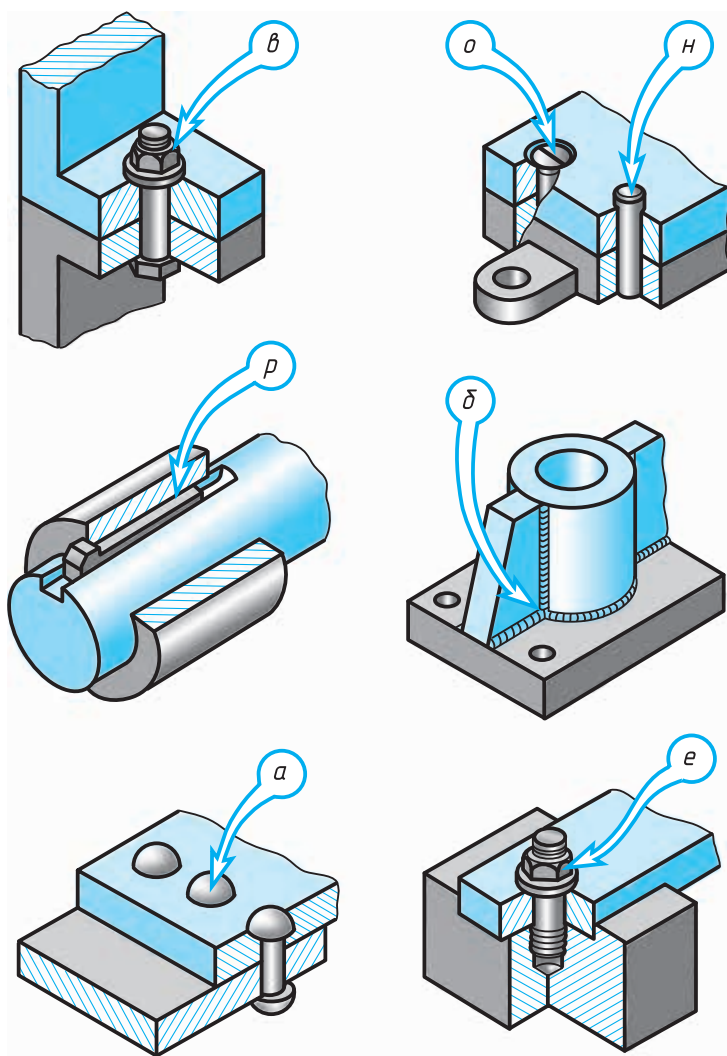
Применение типовых соединений значительно облегчает работу по конструированию и изготовлению машин. В черчении часто приходится встречаться с изображениями типовых соединений деталей. Некоторые из них показаны на рисунке 209.

**30.1. Виды соединений деталей.** Соединения деталей разделяются на *разъемные* и *неразъемные*.



**Рис. 208.** Простейшее соединение колеса и оси повозки





**Рис. 209.** Различные соединения деталей

К разъемным соединениям относят такие, которые можно разобрать, не разрушая деталей, их составляющих. Неразъемные соединения нельзя разобрать без разрушения деталей.

В технике применяют следующие основные соединения деталей (см. рис. 209): болтовое, шпилечное, шпоночное, заклепочное, штифтовое, сварное, винтовое. Внимательно рассмот-

рите изображения на рисунке 209. Выпишите в один столбец названия неразъемных соединений, в другой — разъемных. За названиями соединений проставьте в скобках буквы, которыми они отмечены на стрелках-указателях.

Если вы правильно определите, какие соединения разъемные, а какие — неразъемные, то из букв, стоящих в скобках после названий разъемных соединений, можно будет составить слово «верно».

**30.2. Стандартные детали.** Выбор размеров и форм ряда деталей и соединений ограничен. Различные типы изделий сведены к определенному числу образцов-стандартов.

Конструкции изделий или отдельных конструктивных элементов общемашиностроительного назначения (крепежных деталей, сверл, резцов и др.) определены стандартом. Это дает возможность изготавливать их на специализированных предприятиях. В результате повышается производительность труда и понижается стоимость изделий.

Составление и чтение чертежей стандартизованных деталей и соединений облегчаются тем, что соответствующие стандарты определяют правила их изображения. Эти правила предусматривают ряд упрощений.

**30.3. Взаимозаменяемость.** Стандартизация создает возможность *взаимозаменяемости* деталей. Государственные стандарты содержат таблицы, пользуясь которыми определяют наибольший и наименьший предельные размеры. Между этими размерами может колебаться заданный размер. Поэтому детали, соответствующие стандартам, могут заменять одна другую. На этом основана организация массового и крупносерийного производства.

Сломалась, например, автомашина: пришли в негодность несколько винтов и гаек, сработались клапаны. Беда невелика. Эти детали взаимозаменяемы. Купленные в магазине новые винты, гайки и клапаны полностью заменят детали, вышедшие из строя.

Польза взаимозаменяемости была продемонстрирована еще в 1826 г. на Тульском оружейном заводе. Со склада взяли без выбора 30 ружей, разобрали их и детали перемешали. Затем ружья снова собрали. Они действовали безотказно.

В наше время точность изготовления изделий, необходимая для их взаимозаменяемости, очень высока.

## 31. Изображение и обозначение резьбы

**31.1. Изображение резьбы.** Многие детали имеют *резьбу*, которая служит для их соединения. С помощью резьбы осуществляют также передачу движения. Наиболее распространена метрическая резьба, имеющая треугольный профиль с углом  $60^\circ$  при вершине.

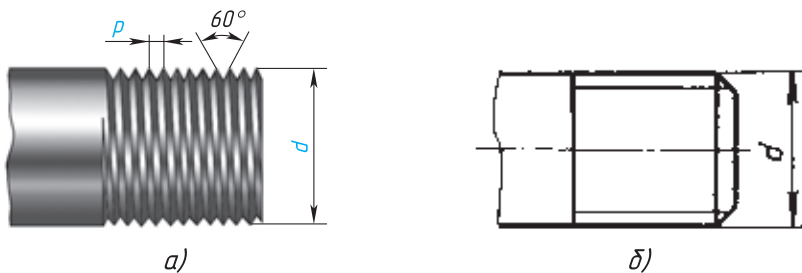
Резьба на чертежах изображается условно. Это значит, что ее не рисуют такой, как мы ее видим (рис. 210, *а*), а вычерчивают упрощенно по правилам, установленным государственными стандартами (рис. 210, *б*).

На рисунке 211 приведен пример изображения резьбы на стержне (шпильке).

По наружному диаметру ее изображают сплошными толстыми линиями как на виде спереди, так и на виде слева, а по внутреннему — сплошной тонкой линией. При этом на виде слева по внутреннему диаметру резьбы проводят тонкой линией дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности. Эта дуга может быть разомкнута в любом месте, но не на центровых линиях. Заметьте, что фаску при этом не показывают.

Внутренний диаметр резьбы при вычерчивании условно принимают равным  $0,85$  от наружного ( $d$ ).

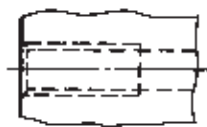
Обратите также внимание, что сплошная тонкая линия на виде спереди пересекла линию границы фаски.



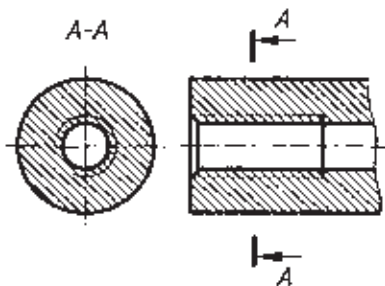
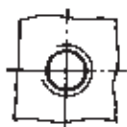
**Рис. 210.** Изображение резьбы на стержне: *а* — наглядное ( $d$  — наружный диаметр,  $P$  — шаг); *б* — условное



**Рис. 211.** Изображение резьбы на шпильке



**Рис. 212.** Изображение резьбы в отверстии (без разреза)



**Рис. 213.** Изображение резьбы в отверстии (в разрезе)

Резьба, показанная как невидимая, изображается штриховыми линиями и по наружному и по внутреннему диаметру (рис. 212). Резьбу в отверстии на разрезе (рис. 213) показывают сплошными тонкими линиями по наружному и сплошными толстыми — по внутреннему диаметрам.

Штриховку на разрезе всегда доводят до сплошной толстой линии. Границу видимой резьбы проводят до линии наружного ее диаметра и изображают сплошной толстой основной линией (см. рис. 210, б).

**31.2. Обозначение резьбы.** По условному изображению нельзя определить, какая резьба должна быть нарезана на детали. Как же это установить?

Тип резьбы и основные размеры — наружный диаметр  $d$  и шаг  $P$  (см. рис. 210, а) — указывают на чертежах надписью. Эту надпись называют *обозначением резьбы*. Например, надпись  $M42 \times 1,5$  обозначает: резьба метрическая, наружный диаметр 42 мм, шаг 1,5 мм (мелкий шаг в обозначении приводят, а крупный нет).

Резьбу подразделяют на *правую* и *левую*. В случае левой резьбы после ее обозначения добавляют надпись  $LH$ , например  $M24 \times 2LH$ .

Запомните, что выносные линии при обозначении резьбы нужно проводить от наружного, т. е. большего, диаметра.



На каком из приведенных чертежей (рис. 214, а, б, в) правильно проведены выносные линии для обозначения резьбы?<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Правильный ответ содержится на рисунке 214, б.

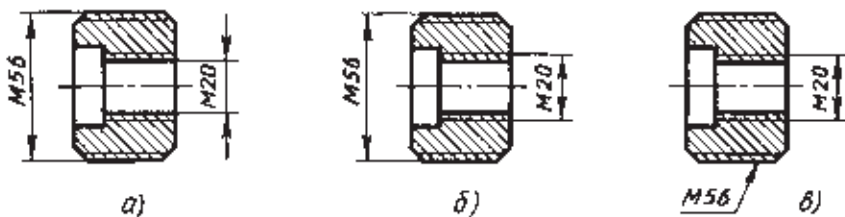


Рис. 214. Задание для упражнения

**31.3. Как работать со справочным материалом.** Основные данные о стандартизованных деталях приведены в стандартах и справочниках. Как ими пользоваться?

Пусть, например, требуется выполнить чертеж болта с шестигранной головкой нормальной точности по ГОСТ 7798—74. Наглядное изображение такого болта приведено на рисунке 215. Длина стержня болта (до головки) 60 мм.

Найдя в оглавлении справочника по машиностроительному черчению раздел «Болты», отыскивают в нем ГОСТ 7798—74 «Болты с шестигранной головкой нормальной точности». Таблица 3 содержит выписки из этого стандарта. В ней даны числовые значения соответствующих размеров. В верхней графе таблицы выбирают диаметр резьбы на стержне. Например,  $d = 10$  мм. В вертикальной графе под « $d10$ » указаны (в мм) числовые значения размеров других элементов болта. Эти размеры наносят на чертеж вместо буквенных обозначений:

шаг резьбы  $P = 1,5$  мм;

размер под ключ  $S = 17$  мм;

диаметр описанной окружности  $D = 18,7$  мм;

высота головки  $h = 7$  мм.

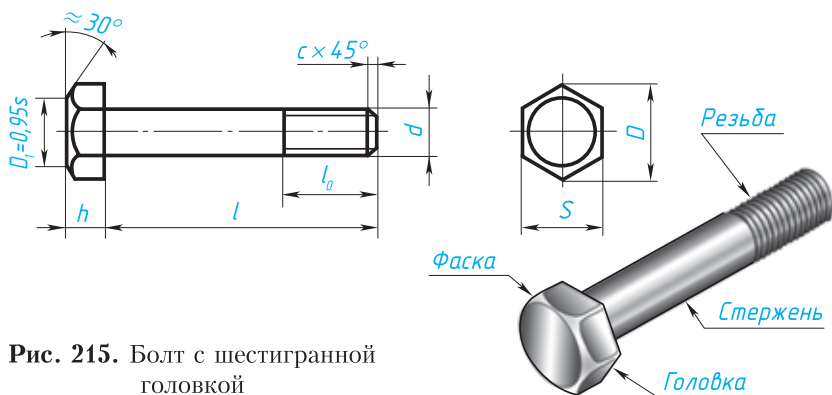


Рис. 215. Болт с шестигранной головкой

Основные размеры болтов с шестигранной головкой (в мм)

Диаметр резьбы, $d$	8	10	12	16	20	30	42
Шаг резьбы, $P$ (крупный)	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,5	4,5
Размер под ключ, $S$	13	17	19	24	30	46	65
Диаметр описанной окружности, $D$	14,2	18,7	20,9	26,5	33,3	50,9	72,1
Высота головки, $h$	5,5	7	8	10	13	19	26

Длину  $l$  стержня болта выбирают в пределах от 14 до 200 мм в зависимости от толщины соединяемых деталей. В нашем случае она равна 60 мм. Длину  $l_0$  — часть болта с резьбой и высоту фаски на стержне — берут из таблицы стандартов (которые здесь не приведены). Для резьбы М10 эта длина равна 26 мм, а высота фаски — 1,6 мм. По этим размерам, когда это необходимо, вычерчивают болт.



1. Какие соединения относят к разъемным? Приведите примеры.
2. Какие преимущества создает стандартизация изделий?
3. Что такое взаимозаменяемость?
4. Как обозначают метрическую резьбу с крупным шагом? с мелким шагом?



58. Пользуясь таблицей 3 и рисунком 215, выполните эскиз болта с шестигранной головкой и нанесите размеры: диаметр  $d$  резьбы 20 мм, длина  $l$  стержня болта 100 мм, длина  $l_0$  нарезанной части 46 мм, высота с фаски 2,5 мм.

## 32. Чертежи болтовых и шпилечных соединений

Среди разъемных соединений наибольшее распространение получили резьбовые. К ним относятся болтовое, шпилечное и винтовое соединения, показанные на рисунке 209. Детали этих соединений — болты, винты, шпильки, гайки и шайбы — имеют установленные стандартом форму, размеры и условные обозначения. Пользуясь этими обозначениями, можно отыскать размеры кре-

пежных деталей в соответствующих таблицах стандартов. Как это делать, было показано на примере выполнения чертежа болта.

С изображением крепежных деталей приходится встречаться в основном на сборочных чертежах. На этих чертежах болтовое, шпильчное и винтовое соединения вычерчивают по *относительным* размерам. Это значит, что величину отдельных элементов определяют в зависимости от наружного диаметра  $d$  резьбы. В результате ускоряется работа по выполнению чертежа.

Размеры крепежных деталей на сборочных чертежах не наносят. Но как же в таком случае определить, какой болт или шпилька входит в соединение?

Необходимые данные записывают в *спецификации*. С ней мы будем знакомиться позже. А сейчас рассмотрим изображения основных резьбовых соединений.

**32.1. Изображение болтовых соединений.** Это соединение показано на рисунке 216. В деталях, которые нужно соединить (дет. 1 и дет. 2), просверливают отверстия немного большего диаметра, чем диаметр болта.

Чертежи крепежных соединений рекомендуется вычерчивать упрощенно (рис. 217, *г*). Это заключается в следующем. Фаски на шестигранных и квадратных головках болтов и гаек, а также на стержне не изображают. Допускается не показывать зазор между стержнем болта и отверстием в соединяемых деталях.

Чтобы чертеж, представленный на рисунке 217, *г*, легче было понять, покажем поэтапно образование болтового соединения. Сначала изображен болт и над ним две соединяемые детали (рис. 217, *а*). Затем болт показан в отверстиях этих деталей, а над ним шайба (рис. 217, *б*). На рисунке 217, *в* шайба надета на болт, а над ней показана гайка. Законченный чертеж болтового соединения приведен на рисунке 217, *г*.

Обратите внимание, что соединяемые детали (1 и 2) заштрихованы в разные стороны.

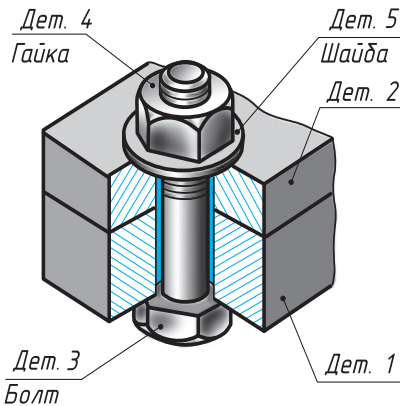
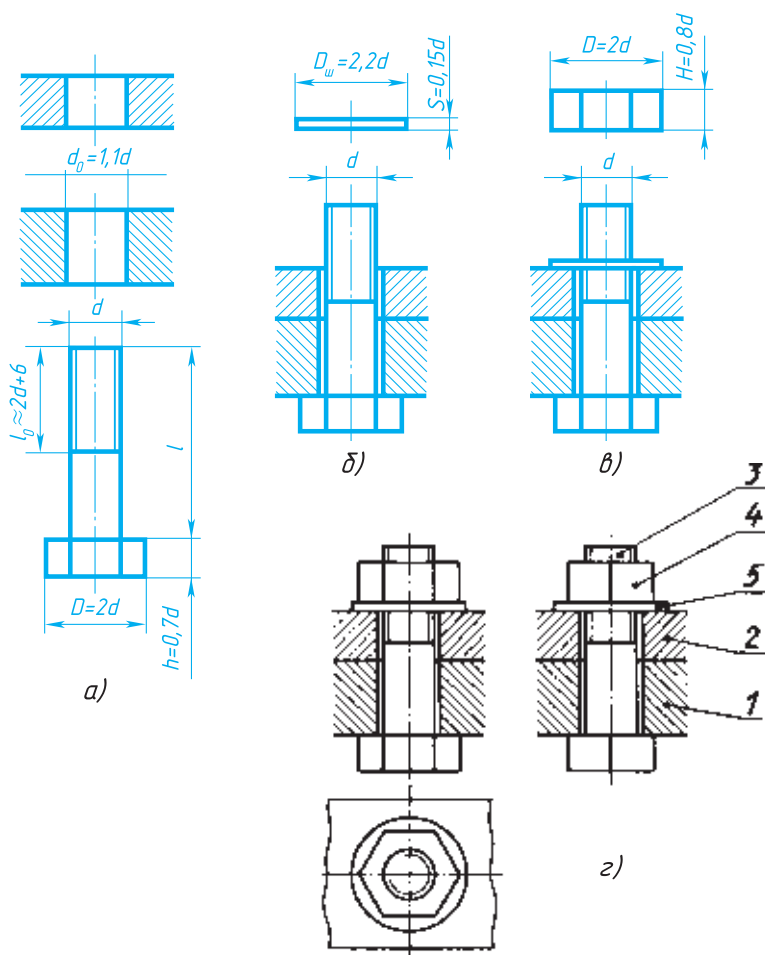


Рис. 216. Болтовое соединение



**Рис. 217.** Упрощенное изображение болтового соединения

Болты в сборочном чертеже показывают нерассеченными, если секущая плоскость направлена вдоль их оси. Гайки и шайбы изображают также нерассеченными.

В спецификации для болтов указывают диаметр и тип резьбы, длину стержня и номер стандарта<sup>1</sup>. Запись *Болт М12 × 1,25 × 60* означает: болт с метрической резьбой с наружным диаметром 12 мм, шаг 1,25 мм (мелкий), длина стержня болта 60 мм.

<sup>1</sup> В учебнике для упрощения записи здесь и далее для других крепежных деталей номер стандарта не приведен.



Для гайки указывают диаметр и тип резьбы. Запись *Гайка М16* означает: гайка с метрической резьбой с наружным диаметром 16 мм, шаг резьбы крупный. Для шайб указывают диаметр болта. Запись *Шайба 12* означает: шайба для болта с наружным диаметром резьбы 12 мм.

Вы будете вычерчивать элементы болтового соединения по относительным размерам. Их определяют в зависимости от наружного диаметра резьбы по соотношениям, приведенным на рисунке 217. Рассмотрим пример определения относительных размеров для болтового соединения с резьбой М20 ( $d = 20$  мм):

диаметр окружности, описанной вокруг шестиугольника,  $D = 2d(2 \times 20 = 40$  мм);

высота головки болта  $h = 0,7d(0,7 \times 20 = 14$  мм);

длина нарезной части  $l_0 \approx 2d + 6(2 \times 20 + 6 = 46$  мм);

высота гайки  $H = 0,8d(0,8 \times 20 = 16$  мм);

диаметр отверстия под болт  $d = 1,1d(1,1 \times 20 = 22$  мм);

диаметр шайбы  $D_{ш} = 2,2d(2,2 \times 20 = 44$  мм);

высота шайбы  $S = 0,15d(0,15 \times 20 = 3$  мм).

