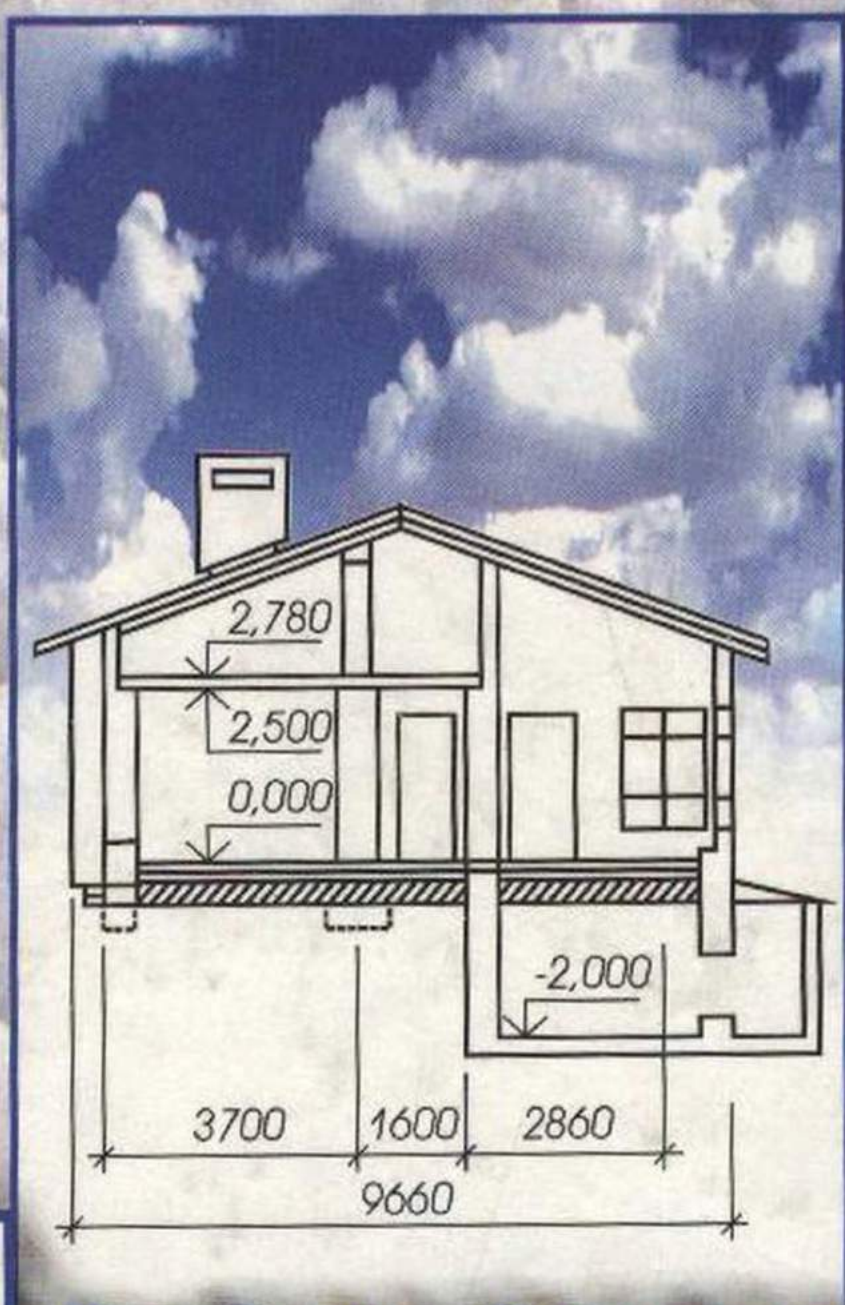


В.К.Сидоренко



Черчение

8-9 КЛАСС

ББК 30.11я721

С34

Рекомендовано Министерством образования и науки Украины

(Письмо Министерства образования и науки Украины

№1/11-2805 от 07.07.03 г.)

Издано за счет государственных средств.

Продажа запрещена.

Сидоренко В.К.

С34 Черчение: Учебник для 8-9 кл. общеобразовательных учебных заведений. — К.: Школяр, 2004. — 239 с.: ил.

ISBN 966-7117-55-3

ББК 30.11я721

ISBN 966-7117-55-3

**© В.К.Сидоренко, 2004
© УИЦ «Школяр», 2004**

ВСТУПЛЕНИЕ

Для современного человека устное и письменное общение является привычной и постоянной жизненной потребностью. Тем не менее, намного раньше письменности появились графические изображения. Близ испанского поселка Альтамира сохранилась пещера — жилье первобытного человека, на стенах которой изображены сцены охоты на бизонов. В Сибири в предгорьях Алатау найдены графические изображения людей и зверей на скалах, выполненные человеком свыше 30 тысяч лет назад. Эти и прочие примеры свидетельствуют о том, что сначала люди старались графически отображать свои впечатления и видение окружающего мира. Постепенно выполняемые человеком графические изображения совершенствовались, становились более осознанными и выразительными — появились изображения орудий труда, планы поселений, храмов и т.п. Первым из таких изображений считается изображение здания в разрезе на глиняной табличке (Новый Вавилон, 2400 г. до н.э.). Сложность архитектуры дворцов, храмов, укреплений и других сооружений в странах древней культуры (Древний Египет, Вавилон, Греция) дают основания считать, что они строились на основе чертежей.

Вся история развития человеческого общества была тесно связана с усовершенствованием искусства выполнения изображений. Но следует помнить, что появление чертежей обусловлено потребностями практической деятельности человека.

Наскальные изображения человек выполнял кусочком угля, взятым из остатков костра. Прообраз современного карандаша появился позднее, во времена древнегреческой культуры: это были графитовые палочки. Еще позднее начали применять палочки или заостренные кружочки из свинца или серебра, которые также оставляли хорошо заметные следы на поверхностях твердых предметов. Известно, что такими «карандашами» пользовался Леонардо да Винчи.

Первый «настоящий» карандаш был изготовлен в Англии в 1565 г., когда в графстве Камберленд нашли залежи графита. Местные мастера догадались распиливать кристаллы графита на тоненькие стержни и вставлять их в деревянные палочки с отверстиями. К сожалению, залежи графита быстро закончились.

Третье рождение карандаша было в конце XVIII ст., когда француз Николя Жак Конте предложил «одевать» графитовый стержень в деревянную одежду, а чех Йозеф Хардтмут изобрел новый способ производства графитовых стержней из смеси графитового порошка с глиной. Американский изобретатель из города Конкорд сконструировал станок для изготовления деревянной «одежды» на карандаше.

К усовершенствованию «графических орудий» причастны многие известные ученые. Достаточно вспомнить, что в XVIII ст. организацией изготовления карандашей в своей лаборатории занимался М.В.Ломоносов. Сейчас в мире производится около 400 разнообразных типов и видов карандашей.

В современной жизни человек сталкивается с разнообразными графическими изображениями: рисунками, чертежами, схемами, планами, картами, графиками, диаграммами и т.п. В этих условиях словесная форма передачи и сохранения информации утратила свою универсальность.

Язык графических изображений не имеет границ, ведь он одинаково понятен всем людям, независимо от того, на каком языке они разговаривают. Графический язык намного легче адаптировать для электронно-вычислительной машины. Любая графическая информация отличается от словесной большей конкретностью, выразительностью и лаконичностью.

Среди других графических изображений особое место занимают чертежи. По ним на производстве изготавливают различные предметы. По чертежам можно выяснить строение изделия и взаимодействие его частей. Значит, чертежи нужны для сборки и ремонта изделий. Трудно представить те области практической деятельности человека, где бы не находили применения чертежи. По чертежам возводят жилые дома, строят плотины, шахты, электростанции, прокладывают железные и шоссейные дороги. По ним изготавливают мебель, шьют одежду и обувь.

Понятия о чертежах для вас не новые. Раньше вы уже получили некоторые сведения об элементах чертежа, об образовании изображений на нем. В этом учебнике изложены основные правила выполнения и требования к оформлению современных чертежей.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.1. Правила оформления чертежей

Чертежи должны быть одинаково понятны для тех, кто их выполняет, и для тех, кто будет ими пользоваться. Поэтому существуют единые правила выполнения чертежей и требования к их оформлению. Они отображены в документах, которые называют государственными стандартами.

Правила выполнения и требования к оформлению чертежей, установленные государственными стандартами, обязательны для всех, кто выполняет чертежи.

Форматы чертежей. Чтобы чертежи были удобными для хранения и пользования, их выполняют на листах бумаги определенного размера. Размеры листа чертежной бумаги называют форматом. Формат листа определяется размерами его сторон. В школе пользуются листами, размеры сторон которых 297 x 210 мм. Этот формат обозначают А4. Это наименьший из форматов, определенных государственным стандартом для выполнения чертежей.

Рамка и основная надпись чертежа. Каждый чертеж должен иметь рамку, которая ограничивает на формате место для построения изображений и нанесения условных обозначений. Это место внутри рамки называют полем чертежа. Линии рамки проводят на расстоянии 20 мм от левой границы формата и на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой границ (рис. 1). Оставленная с левой стороны полоска предназначена для подшивки чертежей.

В правом нижнем углу поля чертежа располагают основную надпись (рис. 1). В ней содержатся сведения о лицах, которые имеют отношение к выполнению чертежа, название изображенного на чертеже изделия и некоторые другие данные, необходимые для лучшего понимания чертежа.

Государственным стандартом определены форма и содержание основной надписи на чертеже. В школе на ученических чертежах применяют упрощенную основную надпись. Ее размеры и образец заполнения показан на рисунке 2.

На листах формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны (как на рис. 1). На чертежах других форматов основную надпись располагают вдоль длинной или вдоль короткой стороны.

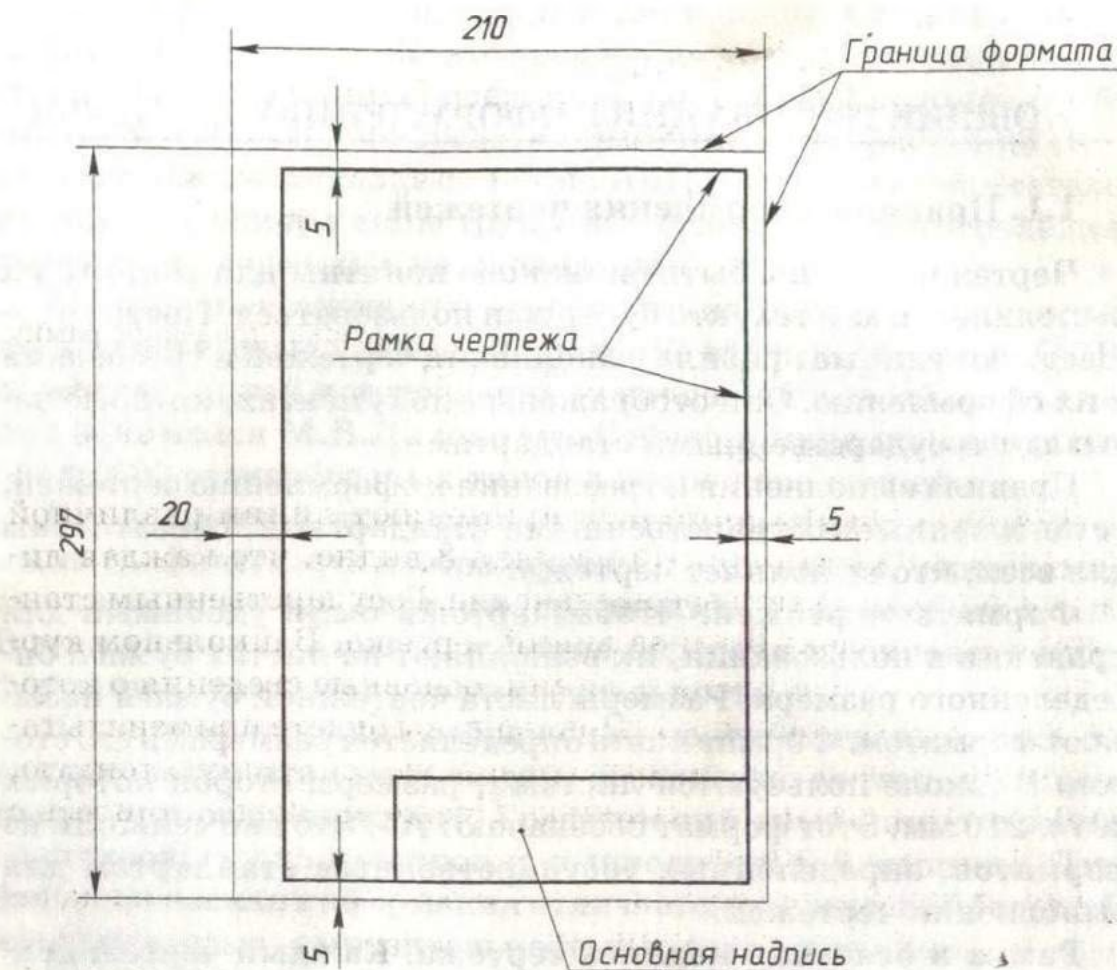
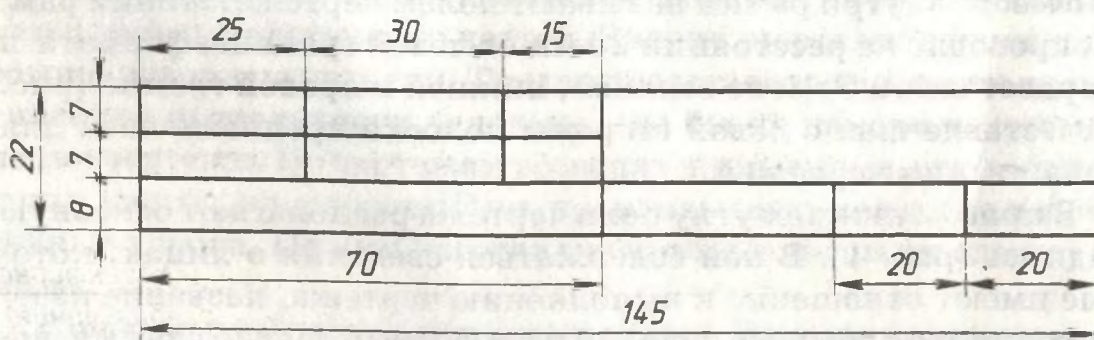


Рис. 1. Оформление листа чертежа формата А4



а

Чертил	Ткаченко М.	10.04.97	Прокладка		
Проверил					
Школа № 29 9А кл.			Резина	1:1	№ 3

б

Рис. 2. Основная надпись учебного чертежа:
а — размеры; б — образец заполнения

ВОПРОСЫ

1. Что представляет собой формат чертежа?
2. Какие размеры имеет лист формата А4?
3. Как создается поле чертежа?
4. На каком расстоянии от края листа проводят рамку чертежа?
5. Какие сведения содержит основная надпись чертежа?

ЗАДАНИЕ

Подготовьте лист бумаги для выполнения чертежа: проведите рамку и начертите основную надпись (см. рис. 1 и 2).

1.2. Линии чертежа

Для выполнения чертежей применяют линии различной толщины и начертания. Из рисунка 3 видно, что каждая линия на чертеже имеет свое назначение. Государственным стандартом установлено 9 типов линий чертежа. В школьном курсе черчения изучаются пять линий, основные сведения о которых приведены в таблице 1. Поначалу вы будете применять такие линии: сплошную толстую основную, сплошную тонкую, штриховую и штрихпунктирную.

Рассмотрим, в чем состоят особенности начертания и назначения основных типов линий чертежа.

Сплошная толстая основная линия предназначена для изображения видимых контуров предметов. Такую линию применяют также для выполнения рамки и граф основной надписи чертежа. Ее толщина может быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм (в зависимости от размеров и сложности изображений на чертеже, от формата чертежа). Выбранная толщина линии должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже.

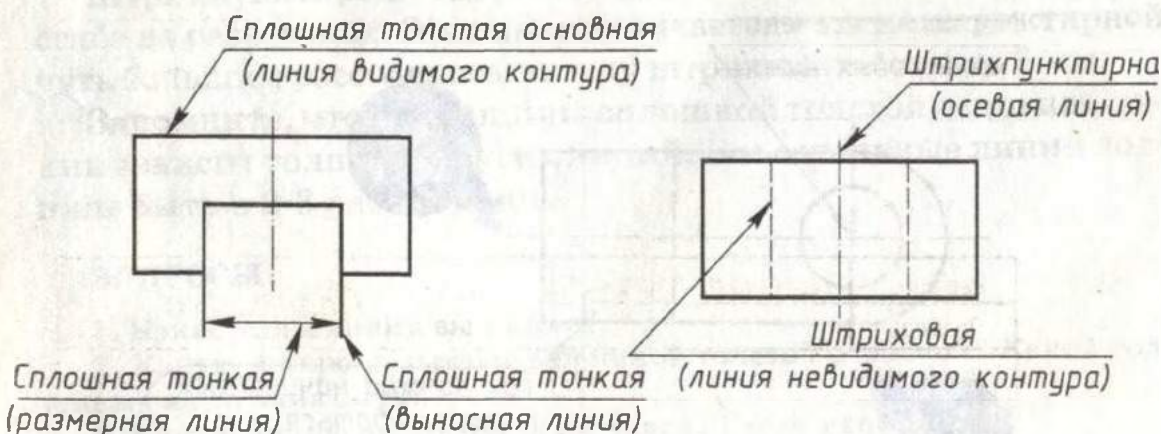

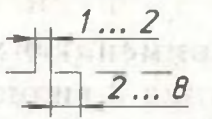
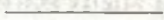
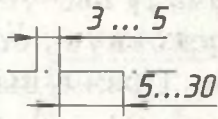
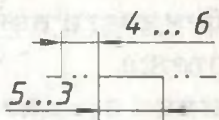


Рис. 3. Назначение основных типов линий чертежа

Наименование	Начертание	Основное назначение	Соотноше- ние тол- щины линий
Сплошная толстая основная		Линии видимого контура и др. (буквой <i>s</i> условно обозначают толщину ос- новной линии, которую взяли за единицу, тол- щина остальных линий зависит от выбора тол- щины <i>s</i>)	От 0,5 до 1,4 мм
Штриховая		Линии невидимого кон- тура	От $s/3$ до $s/2$
Сплошная тонкая		Размерные и выносные ли- нии, линии построений, линии штриховки и др.	От $s/3$ до $s/2$
Штрихпунктир- ная тонкая		Осевые и центровые ли- нии	От $s/3$ до $s/2$
Штрихпунктир- ная с двумя точка- ми тонкая		Линии сгиба на разверт- ках. Линии для изобра- жения частей деталей в крайних или промежу- точных положениях.	От $s/3$ до $s/2$

Сплошная тонкая линия используется для проведения вынос-
ных и размерных линий. В дальнейшем вы познакомитесь с при-
менением этой линии для штриховки сечений. Толщина сплош-
ной тонкой линии в 2-3 раза меньше толщины сплошной толстой.

Место пересечения
центровых линий

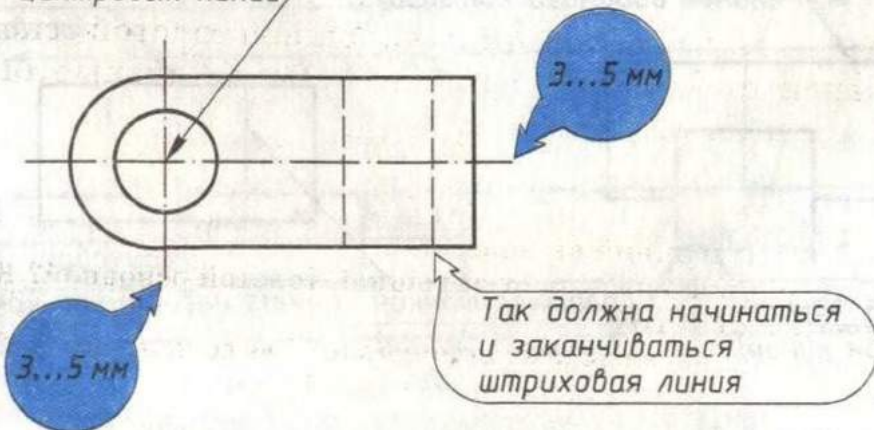


Рис. 4. Проведение штриховых и штрихпунктирных линий

Штриховая линия применяется для изображения невидимых контуров предметов. Она состоит из отдельных штрихов (черточек) приблизительно одинаковой длины — в пределах от 2 до 8 мм (на школьных чертежах целесообразно применять 4 мм). Расстояние между штрихами должно быть приблизительно одинаковым по всей линии и составлять 1-2 мм. Толщину штрихов следует брать в 2-3 раза меньше, чем толщина сплошной толстой основной линии.

Штриховая линия на контурах изображения должна начинаться и заканчиваться только штрихами (рис. 4).

Нельзя называть штриховую линию пунктирной, так как это название не отвечает характеру линии. Ведь пунктирная линия — это линия из точек, а не из штрихов (от немецкого «punkt» — «точка»).

Штрихпунктирная линия предназначена для показа осевых и центровых линий. Она состоит из длинных тонких штрихов (длиной от 5 до 30 мм) и точек (коротких штрихов) между ними. На школьных чертежах длина штрихов рекомендуется 20 мм. Расстояние между длинными штрихами от 3 до 5 мм. Толщина штрихов в 2-3 раза меньше толщины сплошной толстой линии.

Штрихпунктирные линии должны начинаться и заканчиваться только штрихами. Если штрихпунктирная линия показывает ось, она должна выступать за контур изображения на 3-5 мм (рис. 4).

Центровые линии проводят так, чтобы они пересекались между собою штрихами (рис. 4). Пересечение двух штрихов определяет центр фигуры. Центровые линии должны выступать за контур изображения предмета на 3-5 мм. Если диаметр окружности на чертеже меньше 12 мм, центровые линии проводят сплошными тонкими.

Штрихпунктирная с двумя точками линия показывает линии сгиба на развертках. Эта линия отличается от штрихпунктирной чуть большим расстоянием между штрихами — от 4 до 6 мм.

Запомните, что от толщины сплошной толстой основной линии зависит толщина других линий. Все остальные линии должны быть в 2-3 раза тоньше.

ВОПРОСЫ

1. Какие типы линий вы знаете?
2. Какую линию называют сплошной толстой основной? Какой толщины она должна быть?
3. Какую линию называют штриховой? Где ее используют?
4. Какое назначение штрихпунктирной линии?
5. Какой линией на развертке показывают линию сгиба?

ЗАДАНИЕ

1. На рисунке 5 показаны изображения предметов. На них цифрами обозначены различные линии. Составьте таблицу по приведенному образцу и заполните ее:

№ линии на чертеже	Название	Назначение

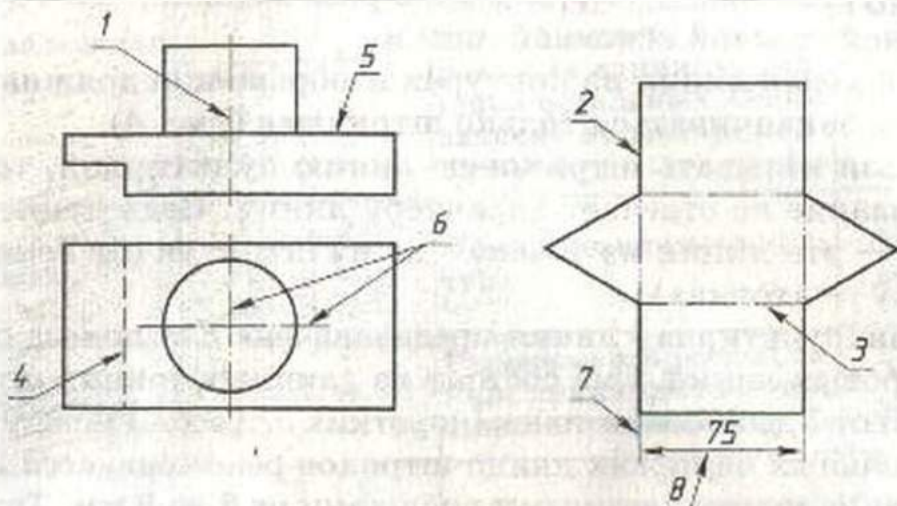


Рис. 5. Задание для упражнений

2. Выполните упражнение на проведение различных типов линий в квадрате со стороной 120 мм (рис. 6). Расстояние между линиями 10 мм.

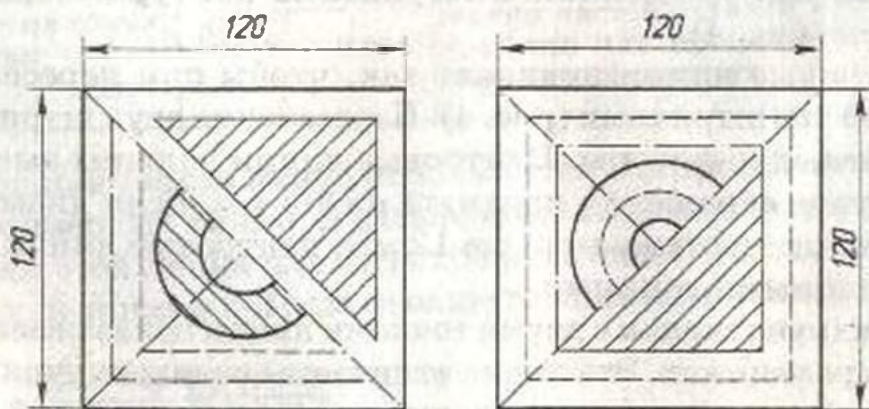


Рис. 6. Задание для упражнений

1.3. Надписи на чертежах

Все надписи на чертежах должны быть выполнены чертежным шрифтом. Это делает чертежи более четкими и выразительными, облегчает их чтение.

Буквы и цифры чертежного шрифта отличаются от тех, которыми вы пишете обычно. Начертание букв и цифр чертежного шрифта устанавливается государственным стандартом.

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й
 К Л М Н О П Р С Т Ч Ф Х
 Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я
 а

а б в г д е ё ж з и й
 к л м н о п р с т ч ф х
 ц ч ш щ ъ ы ь э ю я
 б

Рис. 7. Буквы русского алфавита:
а — прописные; б — строчные

A B C D E F G H I J K L M N
 O P Q R S T U V W X Y Z
 а

a b c d e f g h i j k l m n o p
 q r s t u v w x y z
 б

Рис. 8. Буквы латинского алфавита:
а — прописные; б — строчные

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
 а

I II III IV V VI VII VIII IX X
 б

Рис. 9. Цифры:
а — арабские; б — римские



Стандарт устанавливает начертание двух видов букв русского (украинского) и латинского алфавитов: прописных и строчных (рис. 7 и 8), арабских и римских цифр (рис. 9) и некоторых знаков для условных обозначений на чертежах.

Высота прописных (заглавных) букв в миллиметрах, измеренная перпендикулярно к основанию строки, определяет размер шрифта. Ее обозначают h , (рис. 10, а). Надписи на чертежах выполняют шрифтами следующих размеров: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28 и 40 мм.

Высота строчных букв (ее обозначают c , рис. 10, а) соответствует высоте прописных букв предшествующего размера шрифта. Например, для шрифта размера 14 высота строчных букв равна 10 мм, для размера 10 — 7 мм, для размера 7 — 5 мм и т.д.

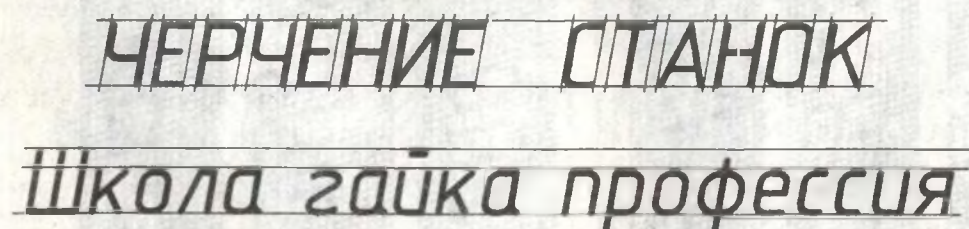


Рис. 11. Примеры надписей чертежным шрифтом



Рис. 12. Задание для упражнений

Толщину линий шрифта определяют в зависимости от высоты шрифта. Она равна $0,1h$ и обозначается d (рис. 10, а).

Ширину прописной буквы (обозначают g , рис. 10, а) выбирают равной $0,6h$ или $6d$. Ширина букв А, Д, Ж, М, Ф, Х, Ц, Ш, Щ, Ю больше этой величины на d или $2d$ (включая нижние и верхние элементы), а ширина букв Г, С, З — меньше на d . Ширина большинства строчных букв равна $5d$. Ширина букв а, м, ц, ь равна $6d$, букв ж, т, ф, ш, щ, ю — $7d$, з и с — $4d$.

Элементы букв, которые выступают из строки (сверху или снизу), выполняются за счет расстояний между строками.

Высота всех цифр равняется высоте прописных букв h . Ширина цифр равняется $h/2$ (за исключением цифр 1 и 4).

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

Шрифт может быть как с наклоном (около 75°) так и без наклона. На рисунках 7 и 8 показан наклонный шрифт. Наклон шрифта определяется углом наклона букв и цифр к основанию строки (рис. 10, б). Для выполнения надписей на чертежах применяют наклонный шрифт.

Начертание аккуратных и четких надписей чертежным шрифтом — дело непростое. Чтобы обеспечить заданный наклон букв и цифр, равномерное расстояние между ними и между словами и строками, а также чтобы облегчить написание букв и цифр, перед выполнением надписей на чертежах предварительно чертят сетку (рис. 11). Надписи выполняют в два этапа. Сначала тонкими линиями намечают контуры букв и цифр. Убедившись, что они написаны правильно, их обводят мягким карандашом.

Запомните, что буквы и цифры стандартного шрифта ни в коем случае не вычерчивают, а пишут от руки.

ВОПРОСЫ

1. Чем определяется размер шрифта?
2. Шрифтами каких размеров выполняются надписи на чертежах?
3. Как определить высоту строчных букв шрифта?
4. Чему равна высота строчных букв шрифта размера 10?
5. Чем определяется наклон шрифта?

ЗАДАНИЕ

1. На рисунке 12 показаны надписи, выполненные чертежным шрифтом. Определите, шрифтом какого размера написано каждое слово?

2. Выполните в рабочей тетради по заданию учителя несколько надписей чертежным шрифтом.

Определение построений, из которых складывается контур изображения, облегчает выполнение чертежа.

ВОПРОСЫ

1. Какие геометрические построения вы знаете?
2. Как называется процесс расчленения построения контура изображения на отдельные графические построения?
3. Для чего нужен анализ графического состава изображений?

ЗАДАНИЕ

На рисунке 14 показаны изображения контуров предметов. Внимательно рассмотрите их и определите, какие геометрические построения нужно выполнить, чтобы начертить любой из изображенных контуров.

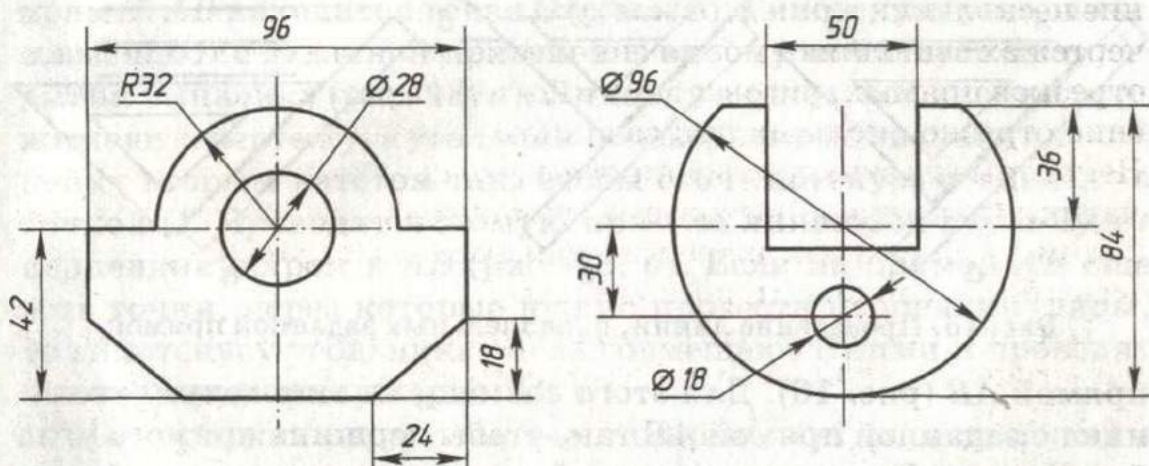


Рис. 14. Задание для упражнений

2.2. Проведение параллельных и перпендикулярных прямых. Построение углов

Проведение прямых при заданном их размещении. Выполнение чертежей требует проведения значительного количества параллельных и перпендикулярных линий. Поэтому эти линии нужно уметь проводить не только точно, но и быстро. Чтобы тратить, по возможности, меньше времени на проведение параллельных и перпендикулярных линий, следует пользоваться линейкой и угольником (желательно равнобедренным).

Чаще всего **параллельные линии** (горизонтальные, вертикальные и наклонные) проводят так, как показано на рисунке 15. Расстояние между параллельными линиями устанавливают по шкале линейки.