По этим размерам можно вычерчивать болтовое соединение.



**1.** В зависимости от какой величины определяют относительные размеры болтового соединения?

**2.** При выполнении разреза на сборочном чертеже секущая плоскость прошла вдоль оси болта, гайки и шайбы. Нужно ли их штриховать?

**3.** Можно ли на рисунке 217, *г* не показывать зазор между стержнем болта (дет. 5) и отверстиями в соединяемых деталях 1 и 2?

**4.** Расшифруйте обозначение: «Болт М16 × 70» и «Гайка М20».

**5.** Изображением чего является большая окружность на виде сверху (рис. 217, *г*)?

**6.** Назовите номер детали, показанной на виде сверху шестиугольником (рис. 217, *г*).



**59.** Выполните эскиз болтового соединения, руководствуясь примером на рисунке 217, *г*. Диаметр резьбы  $d$  равен 10 мм. Толщина каждой из соединяемых деталей 15 мм. Длина  $l$  стержня болта 45 мм.

### 32.2. Изображение шпилечных соединений.

Шпилька представляет собой стержень, имеющий резьбу на обоих концах. Одним концом шпилька на всю длину резьбы ввинчивается в глухое (несквозное) отверстие с резьбой в детали 1 (рис. 218). На другой конец навинчивают гайку, под которую подкладывают шайбу. Таким образом прижимают друг к другу скрепляемые детали (дет. 1 и 2). Отверстие в детали 2 имеет немного больший диаметр, чем шпилька (рис. 218).

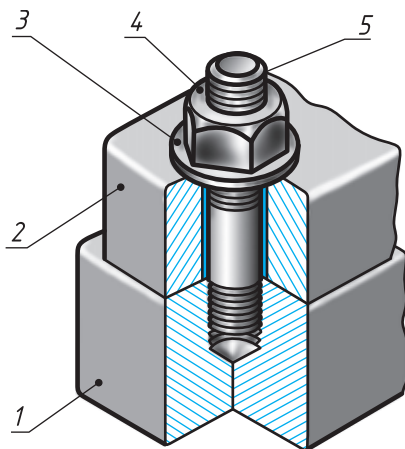


Рис. 218. Шпилечное соединение

Покажем поэтапно образование шпилечного соединения, приведенного на рисунке 219, ж.

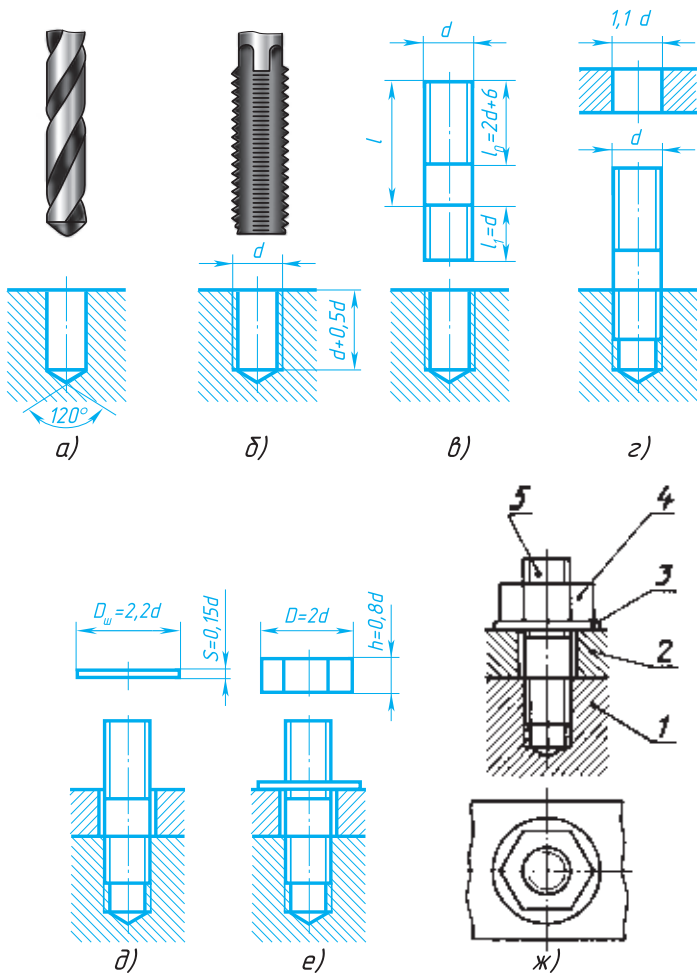
Сначала в детали показано отверстие под резьбу и над ним сверло (рис. 219, а), а затем отверстие с резьбой и сверху метчик, с помощью которого нарезана резьба (рис. 219, б). Над отверстием (рис. 219, в) показана шпилька, которая ввернута в отверстие (рис. 219, г), а сверху изображена соединяемая деталь. На рисунке 219, е шайба надета на шпильку, выше изображена гайка. И наконец (рис. 219, ж), показан чертеж шпилечного соединения.

Гайку и шайбу, как и в болтовом соединении, изображают упрощенно, т. е. без фасок. На шпильке фаски тоже не показывают.

Линию, определяющую границу резьбы на нижнем конце шпильки, всегда проводят на уровне поверхности детали, в которую ввернута шпилька (дет. 1, рис 219, ж).

Посмотрите внимательно, как изображают стержень с резьбой, ввернутый в отверстие. Резьбу в отверстии показывают только там, где она не закрыта концом стержня (рис. 220, а). Нижнюю часть глухого отверстия показывают незаполненной стержнем. Для наглядности нижняя часть отверстия выделена коричневым цветом.

На конце отверстия показывают коническое углубление, полученное от сверла (см. рис. 220, а). Его вычерчивают с углом  $120^\circ$  при вершине, но размер этого угла не наносят. Не допускайте ошибки, показанной на рисунке 220, б, где диаметр углубления оказался больше диаметра отверстия, чего не может быть.

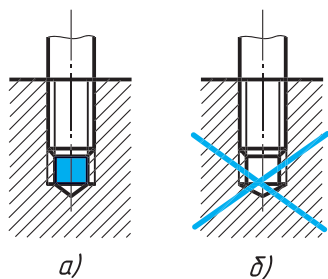


**Рис. 219.** Упрощенное изображение шпилечного соединения

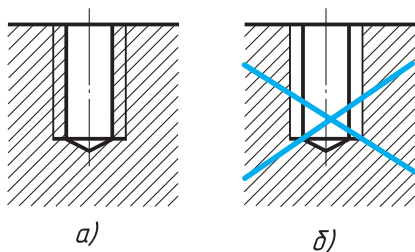
Штриховку доводят до сплошной толстой линии (рис. 221, а), а не до тонкой, как показано на рисунке 221, б.

Относительные размеры для вычерчивания шпилечного соединения вы будете подсчитывать в зависимости от диаметра резьбы по соотношениям, приведенным на рисунке 219.

Обозначение *Шпилька M10 × 60* следует понимать так: шпилька имеет метрическую резьбу, наружный диаметр ее 10 мм, длина шпильки  $L = 60$  мм (до ввинчиваемого конца).



**Рис. 220.** Изображение шпильки, ввинченной в отверстие с резьбой: *а* — правильно; *б* — неправильно



**Рис. 221.** Штриховка на изображении отверстия с резьбой: *а* — правильно; *б* — неправильно

Ответьте на вопросы к чертежу (рис. 219, ж):

- 1) Сколько деталей содержит соединение?
- 2) Почему штриховка на разрезе нанесена в разные стороны?
- 3) Как называются детали 4 и 5?
- 4) До какой линии наносят штриховку на разрезе отверстия с резьбой?
- 5) Как определяют относительные размеры для вычерчивания шпилечного соединения?



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17

### Чертежи резьбового соединения

**Указание к работе № 17.** Вычерчивая с натуры чертежи одного из видов резьбовых соединений, следуйте примерам, приведенным в данном параграфе. Примените упрощения, установленные стандартом. Наносить размеры не надо.

## 33. Чертежи шпоночных и штифтовых соединений

**33.1. Изображение шпоночных соединений.** Одно из наиболее распространенных разъемных соединений деталей — шпоночное (см. рис. 209).

Шпонка предназначена для соединения вала с посаженной на него деталью: шкивом, зубчатым колесом, маховиком и др.

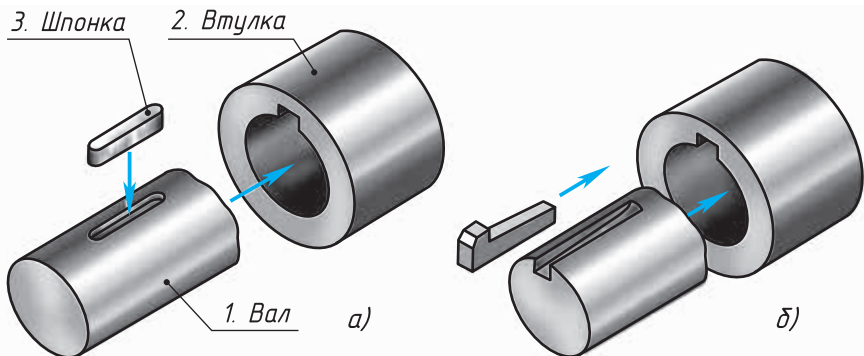


Рис. 222. Детали шпоночного соединения

Чтобы шкив вращался вместе с валом, в них прорезают пазы (шпоночные канавки), в которые закладывают шпонку.

На рисунке 222 даны наглядные изображения деталей шпоночного соединения. Стрелками показано, как они соединяются. На наглядном изображении соединения призматической шпонкой (рис. 223) втулка показана в разрезе, чтобы ясно была видна шпонка. На полках линий-выносок нанесены цифры. Они соответствуют номерам, которые присвоены деталям.

Чертежи деталей, входящих в соединение, приведены на рисунке 224, а сборочный чертеж — на рисунке 225. Заметьте, что на сборочном чертеже шпонка показана нерассеченной. Как вам известно, так поступают в том случае, когда секущая плоскость проходит вдоль сплошной (непустотелой) детали.

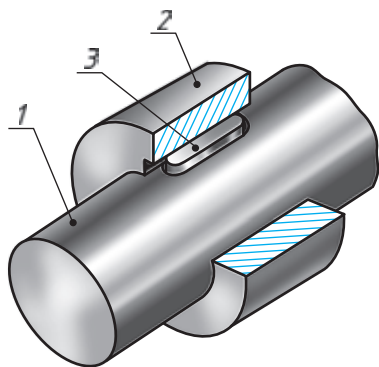


Рис. 223. Соединение шпонкой

На чертеже соединения призматической шпонкой показывают небольшой промежуток — зазор между верхней плоскостью шпонки и дном канавки во втулке.

Каждая шпонка на сборочном чертеже имеет условное обозначение. Например, запись *Шпонка*  $12 \times 8 \times 60$  означает, что призматическая шпонка имеет следующие размеры: ширина 12 мм, высота 8 мм, длина 60 мм. Запись *Шпонка сегм.*  $8 \times 15$  читают так: шпонка сегментная, толщина 8 мм, высота 15 мм. Так как размеры

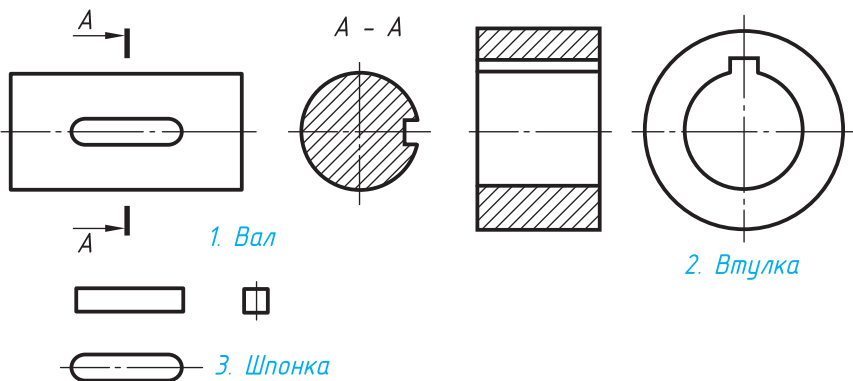


Рис. 224. Чертежи деталей шпоночного соединения

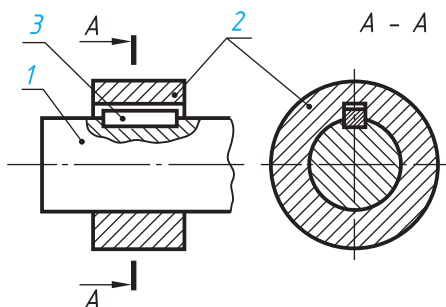


Рис. 225. Сборочный чертеж шпоночного соединения:  
 1 — вал; 2 — втулка;  
 3 — шпонка

шпонок стандартизованы, то, следовательно, стандартизованы форма и размеры шпоночных канавок (пазов) на валу и во втулке. Выбирают эти размеры в зависимости от диаметра вала, входящего в соединение.

В таблице 4 (выписки из ГОСТ 23360 — 78) указаны диаметр  $D$  вала, соответствующие ему размеры шпонок (ширина  $b$ , высота  $h$ ) и глубина шпоночных пазов ( $t$  для вала,  $t_1$  для втулки).

Таблица 4

**Шпонки призматические (в мм)**

Диаметр вала, $D$	Размеры сечения шпонок $b \times h$	Глубина пазов	
		Вал $t$	Втулка $t_1$
Свыше 17 до 22	6 × 6	3,5	2,8
Свыше 22 до 30	8 × 7	4,0	3,3
Свыше 30 до 38	10 × 8	5,0	3,3
Свыше 38 до 44	12 × 8	5,0	3,3
Свыше 44 до 50	14 × 9	5,5	3,8
Свыше 50 до 58	16 × 10	6,0	4,3

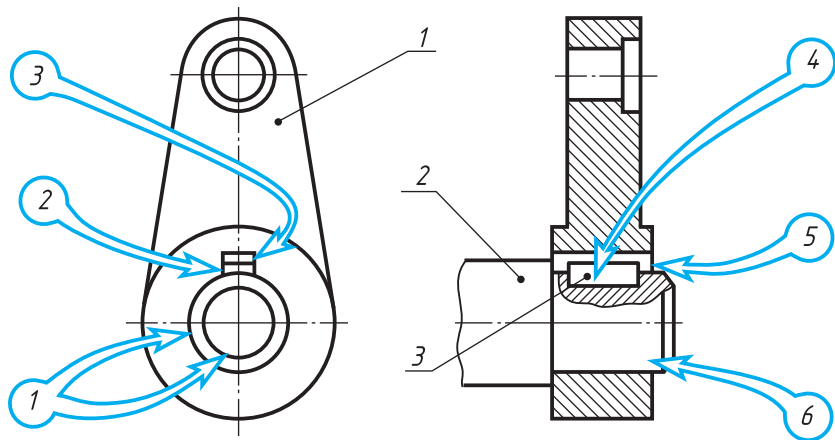


Рис. 226. Чертеж для чтения

Например, диаметр вала равен 18 мм. Пользуясь таблицей, находим размеры шпонки. Ее ширина  $b = 6$  мм, высота  $h = 6$  мм. Длину шпонки  $l$  выбирают в необходимых пределах. Возьмем ее равной 30 мм. Глубина паза на валу  $t = 3,5$  мм, глубина паза во втулке  $t_1 = 2,8$  мм.



**60.** Пользуясь таблицей 4, напишите, какие размеры будут иметь шпонка и пазы соединения призматической шпонкой, если диаметр вала 42 мм, длина шпонки 50 мм.

**61.** На рисунке 226 изображено соединение рычага (дет. 1) с валом (дет. 2) при помощи шпонки (дет. 3). Ответьте на вопросы:

1) Что означают две концентрические окружности, указанные цифрой 1 (в кружке)?

2) Что означают две горизонтальные линии, между которыми проходит стрелка цифры 3 (в кружке)?

3) К каким деталям относится поверхность, обозначенная цифрой 2 (в кружке)?

4) Почему поверхности, обозначенные цифрами 4 и 5 (в кружках), не заштрихованы? К каким деталям они относятся?

5) К какой детали относится поверхность, обозначенная цифрой 6 (в кружке)?

**33.2. Изображение штифтовых соединений.** На рисунке 209 показан штифт  $H$ , препятствующий смещению деталей, скрепленных винтом.

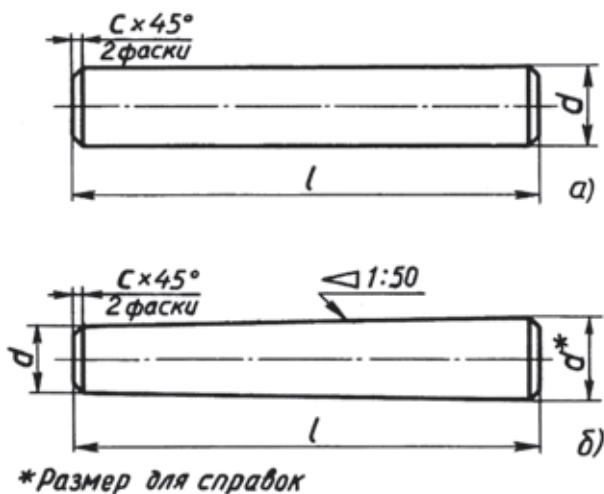


Рис. 227. Чертежи штифтов

Чертежи штифтов — цилиндрических и конических — приведены на рисунке 227.

На рисунке 228 показано наглядное изображение, а на рисунке 229 — сборочный чертеж штифтового соединения. Штифт (дет. 3, рис 229) находится в отверстии, одновременно просверленном в корпусе (дет. 1, рис 229) и в вале (дет. 2, рис 229).

Заметьте, что на сборочных чертежах штифты в разрезе показывают, как и другие непустотелые детали, нерассеченными, если секущая плоскость проходит вдоль их оси.

В обозначение штифта входит его название, размеры и номер стандарта, например: *Штифт цилиндрический 5 × 30*. Это значит,

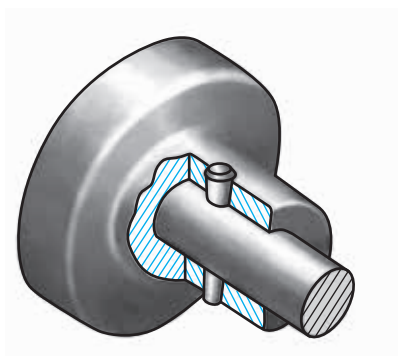


Рис. 228. Наглядное изображение соединения штифтом

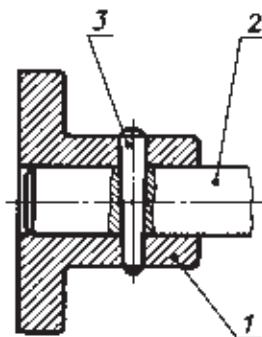


Рис. 229. Сборочный чертеж соединения



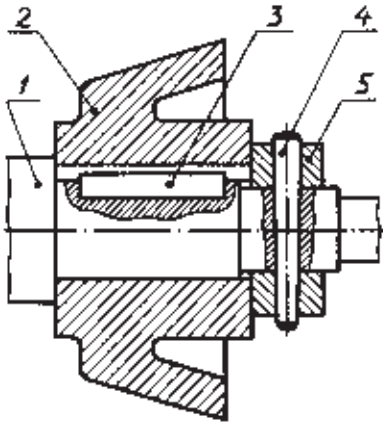


Рис. 230. Чертеж для чтения

что цилиндрический штифт имеет следующие размеры: диаметр 5 мм, длина 30 мм.

Запись *Штифт конический 10 × 70* означает, что у конического штифта меньший диаметр 10 мм, а длина 70 мм.

Соединение штифтом иногда применяют, чтобы предотвратить продольное перемещение деталей, соединенных шпонкой (рис. 230).



**62.** Рассмотрите чертеж (рис. 230) и ответьте на вопросы:

- 1) Сколько деталей входит в соединение?
- 2) Почему детали 3 и 4 не заштрихованы?
- 3) Каковы размеры детали 3, если она имеет такое обозначение «Шпонка 14 × 9 × 36». Выполните ее чертеж и технический рисунок (см. рис. 224).

## 34. Общие сведения о сборочных чертежах изделий

На сборочном чертеже изделие изображают в собранном виде со всеми входящими в него деталями.

На производстве сначала изготавливают по чертежу каждую деталь. Затем по сборочному чертежу собирают их в изделие.

На рисунке 231 дано наглядное изображение модели кулачкового механизма. Он предназначен для того, чтобы сообщать возвратно-поступательное движение толкателю (дет. 6). Осуществляется это таким образом. Вращение рукоятки (дет. 3) передается через валик (дет. 4) кулачку (дет. 5), который, имея овальную форму, двигает толкатель.

На рисунке 232 приведен сборочный чертеж кулачкового механизма. Внимательно рассмотрите его. Вспомните известные вам из уроков черчения и трудового обучения сведения о сборочных чертежах, а для этого ответьте на следующие вопросы:

1) Каковы правила расположения видов на сборочных чертежах? Соответствуют ли они правилам расположения видов на чертеже детали?

2) Применяют ли разрезы и сечения при выполнении сборочных чертежей?

3) Где на чертежах указывают названия деталей, входящих в изделие?

4) Нужно ли на сборочных чертежах наносить все размеры деталей, входящих в изделие? Почему?

5) Что означают цифры, стоящие на полках линий-выносок?

Сборочные чертежи (рис. 232) содержат те же изображения, что и чертежи деталей: виды, разрезы, сечения. Виды располагают в проекционной связи. Кроме основных, применяют и местные виды. Так, на рисунке 232 дан вид по стрелке А. Он поясняет форму рукоятки.

Сборочные чертежи обычно содержат разрезы и сечения. Это помогает выявить устройство изделия. На рисунке 232 в разрезе показан кулачок (дет. 5). Местные разрезы выявляют способы соединения толкателя (дет. 6) со стойкой (дет. 1), рукоятки (дет. 3) с ручкой (дет. 2) и валиком (дет. 4), а также валика с кулачком.

Вынесенное сечение поясняет форму стойки, имеющей ребро жесткости.

Как и на чертежах деталей, в правом нижнем углу сборочного чертежа располагают основную надпись. В ней указывают название изделия и другие данные, относящиеся к нему.

Как же определить названия деталей, входящих в сборочную единицу?

**34.1. Спецификация.** С ней вы уже встречались на уроках трудового обучения. Это таблица, содержащая основные данные о деталях, входящих в изделие. Ее выполняют на отдельных листах формата А4. На учебных чертежах и на чертежах формата А4 ее располагают над основной надписью.

На рисунке 233 приведены основная надпись и спецификация для учебных чертежей.

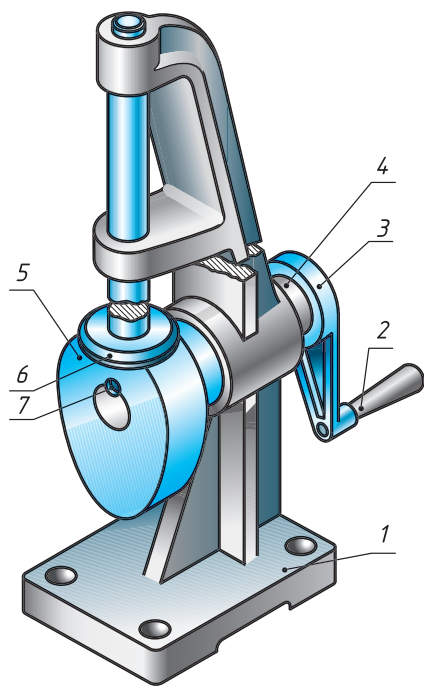


Рис. 231. Кулачковый механизм

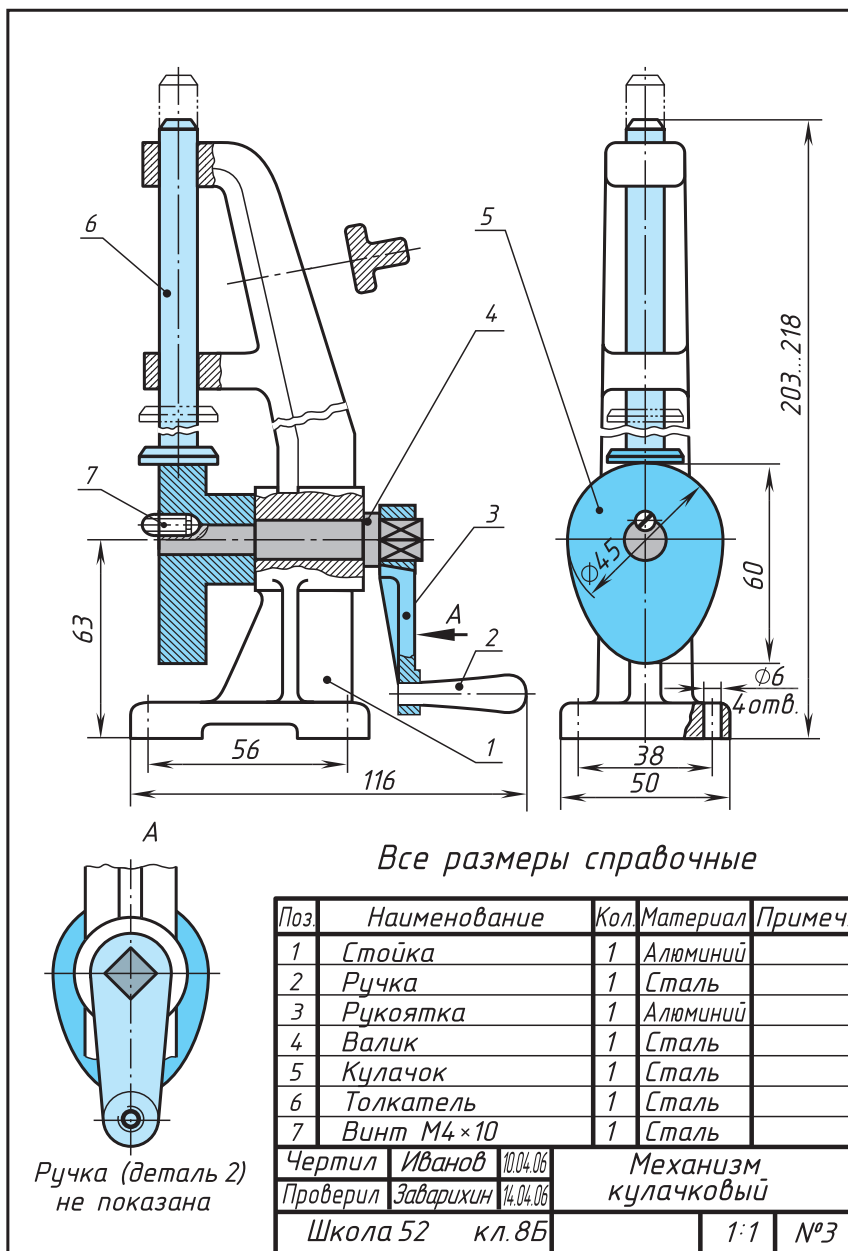


Рис. 232. Сборочный чертеж кулачкового механизма

Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примечан.
1				
2				
3				
Чертил			НАИМЕНОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ	
Проверил				
Школа	к.л.		Масштаб	№ задания

**Рис. 233.** Спецификация с основной надписью для учебных чертежей

В первой графе спецификации указывают порядковые номера (позиции) деталей, входящих в изделие. Номера записывают сверху вниз.

Во второй графе записывают наименование детали. Для стандартизованных деталей здесь же указывают их обозначение. Например на рисунке 232, в поз. 7 записано: «Винт М4 × 10».

В третьей графе указывают количество деталей, входящих в изделие. В четвертой графе записывают марку материала, из которого изготовлена деталь (на производственных чертежах эта графа отсутствует).

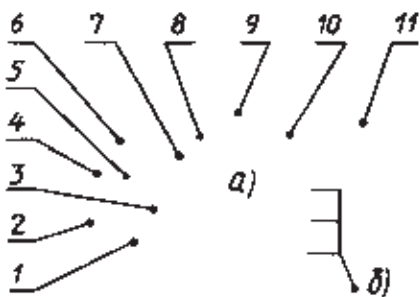
Последняя графа — «Примечания» — предназначена для дополнительных данных, не предусмотренных спецификацией.

Номера позиций, присвоенные детали в спецификации, наносят около соответствующих изображений на чертеже. Их наносят на полках, от которых проводят наклонную линию-выноску, заканчивающуюся точкой на изображении детали. Полки и линии-выноски проводят сплошными тонкими линиями.

Чтобы найти изображение детали, определяют по спецификации ее номер, отыскивают его на чертеже и по концу линии-выноски находят нужное изображение.

Чтобы легче было находить номера позиций на сборочном чертеже, полки группируют в строчку (по горизонтали) или в колонку (по вертикали).

Один из вариантов расположения линий-выносок и цифр при-



**Рис. 234.** Расположение линий-выносок с номерами: *а* — общее правило; *б* — для группы деталей

веден на рисунке 234, *а*. Первые шесть позиций расположены в колонку, остальные — в строчку. Позиции указывают на том виде или разрезе, где деталь изображена как видимая.

Для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления (например, болт, гайка и шайба), допускается общая линия-выноска (рис. 234, *б*). В этом случае полки соединяют тонкой вертикальной линией.

Цифры, обозначающие позиции, пишут крупнее цифр размерных чисел.



**63.** Ответьте на вопросы к чертежу на рисунке 232:

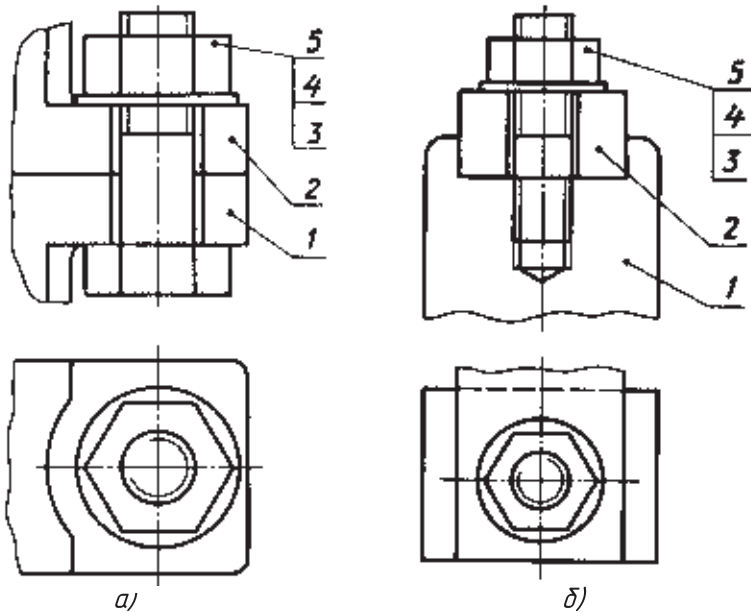
- 1) Как называется изделие?
- 2) Назовите изображения, содержащиеся на чертеже.
- 3) Как называется деталь 2?
- 4) Какую форму и размеры имеет деталь 9?
- 5) Сколько всего деталей входит в изделие?

**34.2. Разрезы на сборочных чертежах.** Как было сказано, сборочный чертеж кулачкового механизма (см. рис. 232) содержит разрезы. Присмотритесь к штриховке. Из чертежа видно, что рядом расположенные детали заштрихованы в противоположные стороны. То же самое можно видеть на рисунках 217 и 219, где даны изображения простейших соединений деталей. Это тоже примеры сборочных чертежей.

Для чего соседние детали на чертеже заштрихованы в разные стороны?

Это сделано для того, чтобы облегчить чтение чертежей, дав возможность отличить соседние детали по штриховке.

Если в разрез попадают три и более соприкасающихся деталей (см. рис. 236, *з*), следует изменить расстояние между линиями штриховки или сдвинуть их. Большее расстояние оставляют для более крупных деталей. Но для всех разрезов и сечений данной детали штриховка имеет наклон в одну сторону с равными расстояниями между штрихами (см. дет. 1 на рис. 232).



**Рис. 235.** Задания для упражнений

Узкие площади сечения, ширина которых на чертеже равна 2 мм или менее, показывают зачерченными (см. рис. 236, *з*).

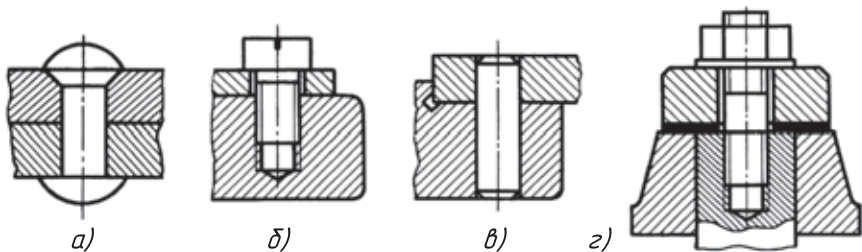
Детали 2, 4, 6 и 7 кулачкового механизма (см. рис. 232) даны на чертеже нерассеченными, хотя они попали в плоскость разреза. Это, как вам известно, потому, что болты, винты, шпильки, заклепки, шпонки, оси, валы и другие детали, не имеющие пустот, показывают нерассеченными в том случае, когда секущая плоскость направлена вдоль их оси. Шарики всегда показывают нерассеченными.

Если в непустотелых деталях имеется небольшое углубление, то применяют местный разрез, как на рисунке 232 (дет. 4). Здесь местный разрез служит для выявления формы отверстия с резьбой под винт. Если сплошные детали 2, 4, 6 и 7 рассечь и заштриховать, то форму их будет труднее определить. Сборочный чертеж станет менее ясен.



**64.** Ответьте на вопросы к чертежу кулачкового механизма (см. рис. 232):

1) Почему на чертеже не заштрихован толкатель?



**Рис. 236.** Задания для упражнений

2) Можно ли вынесенное сечение заштриховать в противоположную сторону, не меняя направление штриховки у стойки (дет. 1)?

3) В каких случаях сечение можно зачернить?

4) Для какой цели выполнен местный разрез на изображении валика?

5) Попал ли в плоскость разреза винт? Почему он не заштрихован?

**65.** Начертите в рабочих тетрадах данные изображения и нанесите штриховку на разрезе деталей болтового соединения (см. рис. 235, а).

**66.** Начертите в рабочих тетрадах данные изображения и нанесите штриховку на разрезе деталей шпильчного соединения (см. рис. 235, б).

**67.** Начертите в рабочих тетрадах данные изображения и нанесите номера позиций составных частей изделия (рис. 236, а, б, в, г).

**68.** Начертите в рабочих тетрадах данные изображения и постройте необходимые разрезы (рис. 237, а, б, в).

**34.3. Размеры на сборочных чертежах.** Размеры отдельных деталей на сборочном чертеже не наносят (см. рис. 232). На таком чертеже наносят лишь размеры, необходимые для правильного размещения деталей относительно друг друга в изделии, а также для установки сборочной единицы. К ним относятся, например, размеры, определяющие расстояния между центрами отверстий под болты, которыми соединяют две сборочные единицы (на рис. 232 это размеры 38 и 56). Кроме того, наносят габаритные (203...217, 116 и 50 на рис. 232) и присоединительные размеры.

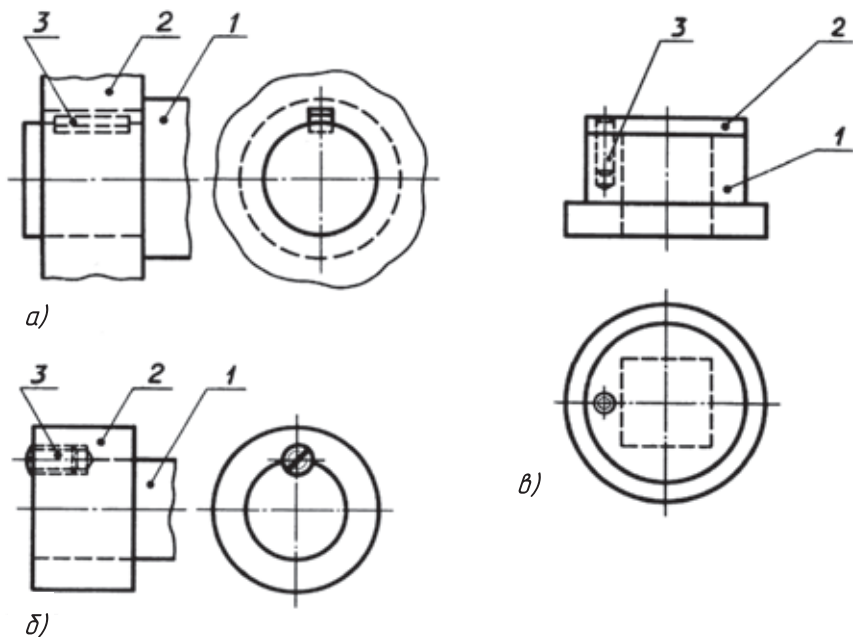


Рис. 237. Задания для упражнений



1. Нужно ли на сборочных чертежах наносить все размеры деталей, входящих в изделие?
2. Назовите габаритные размеры изделия, изображенного на рисунке 232.
3. Для какой цели даны размеры 38 и 56 на сборочном чертеже, приведенном на рисунке 232?

### 35. Порядок чтения сборочных чертежей

Читать сборочные чертежи нужно в определенной последовательности:

1. Найти название изделия. Зная его название, которое указывается в основной надписи, легче читать чертеж. Например, названия «авторучка», «тиски слесарные» дают представление не только о назначении, но в некоторой степени и об устройстве этих изделий.

2. Установить, какие изображения (виды, разрезы, сечения) даны на чертеже. В результате их сопоставления создается общее представление об изделии.



3. Рассмотреть, пользуясь спецификацией, изображения каждой детали. Для этого выясняют по спецификации название первой детали и относящиеся к ней данные. Находят изображения детали по обозначению ее позиции. Определяют форму детали, сопоставляя все ее изображения, данные на чертеже. Так поступают последовательно со всеми деталями.

По названию детали можно быстрее выделить ее изображения на чертеже. Например, прочитав «болт», «штифт», «втулка», «гайка», вы уже представляете их форму и как они изображаются на чертеже.

4. Определить, как соединяются между собой детали (с помощью резьбы, шпонки, штифта и т. п.). Выяснить, как перемещаются во время работы подвижные части изделия.

5. Найти другие данные, приведенные на чертеже (размеры, технические требования и т. д.).

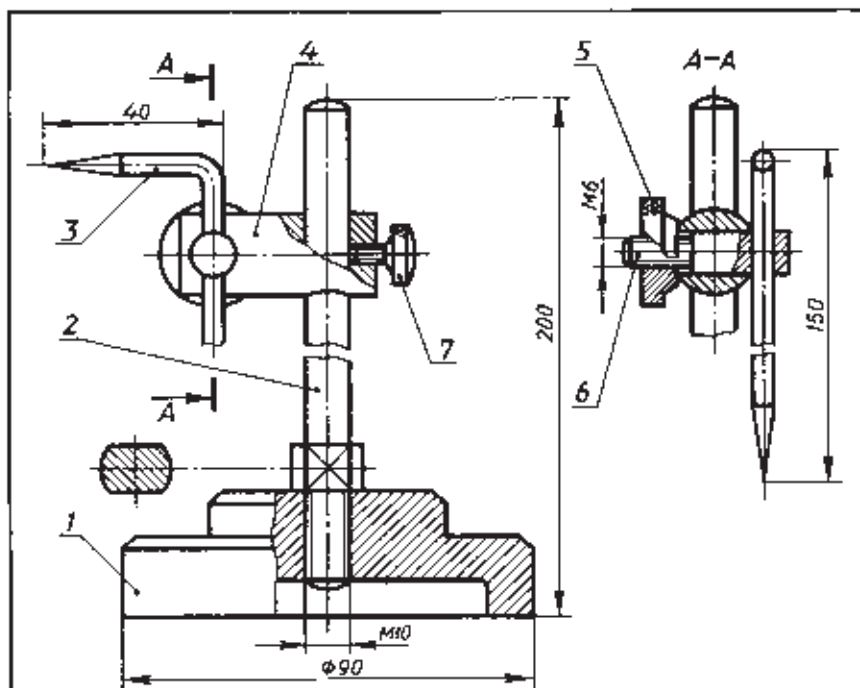
Для примера прочитаем сборочный чертеж (рис. 238). Вопросы к нему расположены в той последовательности, в какой вы будете читать сборочные чертежи. Вначале попытайтесь ответить на них самостоятельно.