Взаимное размещение линейки и угольника во время проведения параллельных линий может быть и другим. Пусть через точку *С* нужно провести прямую, параллельную заданной

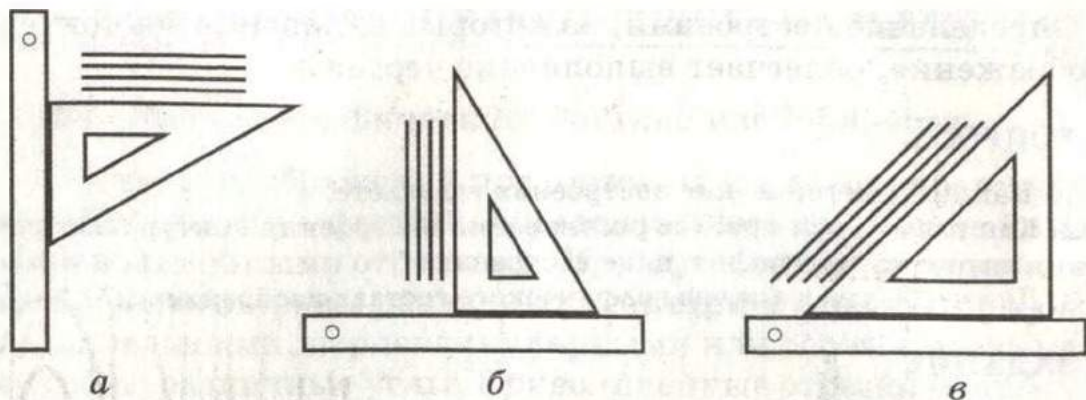


Рис. 15. Проведение горизонтальных (а), вертикальных (б) и наклонных (в) параллельных линий с помощью угольника и линейки

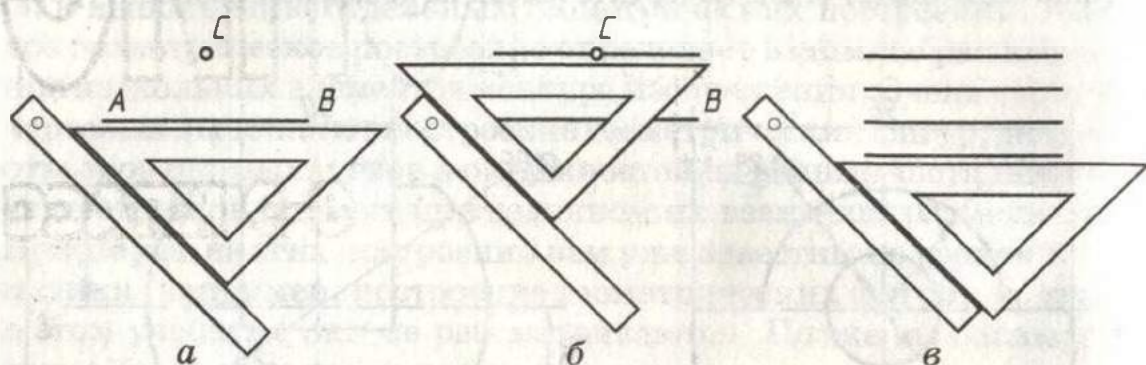


Рис. 16. Проведение линий, параллельных заданной прямой

прямой AB (рис. 16). Для этого совмещают гипотенузу угольника с заданной прямой AB так, чтобы вершина прямого угла была внизу. Придерживая одной рукой угольник, второй подводят к одному из катетов линейку (рис. 16, а). Линейку в таком положении крепко прижимают к чертежу, а второй рукой двигают угольник вверх к точке C так, чтобы катет не отставал от линейки. Совместив с точкой C гипотенузу угольника, проводят по ней искомую прямую (рис. 16, б).

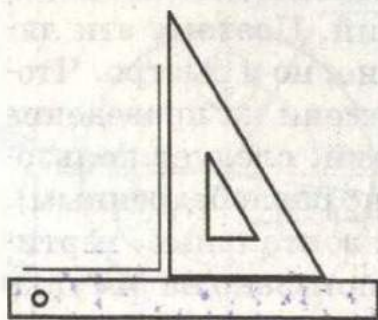


Рис. 17. Построение взаимно перпендикулярных отрезков с помощью угольника и линейки

Чтобы начертить еще несколько параллельных линий, угольник передвигают выше или ниже точки C , не меняя положения линейки проводят параллельные линии (рис. 16, в).

Перпендикулярность линий определяется наличием прямого угла между ними. Поэтому очень просто выполнить построение двух *взаимно перпендикулярных отрезков* с помощью угольника и линейки (рис. 17). Сначала проводят горизонтальный отрезок, а потом с помощью угольника проводят к нему перпендикуляр.

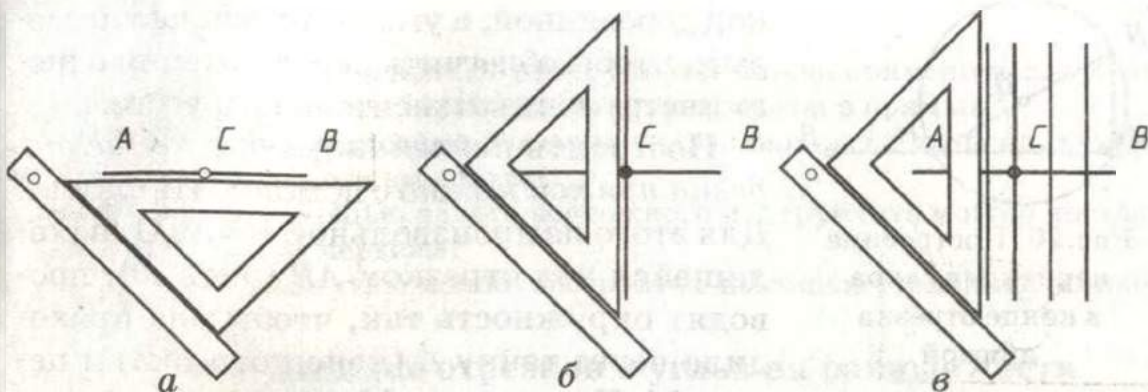


Рис. 18. Построение перпендикуляра к прямой в заданной на ней точке

Если на прямой задана точка, через которую должен пройти перпендикуляр, его построение будет следующим. Пусть на прямой AB находится точка C (рис. 18). Гипотенузу угольника совмещают с заданной прямой и к одному из катетов прикладывают линейку (рис. 18, *а*). Линейку в таком положении прижимают к чертежу, а угольник переворачивают и ставят на линейку вторым катетом так, чтобы его гипотенуза совпадала с точкой C . Проводят искомую прямую линию, которая будет перпендикуляром к AB (рис. 18, *б*). Если на прямой AB еще есть точки, через которые нужно провести перпендикуляры, то гипотенузу угольника снова совмещают с ними и проводят эти перпендикуляры (рис. 18, *в*).

На чертежах параллельные линии не всегда расположены горизонтально, а перпендикулярные — вертикально. Часто изображение на чертеже занимает наклонное положение. Из рисунка 19 видно, что способы проведения параллельных и перпендикулярных линий от этого не меняются.

Поскольку во время построения параллельных и перпендикулярных линий линейка должна оставаться неподвижной, а двигаться должен только угольник, то пользоваться нужно линей-

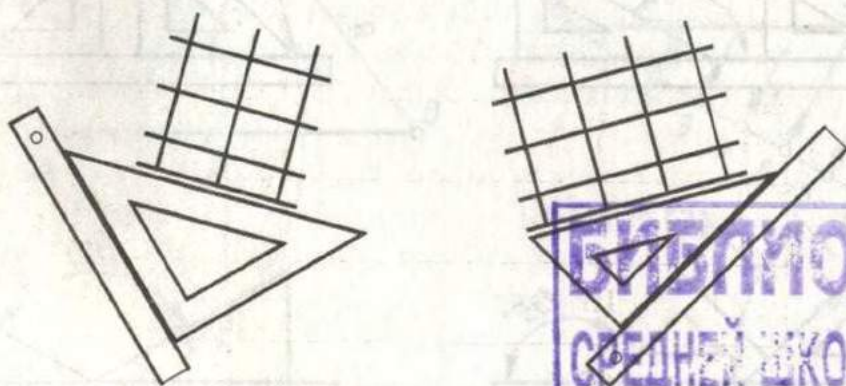


Рис. 19. Построение взаимно перпендикулярных отрезков с помощью угольника и линейки

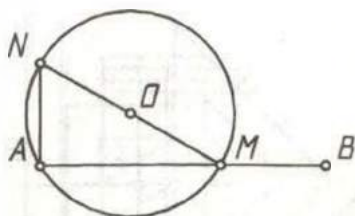


Рис. 20. Построение перпендикуляра в конце отрезка прямой

кой деревянной, а угольником пластмассовым, чтобы облегчить передвижения одного инструмента относительно другого.

Построить *перпендикуляр в конце отрезка прямой* можно с помощью циркуля. Для этого из произвольной точки O , находящейся над отрезком AB (рис. 20), проводят окружность так, чтобы она проходила через точку A (конец отрезка) и пересекала прямую в точке M . Через точку M и центр окружности O проводят прямую к встрече с противоположной стороной окружности в точке N . Точку N соединяют прямой с точкой A . Отрезок AN и будет перпендикуляром к AB .

Через точку M и центр окружности O проводят прямую к встрече с противоположной стороной окружности в точке N . Точку N соединяют прямой с точкой A . Отрезок AN и будет перпендикуляром к AB .

Построение углов. Как построить заданный угол с помощью транспортира, вам известно из уроков математики. Имея в своем распоряжении угольник с углами 30° , 60° , 90° и 45° , 45° и 90° , можно без транспортира строить углы 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 120° , 135° , 150° . Рациональные приемы построения этих углов показаны на рисунке 21.

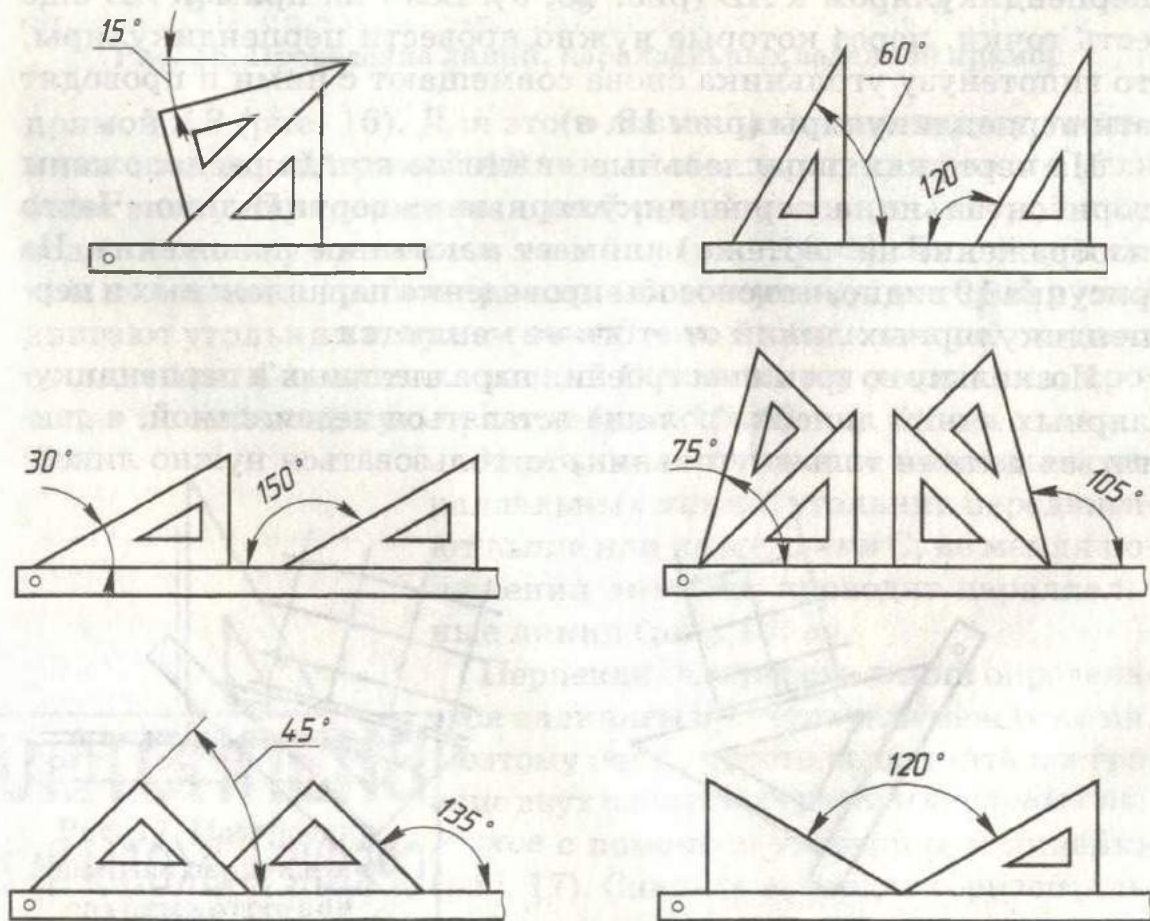


Рис. 21. Приемы построения углов угольниками и линейкой

ВОПРОСЫ

1. Какие чертежные инструменты можно применить для проведения параллельных и перпендикулярных отрезков прямых?
2. Какие способы проведения параллельных и перпендикулярных отрезков прямых вы знаете?
3. С помощью какого чертежного инструмента можно построить любой угол на чертеже?
4. Какие углы можно построить с помощью угольника и линейки?

2.3. Деление отрезков и углов на равные части

Деление отрезков на равные части. Много предметов имеют одинаковые элементы, равномерно расположенные вдоль прямой. Поэтому возникает необходимость на чертежах делить отрезки прямых на равные части. Удобнее всего это делать с помощью линейки с нанесенной на ней миллиметровой шкалой. Но при таком делении иногда возникают неудобства. Пусть отрезок длиной 47 мм нужно поделить на 9 равных частей или отрезок, который составляет 19 мм, — на 2 части. Как быть? Вот почему целесообразнее применять графический метод — когда операция деления выполняется с помощью циркуля и линейки.

Деление отрезка прямой на две равные части. Из точек A и B заданного отрезка как из центров радиусом R , большим половины его длины, проводят две дуги окружности (рис. 22). Полученные в местах пересечения дуг окружностей точки C и D соединяют между собою. Прямая, что соединила точки C и D , делит отрезок AB пополам и перпендикулярна к нему.

Деление отрезка прямой на произвольное число равных частей. Из крайней точки отрезка, например из точки A , проводят под острым углом к нему вспомогательную прямую. На ней с по-

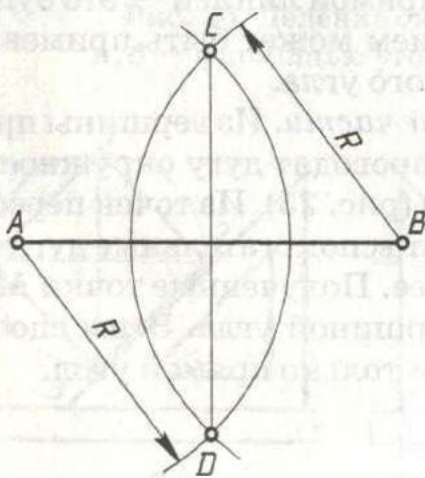


Рис. 22. Деление отрезка прямой на две равные части с помощью циркуля

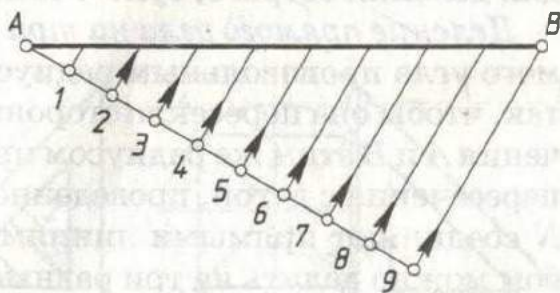


Рис. 23. Деление отрезка прямой на произвольное число равных частей

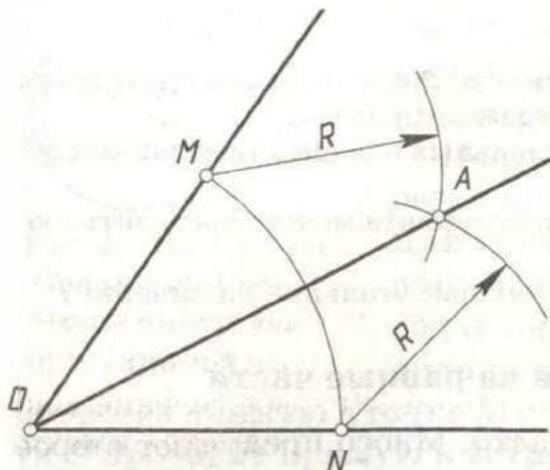


Рис. 24. Деление угла на две равные части с помощью циркуля

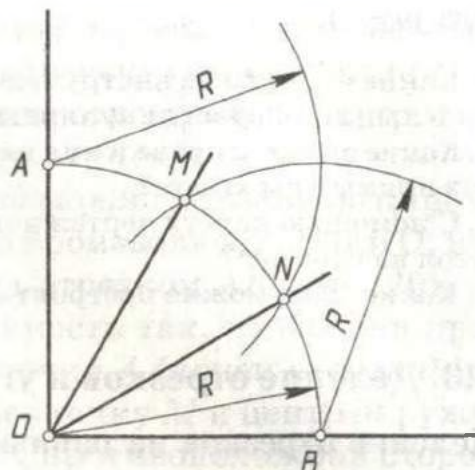


Рис. 25. Деление прямого угла на три равные части с помощью циркуля

мощью линейки или циркуля откладывают нужное количество одинаковых отрезков произвольной длины (рис. 23). Крайнюю точку соединяют со вторым концом заданного отрезка (с точкой B). Из всех точек деления с помощью линейки и угольника проводят прямые, параллельные отрезку OB (см. рис. 16). Эти прямые поделят отрезок AB на заданное количество равных частей.

Деление углов на равные части. Изучая математику, вы ознакомились с делением углов на части с помощью транспортира. В черчении существуют приемы деления некоторых углов с помощью циркуля.

Деление угла на две равные части. Из вершины угла произвольным радиусом проводят дугу окружности так, чтобы она пересекла стороны угла (рис. 24). Из точек пересечения M и N как из центров радиусом, большим чем половина дуги MN , проводят две дуги окружностей до пересечения между собою. Полученную точку A и вершину O угла соединяют прямой линией — это будет биссектриса угла. Рассмотренный прием может быть применен для деления острого, тупого или прямого угла.

Деление прямого угла на три равные части. Из вершины прямого угла произвольным радиусом R проводят дугу окружности так, чтобы она пересекла стороны угла (рис. 25). Из точек пересечения A и B этим же радиусом проводят вспомогательные дуги до пересечения с дугой, проведенной ранее. Полученные точки M и N соединяют прямыми линиями с вершиной угла. Этим способом можно делить на три равные части только прямой угол.

ВОПРОСЫ

1. В чем заключаются недостатки деления отрезков с помощью линейки с миллиметровой шкалой?
2. Как графически поделить отрезок прямой на две равные части?

3. Как графически поделить отрезок прямой на произвольное число равных частей?

4. Можно ли графически поделить на две равные части прямой угол?

5. Можно ли графически поделить на три равные части острый угол?

2.4. Деление окружности на равные части

Деление окружности на три равные части. Для деления нужны линейка и угольник с углами 30° , 60° , 90° . Угольник большим катетом устанавливают параллельно вертикальному диаметру окружности (рис. 26, а). Вдоль гипотенузы из точки 1 (первое деление, оно совпадает с концом диаметра), проводят хорду и получают второе деление — точку 2. Развернув угольник, проводят вторую хорду и получают третье деление — точку 3 (рис. 26, б). Соединив точки 2 и 3 отрезками прямой, получают равносторонний треугольник.

Эту же задачу можно решить с помощью циркуля. Из точки верхнего (или нижнего) конца вертикального диаметра как из центра (рис. 26, в), проводят дугу радиусом, который равняется радиусу R окружности. В местах пересечения проведенной дуги с окружностью получают точки 1 и 2 — первое и второе деление.

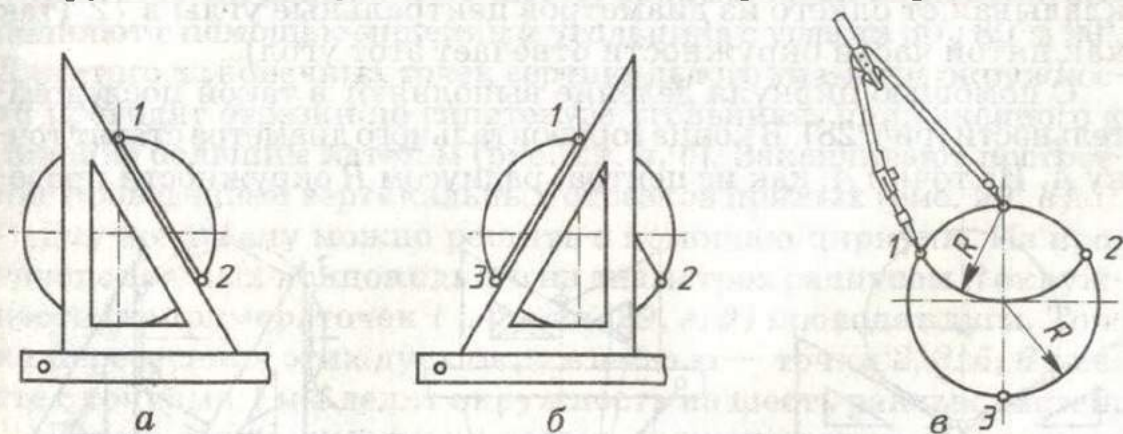


Рис. 26. Деление окружности на три равные части:
а, б — с помощью угольника и линейки; в — циркулем

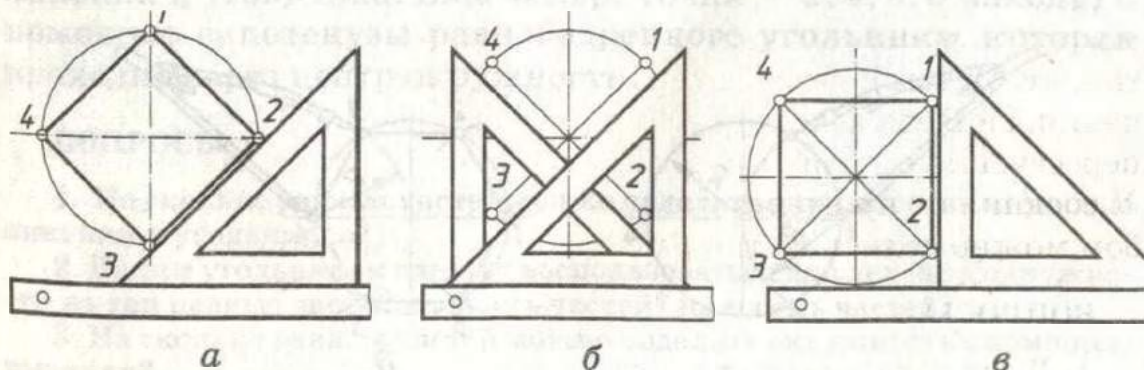


Рис. 27. Деление окружности на четыре равные части с помощью угольника и линейки

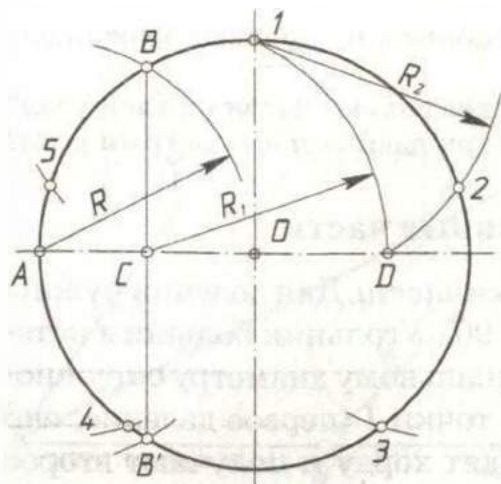


Рис. 28. Деление окружности на пять равных частей с помощью циркуля

Третье деление находится на противоположном конце диаметра.

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

Два способа таких построений показаны на рисунке 27. На рисунке 27, а диаметры проведены с помощью линейки и катета равнобедренного треугольника, а стороны вписанного квадрата — по его гипотенузе. На рисунке 27, б и в наоборот, диаметры проведены по гипотенузе угольника, а стороны квадрата — с помощью линейки и катета угольника.

Деление окружности на пять равных частей. Эту задачу можно решить с помощью транспортира, последовательно откладывая от одного из диаметров центральные углы в 72° (так как пятой части окружности отвечает этот угол).

С помощью циркуля деление выполняют в такой последовательности (рис. 28). В конце горизонтального диаметра ставят точку А. Из точки А, как из центра, радиусом R окружности прово-

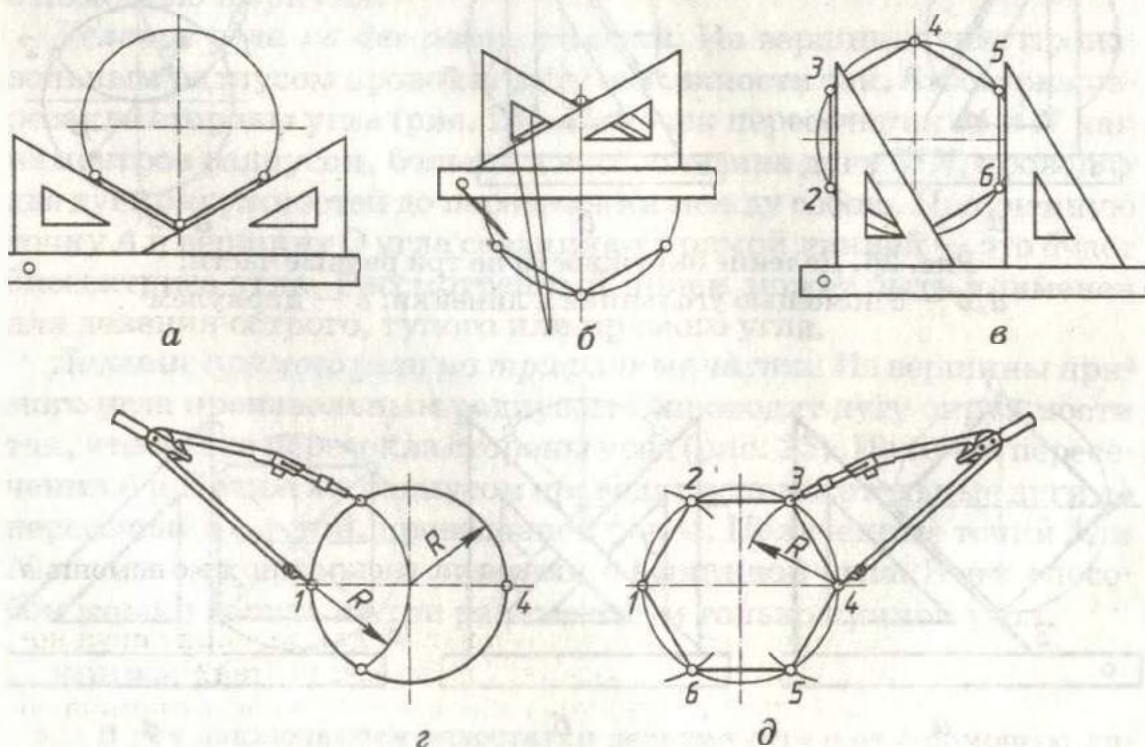


Рис. 29. Деление окружности на шесть равных частей: а, б, в — с помощью угольника и линейки; г, д — циркулем

дят дугу, пересекающую окружность в точках B и B' . Эти точки соединяют прямой линией, которая пересекает горизонтальный диаметр в точке C . Это середина отрезка AO .

В верхнем конце вертикального диаметра ставят точку 1 . Из точки C , как из центра, проводят дугу радиусом R_1 , которая равна расстоянию между точками C и 1 . Эта дуга пересекает горизонтальный диаметр окружности в точке D . Из точки 1 , как из центра радиусом R_2 , проводят третью дугу, которая равна расстоянию между точками 1 и D . Эта дуга пересекает окружность в точке 2 . Точка 1 будет первым делением на окружности, а точка 2 — вторым. Расстояние между точками 1 и 2 откладывают с помощью циркуля по окружности и получают точки $3, 4$ и 5 .

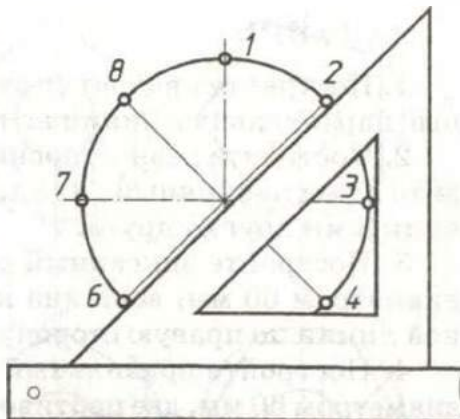


Рис. 30. Деление окружности на восемь равных частей с помощью угольника и линейки

Деление окружности на шесть равных частей. Деление выполняют с помощью линейки и угольника с углами 30° , 60° и 90° . Для этого из конечных точек вертикального диаметра окружности проводят отрезки по гипотенузе угольника, приложенного к линейке большим катетом (рис. 29, а, б). Заканчивают построение проведением вертикальных отрезков прямых (рис. 29, в).

Эту же задачу можно решить с помощью циркуля. Из противоположных концов одного из диаметров радиусом R окружности (например, точек 1 и 4 , рис. 29, г, д) проводят дуги. Точки пересечения этих дуг с окружностью — точки $2, 3, 5, 6$ вместе с точками 1 и 4 делят окружность на шесть равных частей.

Деление окружности на восемь равных частей. Первые четыре точки деления $1, 3, 5, 7$ находятся на пересечении центровых линий с окружностью (рис. 30). Их проводят с помощью линейки и угольника. Еще четыре точки — $2, 4, 6, 8$ находят с помощью гипотенузы равнобедренного угольника, которая проходит через центр окружности.

ВОПРОСЫ

1. На сколько равных частей можно поделить окружность с помощью линейки и угольников?
2. Каким угольником следует воспользоваться для деления окружности на три равные части? на шесть частей? на восемь частей?
3. На сколько равных частей можно поделить окружность с помощью циркуля?
4. Чему равен радиус циркуля при делении окружности на три равные части? на шесть равных частей?

ЗАДАНИЕ

1. Постройте квадрат со стороной 50 мм. Проведите в нем вертикальные параллельные линии на расстоянии 5 мм друг от друга.
2. Постройте равносторонний треугольник со стороной 60 мм. Проведите в нем наклонные линии, параллельные боковой стороне, на расстоянии 8 мм друг от друга.
3. Постройте вписанный равносторонний треугольник в окружность диаметром 50 мм, вершина которого лежит на центральной горизонтальной линии по правую сторону от центра окружности.
4. Постройте правильный шестиугольник, вписанный в окружность диаметром 60 мм, две противоположные вершины которого лежат на центральной вертикальной линии.

3. ЧЕРТЕЖИ ПЛОСКИХ ПРЕДМЕТОВ

3.1. Изображение плоских предметов

Многие предметы имеют незначительную толщину (высоту), которая во много раз меньше их длины и ширины. Такие предметы называют плоскими — это различные пластины, прокладки, подкладки, угольники и т.п. Их изготавливают из листовых материалов: картона, жести, фанеры и других.

Чертеж плоского предмета (рис. 31) содержит одно изображение, которое представляет собой фронтальную проекцию (вспомните, почему ее так называют). Оно дает полное представление о форме изображенного предмета и его частей. *Толщину плоского предмета на чертеже указывают условным обозначением.* Для этого применяют букву *s*, которую пишут перед числовым значением толщины. Условное обозначение наносят на полку линии-выноски (рис. 31, б).

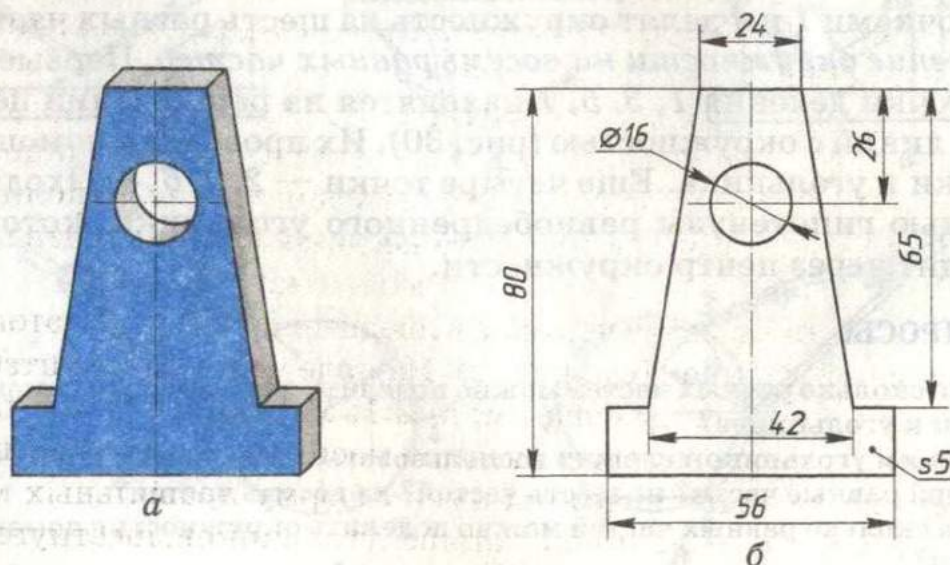


Рис. 31. Изображение плоского предмета:
а — общий вид; б — чертеж

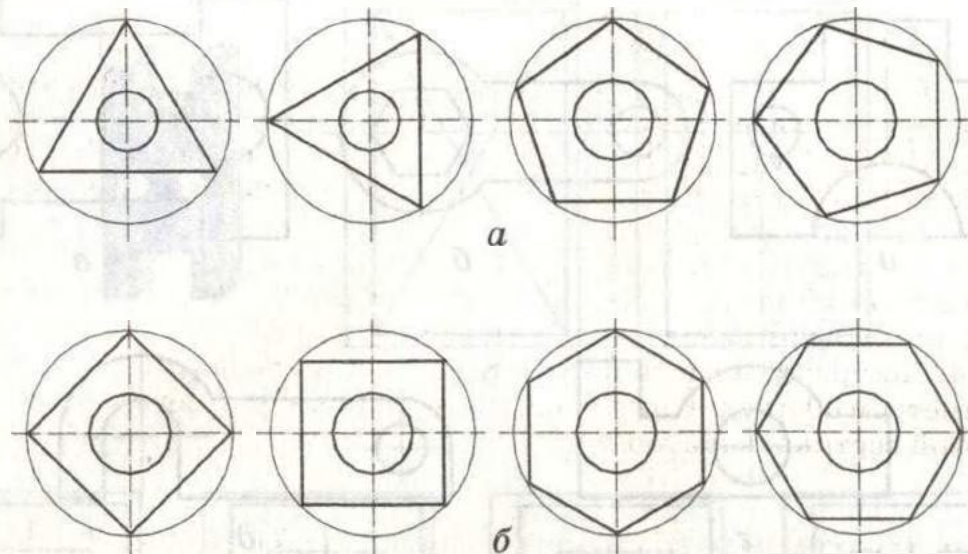


Рис. 32. Изображение плоских предметов, которые имеют форму правильных многоугольников:

a — с одной осью симметрии; *б* — с двумя осями симметрии

Изображение предмета на чертеже выбирают таким, чтобы наиболее полно использовалось поле чертежа. Вам известно, что преимущество следует отдавать изображениям предметов в натуральную величину. Но при этом изображение может быть слишком маленьким и на поле чертежа останется много свободного места. Слишком большое изображение не оставит места для нанесения размеров и других обозначений на чертеже. Поэтому большие предметы изображают уменьшенными, а маленькие — увеличенными.

Чтобы увеличить или уменьшить изображения на чертеже, применяют **масштаб**. На чертежах изображения предметов увеличивают или уменьшают не в произвольное количество раз. Масштабы изображений определены государственными стандартами. Их значения следующие:

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

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

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

Указывают масштаб чертежа в предназначенной для этого графе основной надписи (см. рис. 2). На поле чертежа масштабы записывают следующим образом: М 2:1; М 1:5; М 1:10 и т.д. В основной надписи перед обозначением масштаба букву М не пишут.

Многие плоские предметы имеют форму правильных многоугольников: треугольников, четырехугольников, шестиугольников и т.д. Изображение правильных многоугольников с нечетным количеством вершин имеют одну ось симметрии (рис. 32, *a*), а с

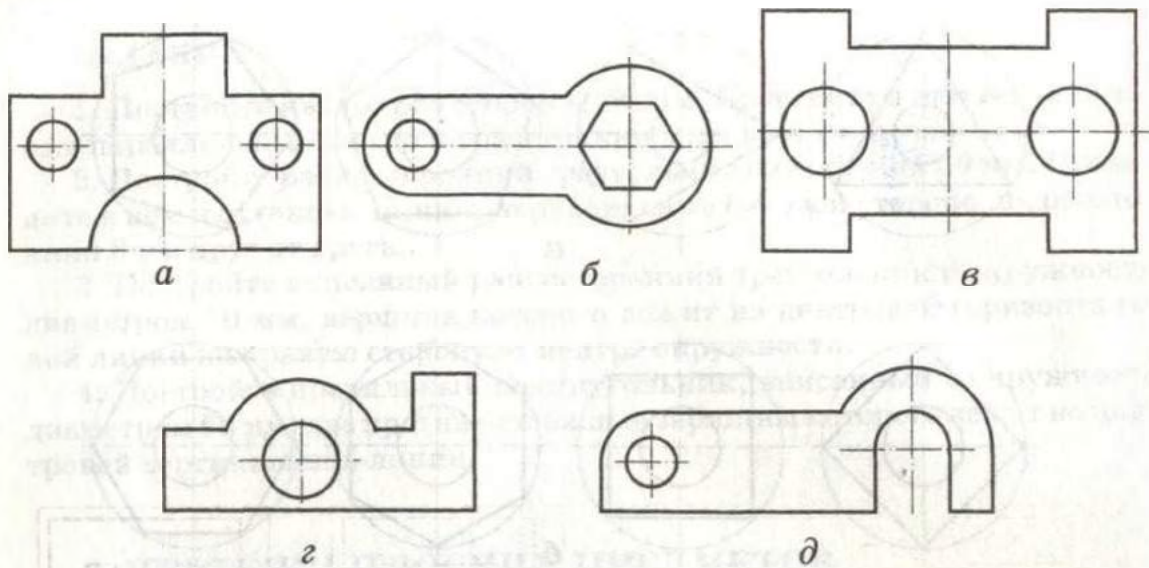


Рис. 33. Изображение плоских предметов:
а, б, в — симметричных; г, д — несимметричных

парными — две (рис. 32, б). В основе построения изображения правильного многоугольника лежит деление окружности на равные части, с правилами которого вы уже знакомы. Соединенные между собою прямыми линиями точки деления окружности образуют соответствующий многоугольник. Многоугольник, построенный на основе деления окружности на равные части, называют вписанным.

Обратите внимание, что выбор начальной точки для деления окружности влияет на положение оси симметрии изображения многоугольника.

Плоские предметы бывают симметричными и несимметричными. Вы уже знаете, что симметричность предметов на чертежах указывают осями симметрии, которые проводят штрихпунктирной линией. Изображения симметричных предметов могут иметь одну (рис. 33, а, б) или две (рис. 33, в) оси симметрии. Одна ось симметрии может быть вертикальной (рис. 33, а) или горизонтальной (рис. 33, б). Несимметричные предметы осями симметрии на изображениях не имеют (рис. 33, г, д).

Симметричность формы плоского предмета определяет последовательность построения его изображения.

Построение изображения предмета с двумя осями симметрии (рис. 34, а) начинают с определения центра поля чертежа. Его находят на пересечении диагоналей прямоугольника, ограниченного рамкой чертежа (рис. 34, б). Через найденный центр проводят оси симметрии (рис. 34, в).

От точки пересечения осей симметрии строят *габаритный прямоугольник*, который ограничивает контур изображения предмета по его длине и высоте (рис. 34, г). Габаритный прямоугольник выбирают так, чтобы изображение всецело заняло место на поле чертежа.

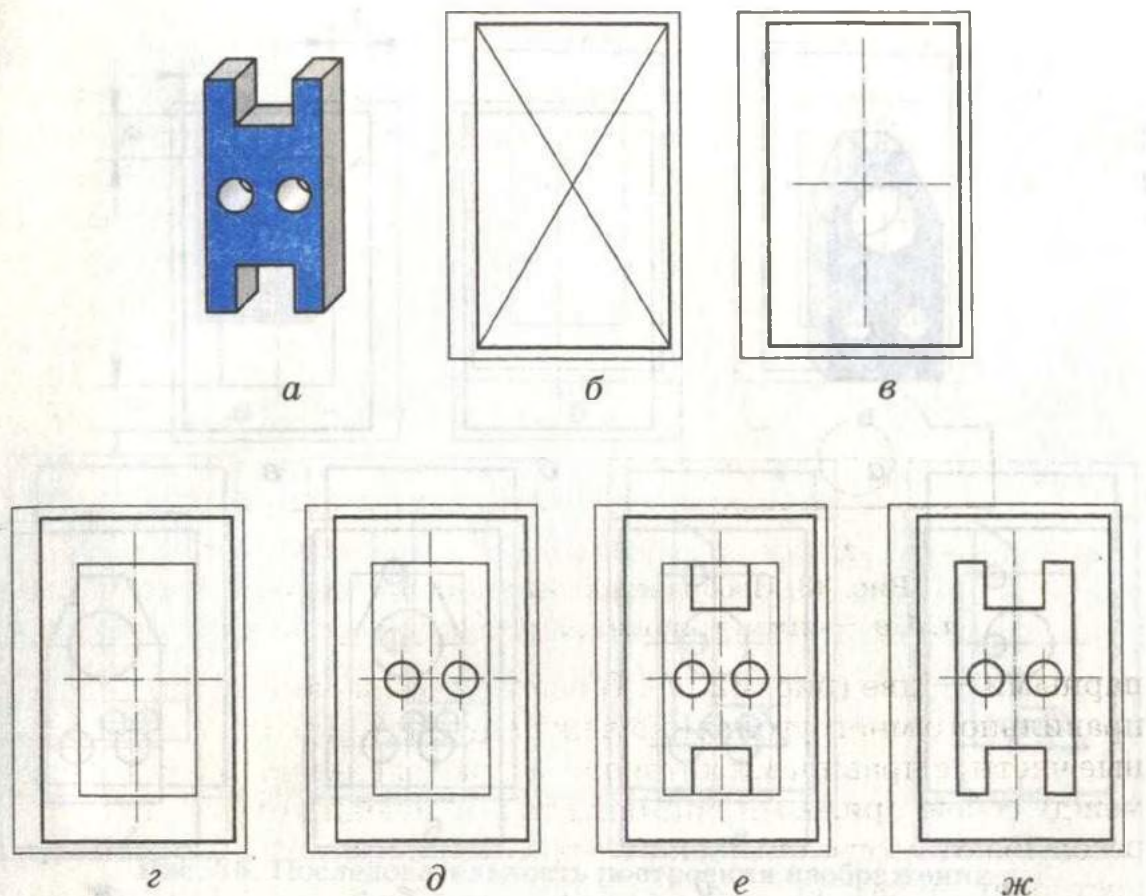


Рис. 34. Последовательность построения изображения предмета с двумя осями симметрии

Внутри габаритного прямоугольника размечают положения центров и проводят окружность и полуокружность заданных размеров (рис. 34, *д*). Далее размечают и обводят призматические элементы контура изображения — прямоугольные и остроугольные вырезы, пазы и т.п. (рис. 34, *е*). Считается целесообразным строить элементы контура изображения сначала по его длине, а потом — по высоте.

В последнюю очередь размечают и обводят прямолинейные участки контура изображения (рис. 34, *ж*).

Если *изображение плоского предмета имеет одну ось симметрии* (рис. 35, *а*), то его построение начинают с проведения этой оси. Вертикальную ось размещают посередине ширины поля листа (рис. 35, *б*), а горизонтальную — посередине его высоты (см. рис. 34, *в*). Ориентиром для правильного размещения оси на поле листа следует брать его центр, определенный с помощью диагоналей прямоугольника, ограниченного рамкой чертежа. Относительно оси симметрии строят габаритный прямоугольник. Его положение на поле листа определяют одинаковым расстоянием слева и справа (l_1), а также сверху и снизу (l_2) между прямоугольником и рамкой чертежа (рис. 35, *в*).

Внутри габаритного прямоугольника размечают положения центров, проводят окружность и полуокружность заданных размеров. Причем сначала строят те элементы, которые находятся на оси сим-

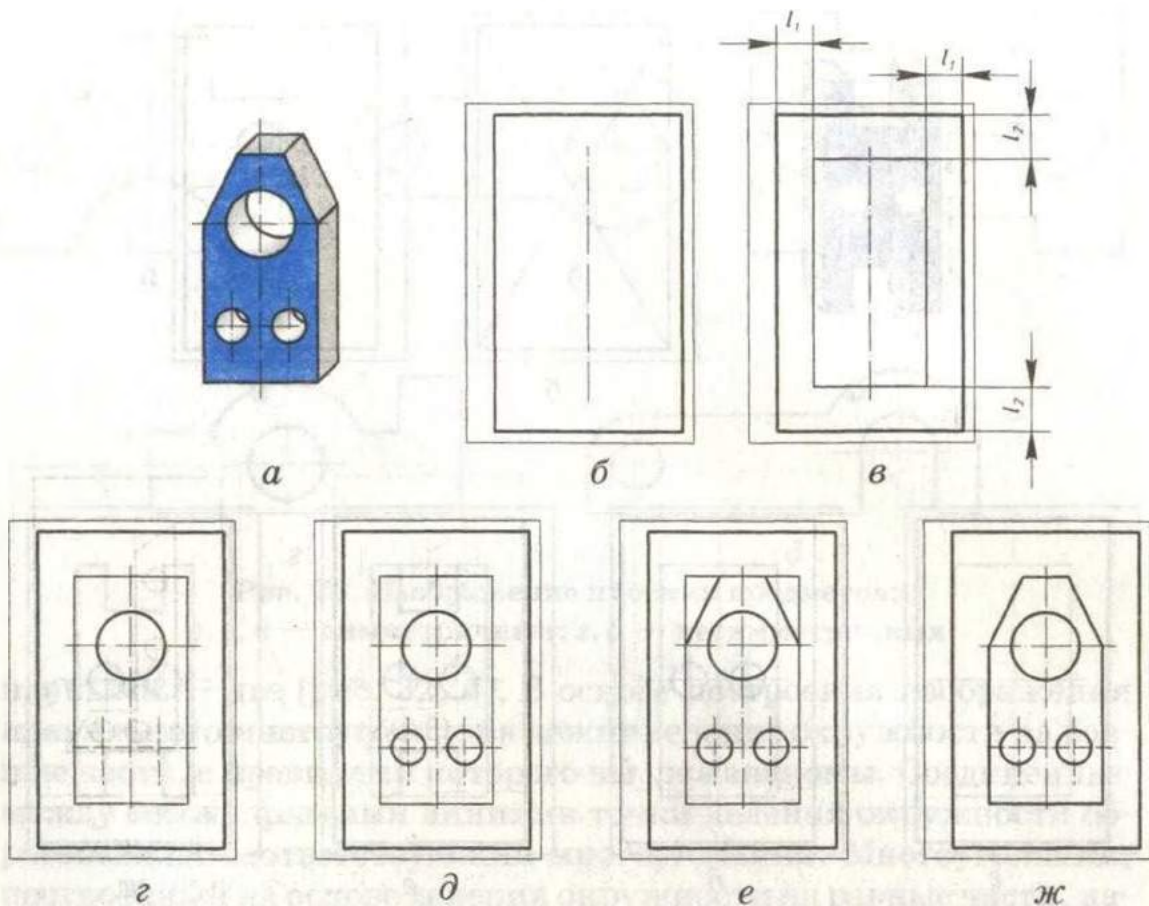


Рис. 35. Последовательность построения изображения предмета с одной осью симметрии

метрии, а потом — те, что вне ее (рис. 35, г, д). Далее размечают и обводят призматические элементы и в последнюю очередь — прямолинейные участки контура изображения (рис. 35, е, ж.). То есть последние построения выполняют так же, как и в предыдущем случае.

Изображение несимметричного предмета (рис. 36, а) начинают строить непосредственно с габаритного прямоугольника. Его положение на поле чертежа определяют одинаковыми промежутками между прямоугольником и рамкой по ширине и высоте формата (рис. 36, б). Внутри габаритного прямоугольника размечают общий контур предмета без детализации его элементов (рис. 36, в). Далее размечают положения центров и проводят окружность и полуокружность заданных размеров (рис. 36 г, д). В последнюю очередь размечают и обводят прямолинейные участки контура изображения (рис. 36, е, ж).

ВОПРОСЫ

1. Какие предметы следует считать плоскими?
2. Как на чертежах обозначают толщину плоских предметов?
3. Как отличить изображение плоского симметричного предмета от несимметричного?
4. Какой линией проводят на чертежах оси симметрии?
5. Как построить правильный многоугольник, вписанный в окружность?

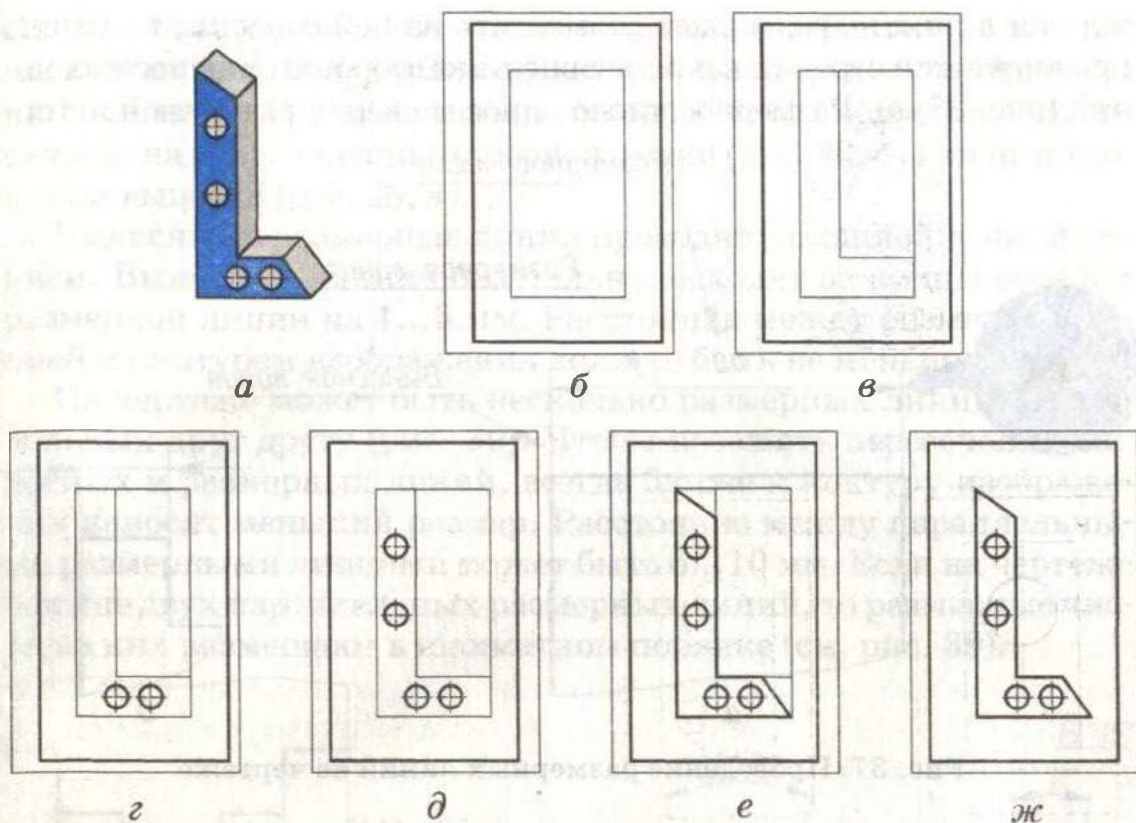


Рис. 36. Последовательность построения изображения несимметричного предмета

6. Для чего применяют масштабы при выполнении чертежей?
7. Что означает выполнить чертеж в масштабе $M 1:1$? $M 1:2$? $M 5:1$?
8. Зависят ли числовые значения размерных чисел на чертежах от его масштаба?
9. Как найти положение центра поля чертежа?
10. Что такое габаритный прямоугольник? Как его располагают на поле чертежа?

3.2. Размеры на чертежах

Чертеж дает представление не только о форме изображенного предмета, а также о его размерах или размерах его частей. Размеры на чертежах указывают размерными числами на размерных линиях.

Линейные размеры на чертежах, которые определяют величины прямолинейных элементов предмета (длину, ширину, толщину и т.п.), указывают в миллиметрах, но обозначение единицы физической величины не наносят.

Границы измерения размера указывают выносными линиями, которые проводят перпендикулярно отрезку контура изображения, размер которого указывают (рис. 37). Размерные линии проводят параллельно тем отрезкам, размеры которых определяют. Размерную линию с обеих сторон ограничивают стрелками (рис. 37, а). Если раз-

мерная линия не разрешает разместить на ней стрелки, то линию продолжают и стрелки наносят с внешней стороны от выносных линий (рис. 37, б). Размерное число наносят сверху размерной линии

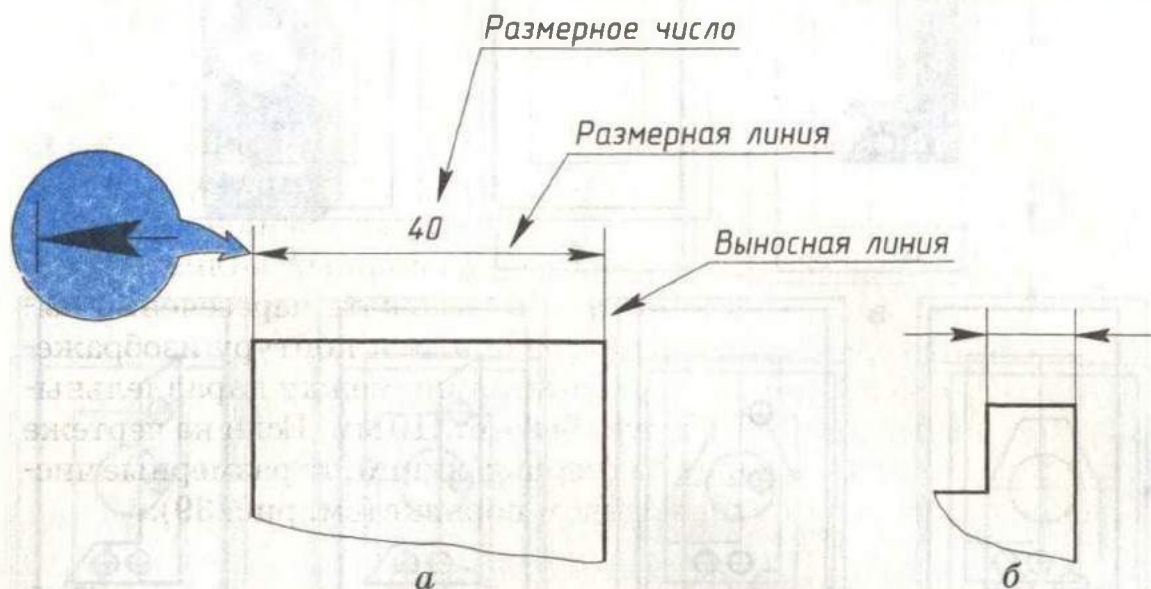


Рис. 37. Проведение размерных линий на чертеже

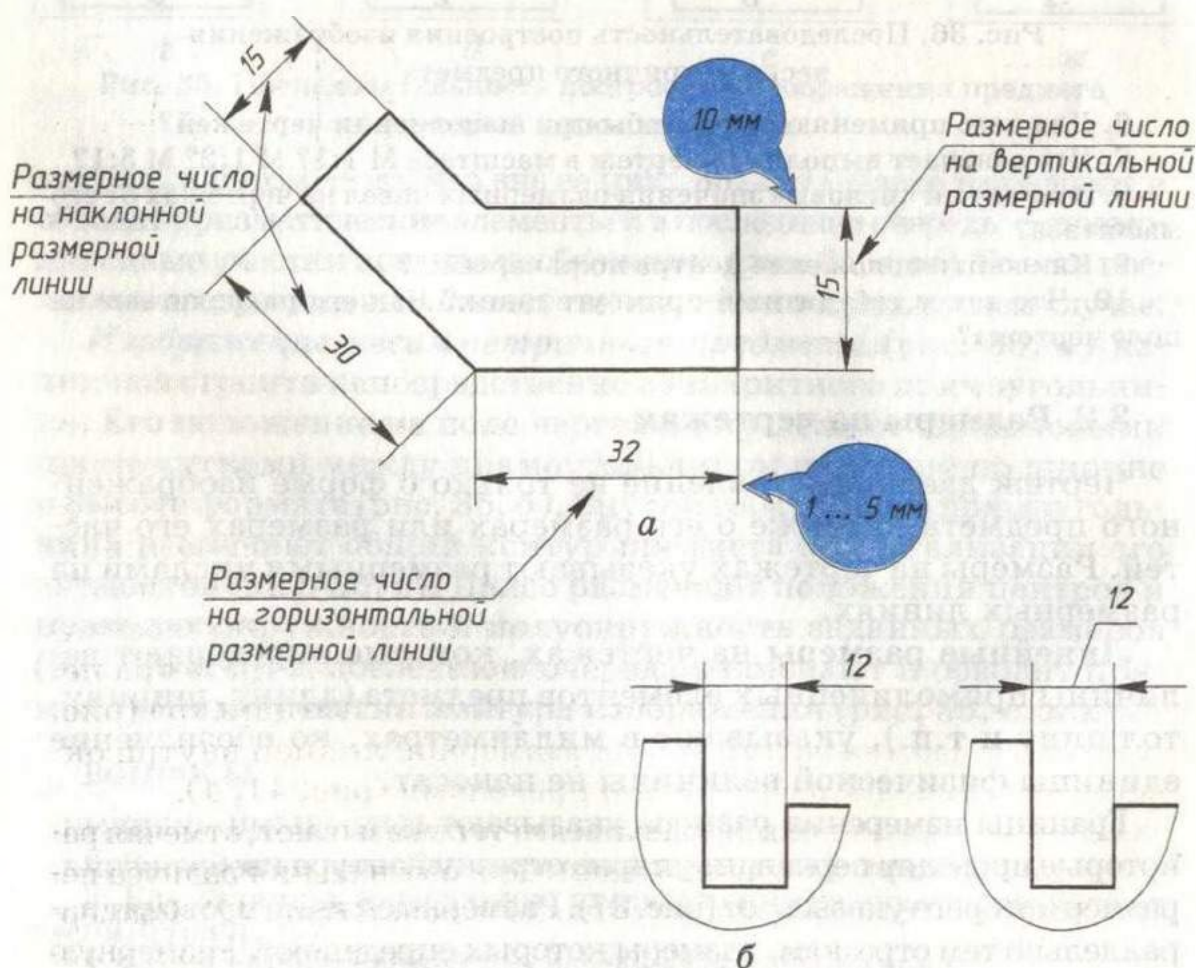


Рис. 38. Нанесение размерных чисел

ближе к ее середине, если она расположена горизонтально или наклонно, и слева от нее, если она расположена вертикально (рис. 38, а). Если места для написания размерного числа недостаточно, его наносят на продолжении размерной линии (рис. 38, б) или на полке линии-выноски (рис. 38, в).

Выносные и размерные линии проводят сплошной тонкой линией. Выносные линии обязательно выходят за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Расстояние между размерной линией и контуром изображения должно быть не меньше 10 мм.

На чертеже может быть несколько размерных линий, параллельных друг другу (рис. 39). Чтобы избежать пересечения выносных и размерных линий, всегда ближе к контуру изображения наносят меньший размер. Расстояние между параллельными размерными линиями может быть 6...10 мм. Если на чертеже больше двух параллельных размерных линий, то размерные числа на них размещают в шахматном порядке (см. рис. 39).

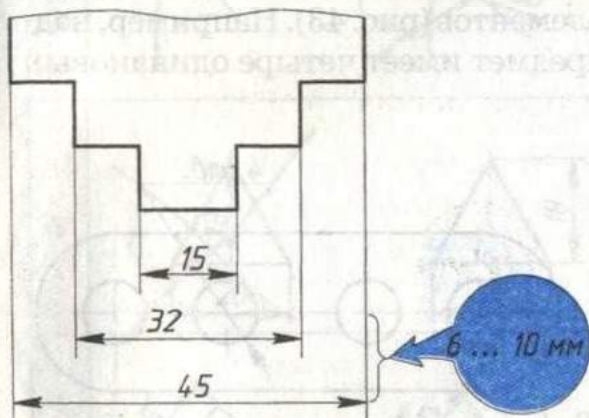


Рис. 39. Проведение параллельных размерных линий

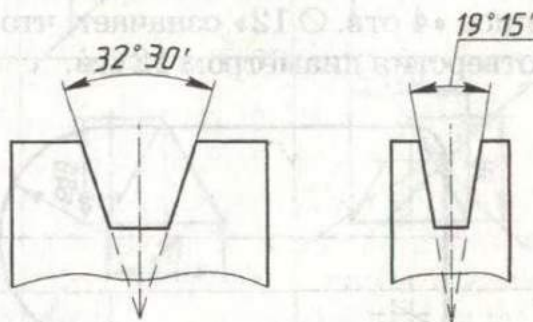


Рис. 40. Нанесение размеров углов

Угловые размеры (размеры углов) на чертежах указывают в градусах, минутах и секундах условными обозначениями (рис. 40). Выносные линии углового размера представляют собой продолжение сторон измеряемого угла, а размерную линию проводят в виде дуги окружности с центром в вершине угла.

О размерах округлых частей предметов (круглые отверстия) свидетельствуют их диаметры. Для обозначения диаметра перед размерным числом наносят условный знак диаметра (рис. 41). Размер диаметра пишут над размерной линией внутри окружности (рис. 41, а) или за его пределами (рис. 41, б).

Размеры округленных частей предметов указывают, отмечая радиусы дуг, которые их образуют. Для обозначения радиуса перед размерным числом наносят условный знак R (рис. 42). Размерную линию проводят из центра дуги и заканчивают стрелкой, которая упирается в точку дуги окружности. Если размерная линия ра-

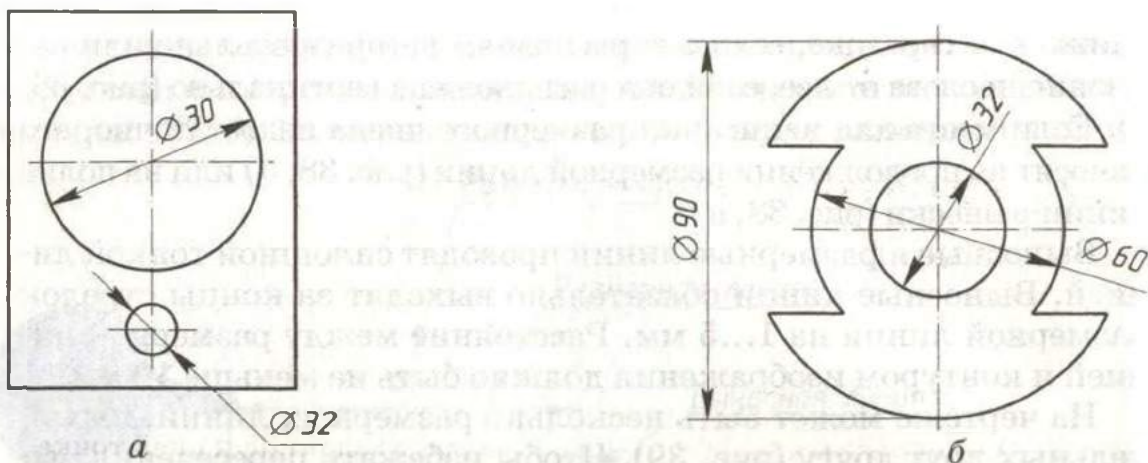


Рис. 41. Нанесение размеров окружности

диуса слишком короткая и на ней нельзя расположить условный знак и размерное число, то их наносят на продолжении размерной линии с внешней стороны дуги (рис. 42). Изображение предмета может иметь несколько одинаковых элементов. Их размеры наносят один раз, но отмечают количество этих элементов (рис. 43). Например, надпись «4 отв. Ø 12» означает, что предмет имеет четыре одинаковых отверстия диаметром 12 мм.

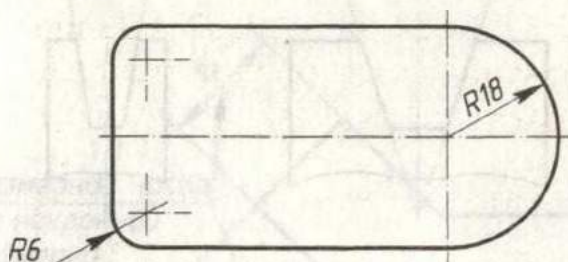


Рис. 42. Нанесение размеров радиусов

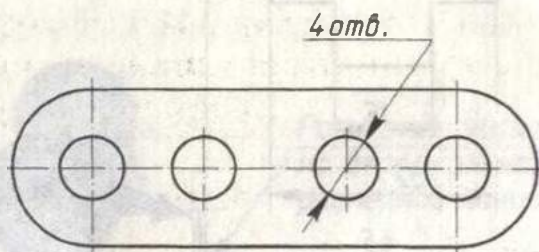


Рис. 43. Нанесение размеров, которые повторяются

ЗАДАНИЕ

Определите, на каких чертежах (рис. 44) нанесены размеры с ошибками. Ответы запишите в таблицу:

Задание	Чертеж
I	
II	
III	
IV	
V	

№	1	2	3	4
I				
II				
III				
IV				
V				

Рис. 44. Задание для упражнений

Как правильно нанести размеры на чертеже предмета? Для этого следует придерживаться определенной последовательности. Рассмотрим ее на примере.

На рисунке 45 показано изображение плоского предмета. Это прямоугольная пластина толщиной 5 мм. В центре пластины есть круглое отверстие $\varnothing 24$ мм, в верхней части — два одинаковых круглых отверстия $\varnothing 8$ мм. Внизу — прямоугольный вырез.

Сначала наносят размеры отдельных частей предмета: диаметры отверстий (8 и 24 мм), длину и высоту прямоугольного выреза (размеры 32 и 6 мм). Диаметры двух одинаковых отверстий указывают один раз, но перед обозначением размера наносят надпись «2 отв.».

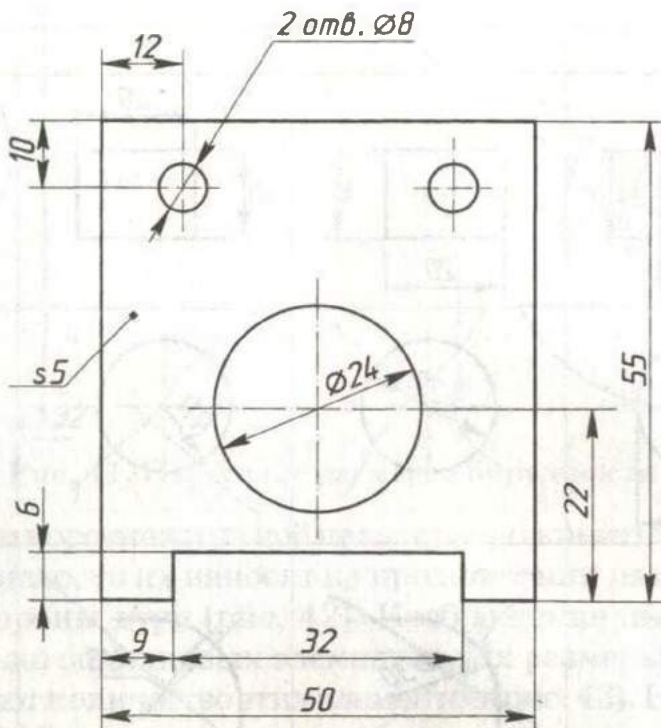


Рис. 45. Размеры на чертеже плоского предмета

Далее наносят размеры, которые определяют взаимное расположение частей предмета. Это размеры 9, 10, 12 и 22 мм. Размер 9 мм определяет положение прямоугольного выреза по ширине пластины. Размеры 10 и 12 мм определяют положения центров отверстий $\varnothing 8$ мм по высоте и ширине предмета. Размер 22 мм определяет положение центра отверстия $\varnothing 24$ мм по высоте предмета. Положение центра по ширине определяет ось симметрии, то есть отверстие расположено точно посередине относительно ширины предмета.