#### Вопросы к сборочному чертежу:

1. Как называется изделие?
  2. Какие изображения приведены на чертеже?
  3. Из скольких деталей состоит изделие? Как называются детали 1, 2, 6? Какова их форма?
  4. Какие детали и как соединены между собой? Укажите особенности соединения деталей 3, 4, 5 и 6, а также 1 и 2. Как соединены каретка и стержень?
  5. Какая резьба нарезана на детали 7?
- Теперь проверьте свои ответы.

#### Ответы на вопросы к сборочному чертежу:

1. Изделие называется «рейсмус».
2. Даны главный вид в соединении с разрезами, сечение и разрез  $A - A$ .
3. Изделие состоит из семи деталей. Деталь 1 называется «основание». Ее форма образована двумя цилиндрами разного диаметра, имеющими фаски в виде усеченного конуса. Вдоль

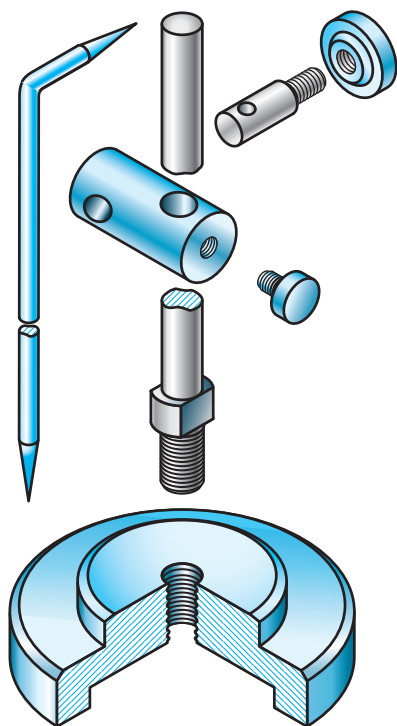


Все размеры справочные

Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.	
1	Основание	1	Сталь		
2	Стержень	1	Сталь		
3	Чертилка	1	Сталь		
4	Каретка	1	Сталь		
5	Гайка	1	Сталь		
6	Винт зажимной	1	Сталь		
7	Винт М2,5×8	1	Сталь		
Чертил	Ильин И	10.04.06	<b>Рейсмус</b>		
Проверил	Заберикин	14.04.06			
Школа 52		кл. 8б		1:1	№3

Рис. 238. Чертеж для чтения

оси детали просверлено цилиндрическое отверстие, в котором нарезана метрическая резьба. В нижней части большого цилиндра имеется цилиндрическая выточка (на рисунке 239 даны наглядные изображения деталей).



**Рис. 239.** Детали рейсмуса

Деталь 2 называется «стержень». В целом она представляет собой цилиндрический стержень со сферическими торцами.

В нижней части детали нарезана резьба. Она доходит до большего по диаметру цилиндра с плоскими срезами (лысками), расположенными с двух сторон.

Деталь 6 называется «винт зажимной». Она составлена из двух цилиндров разных диаметров. На меньшем из них нарезана резьба и на конце снята фаска в виде усеченного конуса. В большем цилиндре перпендикулярно оси просверлено сквозное цилиндрическое отверстие.

4. Детали рейсмуса соединены двумя способами:

1) при помощи резьбы (детали 1 и 2, 4 и 7, 5 и 6);

2) свободно сопряжены (детали 2 и 4, 3 и 6).

Особенность соединения деталей 3, 4, 5 и 6 состоит в том, что закрепление их осуществляется перемещением детали 6 в отверстии детали 4 при завинчивании детали 5. При этом деталь 3 может быть установлена под любым углом на разной высоте. Каретка (дет. 4) надевается на стержень (дет. 2) и крепится винтом (дет. 7).

5. На винте 7 нарезана метрическая резьба, наружный диаметр которой 2,5 мм. Это вы можете узнать из обозначения винта, данного в спецификации.



**69.** Прочитайте сборочный чертеж, данный на рисунке 240, по плану, приведенному в § 35.

Пояснения к сборочному чертежу на рисунке 240. Вилка служит для контакта электрического провода со штепсельной розеткой. Провод, проходящий через от-

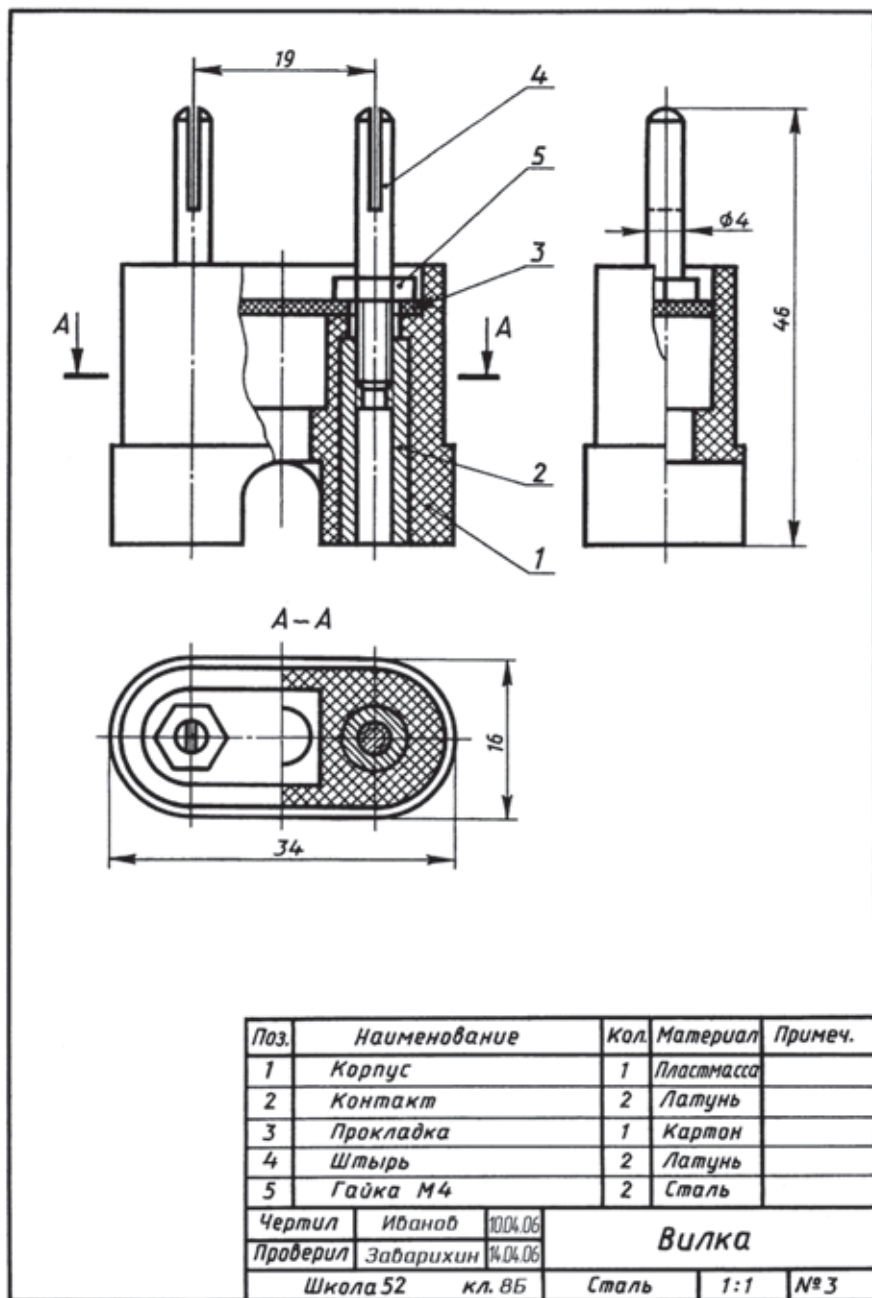
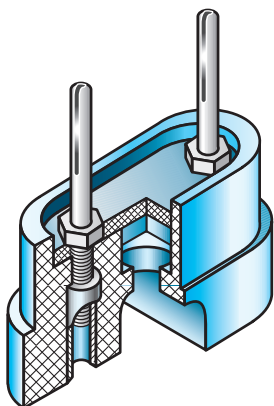


Рис. 240. Чертеж для чтения



верстие в средней части корпуса 1, поджимается прокладкой 3 и крепится гайкой 5 на штыре 4. Контакты 2 предназначены для крепления штырей 4 и позволяют подключать сверху еще одну вилку.

Чтобы легче было понять сборочный чертеж, на рисунке 241 дано наглядное изображение вилки.

Рис. 241. Вилка

### 36. Условности и упрощения на сборочных чертежах

Чтобы правильно прочесть сборочные чертежи, нужно знать условности и упрощения, применяемые при их выполнении. Рассмотрим некоторые из них.

Крайнее или промежуточное положение детали. На рисунке 232 изображение толкателя продолжено вверх штрихпунктирной с двумя точками тонкой линией. Что это означает?

Толкатель движется вверх и возвращается обратно в исходное положение. На сборочных чертежах крайнее или промежуточное положение детали показывают штрихпунктирной с двумя точками тонкой линией.

Обратите внимание, что на виде А (см. рис. 232) ручка (дет. 2) не показана. Форма этой детали определяется по другим изображениям. На данном виде она закрывала бы часть рукоятки, имеющей отверстие с резьбой. В таких случаях деталь не показывают, а на чертеже делают надпись: «Ручка (дет. 2) не показана».

Изображение пограничных деталей. Иногда на сборочном чертеже надо показать детали, не входящие в данное изделие — пограничные. Часть такой детали показана на рисунке 248. Пограничные детали изображают сплошной тонкой линией. Это дает возможность отличить их от деталей, входящих непосредственно в изделие.

Изображение уплотнительных устройств. Для предотвращения просачивания жидкости, пара или воздуха между подвижными деталями различных кранов, вентиляей и трубопроводов применяют уплотнительные устройства.

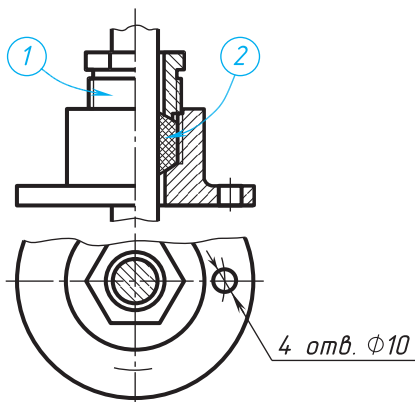
Одно из них — сальниковое устройство (рис. 242). Для уплотняющей набивки в нем использована просаленная пенька, сдавленная при помощи нажимной втулки. Втулка (она указана стрелкой с цифрой 1) соединена с корпусом детали резьбой. Затягивая втулку, можно сжимать набивку, для того чтобы она плотно прилегала к цилиндрической оси. На чертеже набивка (она обозначена стрелкой с цифрой 2) заштрихована в клетку как неметаллический материал (см. рис. 198).

При вычерчивании сальниковых устройств нажимную втулку всегда изображают в верхнем (исходном) положении.

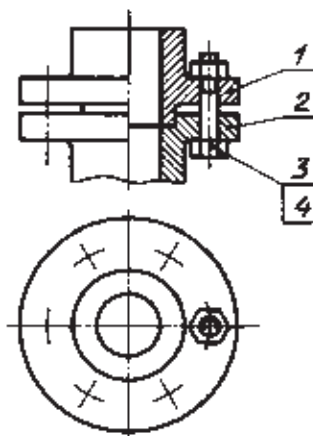
Сокращение количества и размера изображений. На сборочных чертежах, как и на чертежах деталей, для сокращения количества изображений можно соединять половину вида с половиной разреза (рис. 242 и 243). Можно также соединять часть вида с частью разреза.

Чтобы сократить размер изображения, не уменьшая масштаба, применяют обрыв (см. рис. 242, вид сверху).

Изображение одинаковых элементов. Допускается вместо нескольких одинаковых элементов изображать на сборочных чертежах только один из них. Так, например, на рисунке 243 изображен только один болт с гайкой (дет. 3 и 4). Положение остальных показано пересечением центровых линий. А на рисунке 242 показано лишь одно из четырех одинаковых отверстий под болты.



**Рис. 242.** Сальниковое устройство



**Рис. 243.** Условное изображение повторяющихся элементов



**70.** Какой линией показывают на сборочных чертежах крайнее или промежуточное положение детали? Когда применяют такое изображение?

**71.** Как понимать надпись на сборочном чертеже: «Ручка (дет. 2) не показана»?

**72.** Когда на сборочном чертеже деталь обводят не основной, а тонкой линией? Что это значит?

**73.** Как сокращают количество изображений на сборочном чертеже, если надо показать и наружный вид, и внутреннее устройство изделия?



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18

### Чтение сборочных чертежей

1. На рисунках 244—248 приведены сборочные чертежи пяти различных изделий, а на рисунке 249 — наглядные изображения шести изделий. Некоторые из них даны на рисунках 244—248, но не все. Определите, на каких наглядных изображениях, обозначенных буквами, представлены именно те изделия, которые содержатся и на сборочных чертежах. Запишите в рабочей тетради, на каком из наглядных изображений какое изделие представлено. Форма записи: «На наглядном изображении А вычерчено...» (название изделия взять со сборочного чертежа).

Не забудьте, что не ко всем сборочным чертежам даны наглядные изображения.

2. Прочитайте сборочные чертежи, указанные учителем на рисунках 244—248, придерживаясь последовательности, данной в § 35. На вопросы (в том числе дополнительные) ответьте письменно.

#### Дополнительные вопросы к сборочным чертежам

##### К рисунку 244

- 1) Почему не заштрихована деталь 3?
- 2) Почему деталь 2 заштрихована крест-накрест?

##### К рисунку 245

- 1) Изображение Б — Б является разрезом или сечением?
- 2) Для чего оно дано?