В последнюю очередь наносят размеры, которые определяют наибольшие очертания предмета — их называют габаритными. На рисунке 45 это размеры 55 и 50 мм, то есть высота и ширина предмета.

Толщину предмета указывают условно — $s5$.

ВОПРОСЫ

1. В каких единицах указывают на чертежах линейные размеры? угловые размеры?
2. Какой линией проводят на чертежах выносные и размерные линии?
3. Каким может быть расстояние между контуром изображения и размерной линией?
4. Как наносят размерные числа по отношению к горизонтальным, наклонным и вертикальным размерным линиям?
5. Как наносят размеры нескольких одинаковых элементов изображения?
6. В какой последовательности наносят размеры на чертежах плоских предметов?

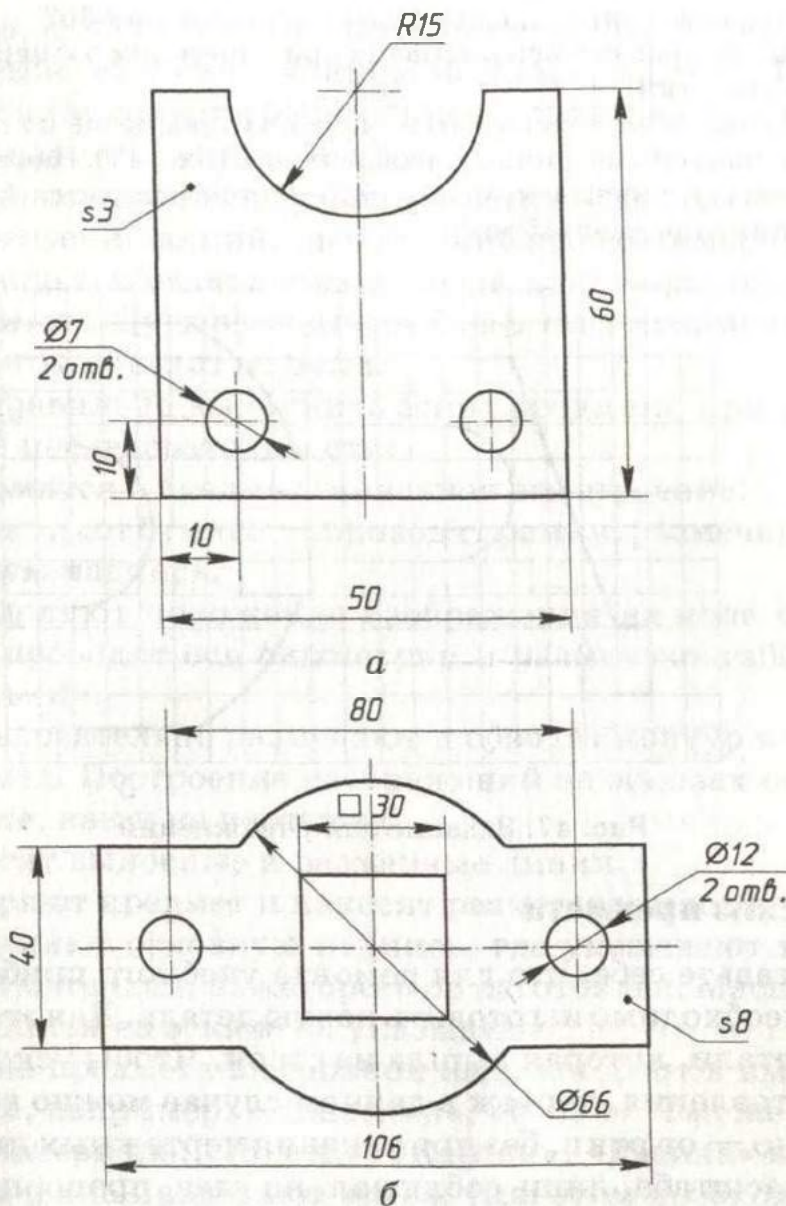


Рис. 46. Задание для упражнений

ЗАДАНИЕ

I. Прочитайте чертежи предметов, ответьте на следующие вопросы.

К чертежу на рисунке 46, а:

1. Чему равны габаритные размеры предмета?
2. Какая толщина предмета? Откуда это видно?
3. Сколько осей симметрии имеет изображение предмета?
4. Что означает надпись «2 отв. Ø 7»?
5. Почему перед размерным числом 15 нанесена буква R?
6. Какими размерами определены положения центра отверстий диаметром 7 мм?

К чертежу на рисунке 46, б:

1. Чему равны габаритные размеры предмета?
2. С какой целью на чертеже нанесен размер 80 мм?
3. Сколько осей симметрии имеет изображение предмета?
4. Что означает условное обозначение s8?

5. Что означает знак \square , нанесенный перед числом 30?
6. Какая условность использована при нанесении размеров двух одинаковых отверстий?
- II. Выполните чертёж одного из плоских предметов по представленным половинам симметричных изображений (рис. 47). Нанесите необходимые размеры, учитывая, что размер клеток равняется 5x5 мм. Укажите толщину предмета (5 мм).

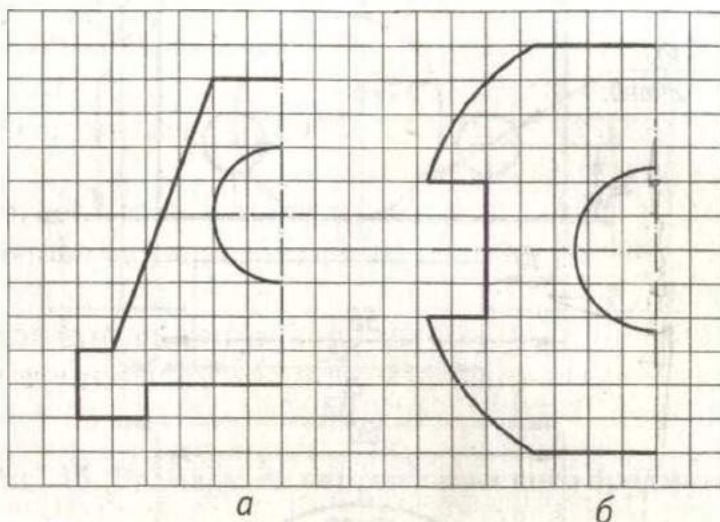


Рис. 47. Задание для упражнений

3.3. Эскиз предмета

Представьте себе, что для ремонта учебного прибора в мастерской необходимо изготовить новую деталь. Для этого нужен чертёж детали, которая вышла из строя. Чтобы ускорить процесс изготовления, чертёж в данном случае можно выполнить упрощенно — от руки, без применения чертежных инструментов, без масштаба, лишь соблюдая, на глаз, пропорции между частями изображаемой детали. Выполненные таким образом чертежи называют *эскизами*. Для сравнения на рисунке 48 показан эскиз (а) и чертёж (б) одного и того же предмета.

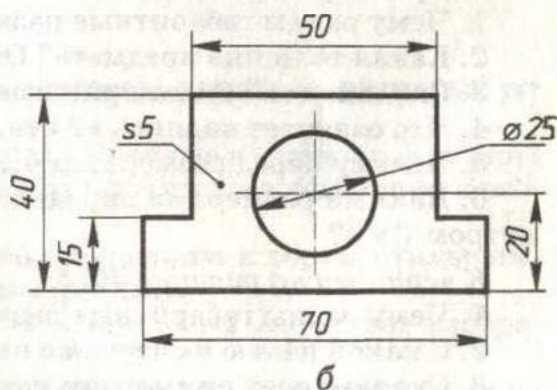
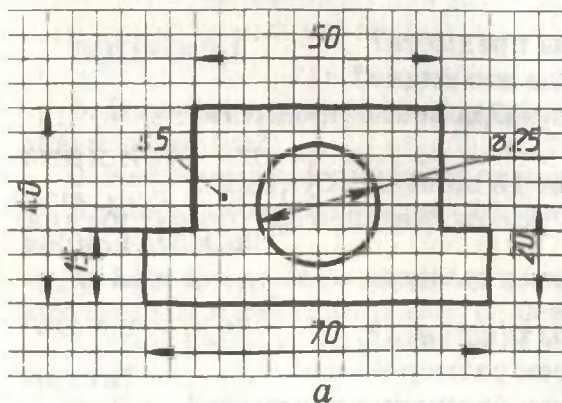


Рис. 48. Эскиз (а) и чертёж (б) предмета

Несмотря на допустимые упрощения, эскиз должен давать представление об изображенном на нем предмете. Поэтому линии на эскизе должны быть ровными и четкими, все надписи и обозначения — аккуратными.

Эскизы выполняют на бумаге в клетку. Это облегчает и ускоряет проведение линий, выполнение необходимых построений. С помощью клеток легко соблюдать пропорциональность частей предмета. Дуги окружностей на эскизах размечают циркулем, а потом обводят от руки.

Чтобы правильно выполнить эскиз предмета, придерживаются такой последовательности:

1. Знакомятся с предметом, изучая его строение.
2. Готовят лист бумаги — проводят рамку, размечают и чертят основную надпись.
3. Определяют положение изображения на поле чертежа. Для этого проводят оси симметрии и размечают габаритный прямоугольник.
4. Последовательно размечают и обводят контур изображения предмета. Построение изображений на эскизах осуществляют так же, как и на чертежах.
5. Наносят выносные и размерные линии.
6. Обмеряют предмет и наносят размерные числа.
7. Заполняют основную надпись, где указывают название предмета и материал, из которого он изготовлен. Масштаб в основной надписи на эскизе не указывают.

Название предмета в основной надписи дают в именительном падеже, например: «Пластина», «Ушко». Так же пишут и название материала: «Жесть», «Картон», «Резина» и т.п.

В заключение проверяют эскиз. При этом необходимо убедиться, что изображение построено правильно и дает полное представление о форме предмета и его отдельных частей; изображение дополнено необходимыми размерами и условными обозначениями.

Последовательность выполнения эскиза предмета показана на рисунке 49.

Во время выполнения эскизов предметы обмеряют различными измерительными инструментами. Линейные величины измеряют с помощью линейки (рис. 50, а). Углы измеряют транспортиром (рис. 50, б). Диаметры круглых отверстий можно измерять нутромером (рис. 50, в). Числовое значение диаметра отверстия, измеренного нутромером, определяют с помощью линейки (рис. 50, г).

Некоторые размеры определяют опосредствованно или с помощью определенных расчетов, так как измерить их непосред-

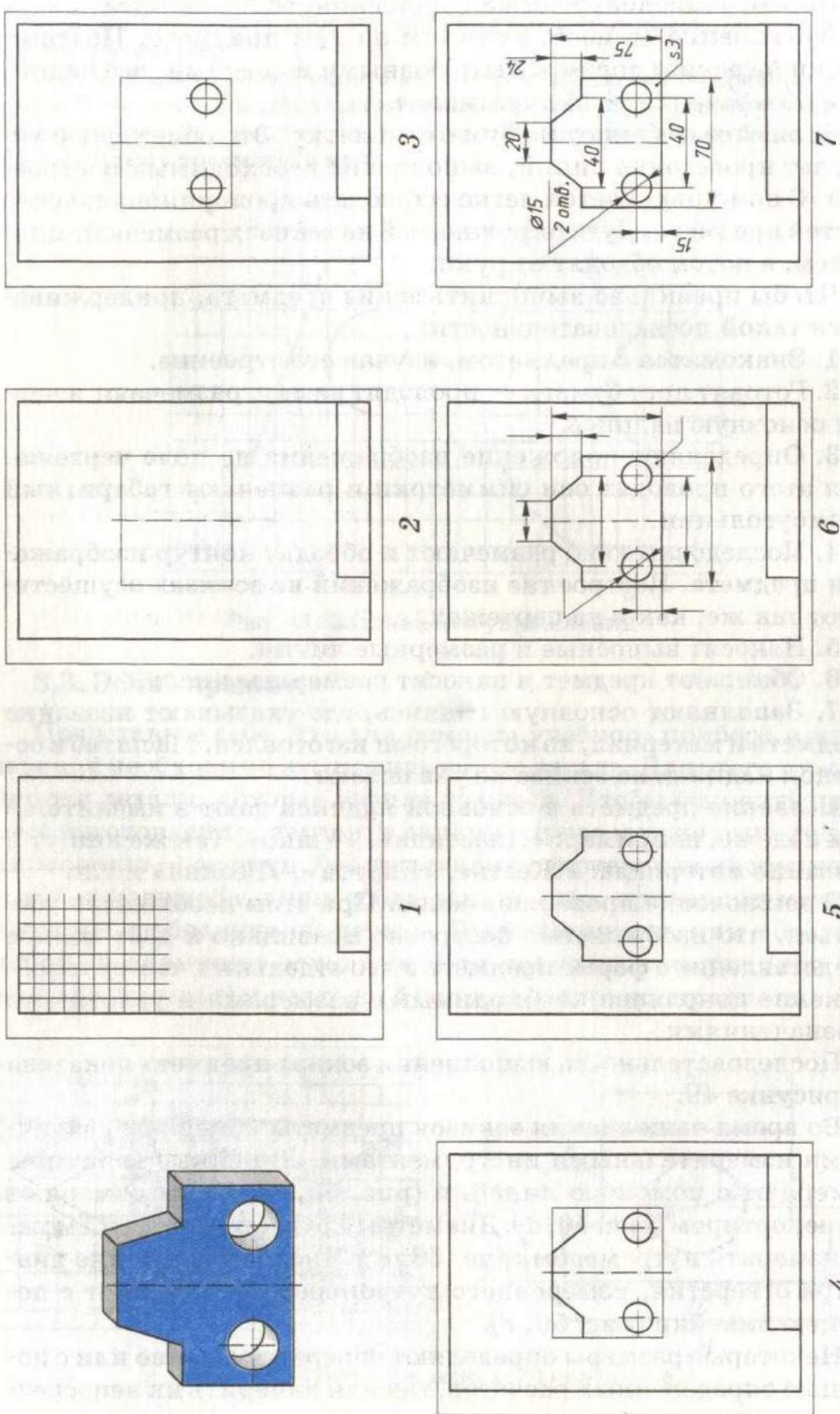
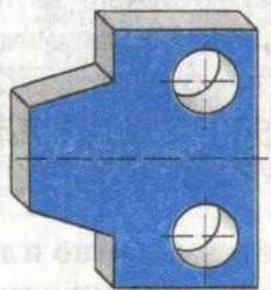
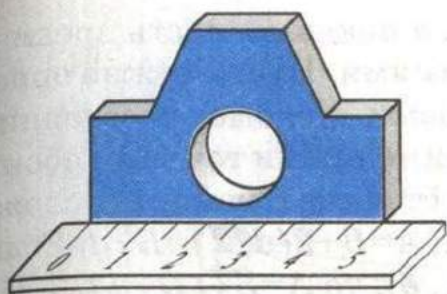
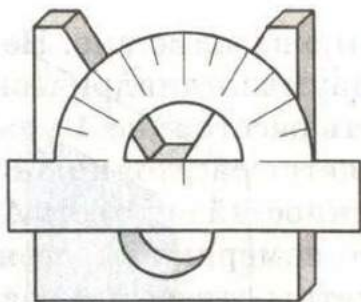


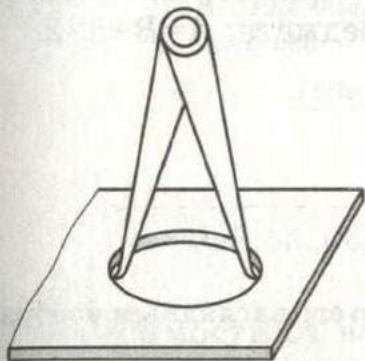
Рис. 49. Последовательность выполнения эскиза предмета



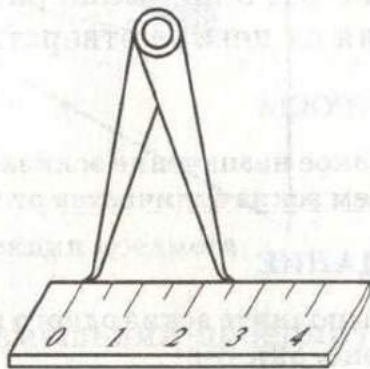
a



б

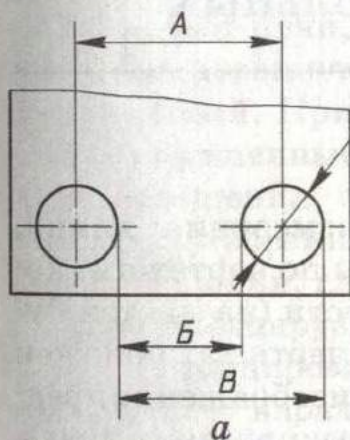


в

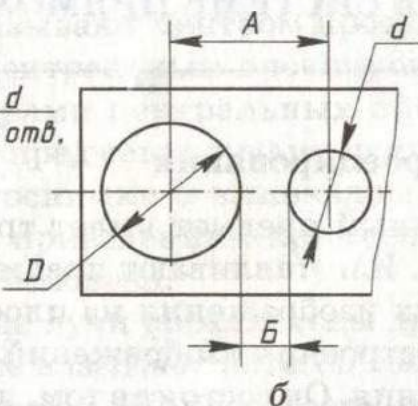


г

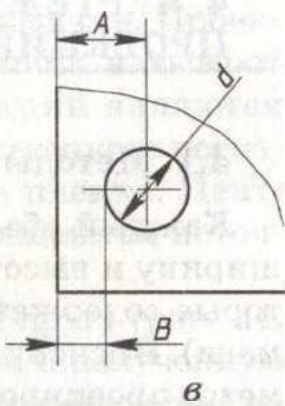
Рис. 50. Обмеры предметов для выполнения эскизов:
a — линейкой; *б* — транспортиром; *в, г* — нутромером



a

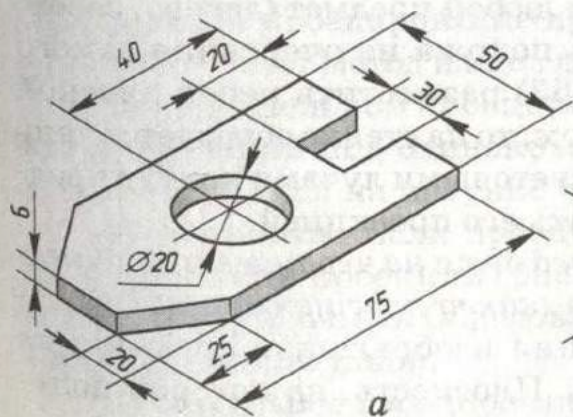


б

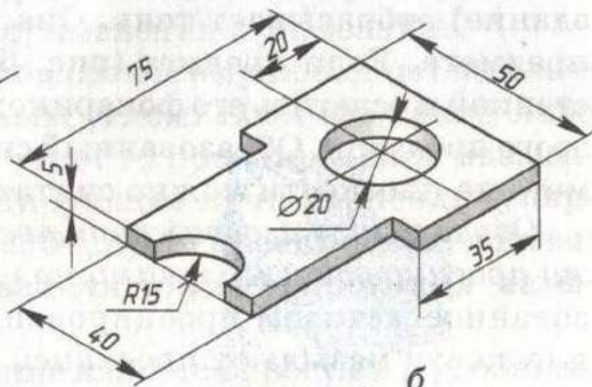


в

Рис. 51. Опосредствованное определение размеров



a



б

Рис. 52. Задание для упражнений

ственно невозможно. На рисунке 51, а показана часть предмета с двумя цилиндрическими отверстиями. Пусть нужно определить расстояние A между их центрами. Искомое расстояние равняется расстоянию B между одноименными точками обеих окружностей — то есть $A=B$. Если расстояние B измерить сложно, то измеряют расстояние B . Тогда $A=B+2(d/2)=B+d$. Если диаметры отверстий разные (рис. 51, б), то $A=B+(D+d)/2$. На рисунке 51, в показана расчетная схема для определения расстояния от центра отверстия к краю предмета: $A=B+d/2$.

ВОПРОСЫ

1. Какое назначение эскиза?
2. Чем эскиз отличается от чертежа?

ЗАДАНИЕ

1. Выполните эскиз одного из предметов по его наглядным изображениям (рис. 52).
2. По заданию учителя выполните с натуры эскиз предмета.

4. ЧЕРТЕЖИ В СИСТЕМЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ

4.1. Методы проецирования

Каждый объемный предмет имеет три измерения: длину, ширину и высоту. Изготавливают предметы по чертежам, которые содержат их изображения на плоскости (на листах бумаги). В основу построения изображений на чертежах положен метод проецирования. Он состоит в том, что изображение предмета на плоскости получают с помощью *проецирующих лучей*.

Проецирование напоминает образование тени предмета. При освещении солнечными лучами любой предмет (дерево, забор, здание) отбрасывает тень. Она похожа на очертания самого предмета. Если предмет (рис. 53) разместить перед плоской стенкой и осветить его фонариком, то на стенке образуется тень этого предмета. Образованный световыми лучами контур предмета на плоскости можно считать его проекцией.

Образование изображения предмета на чертеже мысленными проецирующими лучами называют проецированием. Образованное методом проецирования изображение предмета на плоскости называют *проекцией*. Плоскость, на которой получается проекция, называется *плоскостью проекций*.

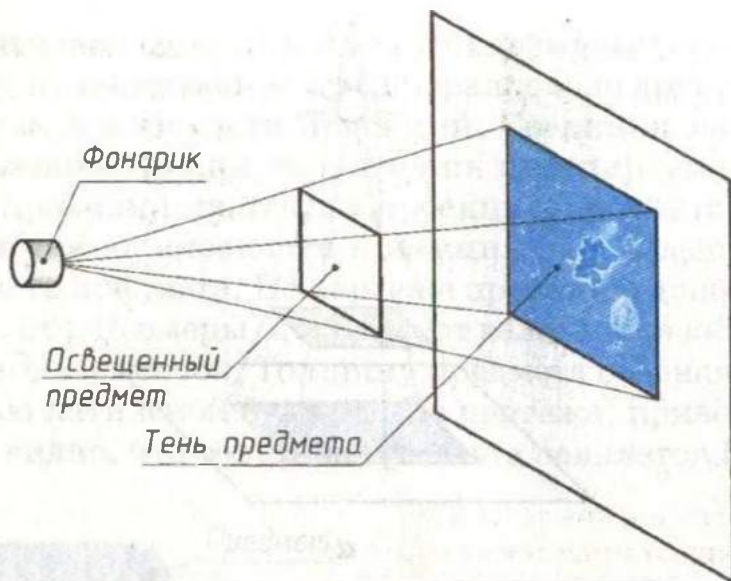


Рис. 53. Образование проекции предмета

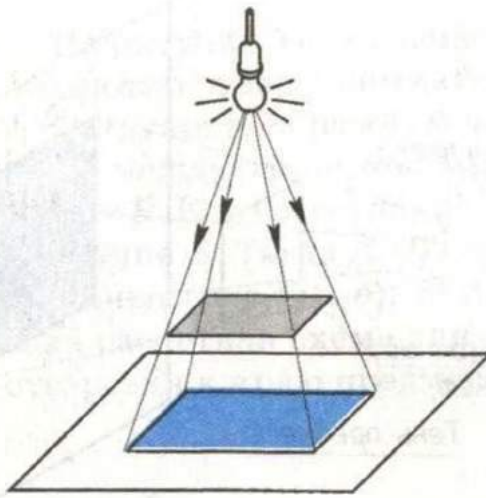
В зависимости от взаимного размещения проецирующих лучей в пространстве различают центральное и параллельное проецирование.

Если проецирующие лучи выходят из одной точки, проецирование называют *центральным* (рис. 54, а). Точку, из которой выходят лучи, называют центром проецирования. Проекцию, образованную центральным проецированием, называют центральной. Примерами центральных проекций являются тени, отброшенные от предметов лучами искусственного источника освещения, фотоснимки и кинокадры на пленке. Центром проецирования в приведенных примерах является источник освещения, глаз человека.

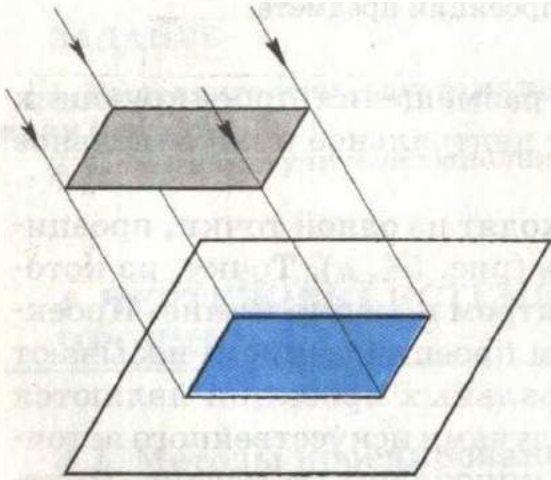
Если проецирующие лучи параллельны друг другу (рис. 54, б, в), то проецирование называют *параллельным*, а полученную проекцию — параллельной. Вы уже знаете, что изображение на чертежах строят с помощью параллельных между собою проецирующих лучей, то есть методом параллельного проецирования. Центральное проецирование при выполнении чертежей не используют — этот метод нашел применения в рисовании.

При параллельном проецировании все лучи падают на плоскость проекций под одинаковым углом. Если это какой-либо острый угол, как на рисунке 54, б, то проецирование называют *косоугольным*. Если проецирующие лучи перпендикулярны к плоскости проекций (рис. 54, в), то проецирование называют *прямоугольным*. Образованная при этом проекция называется прямоугольной.

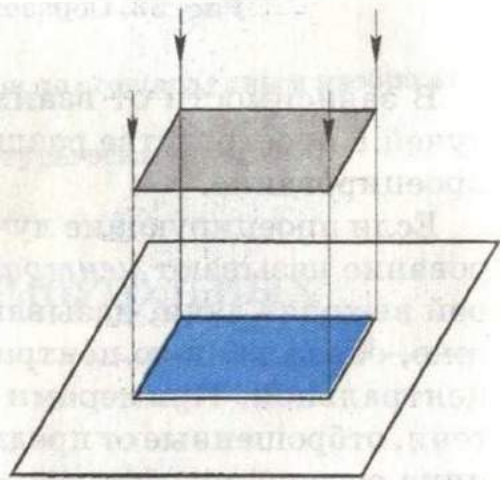
Прямоугольное проецирование является простым и удобным, поэтому ему отдают предпочтение перед косоугольным.



a



б



в

Рис. 54. Методы проецирования:
a — центральное; *б* — параллельное косоугольное;
в — параллельное прямоугольное

ВОПРОСЫ

1. Что называется проецированием?
2. Что такое проекция?
3. Какие вы знаете методы проецирования?
4. Чем отличается центральное проецирование от параллельного?
5. В чем состоит отличие между косоугольным и прямоугольным проецированием?
6. Каким способом проецирования получают прямоугольные проекции?

4.2. Прямоугольное проецирование

Проецирование на одну плоскость проекций. Проецированием на одну плоскость проекций получают проекции плоских предметов. Чтобы получить проекцию предмета, через все его вершины проводят мысленно лучи по направлению к плоскости проек-

ций к встрече с ней (рис. 55). Эти лучи называют *проецирующими*. Проводят проецирующие лучи параллельно друг другу и под прямым углом к плоскости проекций. Соединив между собою линиями мысленно точки пересечения проецирующих лучей с плоскостью проекций, получают проекцию предмета.

Образованная на плоскости проекция дает представление о форме плоского предмета. На чертеже проекцию дополняют размерами (рис. 56). Размеры отображают величину изображенного предмета и его элементов. Толщину предмета обозначают условно с помощью латинской буквы *s*. Из чертежа, приведенного на рисунке 56, видно, что толщина предмета равняется 5 мм.

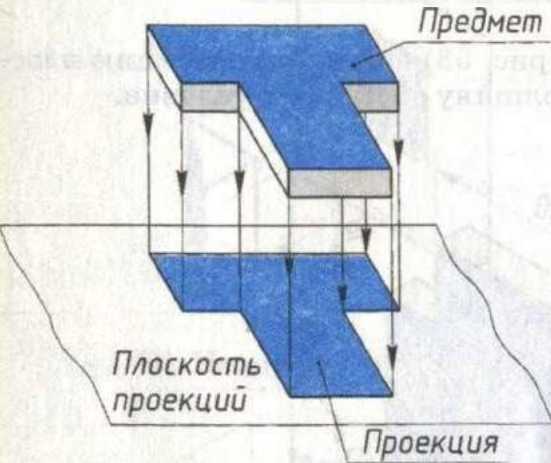


Рис. 55. Проекция плоского предмета

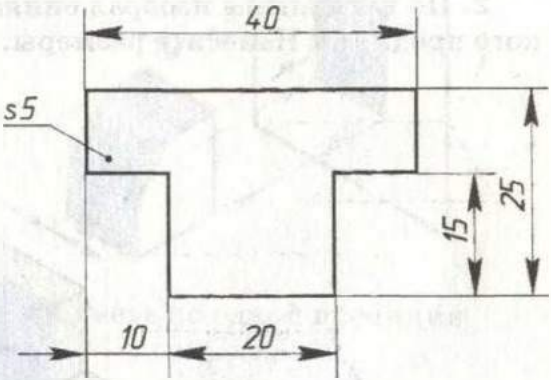


Рис. 56. Чертеж плоского предмета

ЗАДАНИЕ

1. По наглядным изображениям предметов (рис. 57) найдите их проекции. Ответы запишите в таблицу на стр.44.

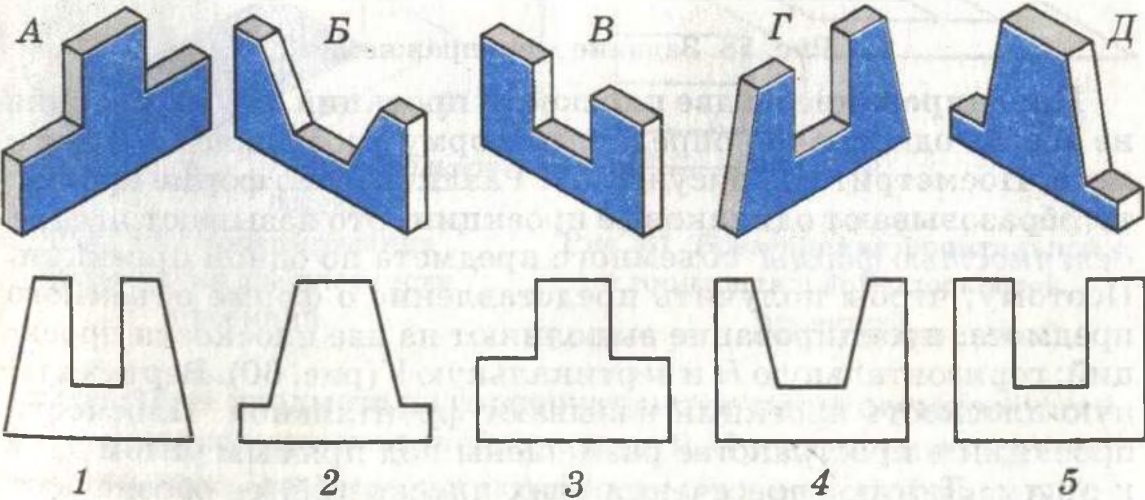


Рис. 57. Задание для упражнений

Наглядное изображение	Проекция
А	
Б	
В	
Г	
Д	

2. По наглядным изображениям (рис. 58) постройте проекцию плоского предмета. Нанесите размеры. Толщину обозначьте условно.

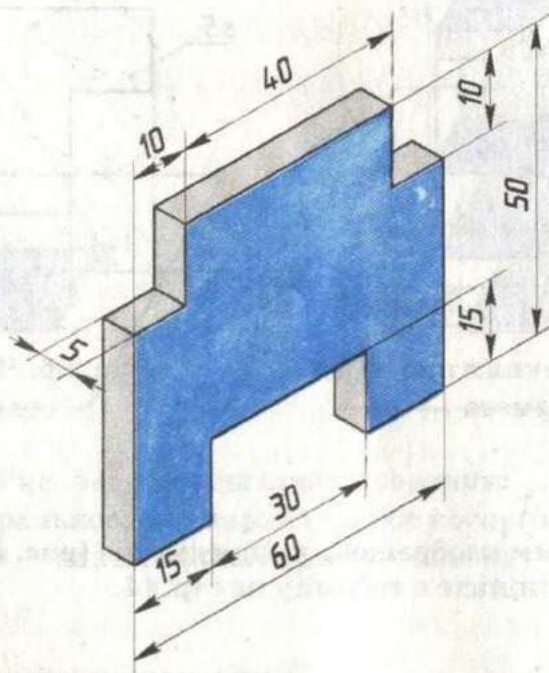


Рис. 58. Задание для упражнений

Проецирование на две плоскости проекций. Одна проекция не всегда однозначно определяет форму изображаемого предмета. Посмотрите на рисунок 59. Различные по форме предметы образуют одинаковые проекции. Это называют *неопределенностью формы* объемного предмета по одной проекции. Поэтому, чтобы получить представление о форме объемного предмета, проецирование выполняют на две плоскости проекций: горизонтальную *H* и вертикальную *V* (рис. 60). Вертикальную плоскость проекций называют фронтальной. Плоскости проекций в пространстве размещены под прямым углом друг к другу. Линию пересечения этих плоскостей (ее обозначают *x*) называют *осью проекций*.