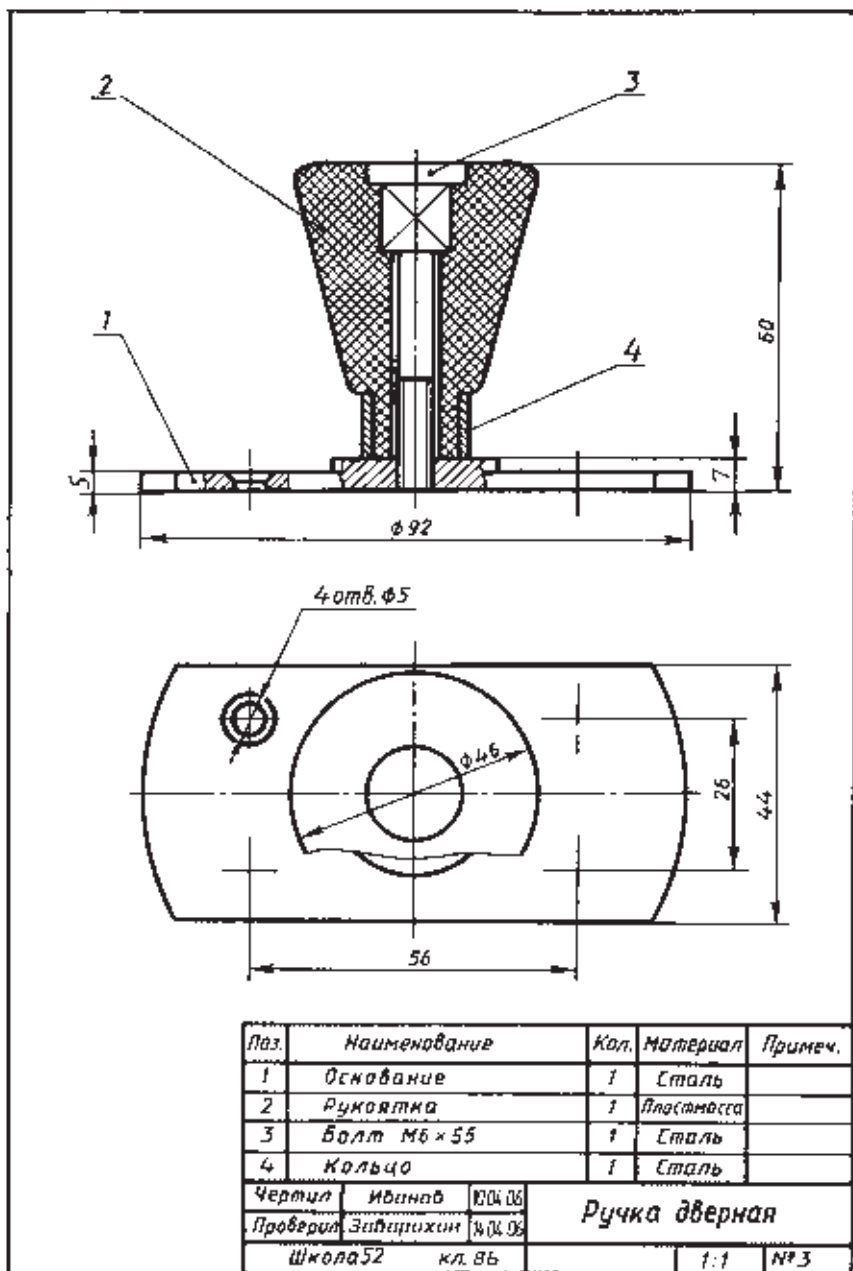


Рис. 244. Чертеж для чтения



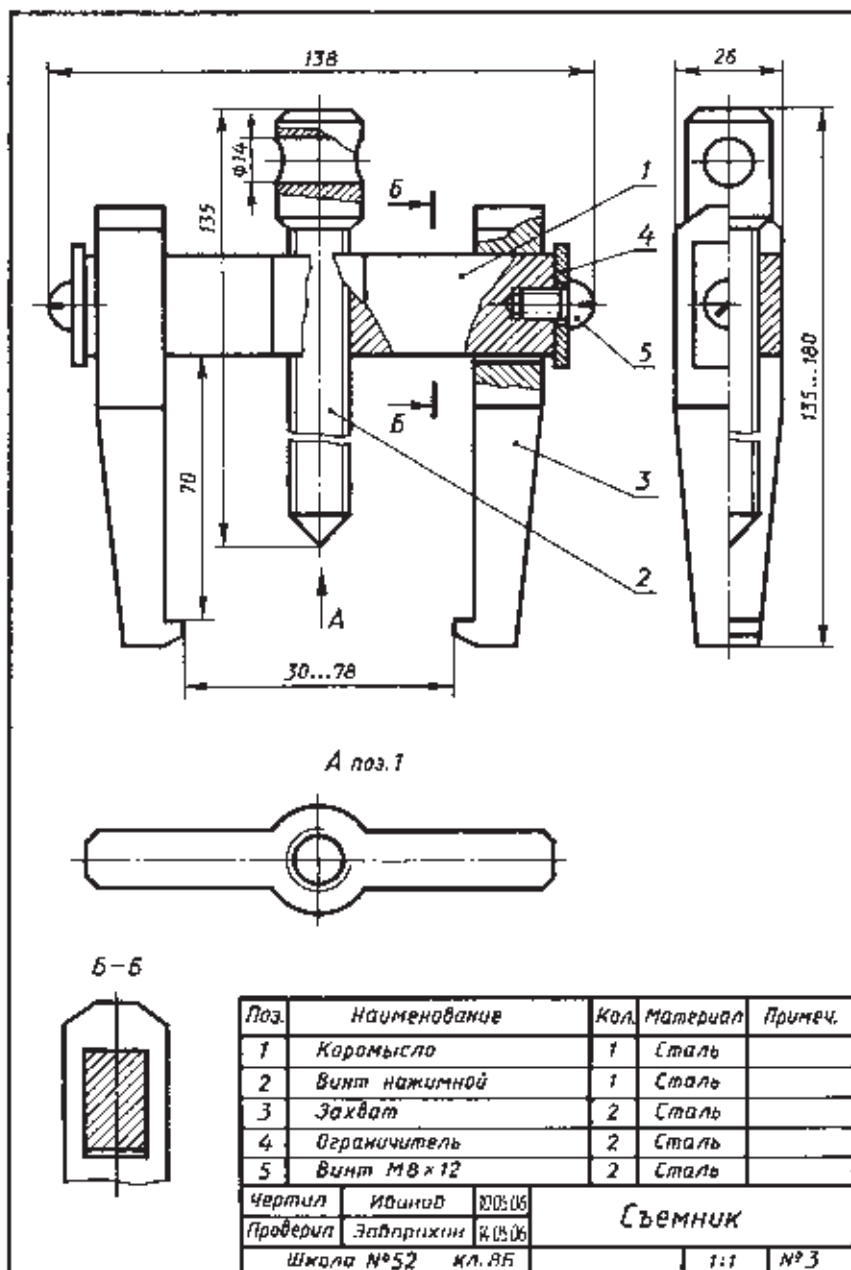


Рис. 245. Чертеж для чтения

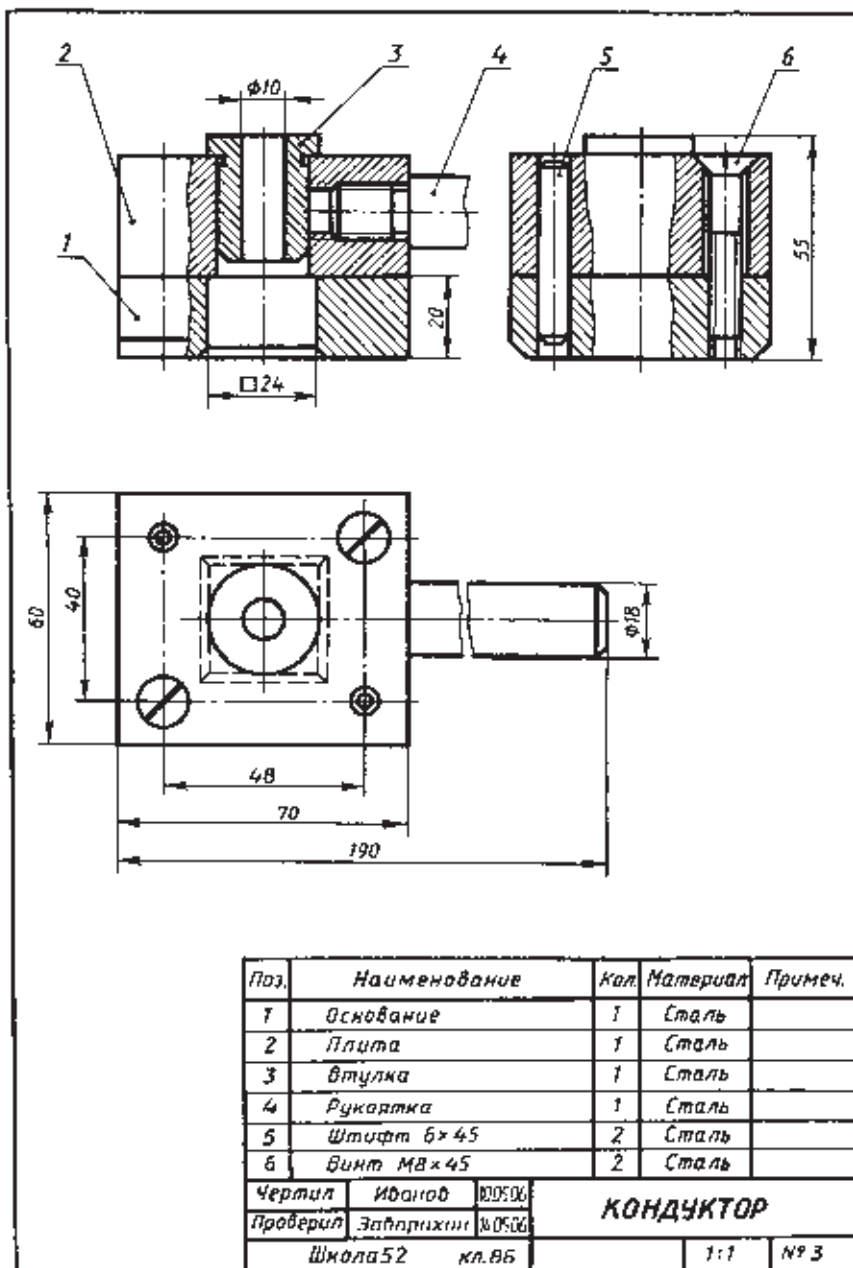


Рис. 246. Чертеж для чтения

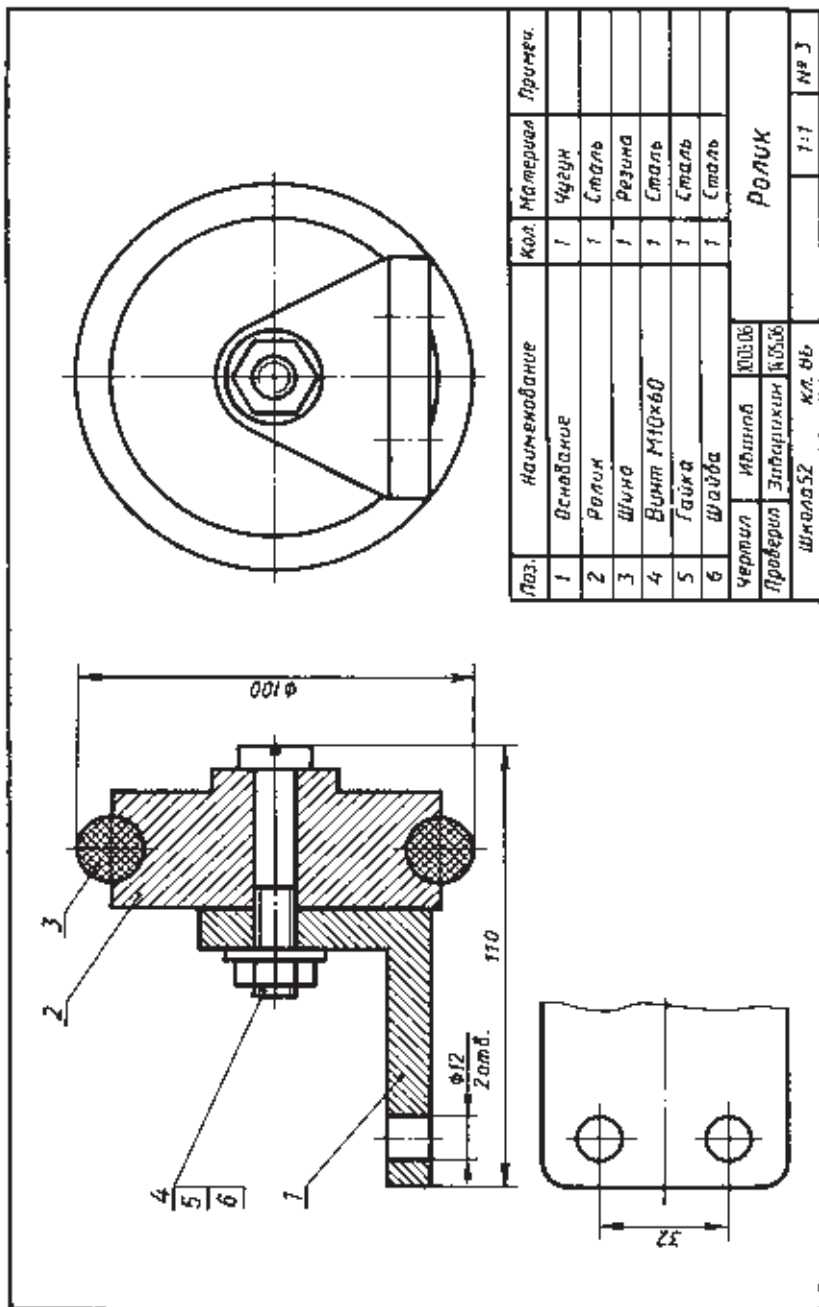
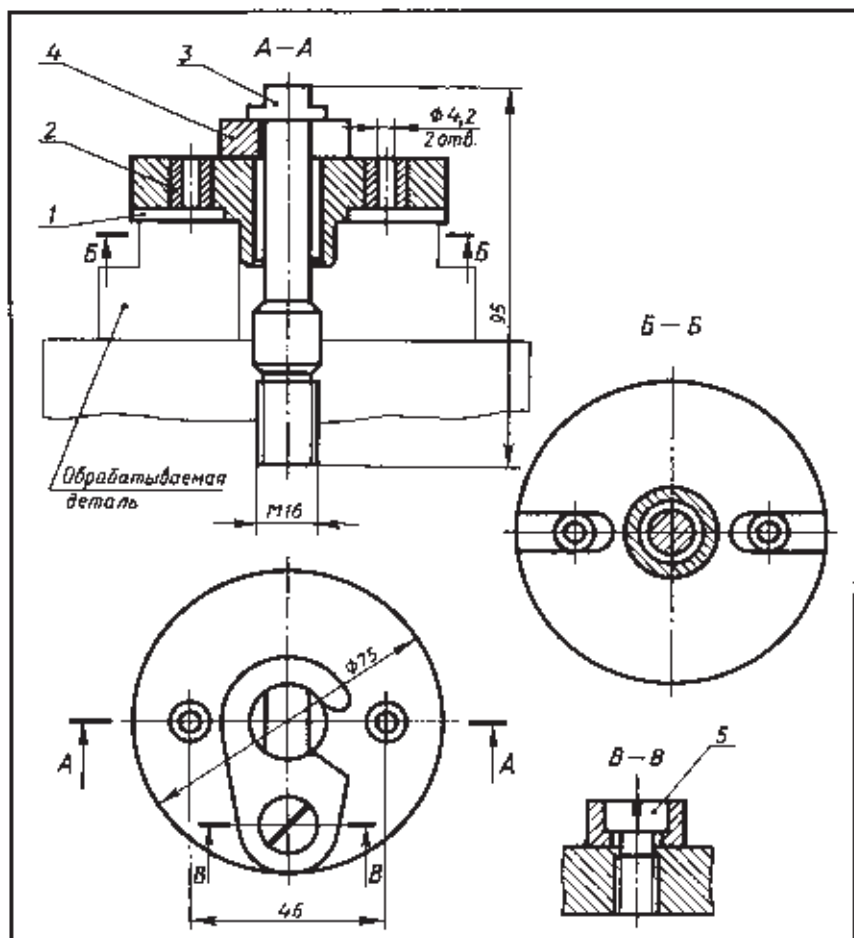


Рис. 247. Чертеж для чтения



Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
1	Плита	1	Сталь	
2	Втулка	2	Сталь	
3	Винт специальный	1	Сталь	
4	Крюк	1	Сталь	
5	Винт М8х4	1	Сталь	
Чертил	Иванов	10.05.06	<b>Кондуктор</b>	
Проверил	Забарихин	16.05.06		
Школа 52		ил. ВЛ		

Рис. 248. Чертеж для чтения

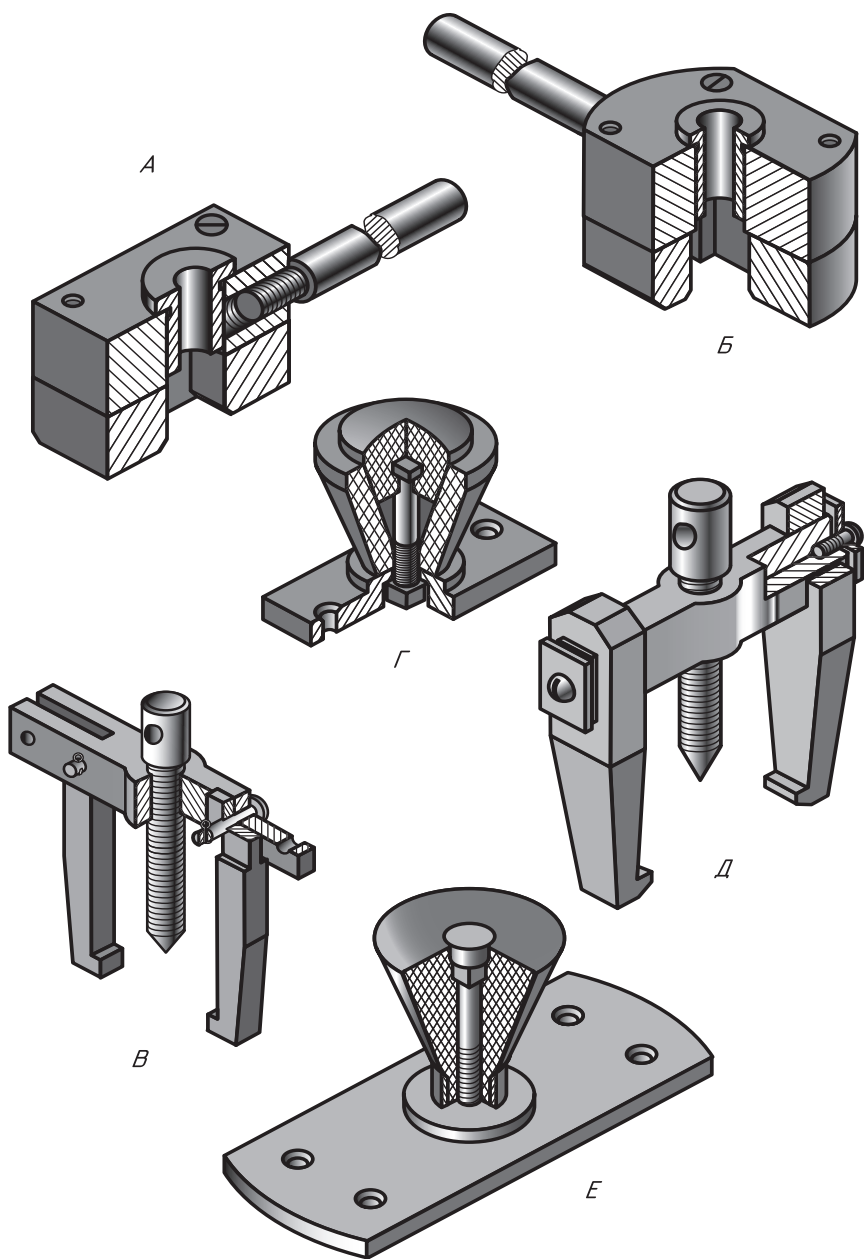


Рис. 249. Задание для упражнений

### К рисунку 246

- 1) Зачем выполнен фронтальный разрез?
- 2) Какова форма детали 5?

### К рисунку 247

- 1) Почему деталь 3 заштрихована крест-накрест?
- 2) Почему штриховка деталей 1 и 2 имеет разное направление?

### К рисунку 248

- 1) Какой линией изображена обрабатываемая деталь?
- 2) Почему специальный винт (дет. 3) на разрезе А — А не заштрихован, а на разрезе Б — Б заштрихован?

3. Выполните технические рисунки одной-двух деталей, предложенных учителем. Выполнить работу вам поможет соответствующее наглядное изображение.

### Назначение и устройство сборочных единиц, входящих в практическую работу № 19.

1. К дверному полотну ручку (рис. 244) крепят с помощью шурупов, для которых на основании (дет. 1) предусмотрены отверстия. Состоит ручка из основания и рукоятки, соединенных с помощью болта (дет. 3).

2. Съемник (см. рис. 245) — приспособление для съемки шкивов, подшипников и других деталей с валов.

Основные детали съемника: коромысло (дет. 1), на которое надеты захваты (дет. 3) и нажимной винт (дет. 2). Предотвращает соскальзывание захвата с коромысла ограничитель (дет. 4), закрепленный винтами (дет. 5).

Демонтируемое устройство устанавливают на выступы захватов. Съемка деталей осуществляется путем вращения нажимного винта, в отверстие которого с этой целью вставляют стержень (рычаг).

3. Приспособление (см. рис. 246) — кондуктор применяется при сверлении отверстий на плитках, в данном случае имеющих прямоугольный выступ.

Основание (дет. 1) кондуктора соединено с плитой (дет. 2) штифтами (дет. 5) и винтами (дет. 6). Сверху в плите находится направляющая втулка (дет. 3), сбоку ввинчена рукоятка (дет. 4).

При сверлении отверстия выступ обрабатываемой детали вставляют в прямоугольное отверстие основания, сверло направляется через втулку сверху.

4. Ролик (см. рис. 247) служит опорой для перемещения тяжелых предметов. Его используют наборами по несколько штук. Ролик (дет. 2) с резиновой шиной (дет. 3) крепят к основанию (дет. 1) при помощи винта (дет. 4) и гайки (дет. 5) с шайбой (дет. 6).

5. Кондуктор накладной (см. рис. 248) применяют при сверлении, в данном случае двух отверстий  $\varnothing 4,2$  в обрабатываемой детали. Винт специальный (дет. 3) кондуктора крепят к столу сверлильного станка. После установки обрабатываемой детали на нее накладывают плиту (дет. 1), которая закрепляется крюком (дет. 4). Крюк обеспечивает легкое и быстрое крепление плиты кондуктора.

Втулка (дет. 2), запрессованная в плиту, направляет сверло.

## 37. Понятие о детализации

Изделия, состоящие из нескольких деталей, собирают по сборочным чертежам. Но сначала изготавливают детали, а для этого требуется обеспечить производство их чертежами. Процесс составления чертежей деталей по чертежам изделий, состоящих из нескольких деталей, называют *детализацией*.

Суть процесса детализации будет ясна из сопоставления рисунков 250 и 251. Упор, для которого чертеж и наглядное изображение приведены на рисунке 250, мысленно расчленен на отдельные детали (рис. 251, а). На рисунке 251, б даны чертежи двух деталей, как правило, они содержат различные указания, в том числе связанные с технологией изготовления детали. Здесь эти обозначения не приведены. Их изучают на занятиях практикума по машиностроительному черчению.

Чтобы облегчить работу, рекомендуем придерживаться следующего порядка детализации:

1. Прочитать чертеж изделия в последовательности, приведенной в § 35, обратив особое внимание на форму деталей, их назначение и взаимодействие.

2. Мысленно разобрать изделие на отдельные детали.

3. Выделить стандартизованные детали, на которые не составляют чертежи.

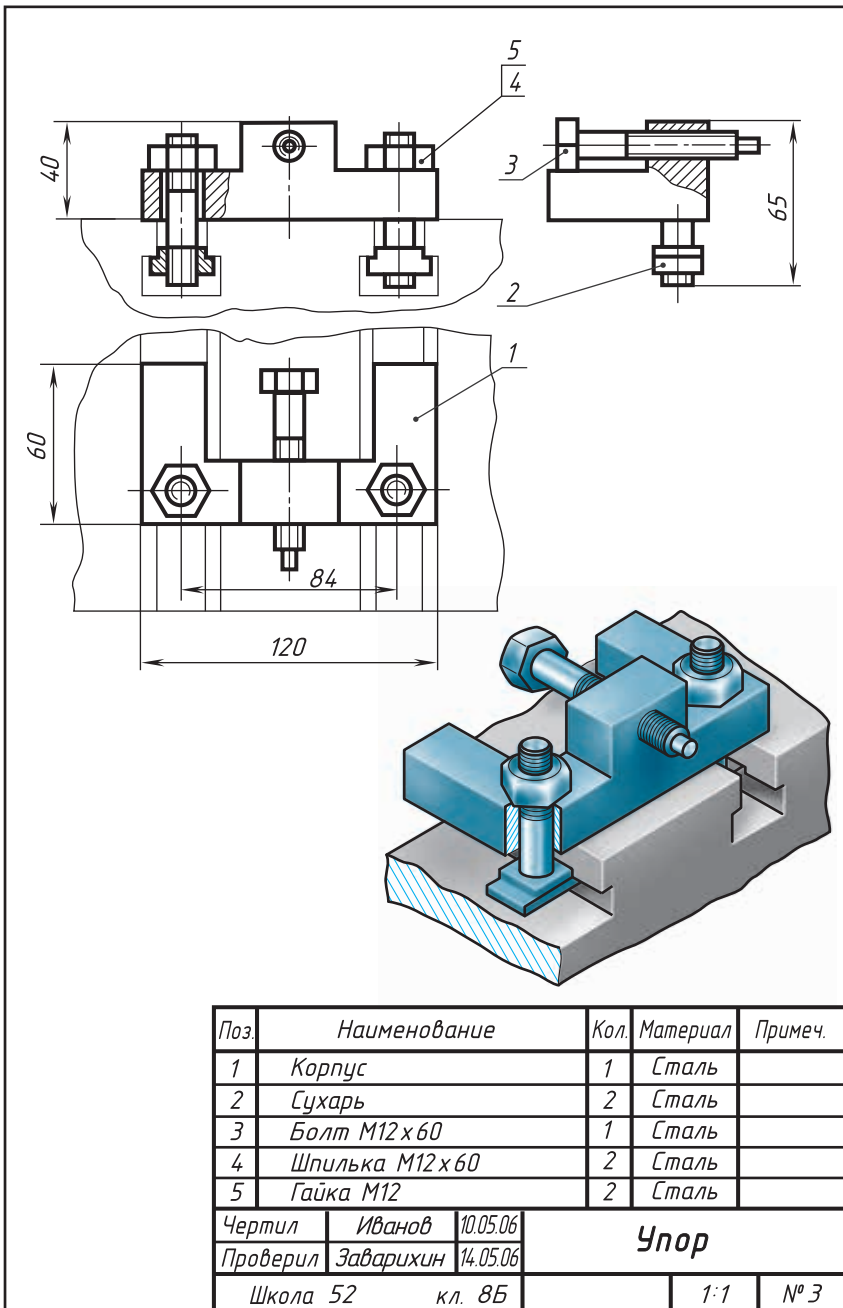
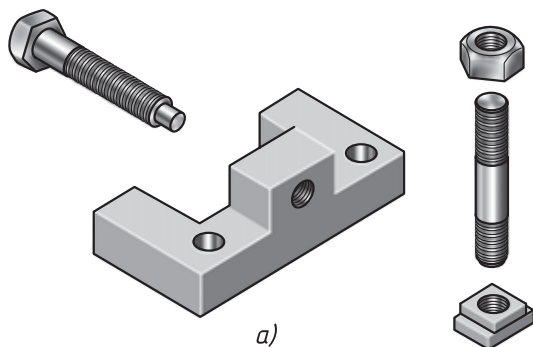
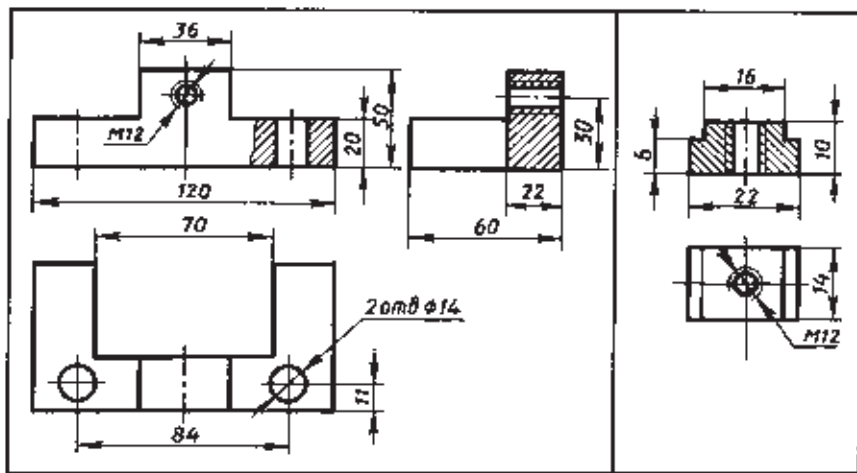


Рис. 250. Сборочный чертеж и наглядное изображение упора





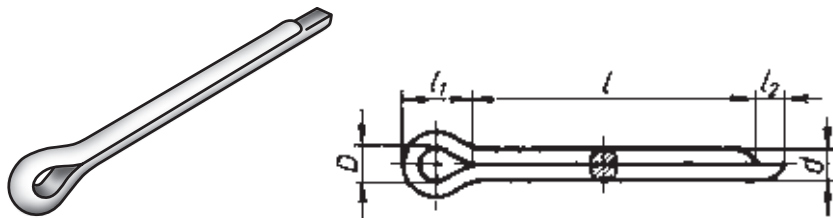
a)



б)

в)

**Рис. 251.** Детали упора:  
*a* — наглядное изображение; *б* — чертеж детали «корпус»;  
*в* — чертеж детали «сухарь»



**Рис. 252.** Шплинт

4. Определить число изображений, необходимых при вычерчивании каждой детали. Нельзя при этом копировать его с чертежа, подлежащего детализованию. Винт (дет. 3), например, на рисунке 250 представлен тремя видами. На чертеже этой детали достаточно двух видов. И наоборот, стойка (дет. 1) на рисунке 232 показана тремя видами и сечением, хотя чертеж этой детали должен содержать не меньше пяти изображений.

5. Найти сопрягаемые поверхности деталей, т. е. поверхности, взаимодействующие с поверхностями других деталей. К таким относятся, например, поверхности штифта и отверстия для него (см. рис. 246).

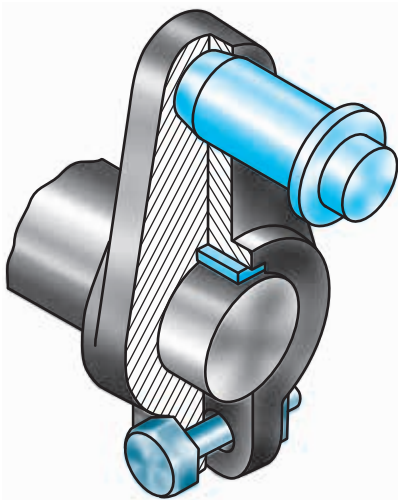
Для сопрягаемых поверхностей надо согласовать размеры. Это значит, что одинаковыми по величине должны быть, например, наружные диаметры втулки и отверстия, куда она запрессовывается (см. рис. 248).

При детализовании, особенно при нанесении размеров, надо пользоваться справочниками. Так, размеры пазов для шпонок должны быть выбраны и нанесены в соответствии с рекомендациями, данными в разделе 33.1; размеры резьбовых изделий — в соответствии с рекомендациями, данными в разделах 31.3 и 32.2. Наконец, справочником целесообразно воспользоваться, когда что-либо забыто или встретилось впервые. Например, в спецификации сборочного чертежа встретилось обозначение: «Шплинт 1,5 × 15 ГОСТ 397 — 79». Вы не знаете, какую форму имеет деталь и что означают цифры в этой записи. Из справочника узнаем, что деталь имеет форму, показанную на рисунке 252. Обозначение надо понимать так: шплинт для отверстий диаметра  $d = 1,5$  мм, длина шплинта 15 мм.

Использование справочников при чтении и составлении чертежей, в том числе и во время контрольных работ, разгружает память, позволяет получить больше новых сведений, ускоряет выполнение работы.

Выполняя детализованье, надо каждую деталь вычерчивать на отдельном листе, формат которого зависит от выбранного масштаба. Большую часть данных для основной надписи берут из спецификации сборочного чертежа.

Рассмотрим пример детализованья. На рисунке 253 дано наглядное изображение кривошипа. Кривошип передает движение от шатуна к валу, превращая поступательное движение поршня во вращательное движение вала. На рисунке 254



**Рис. 253.** Кривошип

приведен чертеж кривошипа. Он представляет собой эксцентрично расположенный палец (дет. 2), соединенный посредством плеча (дет. 1) с валом (дет. 3), которому сообщает вращательное движение. С пальцем кривошипа шарнирно соединяется шатун, идущий от поршня.

Прочитав чертеж (рис. 254), устанавливаем по спецификации, что на нем изображен кривошип. Даны главный вид и разрез. Главный вид содержит местный разрез. Изображение детали 3 также содержит местный разрез.

Деталь 6 — болт имеет головку в виде шестиугольной призмы. Основные размеры болта: резьба М6, длина стержня 25 мм. Это мы узнаем из спецификации. Зная номер стандарта, можно определить «размер под ключ» (он равен 10 мм), высоту головки (4 мм) и другие размеры.

Деталь 5 — гайка с резьбой М6 имеет форму шестиугольной призмы.

Деталь 2 называется «палец». Он состоит из трех цилиндров и усеченного конуса. Конический конец детали 2 расклепан, что обеспечивает неподвижность соединения с деталью 1.

Шпонка (дет. 4) призматическая. Высота и ширина шпонки по 6 мм, длина 14 мм. Это мы также узнаем из спецификации.

В детали «плечо» четыре отверстия: одно коническое, второе цилиндрическое под вал  $\varnothing 21$  мм и два также цилиндрических под болт М6. Болт и гайка служат для стягивания лапок плеча, которое зажимает вал. Детали 1 и 3 соединяются призматической шпонкой.

Размеры  $\varnothing 16$  и 24 являются присоединительными, размер 160 габаритный.

На детали 4, 5 и 6 составлять чертежи не надо, так как они стандартизованы.

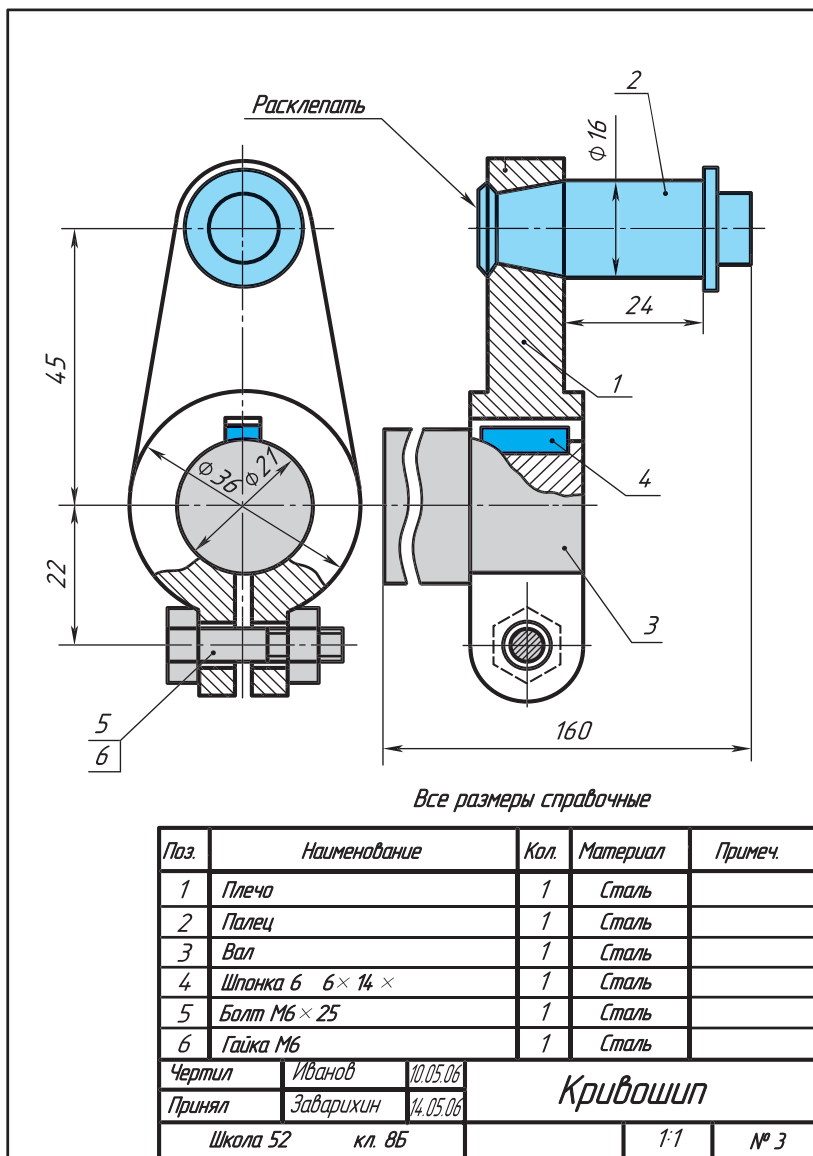


Рис. 254. Сборочный чертеж кривошипа

Таким образом, чертеж прочитан. Изделие мысленно разобрано на отдельные детали. Выделены те из них, на которые нужно составить чертежи, определив необходимое количество

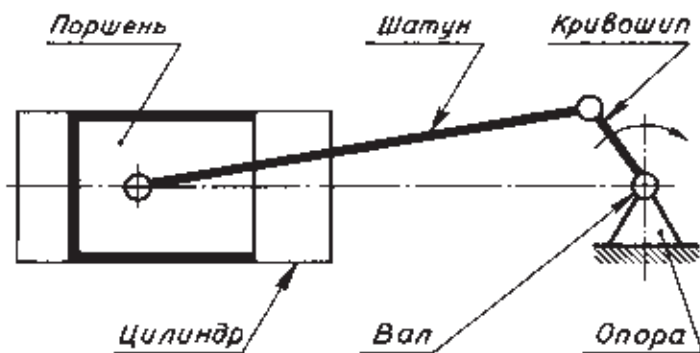


Рис. 255. Схема работы кривошипа

изображений, положение для главного вида, отметив сопрягаемые поверхности и выбрав масштаб.

На рисунке 256 дан чертеж детали 2 — пальца. На чертеже, где он представлен в соединении с другими деталями, палец показан на двух изображениях, а здесь на одном, так как форма его полностью выявляется одним видом.

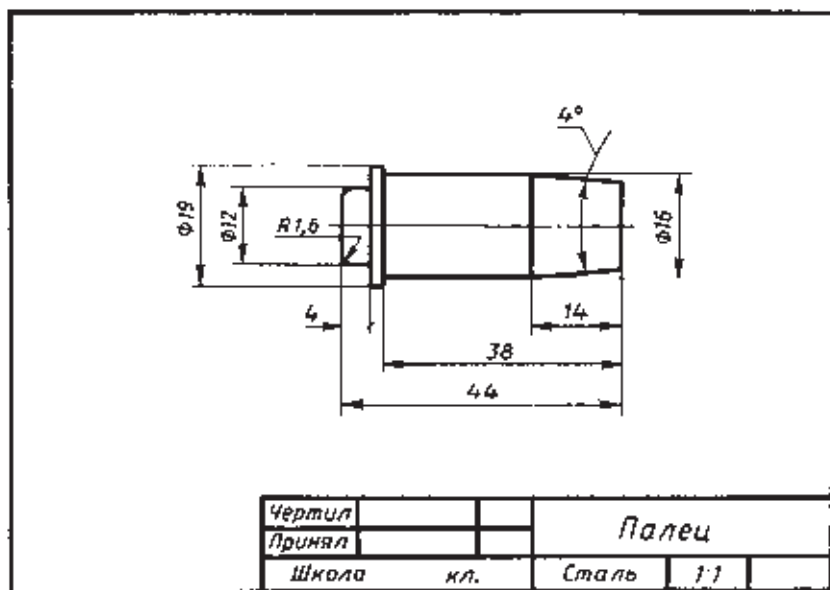


Рис. 256. Чертеж детали 2 кривошипа

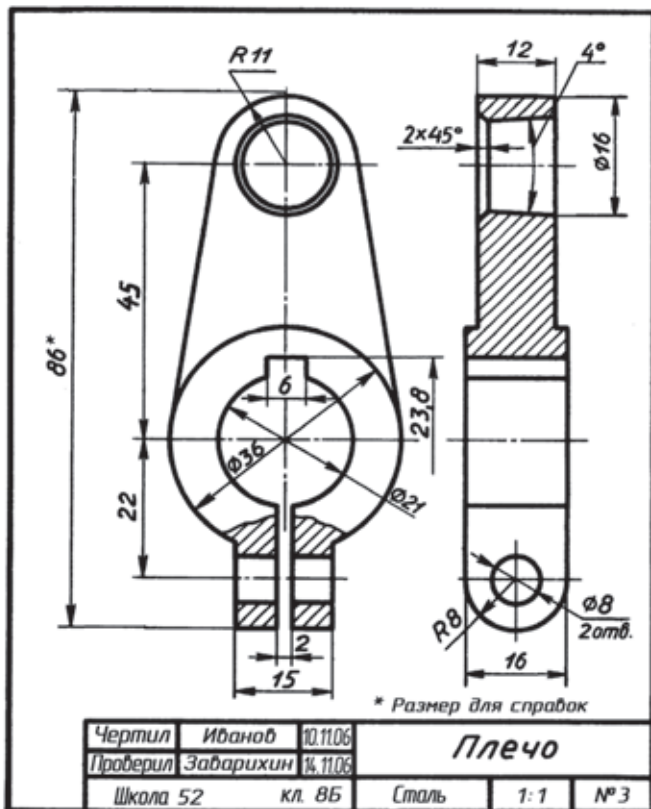


Рис. 257. Чертеж детали 1 кривошипа

На рисунке 257 дан чертеж детали 1 — плеча. Размеры, которых не было на рисунке 254, определены с помощью углового масштаба (см. указание к практической работе № 19). Размеры шпоночного паза — 6 и 2,8 мм — взяты из справочной таблицы (см. § 33).

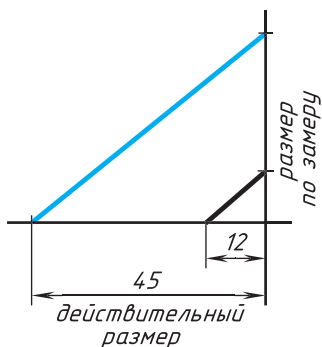
Размеры сопрягаемых поверхностей (для  $\varnothing 16$  и  $\varnothing 21$ ) взаимно согласованы.



1. Что называется детализированием?
2. Для чего выполняют детализирование?
3. В чем заключается процесс детализирования?
4. Перечислите этапы детализирования.
5. Можно ли, составляя чертежи деталей, копировать с рассматриваемого чертежа количество видов, положение для главного вида? Обоснуйте свой ответ.
6. Что значит согласовать размеры?



## Деталирование



**Рис. 258.** Угловой (пропорциональный) масштаб

Выполните по указанию учителя чертежи одной-двух деталей (рис. 240, 244, 245, 246, 247, 248).

**Указания к работе № 19.**

1. В соответствии с рекомендациями, данными в § 37, выполните чертежи следующих деталей:

- 1) рисунок 240, детали 2, 4;
- 2) рисунок 244, детали 1, 3;
- 3) рисунок 245, детали 2, 3;
- 4) рисунок 246, детали 3, 4;
- 5) рисунок 247, детали 1, 2;
- 6) рисунок 248, детали 1, 3.

2. Для определения размеров деталей можно воспользоваться *пропорциональным масштабом* (рис. 258). Например, на рисунке 254 расстояние между центрами отверстий 45 мм. Откладываем эту величину на горизонтальной прямой. Из конца отрезка проводим перпендикуляр. На нем от вершины угла откладываем расстояние между центрами отверстий, но взятое с чертежа в книге. Концы отрезков соединяем прямой (на рисунке она показана другим цветом).

Чтобы определить размер любого отрезка на данном чертеже, откладываем этот отрезок от вершины на вертикальной стороне угла и проводим линию, параллельную ранее построенной прямой. Она отметит на горизонтальной стороне угла действительную величину определяемого отрезка.

**Решение творческих задач с элементами конструирования**

Конструирование — это создание новых изделий или их усовершенствование (реконструкция).

Работа по конструированию всегда сопровождается выполнением графических изображений (чертежей, технических рисунков).