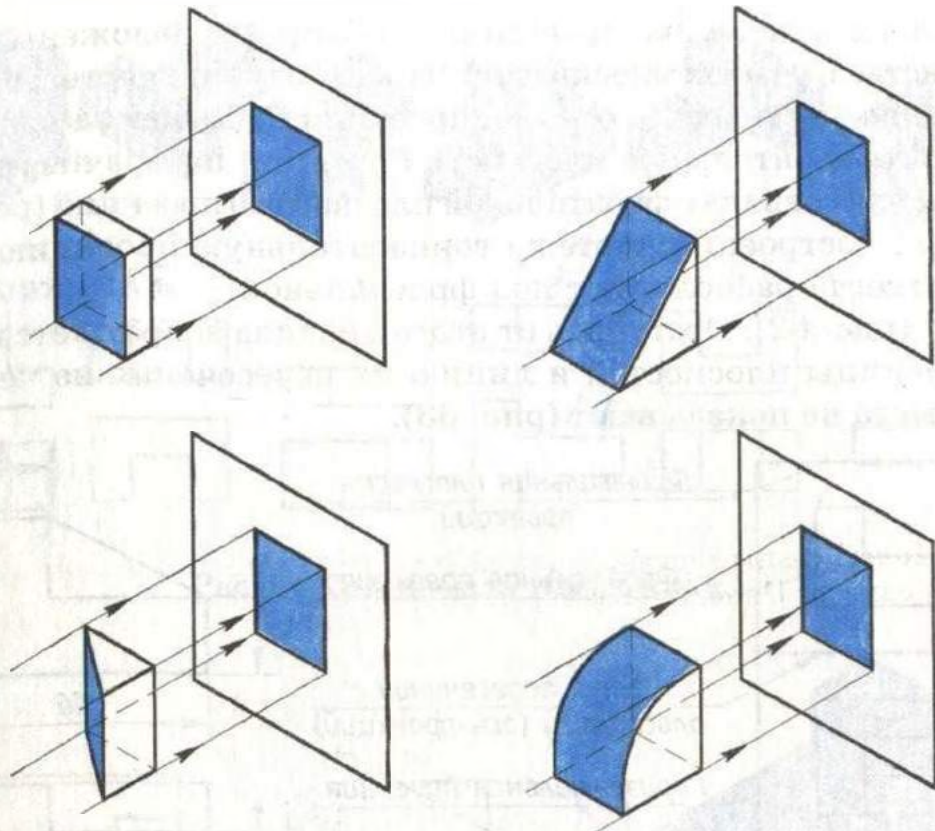


Рис. 59. Неопределенность формы предмета по одной проекции

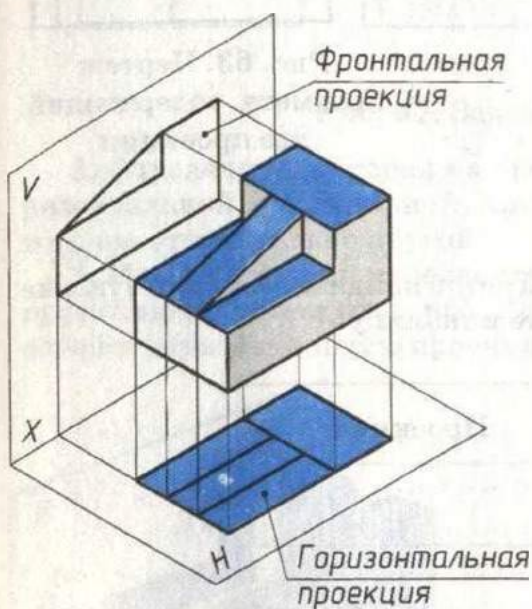


Рис. 60. Проецирование предмета на две плоскости проекций

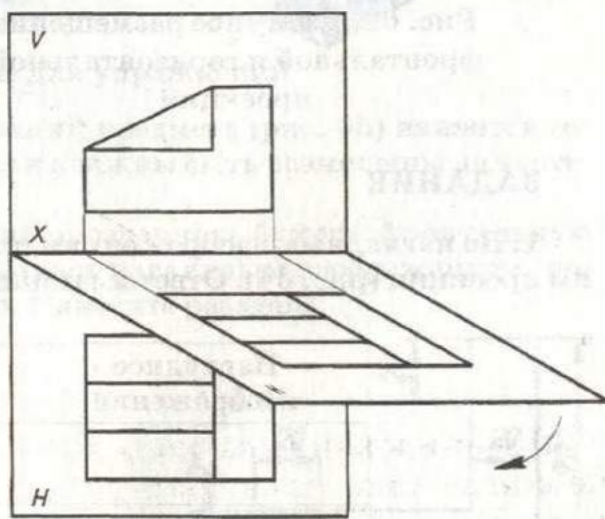


Рис. 61. Совмещение фронтальной и горизонтальной плоскостей проекций

Проекция предмета на горизонтальную плоскость проекций называется *горизонтальной проекцией*. Проекция предмета на фронтальную (вертикальную) плоскость проекций называется *фронтальной проекцией*.

Образованные две проекции предмета расположены в пространстве в разных плоскостях. Чтобы получить чертёж предмета на плоскости, обе плоскости проекций совмещают в одну. Для этого горизонтальную плоскость проекций поворачивают так, чтобы она совпала с фронтальной плоскостью проекций (рис. 61).

При построении чертежа горизонтальную проекцию предмета всегда располагают под фронтальной — *в проекционной связи* (рис. 62). Отступать от этого правила запрещается.

Границы плоскостей и линию их пересечения на чертеже предмета не показывают (рис. 63).



Рис. 62. Взаимное размещение фронтальной и горизонтальной проекций

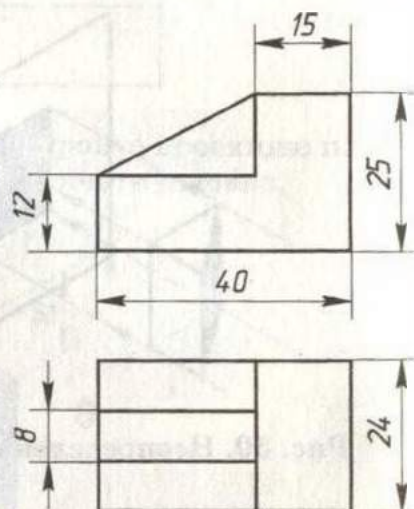


Рис. 63. Чертёж предмета, содержащий две проекции

ЗАДАНИЕ

1. По наглядным изображениям предметов найдите соответствующие им проекции (рис. 64). Ответы запишите в таблицу:

Наглядное изображение	Проекции
А	
Б	
В	
Г	
Д	
Е	

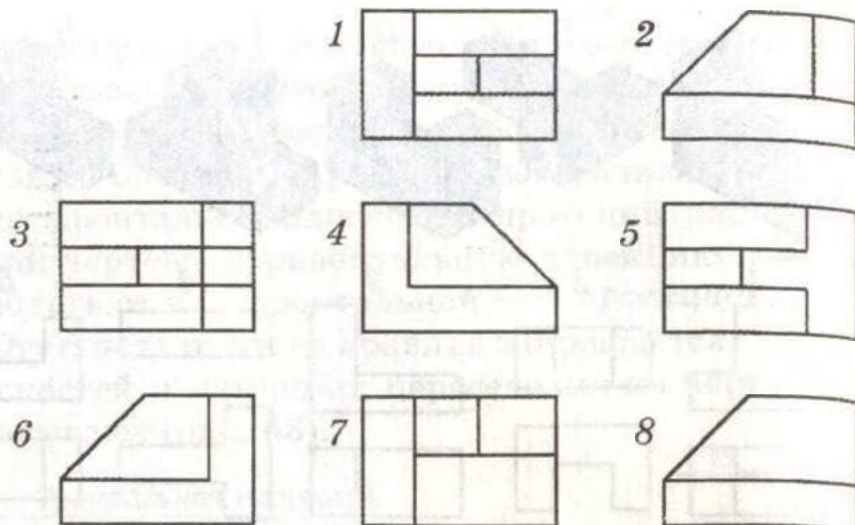
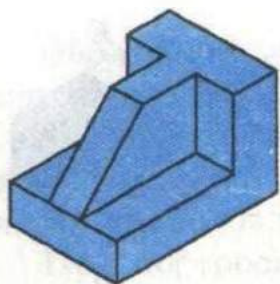


Рис. 67. Задание для упражнений

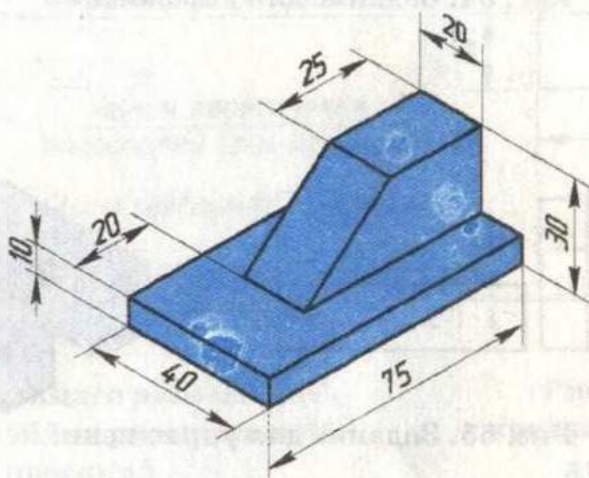


Рис. 68. Задание для упражнений

4. Найдите на рисунке 67 две проекции, которые отвечают изображенному предмету.

5. Постройте две проекции изображенного предмета (рис. 68). Нанесите размеры.

Проецирование на три плоскости проекций. Две проекции предмета — горизонтальная и фронтальная — довольно полно и однозначно определяют на чертежах форму многих предметов, но не всех. На рисунке 69 показаны две проекции, которые отвечают одновременно нескольким предметам. Значит, и по двум проекциям не всегда можно точно определить форму предмета.

Чтобы построить чертеж, по которому можно определить единый образ изображаемого предмета, пользуются тремя плоскостями проекций. В этом случае к двум известным вам плоскостям проекций прибавляют еще одну — ее называют профильной. Построенную на профильной плоскости проекцию

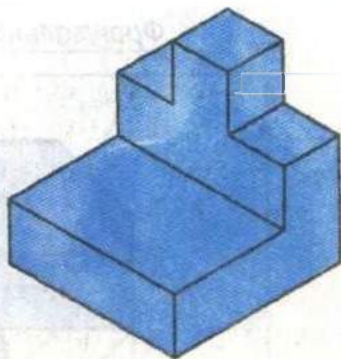
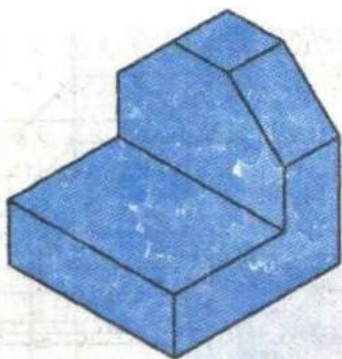
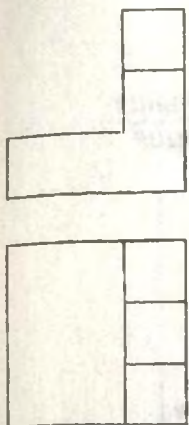


Рис. 69. Неопределенность формы предмета по двум проекциям

называют *профильной проекцией*. Профильная плоскость проекций перпендикулярна одновременно к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций.

Три взаимно перпендикулярные плоскости проекций образуют трехгранный угол (рис. 70). Попарно пересеченные плоскости проекций образуют три линии, которые выходят из общей точки O . Эти линии называются осями проекций: x , y и z .

Предмет, который проецируют, помещают в пространство трехгранного угла (рис. 71) и последовательно рассматривают с трех сторон: спереди, сверху и слева. С помощью условных проецирующих лучей образуются проекции на каждой плоскости проекций.

Чтобы построить чертеж предмета, все три плоскости проекций совмещают в одну плоскость. Для этого горизонтальную плоскость поворачивают вниз, а профильную — вправо (рис. 72, а) до совмещения с фронтальной плоскостью проекций. По-

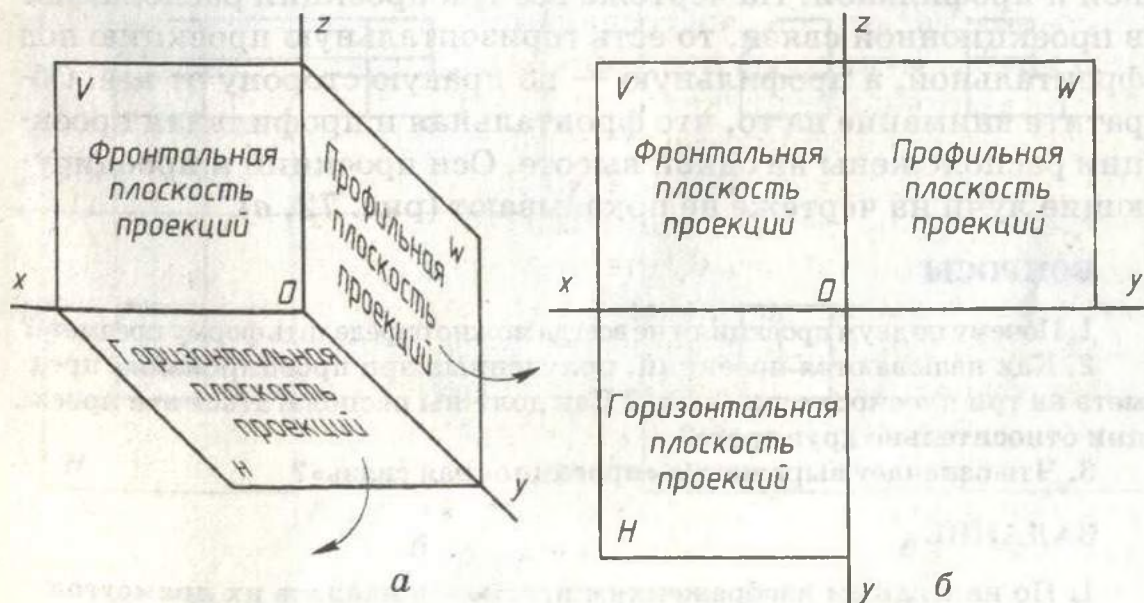


Рис. 70. Образование трехгранного угла

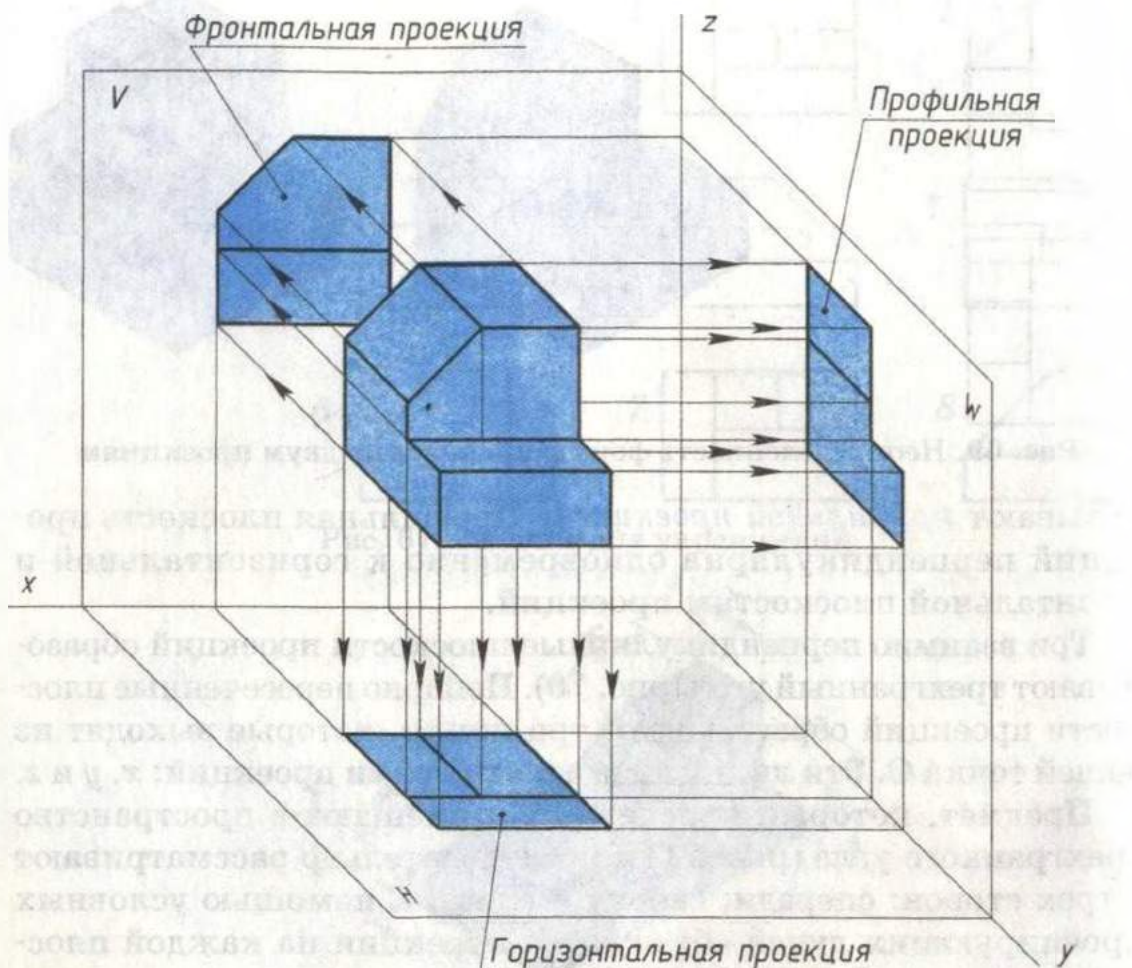


Рис. 71. Проецирование предмета на три плоскости проекций

лученный таким образом чертеж состоит из трех прямоугольных проекций предмета (рис. 72, б): фронтальной, горизонтальной и профильной. На чертеже все три проекции располагают в проекционной связи, то есть горизонтальную проекцию под фронтальной, а профильную — по правую сторону от нее. Обратите внимание на то, что фронтальная и профильная проекции расположены на одной высоте. Оси проекций и проецирующие лучи на чертеже не показывают (рис. 72, в).

ВОПРОСЫ

1. Почему по двум проекциям не всегда можно определить форму предмета?
2. Как называются проекции, полученные при проецировании предмета на три плоскости проекций? Как должны располагаться эти проекции относительно друг друга?
3. Что означает выражение «проекционная связь»?

ЗАДАНИЕ

1. По наглядным изображениям предметов найдите их прямоугольные проекции (рис. 73). Ответы запишите в таблицу на стр. 53.

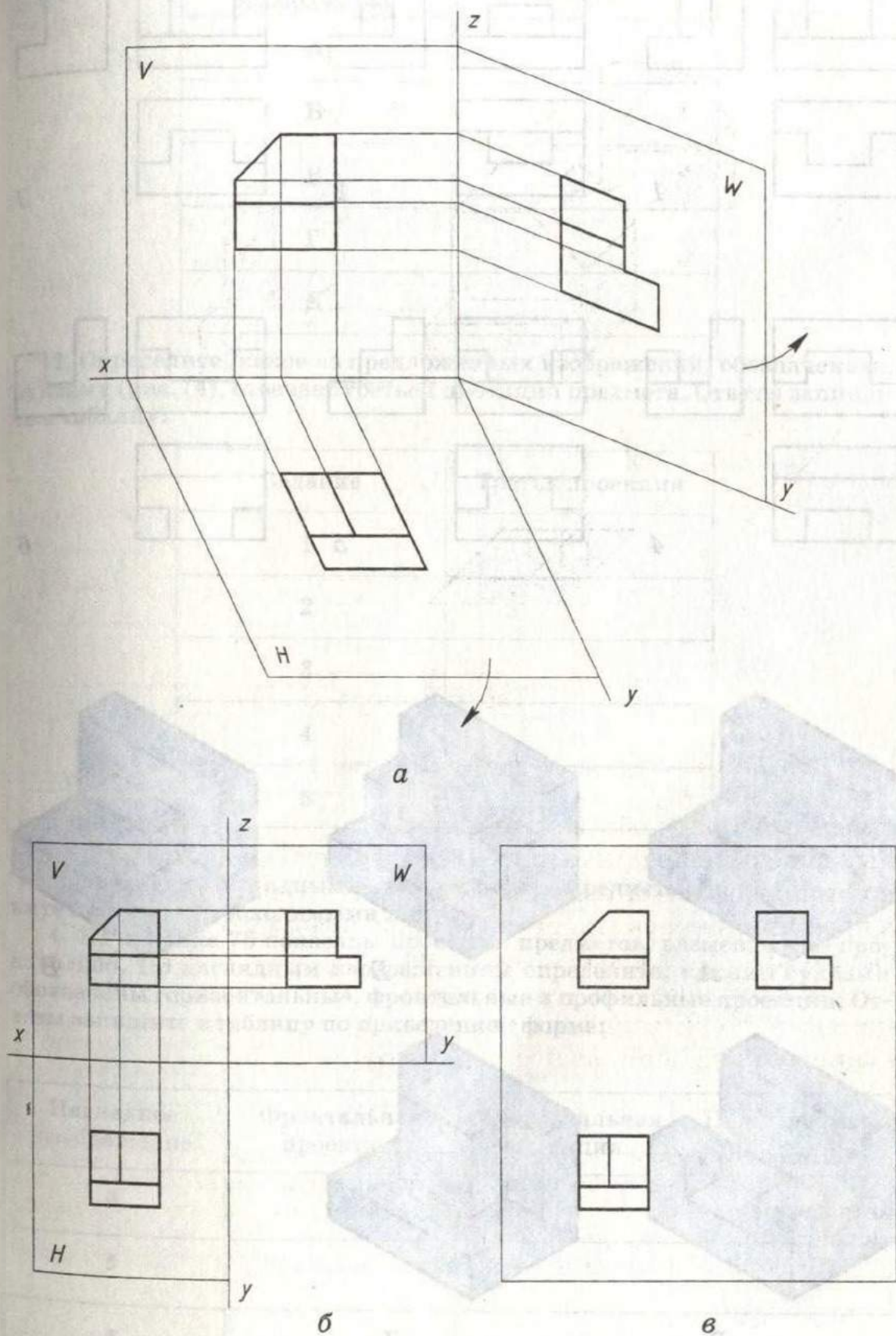


Рис. 72. Чертежи, которые содержат три проекции предмета

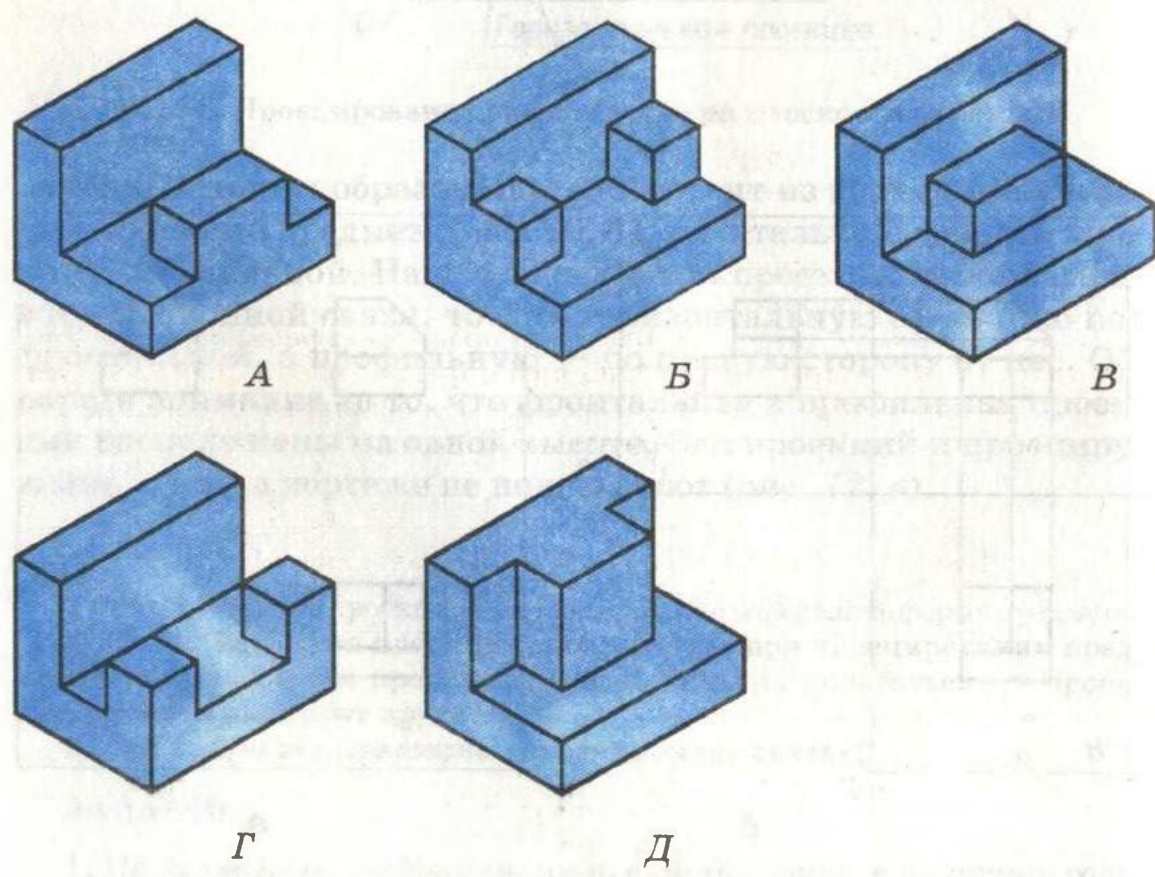
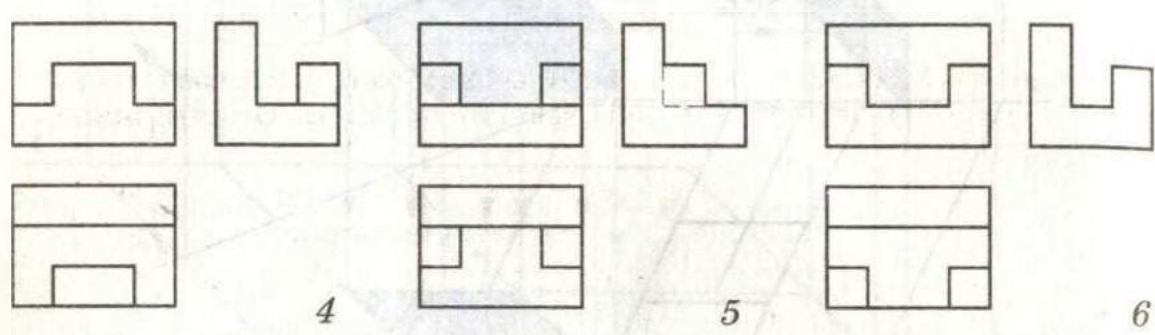
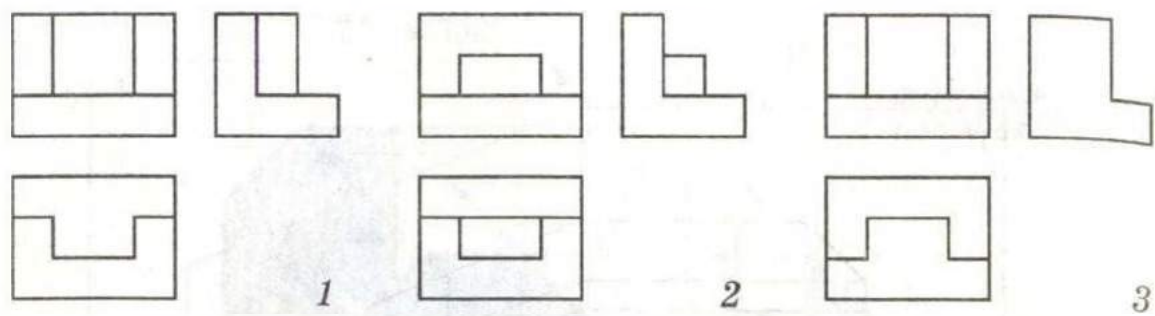


Рис. 73. Задание для упражнений

Наглядное изображение	Проекции
А	
Б	
В	
Г	
Д	

2. Определите, какое из предложенных изображений, обозначенных буквами (рис. 74), отвечает третьей проекции предмета. Ответы запишите в таблицу:

Задание	Третья проекция
1	
2	
3	
4	
5	

3. Пользуясь наглядными изображениями предметов (рис. 75), дополните проекции необходимыми линиями.

4. На рисунке 76 показаны проекции предметов, размещенные произвольно. По наглядным изображениям определите, какими буквами обозначены горизонтальные, фронтальные и профильные проекции. Ответы запишите в таблицу по приведенной форме:

Наглядное изображение	Фронтальная проекция	Горизонтальная проекция	Профильная проекция
<i>а</i>			
<i>б</i>			
<i>в</i>			

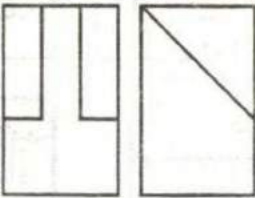
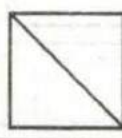
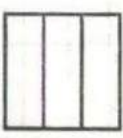

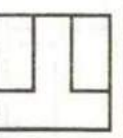
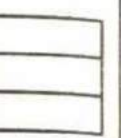
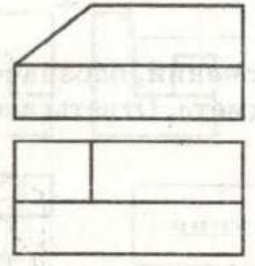
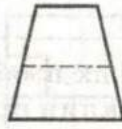


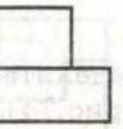
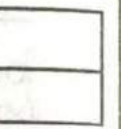
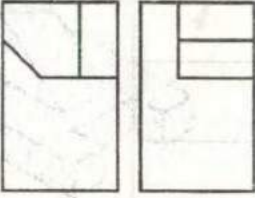
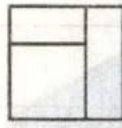

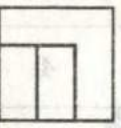
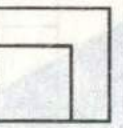
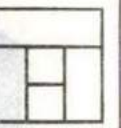
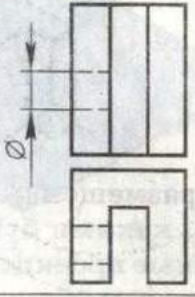

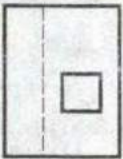
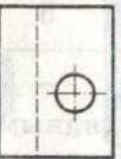
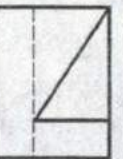

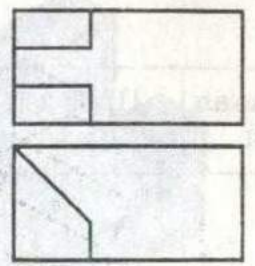


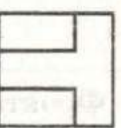
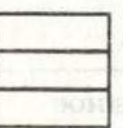
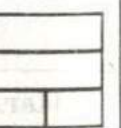
№		<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>
1						
2						
3						
4						
5						

Рис. 74. Задание для упражнений

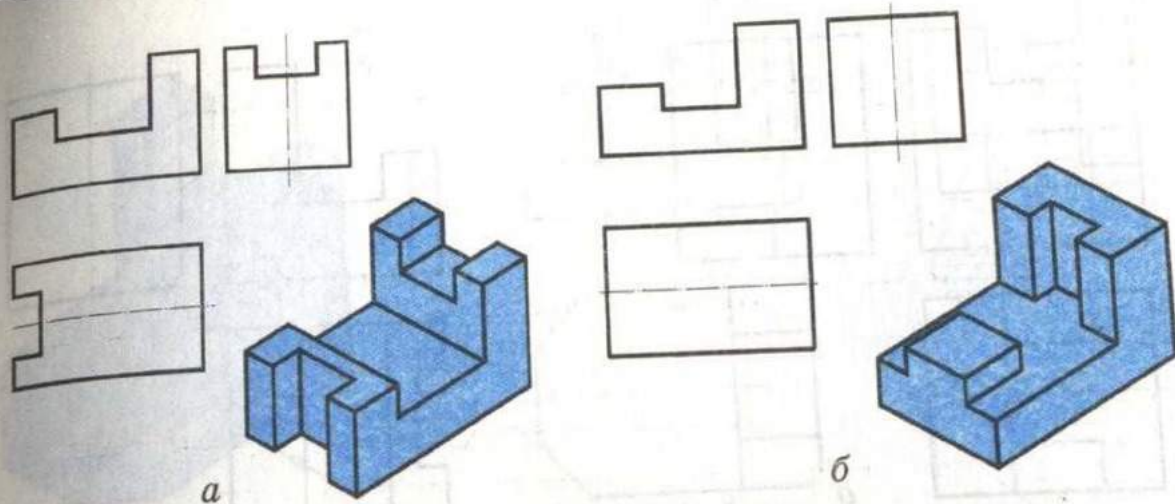


Рис. 75. Задание для упражнений

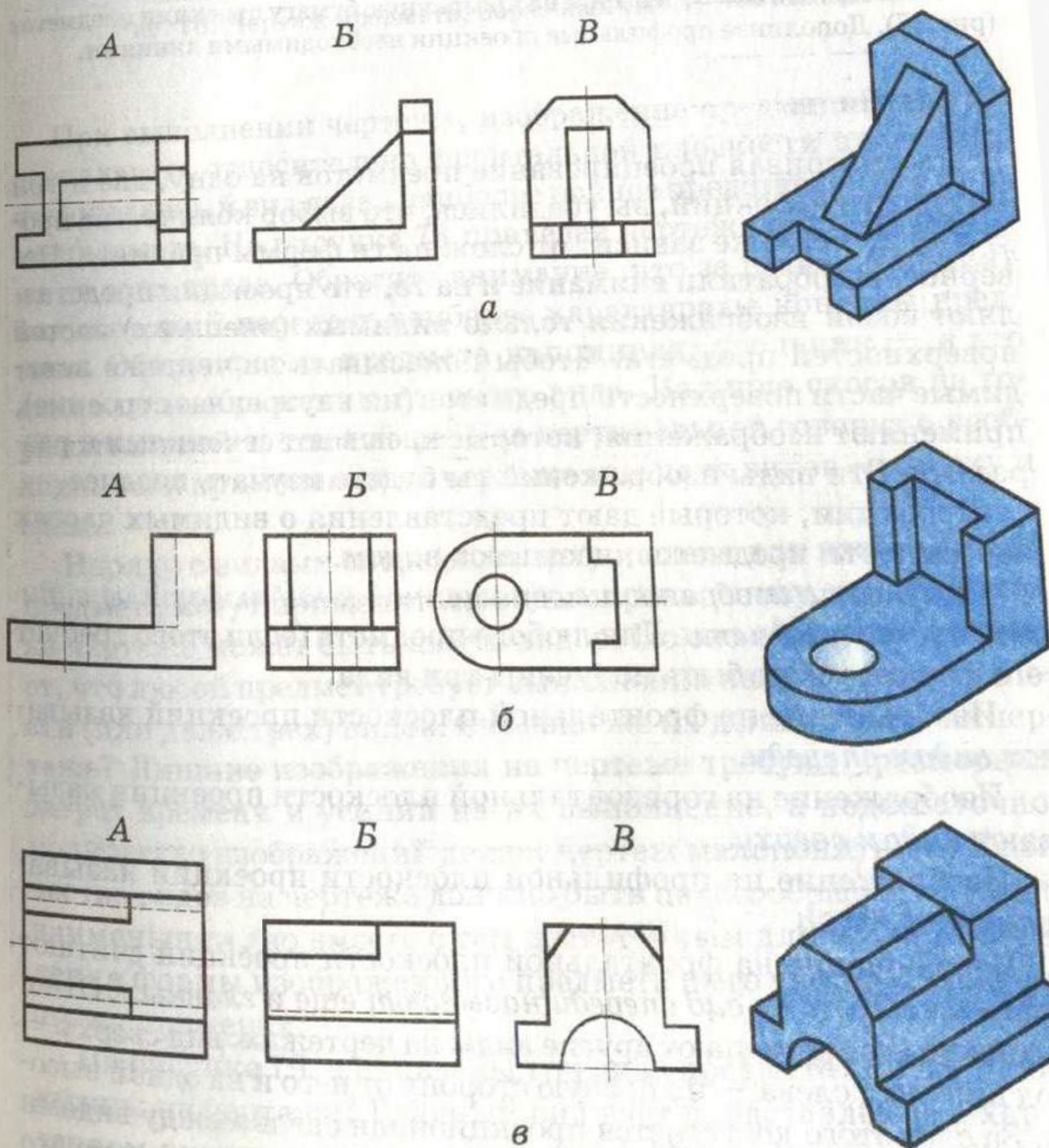


Рис. 76. Задание для упражнений

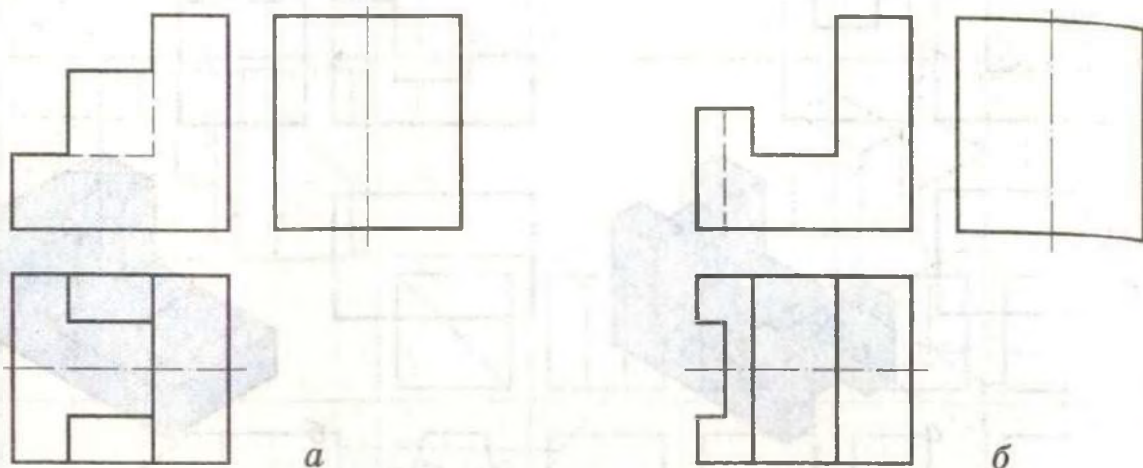


Рис. 77. Задание для упражнений

5. Начертите или перенесите на прозрачную бумагу проекции предметов (рис. 77). Дополните профильные проекции необходимыми линиями.