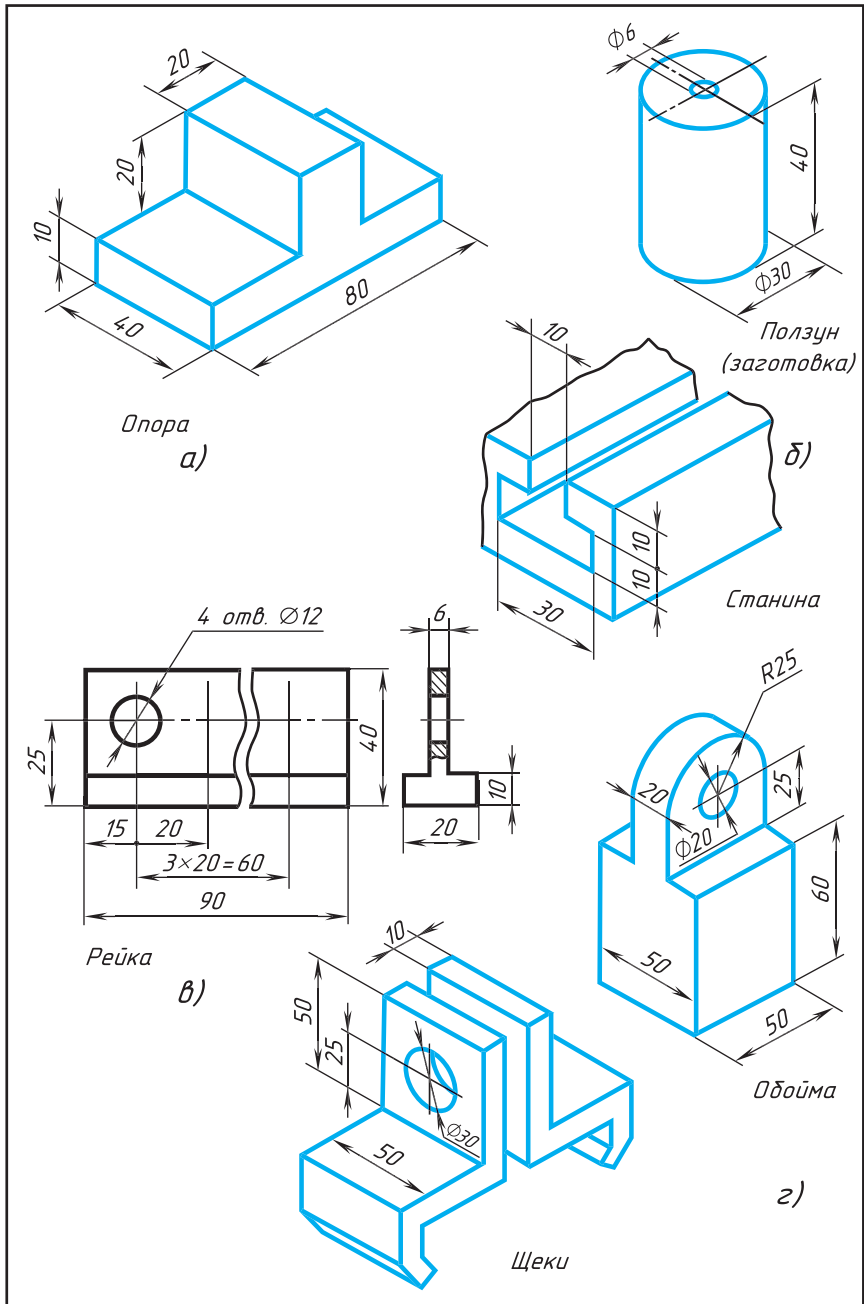


Рис. 259. Задания на конструирование



Чтобы учиться конструированию, полезно решать задачи, включающие элементы конструкторского труда. Такие задачи могут включать введение новых конструктивных элементов (отверстий, вырезов и др.) в изделие, изменение количества или формы его частей. Цель этих изменений — придать предмету новые полезные качества (уменьшить вес, повысить прочность, упростить обработку, создать удобство пользования изделием, придать привлекательность внешнему виду и др.). Это нелегкий труд. Здесь надо проявлять смекалку.

1. Из данной заготовки (рис. 259, а) сконструируйте опору для установки в вертикальном положении цилиндрического стержня  $\varnothing 30$  мм в ее верхней части. Основание опоры должно крепиться на столе при помощи болтов  $\varnothing 10$  мм. Предусмотрите, насколько это возможно, уменьшение массы опоры. Чертеж опоры выполните в необходимом количестве изображений, нанесите размеры.

2. Сконструируйте ползун (на рис. 259, б дана заготовка), который можно вставить в Т-образный паз станины и перемещать вдоль нее. Выполните чертеж ползуна в необходимом количестве изображений, нанесите размеры.

3. По данному образцу (рис. 259, в) сконструируйте и выполните чертеж рейки длиной 150 мм. (Подсчитайте, сколько отверстий надо добавить. В соответствии с этим нанесите размеры на чертеже).

4. Измените конструктивно нижнюю часть заготовки обоймы (рис. 259, г) так, чтобы ее можно было использовать как насадку для закрепления двух щек (при плотном прилегании их верхних частей).

Выполните чертеж этой обоймы, нанесите размеры.

## Чтение строительных чертежей

### 38. Основные особенности строительных чертежей

Чтобы построить здание или сооружение, сначала разрабатывают рабочие чертежи. Как и в машиностроении, в строительстве широко применяют типовые соединения и стандартные детали. Чертежи на них, как правило, не составляют. С ними можно ознакомиться в специальных альбомах и каталогах.

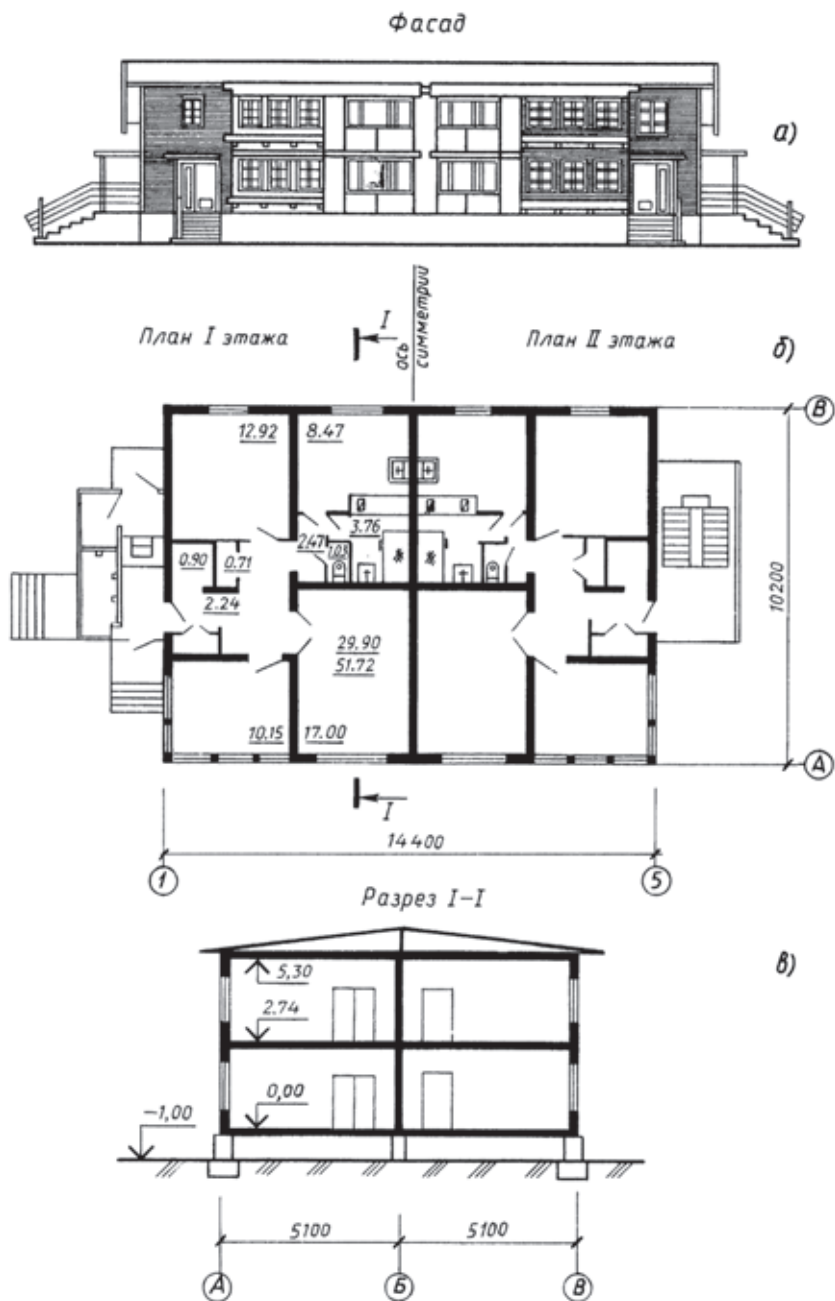
Правила выполнения и оформления строительных и машиностроительных чертежей во многом одинаковы. Однако строительные чертежи имеют ряд особенностей.

**38.1. Изображения на строительных чертежах.** Основные изображения на строительных чертежах называются *фасад*, *план*, *разрез* (рис. 260, *а - в*).

*Фасад* — изображения внешних сторон здания (см. рис. 260, *а*). На фасадах показывают расположение окон и дверей, а также архитектурные детали здания. На этих изображениях обычно не наносят размеров, за исключением высотных отметок.

Отметкой называют число, указывающее высоту горизонтальной площадки над нулевой плоскостью. За нулевую отметку принимают уровень пола первого этажа.

Знак отметки показан на рисунке 261. Отметки наносят в метрах, числа записывают на полке. Это число показывает, на сколько выше или ниже (со знаком «минус») нулевой отметки находится отмеченный уровень. Например, на рисунке 260, *в* отметки 2,74 и 5,30 указывают на то, что поверхность пола второго этажа находится на 2,74 м, а плоскость потолка второго этажа — на 5,30 м выше уровня пола первого этажа. Нулевую отметку записывают числом 0,00. Отметка —1,00 означает, что поверхность пола в подвале ниже пола первого этажа на 1 м.



**Рис. 260.** Типовой проект здания

Планом здания называют разрез здания горизонтальной плоскостью на уровне немного выше подоконников (см. рис. 260, б).

Планы выполняют для каждого этажа. На рисунке 260, б слева выполнена половина плана первого этажа, а справа — половина плана второго этажа. Они совмещены.

На планах показывают взаимное расположение помещений, в том числе лестничных клеток, расположение окон и дверей, толщину стен и перегородок, положение и размеры колонн. Там же наносят изображение санитарно-технического оборудования. Ширину и длину здания, расстояние между осями стен и колонн, размеры проемов и простенков также наносят на плане.

Кроме того, указывают площадь (в кв. м) помещений цифрой, подчеркнутой линией. Сечения стен, выполненные из материала, являющегося для здания основным, можно не штриховать. Отдельные участки из другого материала выделяют штриховкой.

Вид на здание сверху является планом кровли.

Разрез служит для выявления конструкции здания и высоты этажей (см. рис. 260, в). Получают его с помощью вертикальных секущих плоскостей, проходящих, как правило, по оконным и дверным проемам. На разрезах наносят отметки.

Над фасадами и планами иногда делают надписи по типу: «Фасад», «План I этажа» и т. д.

**38.2. Масштабы строительных чертежей.** На строительных чертежах применяют масштабы уменьшения: 1 : 100, 1 : 200, 1 : 400. Для небольших зданий и для фасадов применяют масштаб 1 : 50. Это дает возможность выявить на фасаде архитектурные детали. Поскольку масштаб разных изображений может быть различным, его обычно указывают около каждого из них.

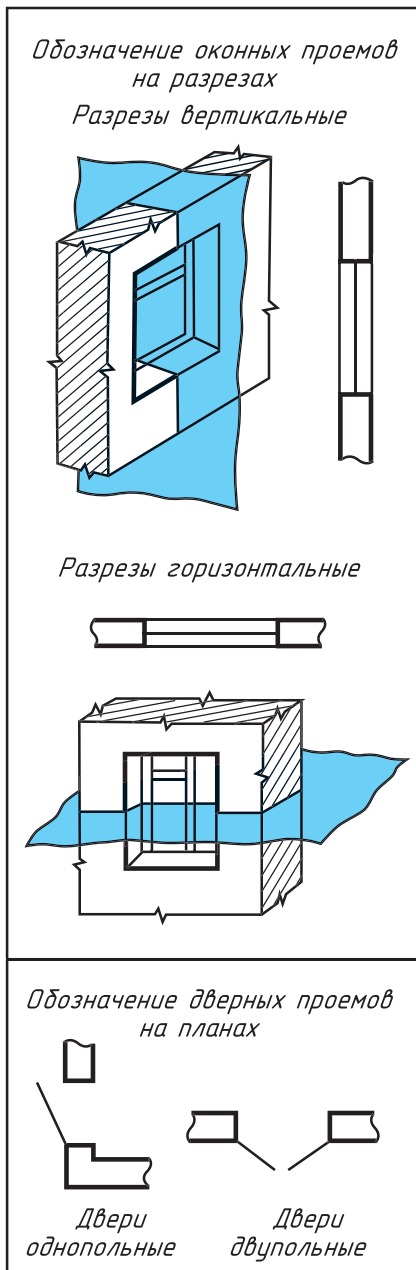
**38.3. Размеры на строительных чертежах.** Размерные линии на строительных чертежах ограничивают короткими штрихами под углом 45° к размерной линии (см. рис. 260, в).

Размеры на строительных чертежах, кроме отметок, указывают в миллиметрах, иногда на чертежах зданий — в сантиметрах.

На планах размеры наносят с внешней стороны. Между каждой парой смежных осей обычно наносят размеры замкну-



Рис. 261. Высотные отметки



**Рис. 262.** Условные графические изображения оконных и дверных проемов

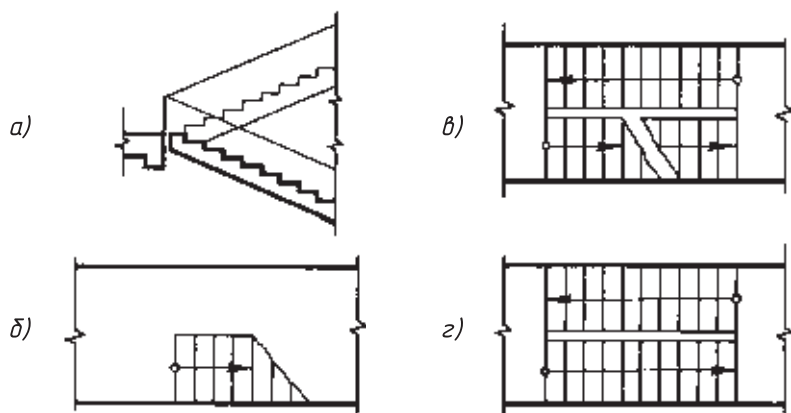
той цепочкой, а общий размер — между крайними осями. Кроме того, указывают площадь внутренних помещений в квадратных метрах, подчеркивая цифры тонкой линией. Например, площадь комнаты 12,92 на рисунке 260, б.



1. Какие сведения можно получить, рассматривая фасад на чертеже?
2. Какие сведения можно получить, рассматривая план здания?
3. Какие сведения можно получить, рассматривая разрезы здания?
4. Какие масштабы применяют в строительном черчении? Могут ли быть разные изображения выполнены в различных масштабах?
5. Что принимают за нулевую отметку?

### 39. Условные изображения на строительных чертежах

Отдельные элементы зданий (оконные и дверные проемы, лестничные клетки) и детали внутреннего оборудования (санитарно-технические и отопительные устройства и т. п.) показывают на чертежах с помощью условных графических обозначений.



**Рис. 263.** Условные графические обозначения лестниц

**39.1. Оконные и дверные проемы.** На рисунке 262 приведены условные графические обозначения и наглядные изображения оконных, дверных проемов на разрезах и планах зданий. Как видите, стены изображают на разрезах сплошными основными линиями, оконные проемы — сплошными тонкими линиями. На месте дверных проемов в плане линий не проводят, но показывают полотно двери и направление, куда открывается дверь.

На вертикальных разрезах в местах дверных проемов наносят тонкие линии. Тонкими волнистыми линиями показывают обрыв стен.

**39.2. Лестничные клетки.** На рисунке 263 приведено обозначение лестницы: лестничный марш в сечении (рис. 263, *а*), нижний марш в плане (рис. 263, *б*), промежуточный марш (рис. 263, *в*), верхний марш (рис. 263, *з*).

Линия со стрелкой на конце показывает направление подъема лестничного марша. Начинается она кружком, расположенным на изображении площадки этажа.

**39.3. Отопительные устройства, санитарно-техническое оборудование.** Рисунок 264 содержит поясняющие надписи и соответствующие условные обозначения отопительных устройств, санитарно-технического оборудования.

	Дымоходы и вентиляционные каналы в плане
	Печи отопительные: на твердом топливе
	на газе
	Плита на плане
	Раковина
	Умывальник
	Мойка
	Унитаз
	Ванна

**Рис. 264.** Отопительные и санитарно-технические устройства на видах сверху и планах

	Камень естественный
	Бетон
	Керамика и силикатные материалы для кладки
	Грунт естественный

**Рис. 265.** Графические обозначения материалов в сечениях

Дымоходы изображают на плане прямоугольниками, половина которых по диагонали зачернена. У вентиляционных каналов эту половину не зачерняют (проводят лишь диагональ).

Печь на твердом топливе изображают в виде прямоугольника. Черточкой показывают топку. Печь на газе изображают прямоугольником с диагональю. Плиту изображают также прямоугольником, но с двумя кружками.

Все условные изображения обводят тонкими линиями. Выполняют их в принятом для данного чертежа масштабе.

**39.4. Обозначение материалов в сечениях.** На рисунке 265 показаны установленные стандартом некоторые графические обозначения материалов в сечениях.

В строительных чертежах допускается на сечениях небольшой площадки любой материал обозначать как металл или вообще не применять обозначение, дав поясняющую надпись на поле чертежа.

#### 40. Порядок чтения строительных чертежей

Рекомендуется придерживаться следующего порядка чтения строительных чертежей:

1. Определить название здания или сооружения, изображенного на чертеже.
2. Установить, какие даны изображения (фасады, планы, разрезы).
3. Рассмотреть совместно надписи и изображения на чертеже.
4. Изучить взаимное расположение и конструкцию всех частей здания.
5. Выяснить расположение дверей, окон, санитарно-технического и другого оборудования во всех жилых и нежилых помещениях.

При чтении таких чертежей вам придется применять на практике все те сведения, о которых вы узнали в данной главе. Для примера ознакомимся со строительным чертежом (см. рис. 260, *a - в*). На нем изображен двухэтажный четырехквартирный жилой дом. В каждой квартире две комнаты.

Жилая площадь каждой квартиры 29,90 м<sup>2</sup>. Общая площадь каждой квартиры 51,72 м<sup>2</sup>. Об этом мы узнаем по надписям в квартире первого этажа.

Дом имеет водопровод, канализацию, центральное отопление. Эти данные указаны в типовом проекте здания.

Размеры здания между осями 1 и 5 равны 14 400 см, а между осями *AB* равны 10 200 см.

На фасаде видны четыре наружные лестницы, ведущие в квартиры.

Ответьте на вопросы к рисунку 260, *a - в*:

- 1) Какие изображения даны на рисунке?
- 2) Где проходит секущая плоскость для разреза *I—I*?
- 3) Какова площадь каждой комнаты?
- 4) Сколько дверей в каждой квартире?
- 5) Какие двери однопольные? двухпольные?





## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 21

### **Чтение строительных чертежей (с использованием справочных материалов)**

Прочитайте по заданию учителя строительный чертеж. Ответ составьте в виде связного рассказа об изображенном на чертеже объекте.



## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 22

### **Выполнение чертежа детали по чертежу сборочной единицы**

**Указание к работе № 22.** Эта работа контрольная. В ней вы должны показать знания, полученные вами в школе. Получив сборочный чертеж, вы должны выполнить по нему чертеж указанной вам детали. При этом нужно соблюдать все правила оформления чертежа: начертить деталь в необходимом количестве изображений, применив, если нужно, разрезы, сечения, местные виды, нанести размеры, заполнить основную надпись. Не забывайте при этом, что, выполняя детализацию, нельзя копировать изображения деталей со сборочного чертежа.

## Разновидности графических изображений

На рисунке 266 указаны графические изображения, применяемые в практике.

Изображения, построенные по методу центрального проецирования (перспектива), используют для наглядного воспроизведения объектов. Изображения, выполненные в параллельных проекциях, применяют при выполнении технических чертежей. Проекции с числовыми отметками используют в картографии. Схемы выявляют лишь связи между составными частями изделий, их особенностью является использование условных обозначений.