4.3. Виды

Рассматривая проецирование предметов на одну, две и три плоскости проекций, вы убедились, что выбор количества проекций на чертеже зависит от сложности формы предмета. Наверное, вы обратили внимание и на то, что проекции представляют собой изображения только видимых (внешних) частей поверхностей предмета. Чтобы показывать на чертеже невидимые части поверхности предметов (их внутреннее строение), применяют изображения, которые называют сечениями и разрезами. Эти виды изображений вы будете изучать позднее.

Проекции, которые дают представления о видимых частях поверхности предметов, называют видом.

Вид — это изображение обращенной к наблюдателю видимой части предмета. Для любого предмета (если этого требует его форма) могут быть получены три вида.

Изображение на фронтальной плоскости проекций называют *видом спереди*.

Изображение на горизонтальной плоскости проекции называют *видом сверху*.

Изображение на профильной плоскости проекций называют *видом слева*.

Изображение на фронтальной плоскости проекций считают главным. Поэтому *вид спереди называют еще и главным*. Относительно его размещают другие виды на чертежах: вид сверху — под ним, вид слева — по правую сторону от него и на одной высоте. За счет этого достигается проекционная связь между видами — она является необходимым условием для создания целостного представления о форме изображенного предмета.

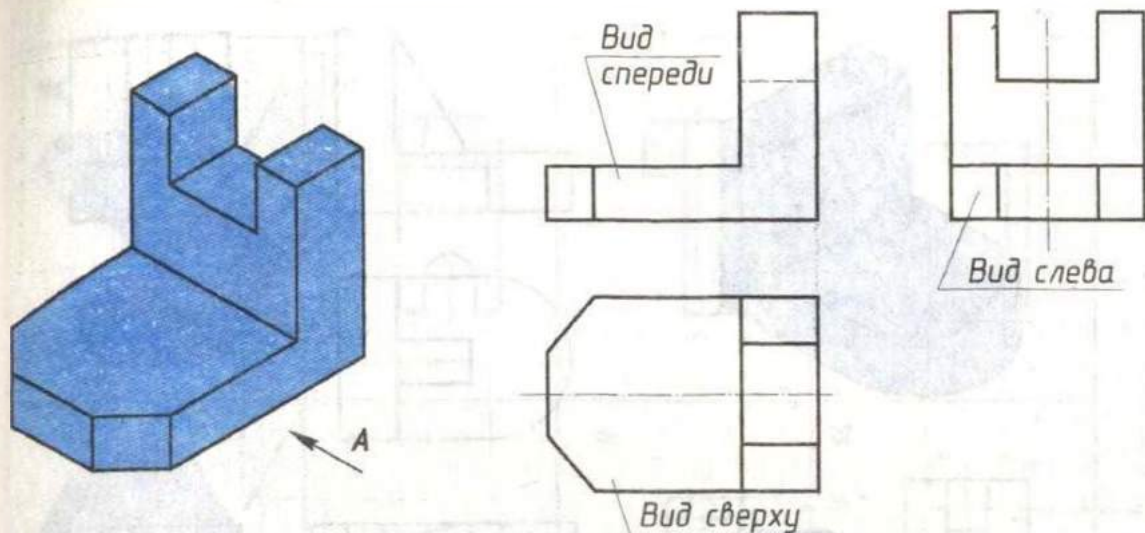


Рис. 78. Чертеж предмета, образованный тремя видами

При выполнении чертежа, изображение предмета надо так располагать относительно фронтальной плоскости проекций, чтобы главный вид давал наиболее полное представление о форме предмета. На рисунке 78 приведен чертеж, который состоит из трех видов. Обратите внимание, что за главный принят вид, который передает наиболее характерные контуры предмета. Общая форма предмета напоминает угольник — и это видно по изображению главного вида. Наличие скосов на горизонтальной части и выреза на вертикальной говорит о необходимости применения на чертеже еще двух видов — сверху и слева.

Наряду с видами спереди, сверху и слева для изображения предмета могут применяться виды справа, снизу, сзади. Итак, на чертеже может быть шесть видов. Но это совсем не означает, что любой предмет требует выполнения на чертеже всех шести (или даже трех) видов. Сколько же их должно быть на чертеже? Лишние изображения на чертеже требуют чрезмерных затрат времени и усилий на их выполнение, а недостаточное количество изображений делает чертеж малопонятным. Количество видов на чертеже должно быть целесообразным, то есть наименьшим, но вместе с тем достаточным для полного выявления формы изображенного предмета и его частей. Объясним это на примерах.

На рисунке 79, а показаны три вида предмета. Но все ли они нужны на чертеже? Главный вид дает представление о характерном внешнем контуре предмета. Чтобы лучше вообразить форму округленной части, нужен еще вид сверху. Вид слева

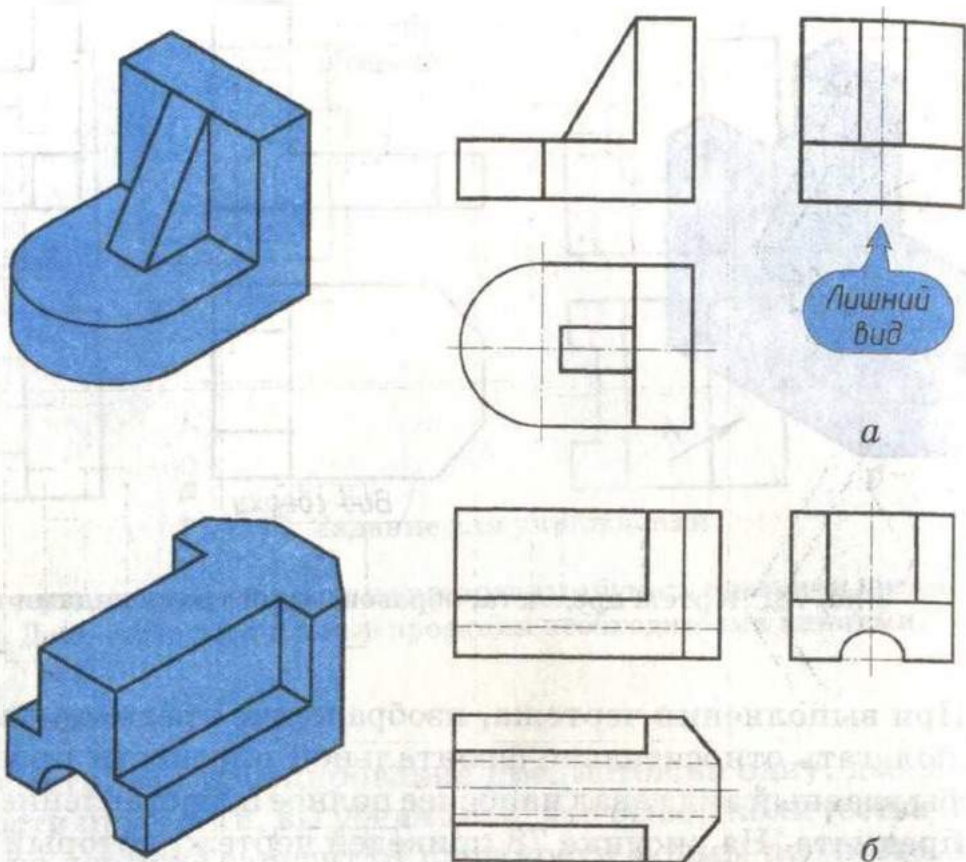


Рис. 79. Целесообразное количество видов на чертеже:
 а — для изображения предмета необходимо два вида;
 б — для изображения предмета необходимо три вида

лишний — без него форма изображенного предмета будет целиком понятной. Итак, в данном случае на чертеже должно быть лишь два изображения, и они являются достаточными для полного представления о форме предмета. Предмет, показанный на рисунке 79, б, требует наличия всех трех видов. Если не показать на чертеже вид слева или сверху, невозможно будет представить форму отдельных частей предмета.

Таким образом, целесообразное количество видов на чертеже следует всегда определять в зависимости от формы предмета.

Невидимые части поверхности предмета показывают на видах штриховыми линиями. Это дает возможность лучше представить форму отдельных частей предмета, а иногда даже уменьшить количество изображений на чертеже.

ВОПРОСЫ

1. Какое изображение предмета называют видом?
2. Как взаимно располагают виды на чертежах?
3. Какой вид на чертеже называют главным и почему?
4. Каким требованиям должен отвечать главный вид на чертеже?
5. От чего зависит количество видов на чертеже?

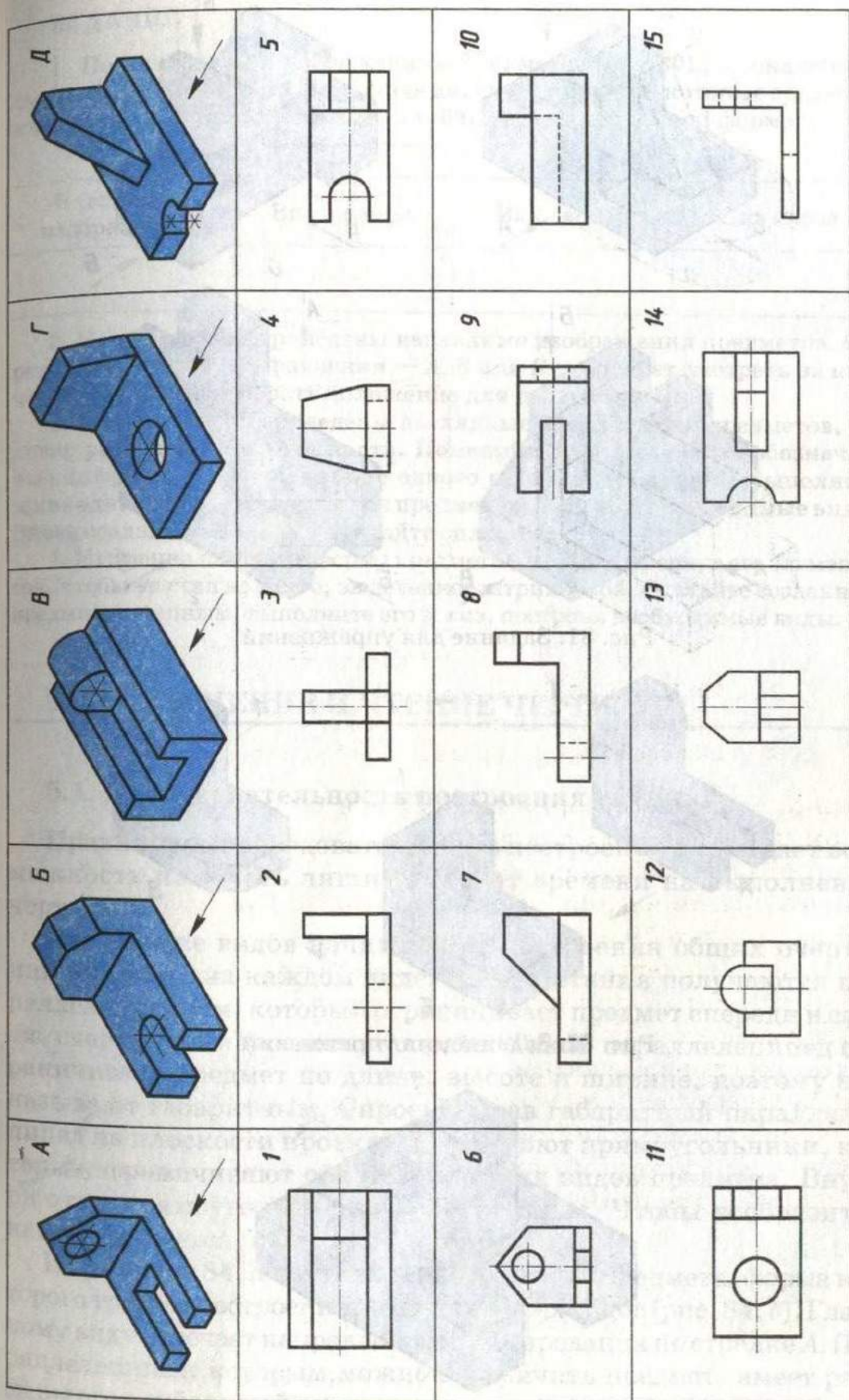


Рис. 80. Задание для упражнений

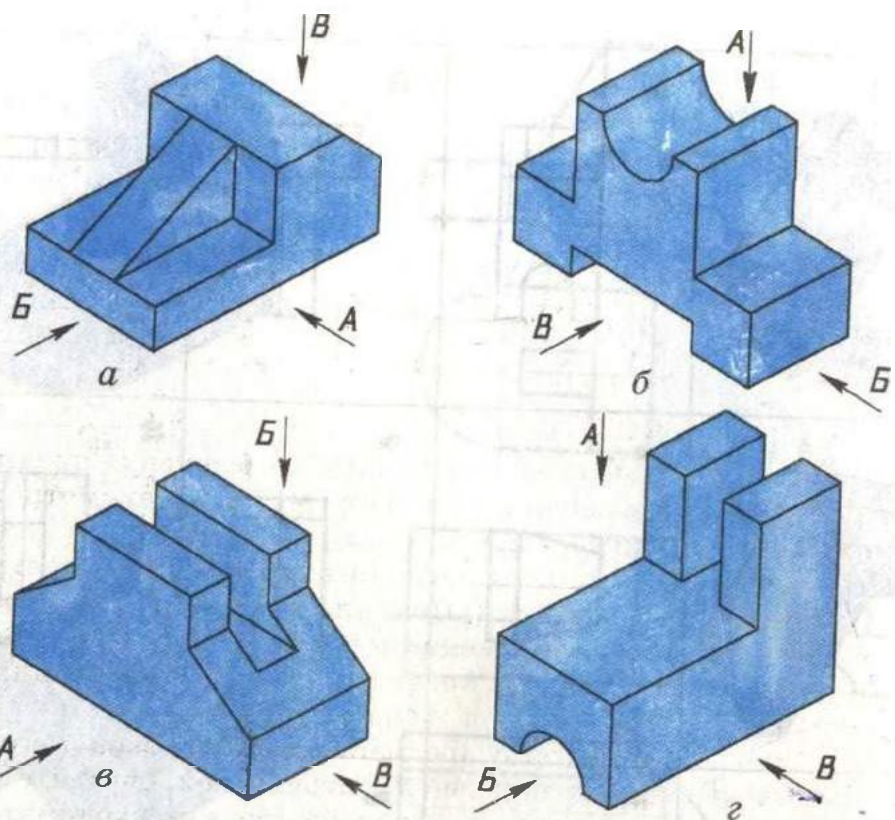


Рис. 81. Задание для упражнений

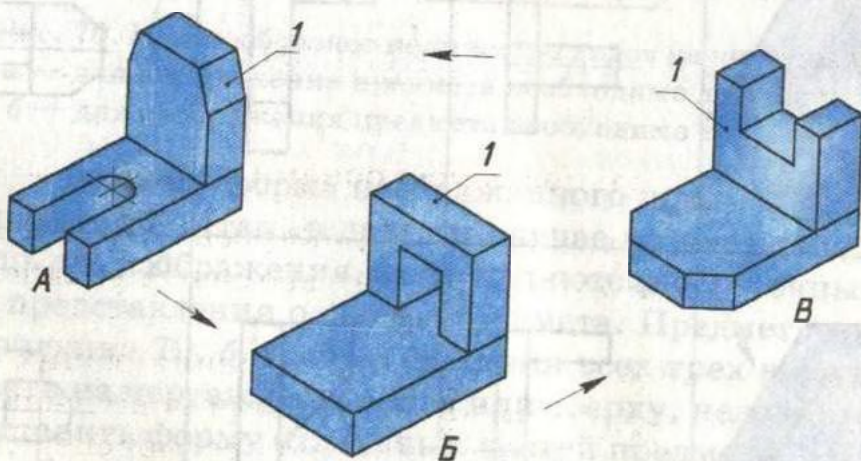


Рис. 82. Задание для упражнений

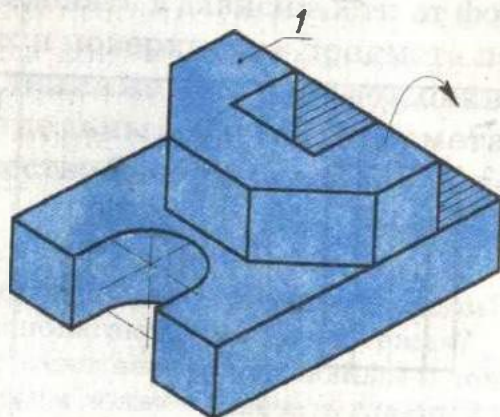


Рис. 83. Задание для упражнений

ЗАДАНИЕ

1. По наглядным изображениям предметов (рис.80), обозначенных буквами, найдите их виды — спереди, сверху и слева, которые обозначены цифрами. Ответы запишите в таблицу по приведенной форме:

Наглядное изображение	Вид спереди	Вид сверху	Вид слева

2. На рисунке 81 приведены наглядные изображения предметов. Определите, в каком направлении — А, Б или В — следует смотреть на них, чтобы правильно выбрать положение для главного вида.

3. На рисунке 82 приведены наглядные изображения предметов, условно разделенные на две части. Поменяйте местами части, обозначенные цифрой 1, переставив их с одного предмета на другой. Выполните эскиз одного из образовавшихся предметов, построив необходимые виды. Вновь созданный предмет считайте сплошным.

4. Мысленно измените форму предмета (рис.83), повернув его элемент 1 так, чтобы он стал на место, выделенное штриховкой. Считайте созданный предмет сплошным, выполните его эскиз, построив необходимые виды.

5. ВЫПОЛНЕНИЕ И ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

5.1. Последовательность построения видов

Правильная последовательность построения видов дает возможность избежать лишних затрат времени на выполнение чертежей.

Построение видов начинают из построения общих очертаний предмета на каждом виде. Эти очертания получаются параллелепипедом, который ограничивает предмет спереди и сзади, сверху и снизу, слева и справа. Такой параллелепипед ограничивает предмет по длине, высоте и ширине, поэтому его называют габаритным. Спроецировав габаритный параллелепипед на плоскости проекций, получают прямоугольники, которые ограничивают общие очертания видов предмета. Внутри этих прямоугольников и строят виды. Чтобы вообразить, как это делается, обратимся к примеру.

На рисунке 84, а вы видите изображение предмета, форма которого требует построения на чертеже трех видов (рис. 84, б). Главному виду отвечает направление проецирования по стрелке А. Параллелепипед, которым можно ограничить предмет, имеет размеры его наибольшей длины, высоты и ширины — 50×32×28 мм.

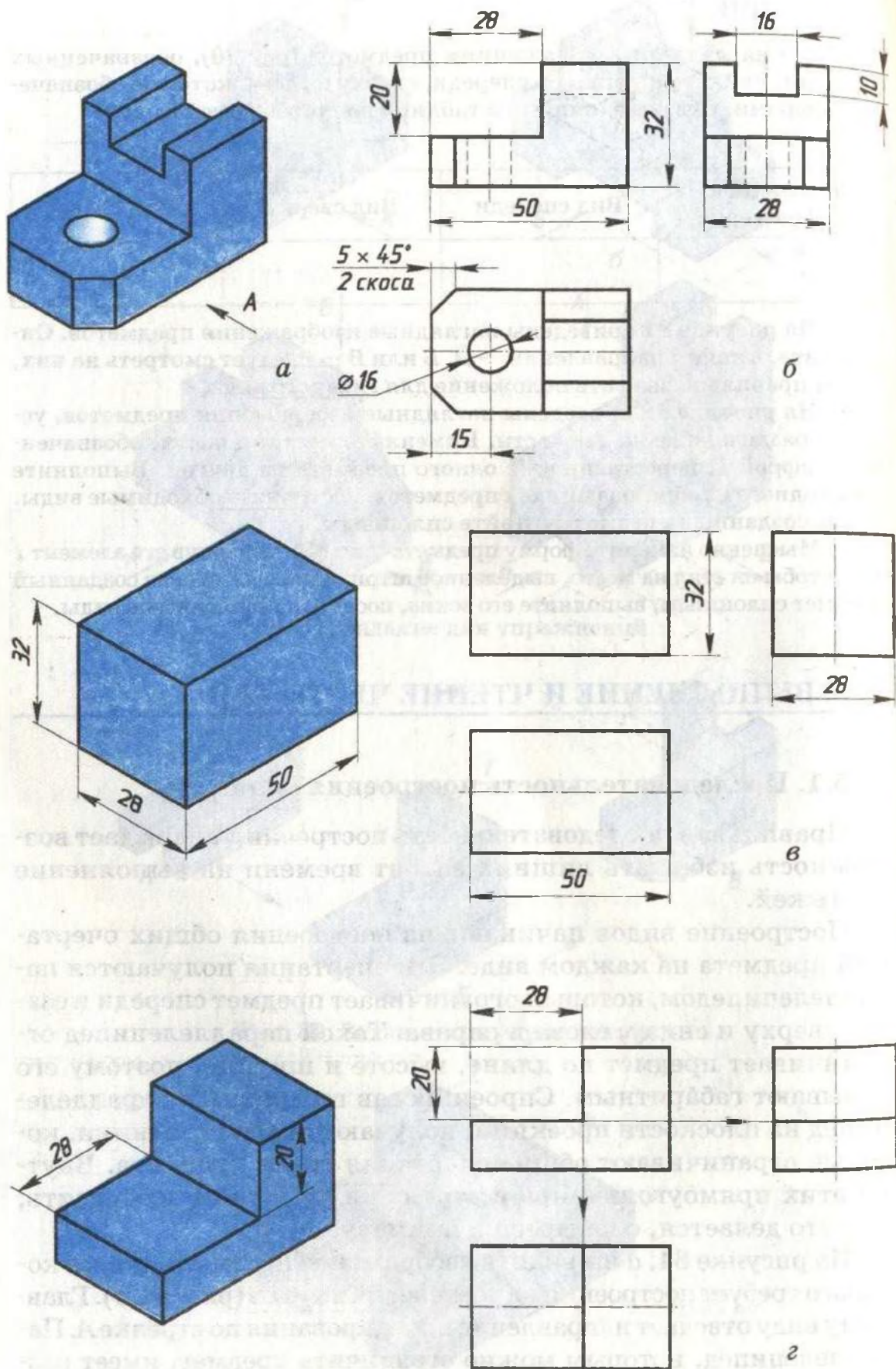
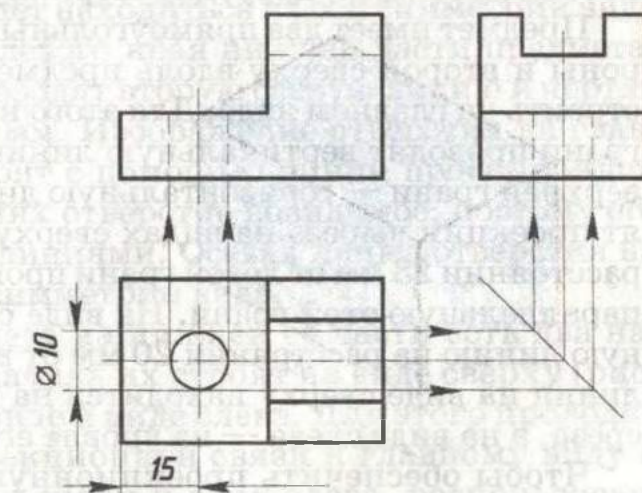
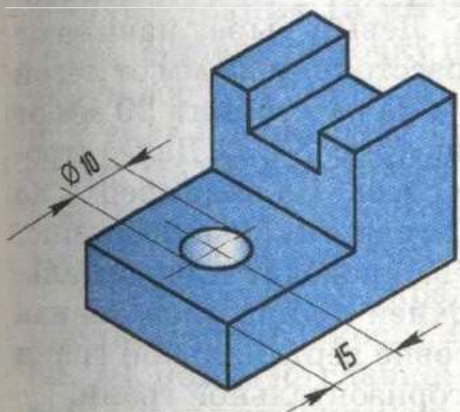
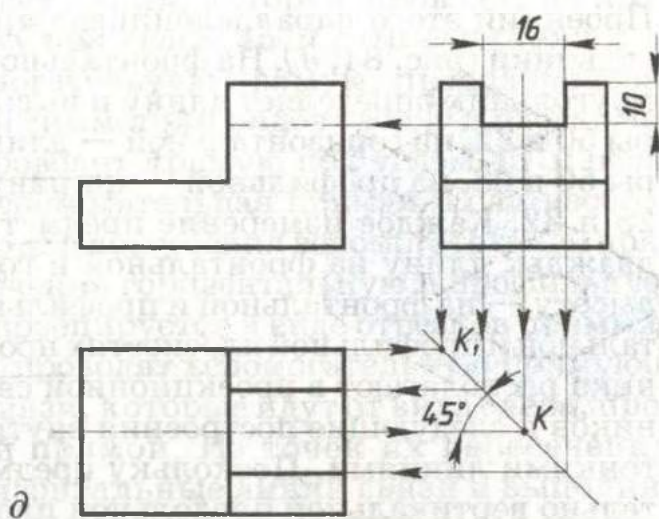
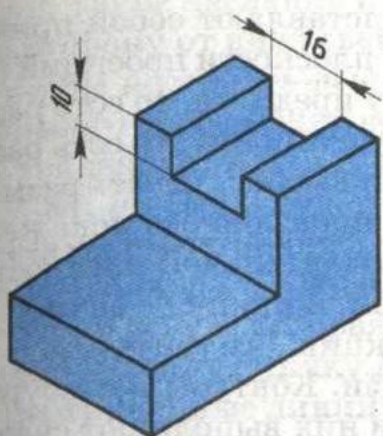
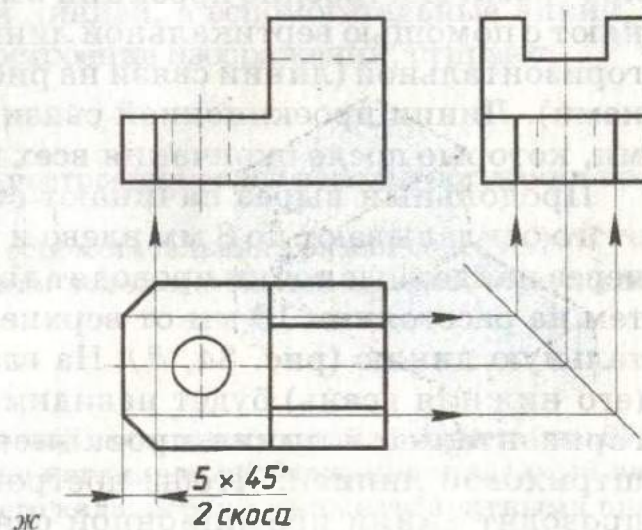
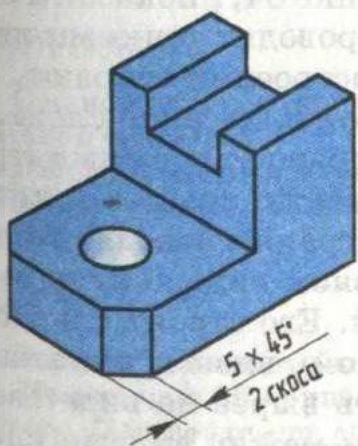


Рис. 84. Последовательность построения



e



видов на чертеже предмета

Проекции этого параллелепипеда представляют собой прямоугольники (рис. 84, *в*). На фронтальной плоскости проекций прямоугольник определяет длину и высоту предмета, то есть размеры 50 и 32, на горизонтальной — длину и ширину, то есть размеры 50 и 28, на профильной — ширину и высоту, то есть размеры 28 и 32. Каждое измерение предмета показано без искажений дважды: длину на фронтальной и горизонтальной плоскостях, высоту — на фронтальной и профильной, ширину — на горизонтальной и профильной плоскостях проекций. Все три прямоугольника располагают в проекционной связи. Контуры прямоугольников и следующие построения внутри них выполняют сначала тонкими линиями. Поскольку предмет симметричный относительно вертикальной продольной плоскости, то на видах сверху и слева должны быть оси симметрии. Для этого на прямоугольниках, которые получили на горизонтальной и профильной плоскостях проекций, проводят штрихпунктирные линии.

Предмет имеет два прямоугольных выреза — один с левой стороны и второй сверху вдоль предмета. Левый вырез начинают строить на главном виде. Для этого на расстоянии 28 мм от левой грани проводят вертикальную линию, а на расстоянии 20 мм от верхней грани — горизонтальную линию (рис. 84, *г*). Далее строят проекции выреза на видах сверху и слева. На виде сверху на расстоянии 28 мм от левой грани проводят вертикальную линию, параллельную этой грани. На виде слева проводят горизонтальную линию на расстоянии 20 мм от верхней грани. Проведенная линия на виде сверху находится на уровне вертикальной грани среза, а на виде слева — на уровне его горизонтальной грани.

Чтобы обеспечить проекционную связь между изображенными частями предмета на видах и ускорить выполнение построений, целесообразно воспользоваться *линиями проекционной связи*. Построение проекции выреза на виде сверху выполняют с помощью вертикальной линии связи, а на виде слева — горизонтальной (линии связи на рисунке 84, *г* показаны стрелками). Линии проекционной связи проводят тонкими линиями, которые после окончания всех построений стирают.

Продольный вырез начинают строить на виде слева. Для этого откладывают по 8 мм влево и вправо от оси симметрии и через найденные точки проводят две вертикальные линии. Затем на расстоянии 10 мм от верхней грани проводят горизонтальную линию (рис. 84, *д*). На главном виде контур выреза (его нижняя грань) будет невидимой. Его строят с помощью горизонтальной линии проекционной связи и показывают штриховой линией. Чтобы построить вырез на виде сверху, проводят линии проекционной связи между видами слева и сверху. Для этого применяют *вспомогательную прямую чер*

тежа. Такое название имеет линия, которую проводят по правую сторону от вида сверху под углом 45° к рамке чертежа.

Чтобы построить вспомогательную прямую, продолжают до взаимного пересечения оси симметрии видов сверху и слева. Через найденную точку *K* проводят прямую под углом 45° к осям (рис. 84, *д*). Это и будет вспомогательная прямая. Если изображения несимметричны, то для построения вспомогательной прямой продолжают до пересечения горизонтальную и профильную проекции грани, которая проецируется в виде отрезков прямых. Через найденную точку *K*, проводят вспомогательную прямую.

Вертикальные линии связи, которые идут от вида слева, проводят к вспомогательной прямой. Из точек их пересечения (рис. 84, *д*) проводят горизонтальные линии связи и выполняют необходимые построения.

Построение изображения цилиндрического отверстия (рис. 84, *е*) начинают с вида сверху. Для этого сначала находят центр окружности отверстия. Он будет находиться на оси симметрии вида и на расстоянии 15 мм от левого края нижней части предмета. Через найденную точку проводят вторую осевую линию и чертят окружность диаметром 10 мм. Изображение отверстия на главном виде и виде слева строят с помощью линий проекционной связи. На этих изображениях отверстие невидимое, поэтому его показывают штриховыми линиями. Осевая линия отверстия на виде слева совпала с осью симметрии вида.

С левой стороны предмета на нижней ее части есть два наклонных среза (скосы). Сначала их строят на виде сверху (рис. 84, *ж*), потом на главном виде и виде слева. Для этого проводят вертикальную линию проекционной связи к главному виду и две горизонтальные линии связи к виду слева, воспользовавшись вспомогательной прямой.

В заключение все видимые предметы на изображениях обводят сплошной толстой основной линией, а вспомогательные линии, с помощью которых велось построение изображений, стирают.

ВОПРОСЫ

1. С какой целью во время построения видов используют линии проекционной связи?
2. Для чего предназначена вспомогательная прямая чертежа?
3. Какие способы построения вспомогательной прямой чертежа вы знаете? В чем их суть?

ЗАДАНИЕ

1. Постройте линии проекционной связи между видами предмета (рис. 85).
2. На рисунке 86 приведено наглядное изображение и главный вид предмета. Постройте еще два его вида, ограниченные габаритными прямоугольниками.

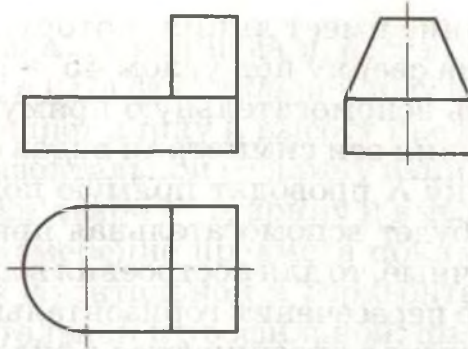


Рис. 85. Задание для упражнений

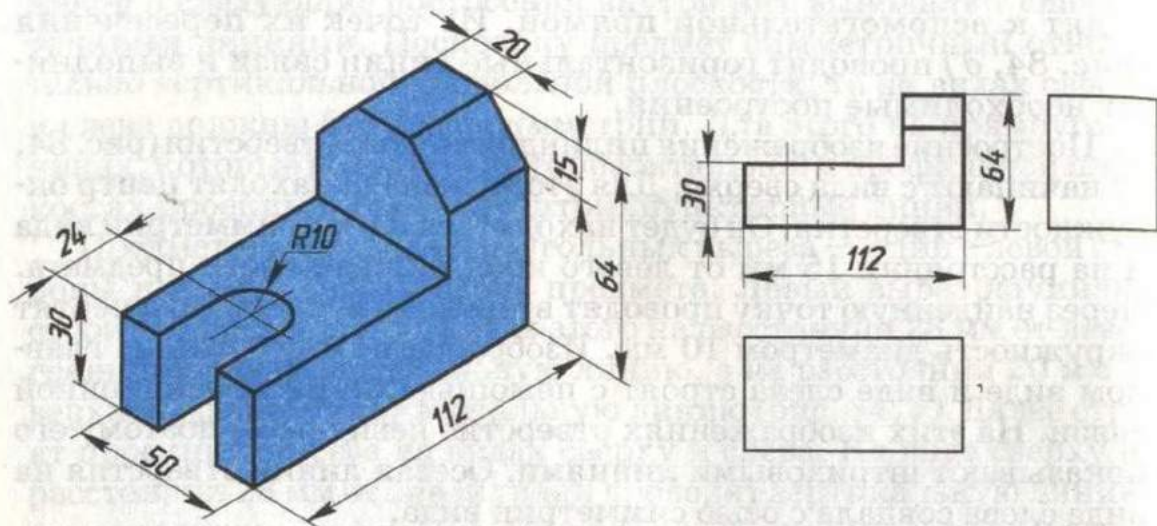


Рис. 86. Задание для упражнений

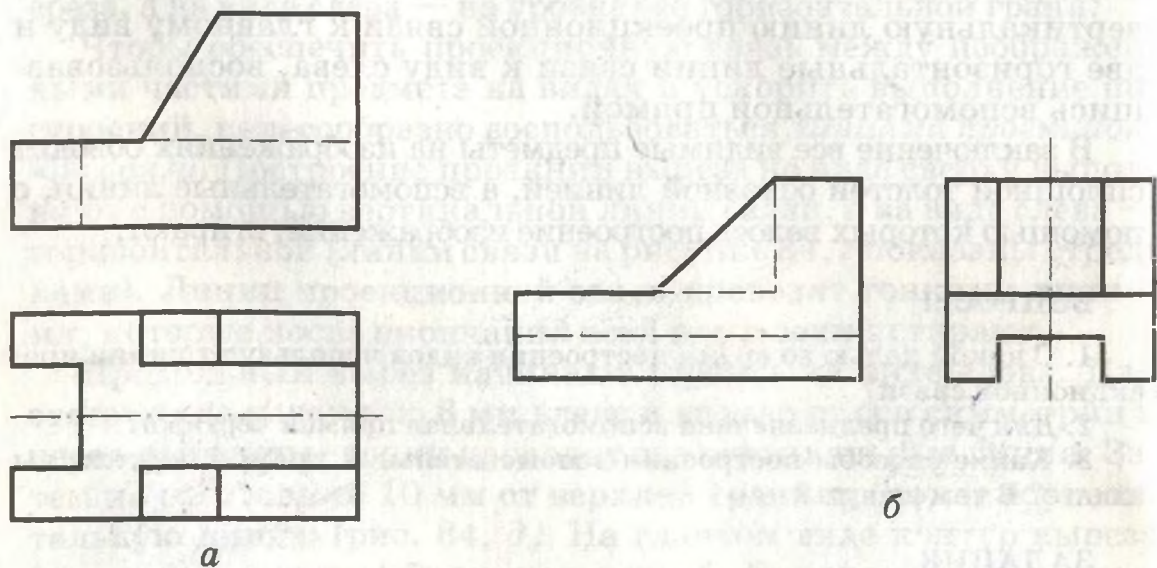


Рис. 87. Задание для упражнений

3. Начертите или перенесите на прозрачную бумагу два вида предмета, приведенные на рисунке 87. Постройте третьи отсутствующие виды.
4. Дополните чертеж необходимыми линиями (рис.88).

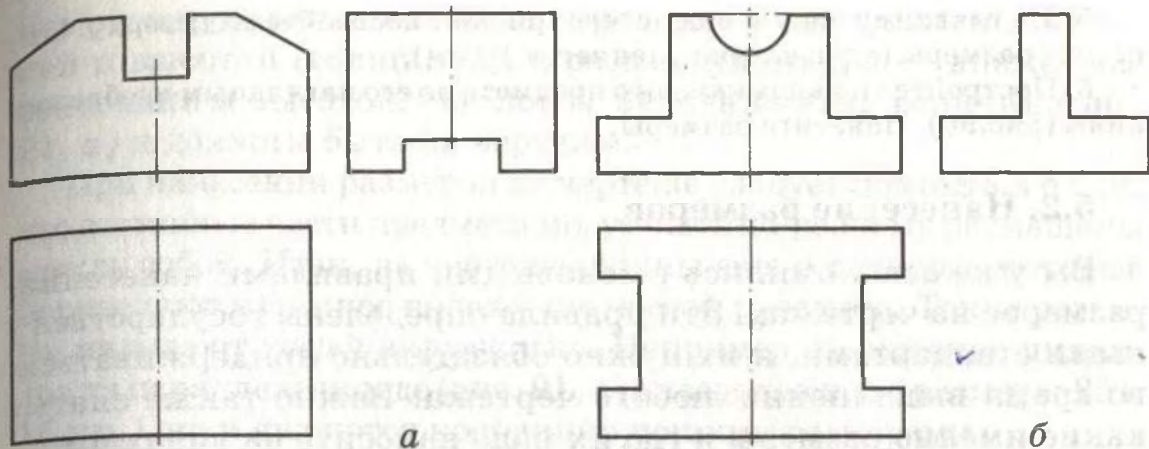


Рис. 88. Задание для упражнений

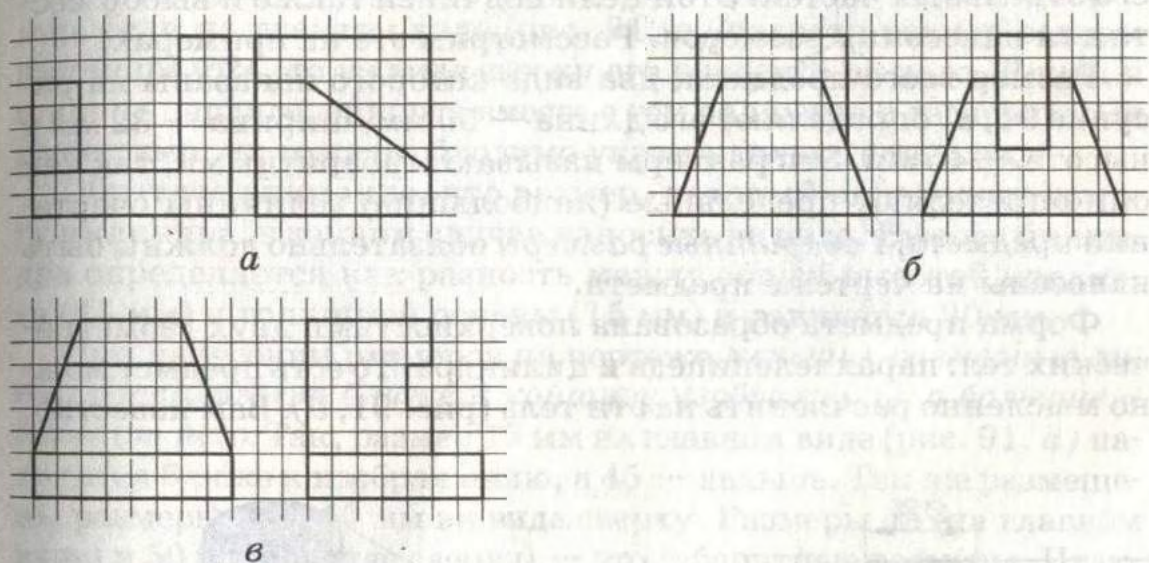


Рис. 89. Задание для упражнений

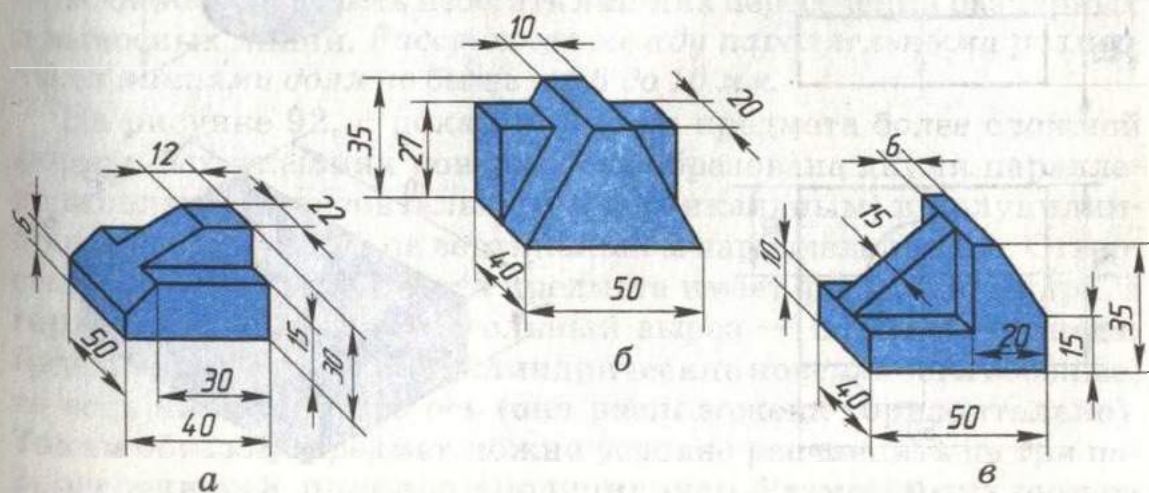


Рис. 90. Задание для упражнений

5. По главному виду и виду слева (рис.89) постройте вид сверху. Нанесите размеры (одна клетка равняется 10 мм).

6. Постройте три вида каждого предмета по его наглядным изображениям (рис.90). Нанесите размеры.

5.2. Нанесение размеров

Вы уже ознакомились с основными правилами нанесения размеров на чертежах. Эти правила определены государственными стандартами, и их нужно обязательно придерживаться во время выполнения любого чертежа. Важно также знать, какие именно размеры и где их надо наносить на видах предмета. Как же это определить?

Размеры на чертежах наносят для того, чтобы дать наиболее полное представление о предмете в целом и соотношении его отдельных частей. Этой цели подчинен также и выбор места для нанесения размеров. Рассмотрим это на примерах.

Размер всего предмета, два вида которого показаны на рисунке 91, *а*, определяют его длина — 50 мм, ширина — 32 мм и высота — 45 мм. Эти размеры называют габаритными, так как они определяют предельные (наибольшие) величины очертаний предмета. *Габаритные размеры* обязательно должны быть нанесены на чертеже предмета.

Форма предмета образована поверхностями двух геометрических тел: параллелепипеда и цилиндра. То есть предмет можно мысленно расчленить на эти тела (рис. 91, *б*). Вам известно,

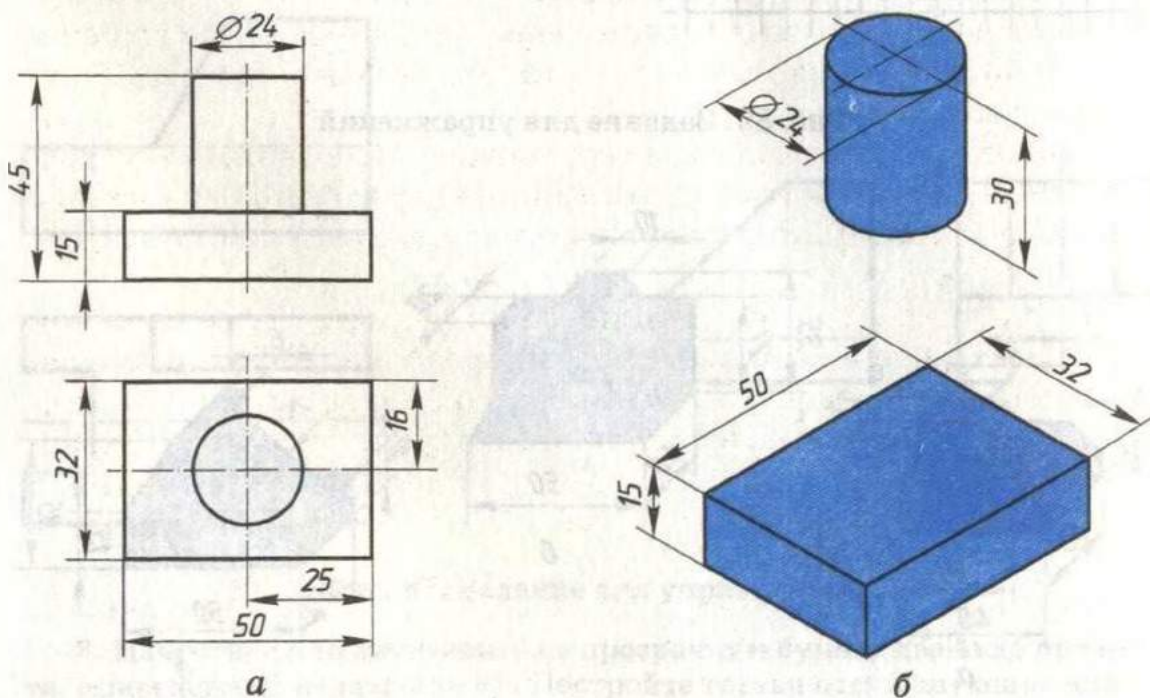


Рис. 91. Нанесение размеров на чертеже предмета

что размер параллелепипеда определяется его длиной, шириной и высотой (толщиной), а размер цилиндра — диаметром основания и высотой. Числовые значения этих величин (рис. 91, а) и должны быть на чертеже.

При нанесении размеров на чертеже следует помнить и о том, что составные части предмета могут быть по-разному размещены между собой. Итак, на чертеже нужны еще и размеры, которые определяют взаимное положение частей предмета. Такие размеры называют *координирующими*. Например, положение цилиндра на параллелепипеде (рис. 91, а) определяют два размера: 25 и 16 мм. Они и являются координирующими размерами.

Теперь мы определили все размеры, которые должны быть на чертеже предмета. Но прежде чем наносить их, следует обратить внимание на некоторые условности.

Каждый размер на чертеже наносят только один раз. Например, если на главном виде (рис. 91, а) нанести размер основы цилиндра $\varnothing 24$, то на виде сверху его наносить не надо. Длина и ширина параллелепипеда вместе с тем являются и габаритными размерами: их тоже необходимо указать только один раз.

Обратите внимание, что размер, который определяет высоту цилиндра, в данном случае наносить не надо. Высота цилиндра определяется как разность между общей высотой предмета (45 мм) и толщиной основы (15 мм) и равняется 30 мм.

При нанесении размеров на чертеже *меньшие размерные линии располагают ближе к контуру изображения, а большие — далее от него*. Так, размер 15 мм на главном виде (рис. 91, а) находится ближе к изображению, а 45 — дальше. Так же размещены размеры 25 и 50 мм на виде сверху. Размеры 45 (на главном виде) и 50 мм (на виде сверху) — это габаритные размеры. Итак, габаритные размеры, которые всегда больше других, размещают дальше от изображения, чем остальные. Соблюдение этого правила дает возможность избегать лишних пересечений размерных и выносных линий. *Расстояние между параллельными размерными линиями должно быть от 6 до 10 мм.*

На рисунке 92, а показан чертеж предмета более сложной формы. Его внешняя поверхность образована двумя параллелепипедами (горизонтальным и вертикальным) и полуцилиндром, размещенным на вертикальном параллелепипеде. Отверстие в вертикальной части предмета имеет форму цилиндра, а горизонтальный прямоугольный вырез — параллелепипеда. Внутренняя и внешняя цилиндрические поверхности соосные, то есть имеют общую ось (она расположена горизонтально). Таким образом, предмет можно условно расчленить на три параллелепипеда, цилиндр и полуцилиндр. Размеры этих геометрических тел показаны на рисунке 92, б.

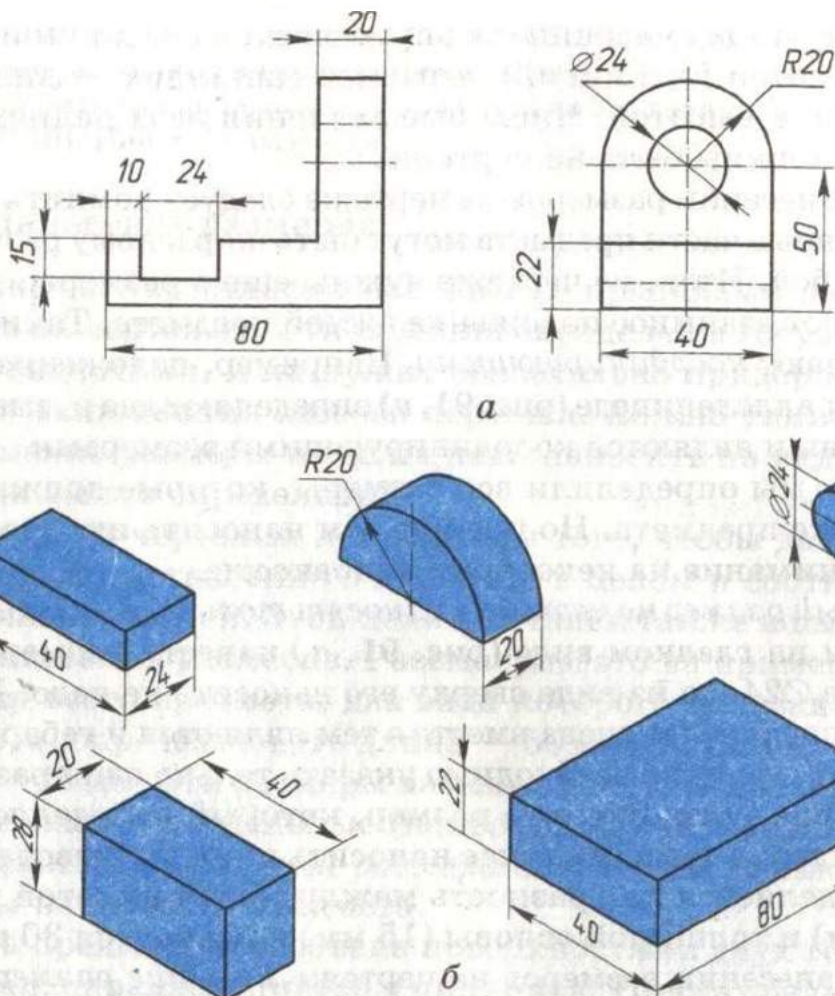


Рис. 92. Нанесение размеров на чертеже предмета

На чертеже предмета, как и в предыдущем случае, следует нанести размеры его отдельных частей, координирующие и габаритные размеры. Эти размеры наносят как показано на рисунке 92, а.

Обратите внимание, что во время нанесения размеров были применены некоторые условности. Высота цилиндра, который определяет форму отверстия, равняется толщине вертикально размещенного параллелепипеда, а также высоте полуцилиндра. Этот размер — 20 мм — показан один раз. Так же длина прямоугольного выреза одинаковая с шириной горизонтально-го параллелепипеда, поэтому ее также в отдельности не показывают. Ширина обоих параллелепипедов равняется габаритному размеру всего предмета по ширине, то есть размер 40 мм одновременно дает представление о ширине двух составных частей предмета и о его предельном размере по ширине.

На чертеже есть два координирующих размера: 10 и 50 мм. Первый определяет положение прямоугольного выреза, а второй — положение оси двух соосных цилиндрических поверхностей.

Высота предмета (габаритный размер) не указана — она равняется сумме координирующего размера 50 мм и радиуса полуцилиндра — 20 мм. В отдельности не указана высота вертикального параллелепипеда. Ее следует определить как разность между координирующим размером 50 мм и толщиной горизонтального параллелепипеда 22 мм.

Все размеры наносят, как правило, вне контура изображения так, чтобы размерные линии не пересекались. Расстояние между контуром изображения и ближайшей к нему размерной линией должно быть не меньше 10 мм.

5.3. Сопряжения

Построение изображений на чертежах требует выполнения разнообразных геометрических построений. Некоторые из них вы уже изучали раньше: вспомните проведение параллельных и перпендикулярных прямых, деление отрезков, углов и ок-

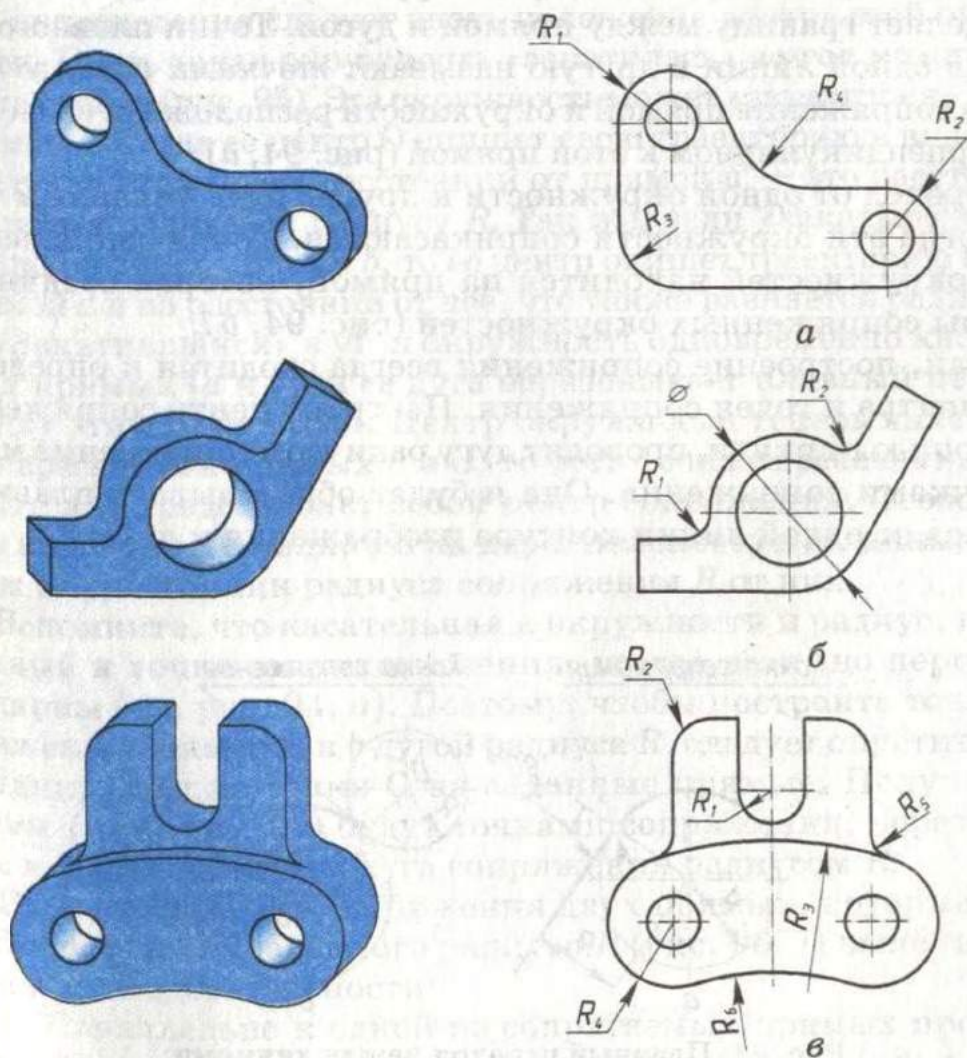


Рис. 93. Округления на контурах изображений предметов

ружности на равные части и некоторые другие. Сейчас рассмотрим построение элементов контуров изображений, которые представляют собой округления на разных частях предметов. Посмотрите на рисунок 93. Контур изображенных предметов имеют округленные углы (рис. 93, а), плавные округленные переходы от прямых к окружностям (рис. 93, б), а также от одной кривой к другой (рис. 93, в).

Плавный переход одной линии контура изображения к другой называют *сопряжением*. Все сопряжения на чертежах выполняют дугами окружностей заданных радиусов. Точку, из которой проводят дугу плавного перехода одной линии к другой, называют *центром сопряжения*.

Чтобы научиться правильно строить сопряжение, следует всегда помнить, что переход от прямой к окружности будет плавным только тогда, когда прямая касается окружности (рис. 94, а). В точке соприкосновения прямой с окружностью происходит плавный переход прямой в дугу окружности, то есть эта точка определяет границу между прямой и дугой. Точки плавного перехода одной линии в другую называют *точками сопряжения*. Точка сопряжения прямой и окружности расположена на радиусе, перпендикулярном к этой прямой (рис. 94, а).

Переход от одной окружности к другой будет плавным тогда, когда эти окружности соприкасаются. Точка сопряжения двух окружностей находится на прямой, которая соединяет центры сопряженных окружностей (рис. 94, б).

Итак, построение сопряжения всегда сводится к определению центра и точек сопряжения. Построив центр сопряжения с помощью циркуля, проводят дугу радиусом сопряжения между точками сопряжения. Она и будет образовывать плавный переход от одной линии контура изображения к другой.

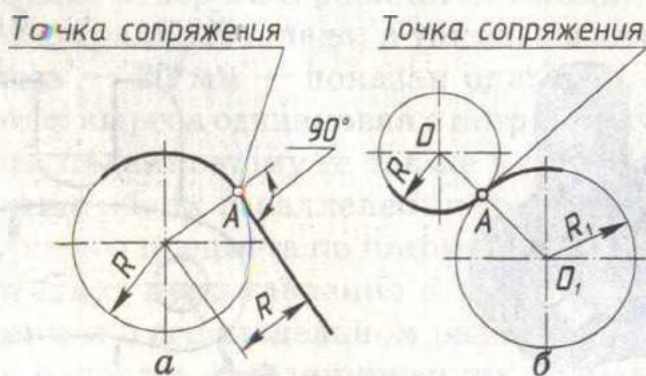


Рис. 94. Плавный переход между линиями:
а — прямой и дуги; б — двух дуг

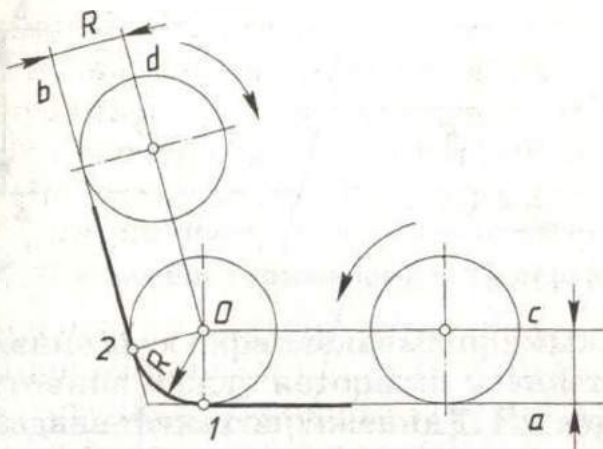


Рис. 95. Построение сопряжения двух прямых, которые пересекаются

Сопряжение двух прямых, которые пересекаются. Две прямые, которые пересекаются, могут образовывать прямой, острый и тупой углы. Для всех трех случаев способ построения один и тот же. Он состоит вот в чем. Дуга плавного перехода от одной прямой к другой имеет радиус R . Если это дуга окружности, то для ее проведения следует знать положение центра этой окружности. Пусть такая окружность «закатилась» в угол между двумя прямыми (рис. 95). Эта окружность может «закатиться» вдоль прямой a . Тогда ее центр O опишет свою траекторию в виде прямой c на неизменном расстоянии от прямой a — это расстояние все время равняется радиусу R . Так же, если «закатывать» окружность вдоль прямой b , то ее центр опишет траекторию в виде прямой d и на расстоянии от нее, что также равняется радиусу R .

«Закатившаяся» в угол окружность одновременно касается двух прямых (a и b), и ее дуга образует плавный переход между этими прямыми. Центр окружности теперь находится на пересечении прямых c и d , то есть точка пересечения прямых c и d представляет собой центр сопряжения. Особенностью прямых c и d является их параллельность к заданным прямым на расстоянии радиуса сопряжения R от них.

Вспомните, что касательная к окружности и радиус, проведенный к точке соприкосновения, всегда взаимно перпендикулярны (см. рис. 94, a). Поэтому, чтобы построить точки сопряжения прямых a и b дугой радиуса R , следует опустить перпендикуляры из точки O на заданные прямые. Полученные точки 1 и 2 (рис. 95) будут точками сопряжения, через которые и будет проведена дуга сопряжения радиусом R .

Итак, построение сопряжения двух прямых, которые пересекаются, дугой заданного радиуса R (рис. 96, I) выполняют в такой последовательности:

1. Параллельно к одной из сопрягаемых прямых проводят вспомогательную прямую на расстоянии радиуса сопряжения R от нее (рис. 96, II).