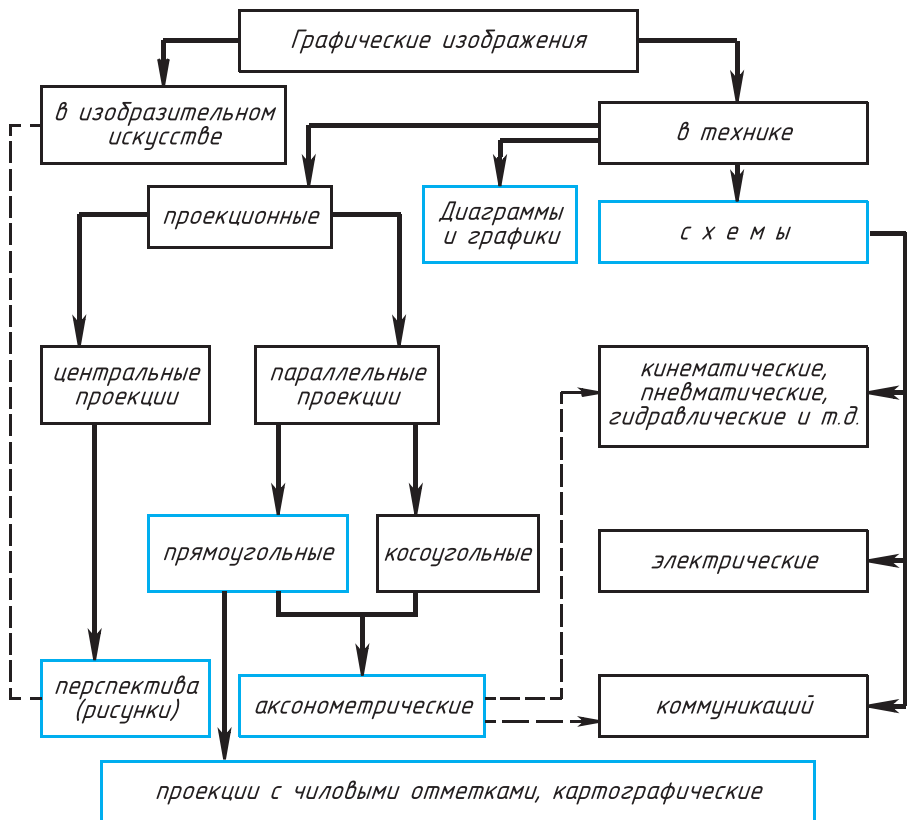


Рис. 266. Графические изображения, применяемые в практике

## Применение компьютерных технологий выполнения графических работ

История компьютерной (машинной) графики начинается с 60-х гг. прошлого века. В 1982 г. была впервые разработана система AutoCAD (Автокад) для выполнения чертежей на персональном компьютере. В начале XXI в. стали доступны системы трехмерного моделирования и проектирования.

Сейчас в России конструкторские бюро, где чертят вручную, встречаются редко. На ряде предприятий чертежи, спецификации и другие конструкторские документы не применяются совсем, т. е. изделия производят, минуя стадию чертежа. При таком походе пространственные компьютерные модели изделий поступают на станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

**Возможности компьютерной графики.** Компьютерная графика — очень широкое понятие, которое помимо проектирования включает в себя другие области деятельности человека. Например, она используется в системах компьютерной анимации, при создании декораций, в моделировании визуальных спецэффектов на телевидении. Большинство современных компьютерных игр построено на широком использовании трехмерной компьютерной графики.

Проектированием с помощью компьютерной графики занимаются архитекторы, дизайнеры, конструкторы, работающие в различных отраслях промышленности: от создания летательных аппаратов до разработки химического оборудования.

Программные средства компьютерной графики можно дополнить или соединить с различными программами и системами. Программный комплекс, в основе которого лежат средства компьютерной графики, может полностью автоматизировать процесс производства. Например, изготовление мебели от принятия заказов до сборки готовых изделий. Конструктор и дизайнер, с учетом пожеланий заказчика, создают пространственную модель мебельной композиции. Затем система за короткое время разрабатывает комплект конструкторской документации, включая чертежи, спецификации и другие документы, если это необходимо, или передает данные на технологи-

ческую цепочку станков с ЧПУ. Далее изготавливают необходимые детали и собирают изделие.

**Технологии проектирования с помощью средств компьютерной графики.** Существует два подхода к конструированию на основе компьютерной графики.

Первый подход базируется на *двумерной* геометрической модели (2D-технология). Разработка объекта ведется путем построения и анализа плоских изображений — проекций (см. рис. 267, *а*). При этом подходе компьютер служит лишь средством выполнения чертежа, позволяющим значительно ускорить процесс конструирования и улучшить качество оформления чертежей и других конструкторских документов. В использовании двумерной технологии центральное место занимает чертеж, по которому изделие изготавливают.

В основе второго подхода лежит *пространственная* геометрическая модель изделия (3D-технология). Проектирование осуществляется на основе оперирования пространственными объектами (см. рис. 267, *б*), а не их проекциями, как в первом случае.

Использование 3D-технологии стало возможным благодаря компьютерной графике, позволяющей достаточно просто строить трехмерные модели и наглядно отображать их на экране. Так как 3D-технология полностью охватывает процесс проектирования и производства, то нет необходимости в выполнении двумерного чертежа. Созданную трехмерную модель можно непосредственно передать на станок с ЧПУ. Вместе с тем, на современном уровне развития средств компьютерной графики чертеж в большинстве случаев необходим. Поэтому при использовании 3D-технологии выполнение чертежа



**Рис. 267.** Примеры 2D и 3D-технологий

осуществляется на завершающей стадии проектирования и в значительной мере автоматизировано: достаточно указать, какие виды, разрезы и сечения нужны для выявления формы детали или сборочной единицы. Наносить необходимые размеры и проводить осевые линии пользователю приходится самостоятельно.

Важнейшие преимущества выполнения чертежей средствами компьютерной графики — возможность получения цветных чертежей, удобство в передвижении изображения по полю чертежа. При удалении отдельных линий исправления незаметны.

Большой выигрыш по времени достигается при использовании библиотек чертежей типовых и стандартных элементов, которые хранятся в памяти компьютера: соединений болтами, винтами, шпильками — такие элементы используются при выполнении сборочных чертежей.

Средства компьютерной графики обеспечивают существенно большую точность. Все линии чертежа — четкие и ясные, текст — соответствует стандарту и легко читается. Измерения можно производить непосредственно на компьютерном чертеже.

Какому же подходу — 2D или 3D-технологии отдать предпочтение при выполнении чертежей деталей? На современном уровне развития машинной графики простые детали и детали средней сложности легче чертить без создания пространственной модели, сразу выполняя чертеж. Иное дело с деталями сложной формы, встречающихся относительно редко. Их чертежи трудно выполнить без ошибок. Для таких деталей можно, используя 3D-технологии, создать объемную модель, а на ее основе получить чертеж.

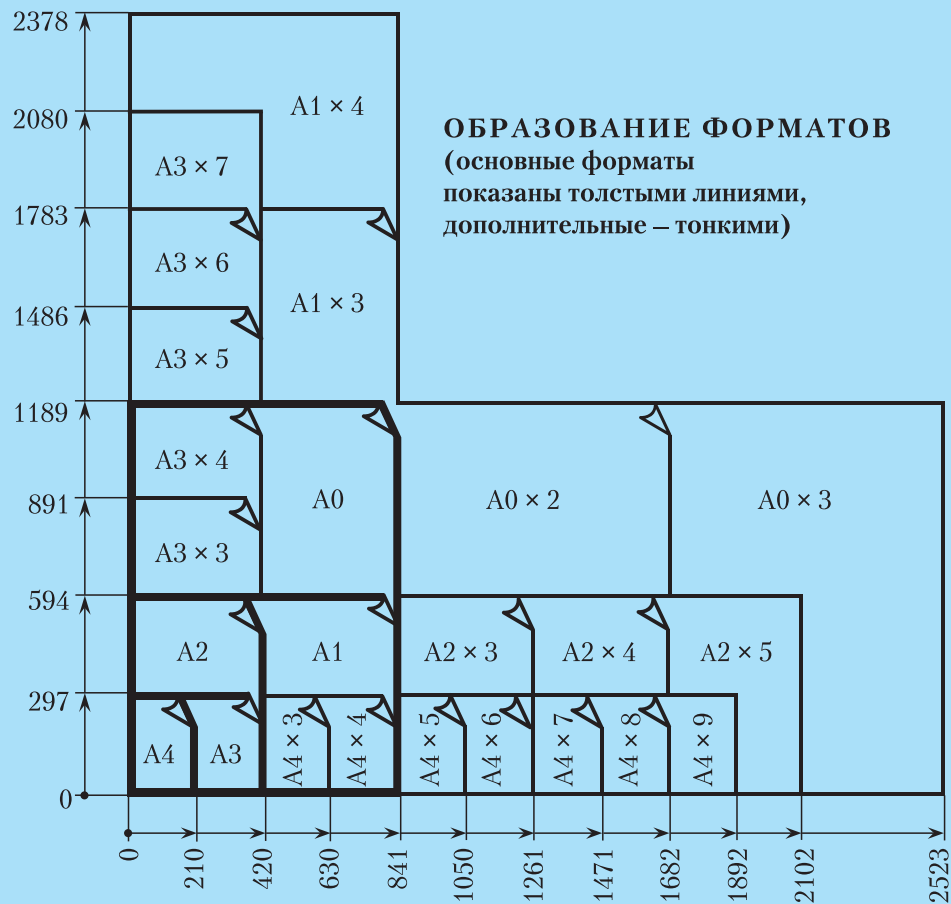
# Оглавление

<b>Введение</b> . . . . .	3
<b>I. Техника выполнения чертежей и правила их оформления</b>	
1. Чертежные инструменты, материалы и принадлежности. Организация рабочего места . . . . .	10
2. Правила оформления чертежей. . . . .	15
<b>II. Чертежи в системе прямоугольных проекций</b>	
3. Проецирование. . . . .	32
4. Прямоугольное проецирование . . . . .	35
5. Расположение видов на чертеже. Местные виды . . . . .	40
<b>III. Аксонометрические проекции. Технический рисунок</b>	
6. Получение аксонометрических проекций . . . . .	46
7. Построение аксонометрических проекций. . . . .	48
8. Аксонометрические проекции предметов, имеющих круглые поверхности. . . . .	52
9. Технический рисунок . . . . .	57
<b>IV. Чтение и выполнение чертежей</b>	
10. Анализ геометрической формы предмета . . . . .	59
11. Чертежи и аксонометрические проекции геометрических тел . . . . .	62
12. Проекция вершин, ребер и граней предмета . . . . .	69
13. Порядок построения изображений на чертежах . . . . .	80
14. Нанесение размеров с учетом формы предмета . . . . .	92
15. Геометрические построения, необходимые при выполнении чертежей . . . . .	98


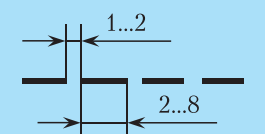

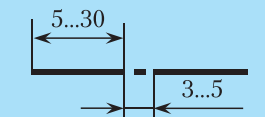

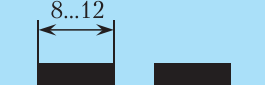
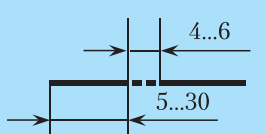
16. Чертежи разверток поверхностей геометрических тел . . . . .	108
17. Порядок чтения чертежей деталей . . . . .	111
<b>V. Эскизы</b>	
18. Выполнение эскизов деталей . . . . .	119
19. Обобщение сведений о способах проецирования . . . . .	125
<b>VI. Сечения и разрезы</b>	
20. Общие сведения о сечениях и разрезах . . . . .	128
21. Назначение сечений . . . . .	130
22. Правила выполнения сечений . . . . .	132
23. Назначение разрезов . . . . .	137
24. Правила выполнения разрезов . . . . .	139
25. Соединение вида и разреза . . . . .	147
26. Тонкие стенки и спицы на разрезе . . . . .	151
27. Другие сведения о разрезах и сечениях . . . . .	152
<b>VII. Определение необходимого количества изображений</b>	
28. Выбор количества изображений и главного изображения . . . . .	155
29. Условности и упрощения на чертежах . . . . .	158
<b>VIII. Сборочные чертежи</b>	
30. Общие сведения о соединениях деталей . . . . .	161
31. Изображение и обозначение резьбы . . . . .	164
32. Чертежи болтовых и шпилечных соединений . . . . .	167
33. Чертежи шпоночных и штифтовых соединений . . . . .	173
34. Общие сведения о сборочных чертежах изделий . . . . .	178
35. Порядок чтения сборочных чертежей . . . . .	185
36. Условности и упрощения на сборочных чертежах . . . . .	190
37. Понятие о детализации . . . . .	200
<b>IX. Чтение строительных чертежей</b>	
38. Основные особенности строительных чертежей . . . . .	211
39. Условные изображения на строительных чертежах . . . . .	214
40. Порядок чтения строительных чертежей . . . . .	217
Приложение 1. <b>Разновидности графических изображений</b> . . . . .	219
Приложение 2. <b>Примечание компьютерных технологий выполнения графических работ</b> . . . . .	220

## ФОРМАТЫ

ОБОЗНАЧЕНИЕ ФОРМАТА	РАЗМЕРЫ СТОРОН ФОРМАТА, мм
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

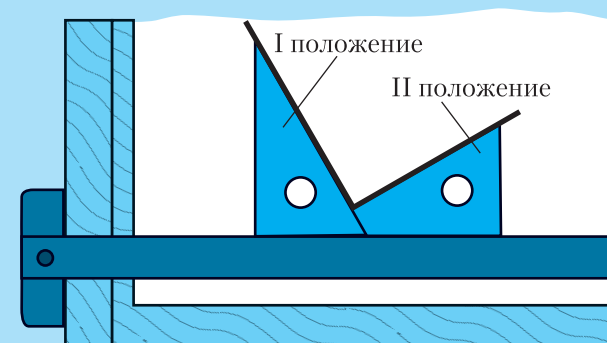
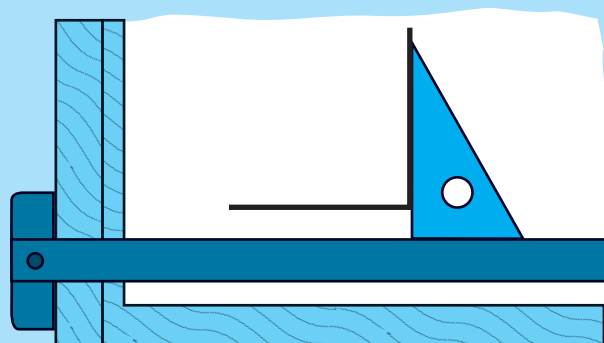
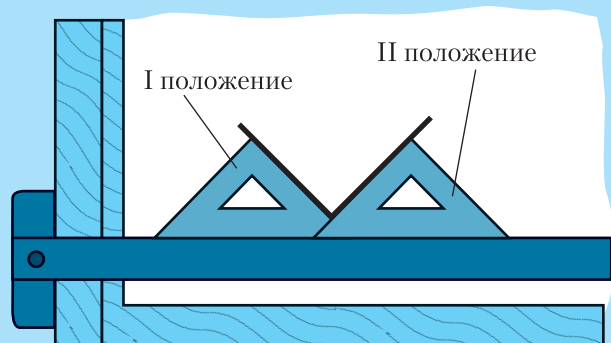


## ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

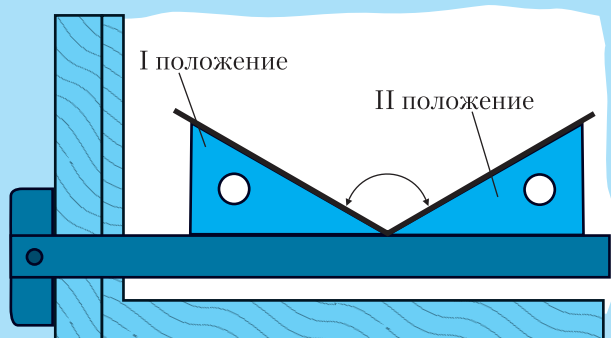
НАИМЕНОВАНИЕ	НАЧЕРТАНИЕ	ОСНОВНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ	ТОЛЩИНА ЛИНИИ
1. Сплошная толстая основная		Линии видимого контура и др. (буквой <i>s</i> условно обозначается толщина сплошной толстой основной линии, принимаемой за единицу. Толщина остальных линий зависит от выбранной величины <i>s</i> )	От 0,5 до 1,4 мм
2. Штриховая		Линии невидимого контура	От $s/3$ до $s/2$
3. Сплошная тонкая		Размерные и выносные линии, линии построений, линии штриховки, линии выноски и др.	От $s/3$ до $s/2$
4. Штрихпунктирная тонкая		Осевые и центровые линии	От $s/3$ до $s/2$
5. Сплошная волнистая		Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза	От $s/3$ до $s/2$
6. Разомкнутая		Линии сечений	От $s$ до $1\frac{1}{2}s$
7. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях	От $s/3$ до $s/2$



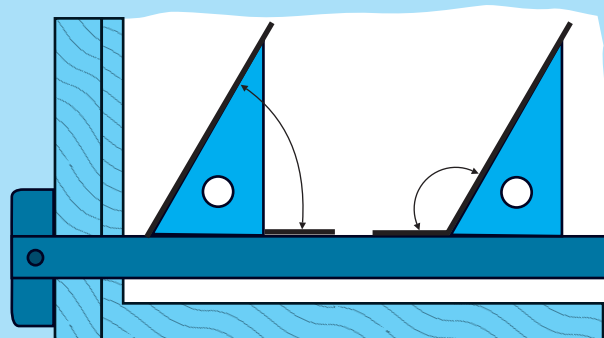
## ПОСТРОЕНИЕ ПРЯМЫХ УГЛОВ



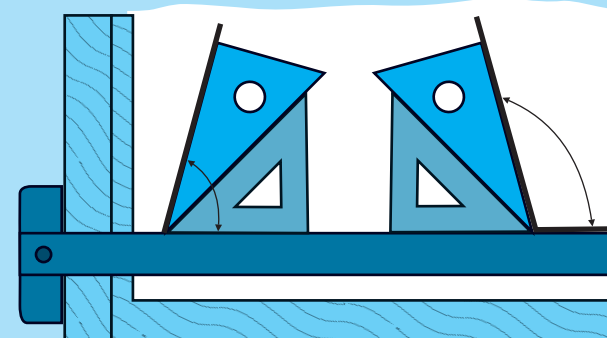
## ПОСТРОЕНИЕ ОСТРЫХ И ТУПЫХ УГЛОВ



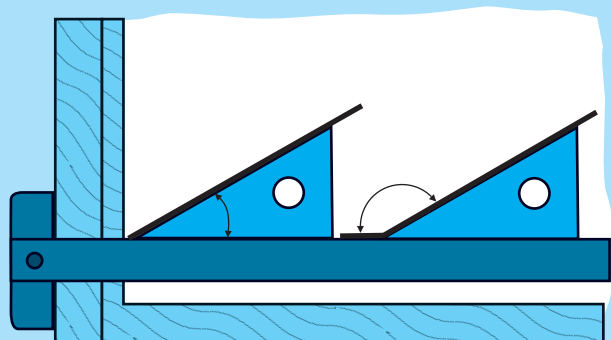
120°



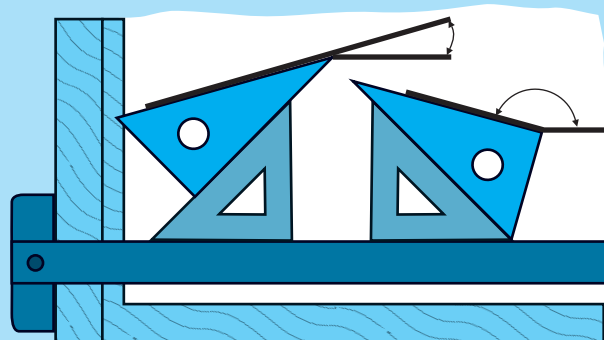
60 и 120°



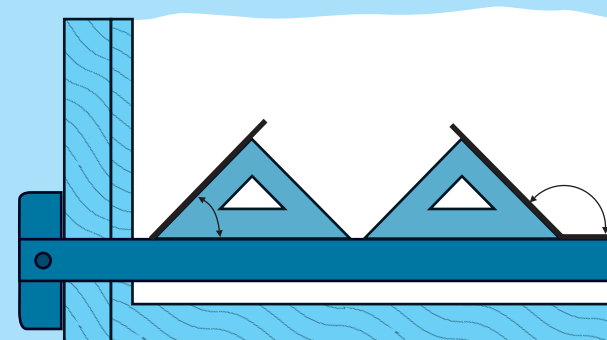
75 и 105°



30 и 150°



15 и 165°



45 и 135°