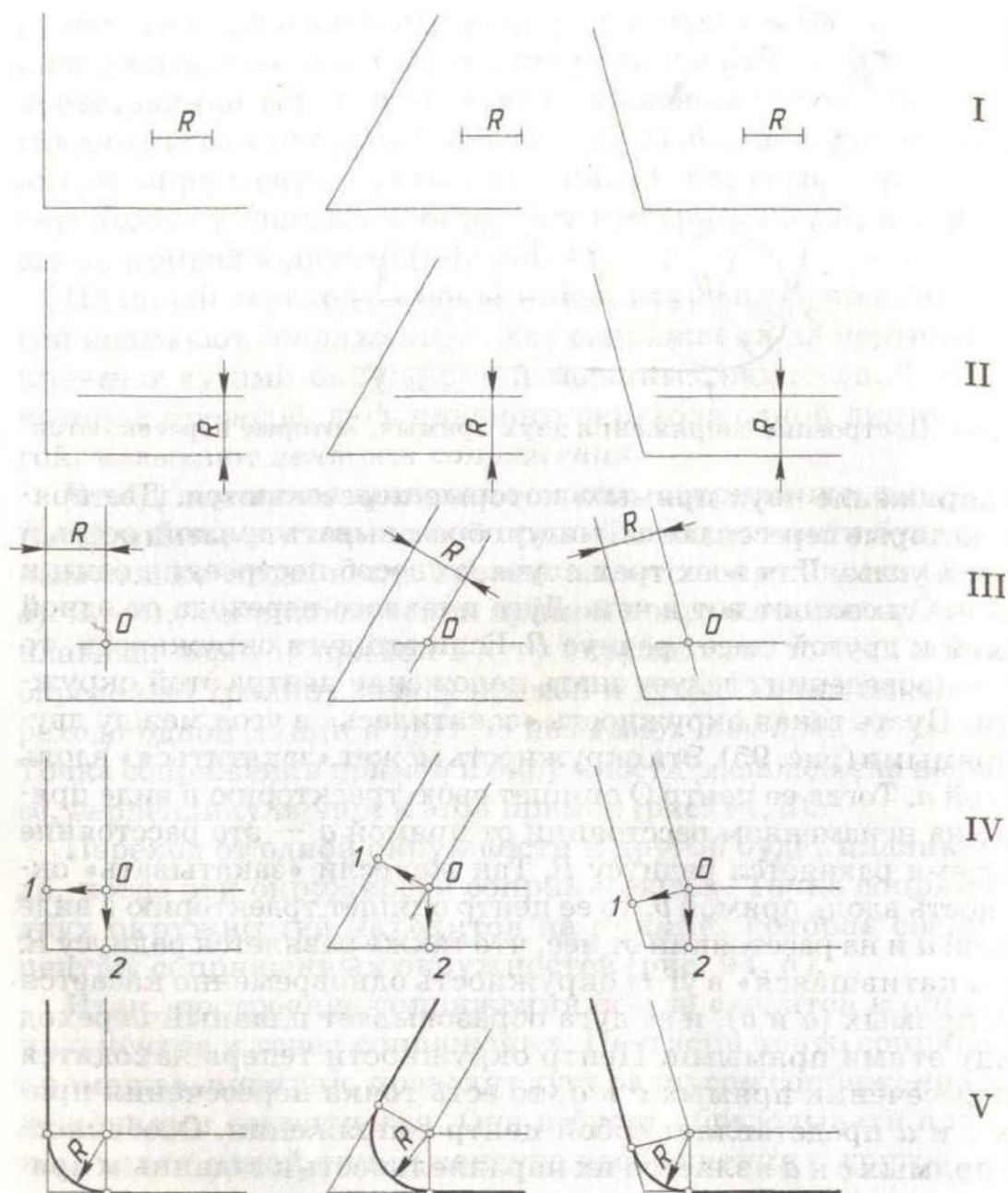


Рис. 96. Последовательность построения сопряжение двух прямых, которые пересекаются:

a — под прямым углом; b — под острым углом; c — под тупым углом

2. Параллельно второй из сопрягаемых прямых проводят вспомогательную прямую, также на расстоянии радиуса сопряжения R от нее (рис. 96, III). В точке пересечения двух вспомогательных прямых находится центр сопряжения O .

3. Из точки O проводят перпендикуляры на сопрягаемые прямые. Образовавшиеся точки являются точками сопряжения (рис. 96, IV).

4. Радиусом сопряжения R между точками сопряжения проводят дугу, которая создает плавный переход от одной прямой к другой (рис. 96, V).

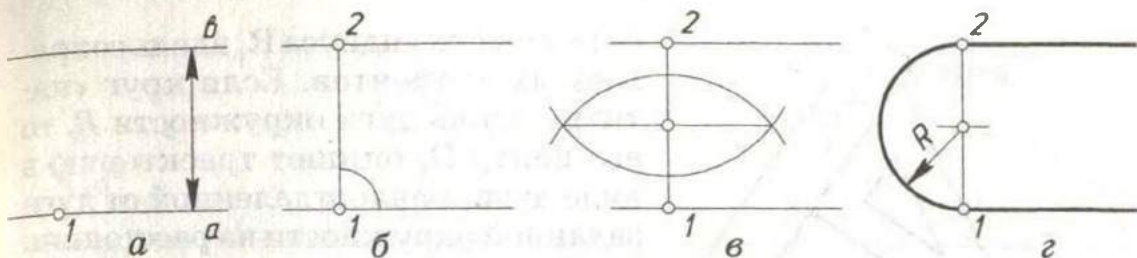


Рис. 97. Построение сопряжения двух параллельных прямых

Сопряжение двух параллельных прямых. Заданы две прямые a и b , расстояние между которыми равняется l (рис. 97, а). На прямой a задана точка сопряжения 1. Радиус сопряжения R равняется половине расстояния l между заданными прямыми.

Построение сопряжения начинают с проведения через точку 1 перпендикуляра к двум заданным прямым (рис. 97, б). Точки 1 и 2 будут точками сопряжения. Отрезок 1–2 делят пополам с помощью циркуля (рис. 97, в). Точка O , которая находится в центре отрезка 1–2, представляет собой центр сопряжения.

Радиусом, который равняется половине отрезка 1–2, из точки O проводят дугу между точками 1 и 2. Эта дуга создает плавный переход от прямой a к прямой b (рис. 97, г).

Сопряжение дуги окружности и прямой. Непосредственное сопряжение дуги окружности с прямой происходит, если одна линия плавно переходит в другую (рис. 98, а). В другом случае переход между ними осуществляется по вспомогательной дуге заданного радиуса (рис. 98, б).

Непосредственный плавный переход от прямой линии к дуге окружности или наоборот — от дуги к прямой — происходит только тогда, когда радиус окружности перпендикулярен к прямой (см. рис. 94, а). Построение сопряжения дуги окружности и прямой в этом случае сводится к проведению касательной к окружности через заданную на ней точку с помощью линейки и угольника (рис. 99).

Образование сопряжения дуги окружности радиуса R и прямой a вспомогательной дугой радиуса R_1 показано на рисунке 100. Нахождение центра сопряжения O_1 сводится к «перекатыванию»



Рис. 98. Сопряжение дуги окружности и прямой

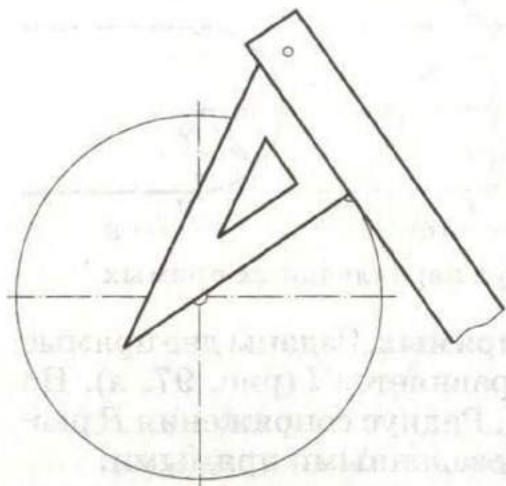


Рис. 99. Построение касательной к окружности с помощью угольника и линейки

окружности радиуса R_1 вдоль сопрягаемых элементов. Если круг «ка-тит» вдоль дуги окружности R , то его центр O_1 опишет траекторию в виде дуги, равноотдаленной от дуги заданной окружности на расстоянии R_1 . Радиус образованной дуги R_2 равняется сумме радиусов R и R_1 . «Перека-тывание» окружности вдоль прямой a дает траекторию ее центра O_1 в виде прямой b равноотдаленной от нее на расстоянии R_1 .

Траектории движения центра окружности (дуга радиуса R_2 и прямая b) пересекаются в точке O_1 — это и будет центр сопряжения (рис. 100).

Вы уже знаете, что плавный переход между прямой a и дугой окружности радиуса R_1 будет в точке, в которой прямая a и радиус R_1 перпендикулярны между собою. Для нахождения этой точки из центра O_1 дуги сопряжения опускают перпендикуляр на прямую a . Точка 1 будет первой точкой сопряжения (рис. 100). Вторая точка сопряжения — это точка плавного перехода дуги радиуса R_1 в дугу радиуса R . Вспомните, точка плавного перехода между двумя окружностями находится на прямой, которая соединяет их центры (см. рис. 94, б). Соединив центры O и O_1 прямой, находят точку пересечения последней с дугой радиуса R . Точка пересечения 2 будет второй точкой сопряжения (рис. 100).

Итак, построение сопряжения дуги окружности и прямой вспомогательной дугой заданного радиуса выполняют в такой последовательности (рис. 101, а):

1. Из центра O дуги сопрягаемой окружности радиусом R_2 , который равняется сумме радиусов окружности и дуги сопряжения ($R_2 = R + R_1$), проводят вспомогательную дугу (рис. 101, б).

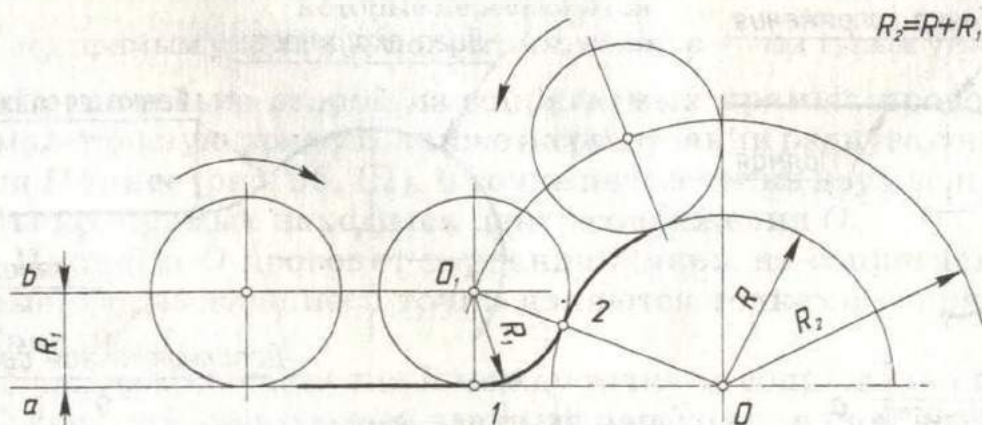


Рис. 100. Построение сопряжения дуги окружности и прямой

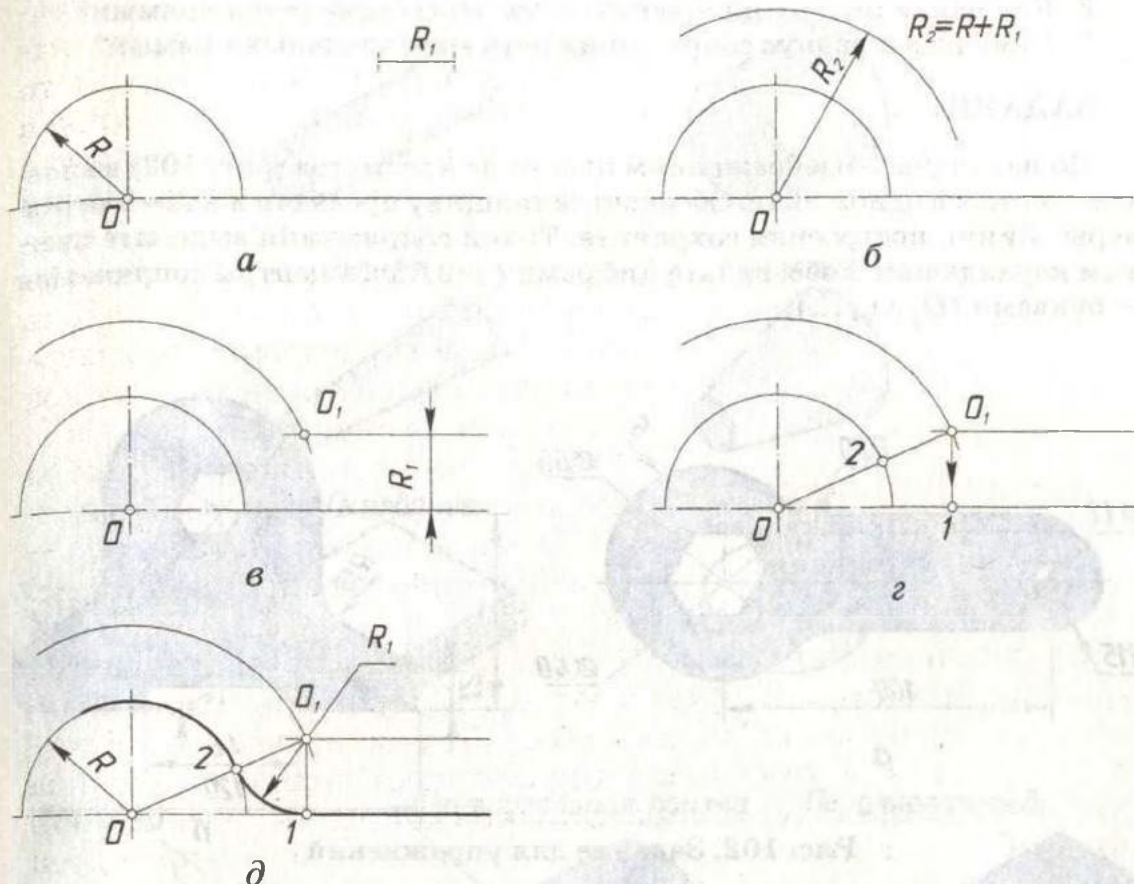


Рис. 101. Последовательность построения сопряжения дуги окружности и прямой

2. Параллельно сопрягаемой прямой проводят вспомогательную прямую на расстоянии радиуса сопряжения R_1 (рис. 101, в). В точке пересечения вспомогательной дуги и прямой расположен центр O_1 сопряжения.

3. Из центра сопряжения (точки O_1) проводят перпендикуляр к сопрягаемой прямой. Полученная точка 1 является первой точкой сопряжения (рис. 101, г).

4. Соединяют центр сопряжения O_1 с центром сопрягаемой окружности O . На пересечении прямой OO_1 с дугой окружности радиуса R получают точку 2 — вторую точку сопряжения.

5. Из точки O_1 радиусом сопряжения R_1 между точками сопряжения 1 и 2 проводят дугу (рис. 101, д), которая создает плавный переход от дуги окружности к прямой.

ВОПРОСЫ

1. Что такое сопряжение?
2. При каком условии переход от прямой к окружности будет плавным?
3. Что является признаком соприкосновения прямой с окружностью в заданной на ней точке?
4. Как найти точку сопряжения двух окружностей, которые соприкасаются?
5. Назовите элементы, обязательные в любом сопряжении?

6. Как найти центр сопряжения двух пересекающихся прямых?
7. Чему равен радиус сопряжения двух параллельных прямых?

ЗАДАНИЕ

По наглядным изображениям одного из предметов (рис. 102) выполните чертёж в одном виде. Обозначьте толщину предмета и нанесите размеры. Линии построения сохраните. Точки сопряжения выделите цветным карандашом и обозначьте цифрами (1, 2, ...), а центры сопряжения — буквами (O_1, O_2, \dots).

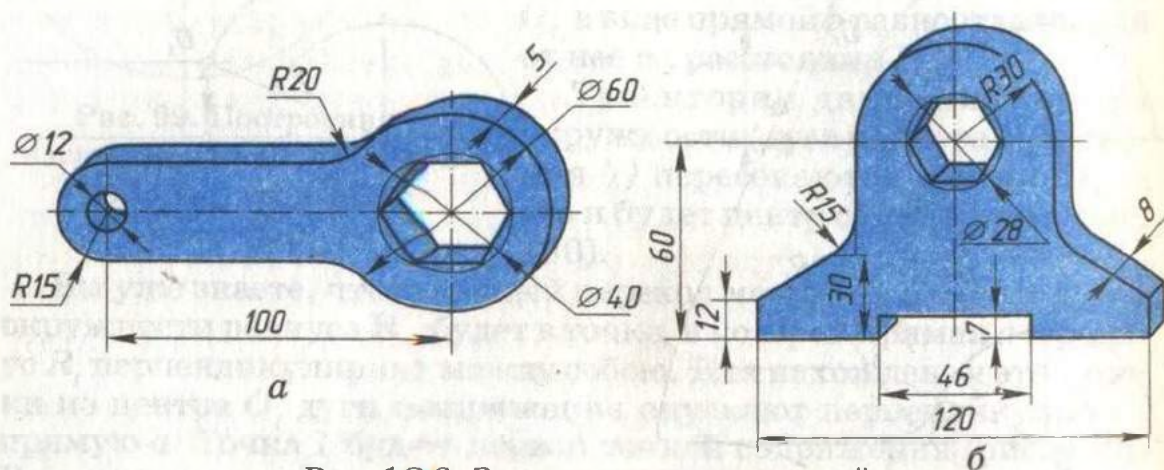


Рис. 102. Задание для упражнений

5.4. Чтение чертежей

Прочитать чертёж — это значит воссоздать в воображении форму изображённого на нём предмета, строение и взаимное размещение его отдельных частей. Чтение чертежей — очень сложный процесс, который требует значительного умственного напряжения и определённого умения.

Анализ геометрической формы предмета. Присмотритесь к окружающим предметам. Многие из них имеют форму различных геометрических тел или их частей (рис. 103, а). Другие предметы имеют более сложную форму, образованную совокупностью геометрических тел (рис. 103, б).

Чтобы определить форму предмета по чертежу, его мысленно расчлениают на отдельные составные части, которые имеют форму простых геометрических тел. Пример такого расчленения приведен на рисунке 104. Форма изображённого на нём предмета образована двумя параллелепипедами, треугольной призмой, полуцилиндром и цилиндром, удаленным из нижней части предмета.

Мысленное расчленение предмета на геометрические тела, из которых он складывается, называют **анализом геометрической формы предмета**.

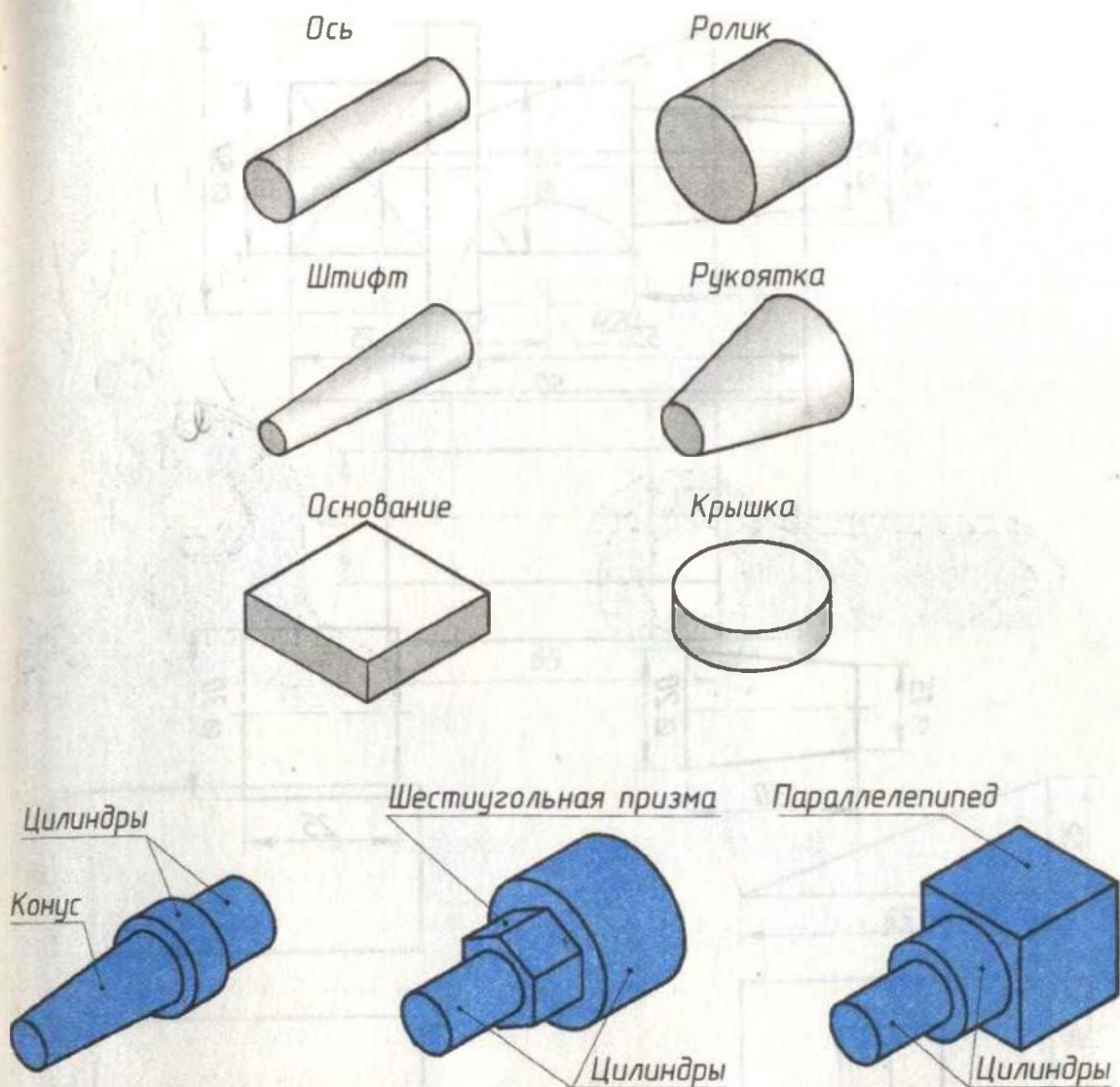


Рис. 103. Предметы, образованные поверхностями геометрических тел

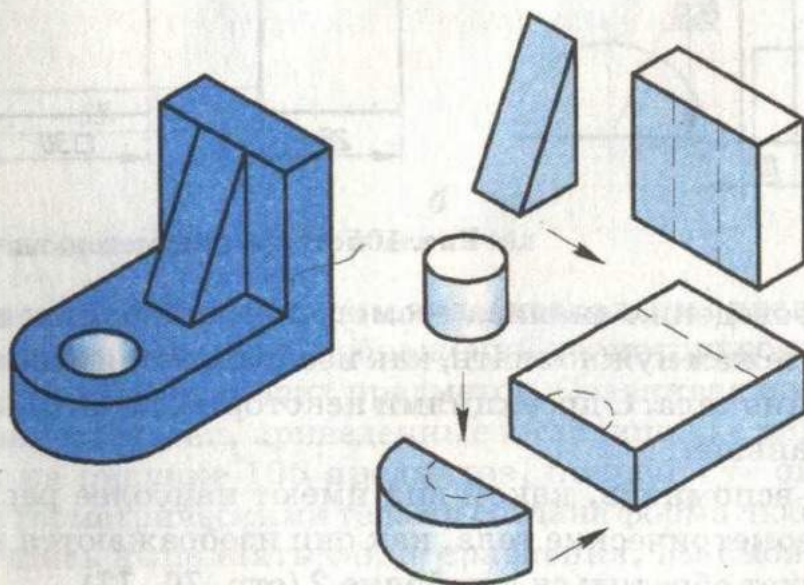


Рис. 104. Анализ геометрической формы предмета

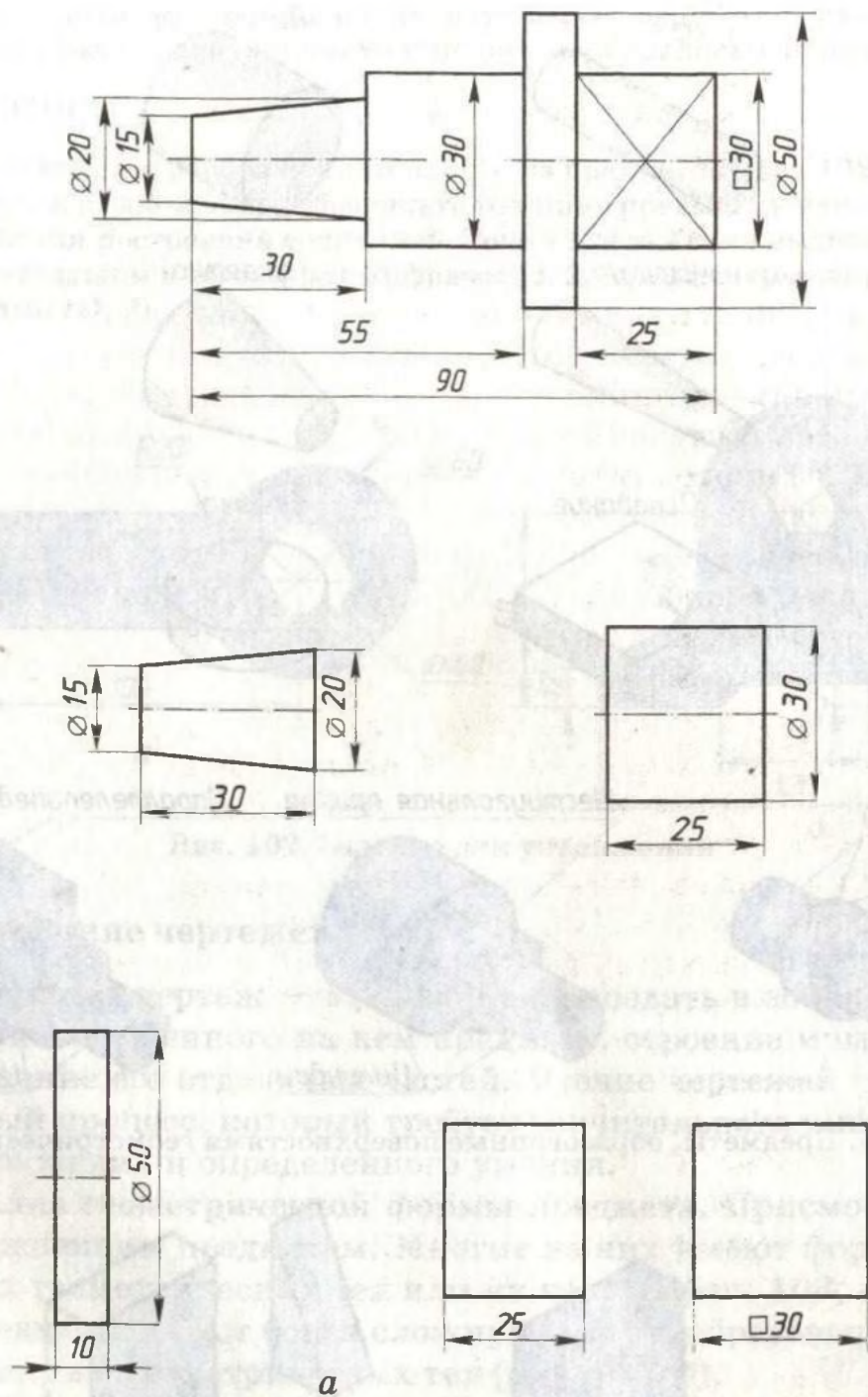
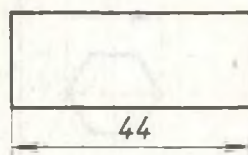
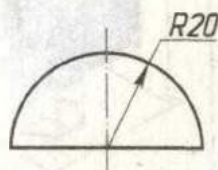
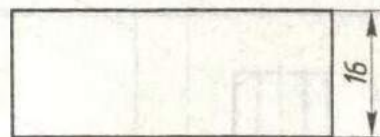
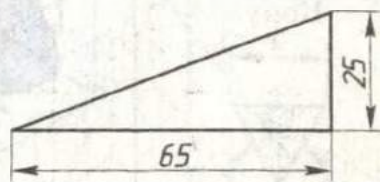
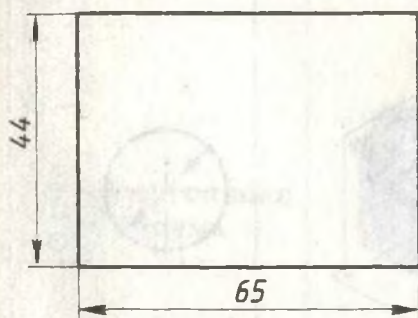
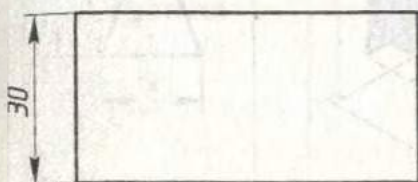
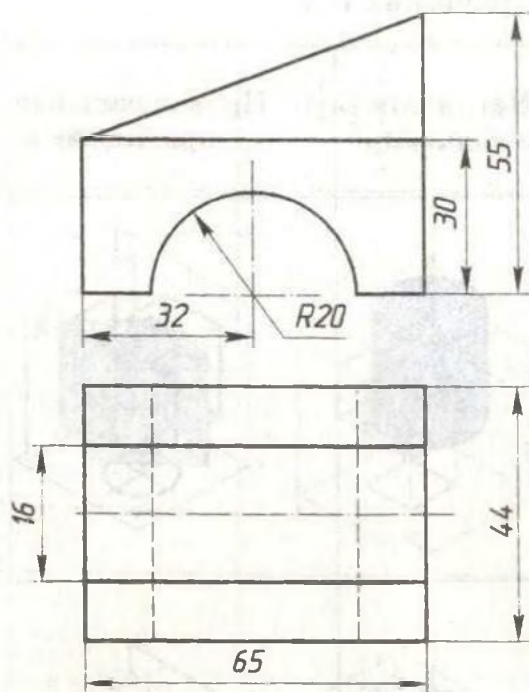


Рис. 105. Виды предметов, включающие

Для проведения анализа геометрической формы предмета по его чертежам нужно знать, как изображаются основные геометрические тела. С проекциями некоторых из них вы ознакомились раньше.


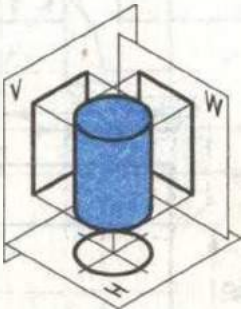
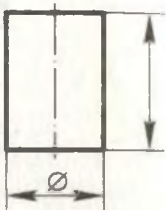

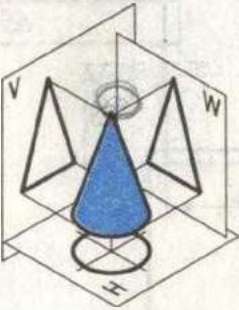
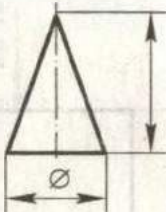

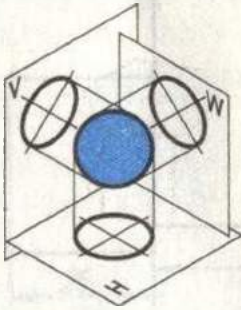
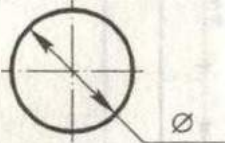

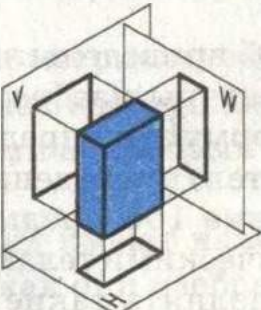
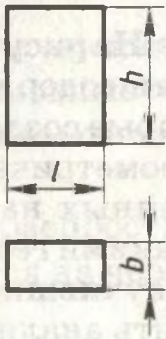
Чтобы вспомнить, какой вид имеют наиболее распространенные геометрические тела, как они изображаются на чертежах, следует обратиться к таблице 2 (стр. 76, 77).


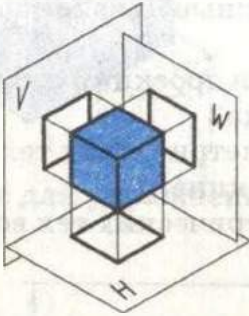
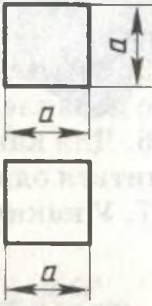

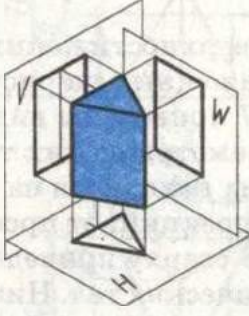
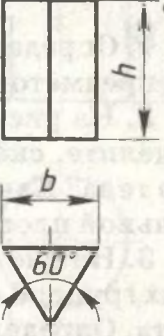

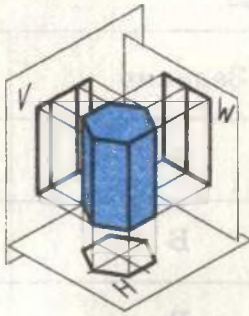
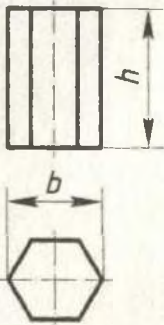

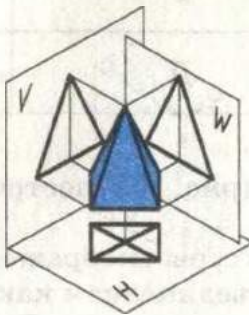
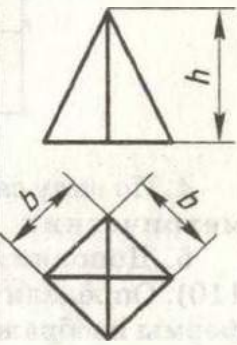


б

контуры изображений геометрических тел

На рисунке 105 приведены виды нескольких предметов. Все они содержат контуры изображений геометрических тел, которые создают форму этих предметов. Сравнивая изображения геометрических тел, приведенные в таблице 2, с видами показанных на рисунке 105 предметов, попробуйте определить, какими геометрическими телами создана форма любого из них. Научившись выполнять такие сравнения, вы сможете проводить анализ геометрической формы предмета по чертежу.

Геометрическое тело	Наглядное изображение	Прямоугольные проекции	Чертеж с нанесением размеров
Цилиндр			
Конус			
Шар			
Параллелепипед			

Геометрическое тело	Наглядное изображение	Прямоугольные проекции	Чертеж с нанесением размеров
Куб			
Треугольная призма			
Шестиугольная призма			
Четырехугольная пирамида			

ВОПРОСЫ

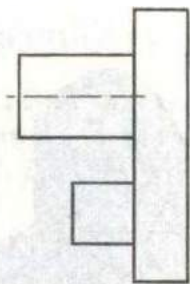
1. Как называется процесс мысленного расчленения предмета на геометрические тела, образующие его поверхность?
2. Для чего нужен анализ геометрической формы предмета?
3. Какие геометрические тела могут образовывать поверхность предмета?
4. Какие характерные признаки имеют проекции цилиндра, конуса, шара?
5. Чем отличаются проекции цилиндра и конуса? Куба и прямоугольного параллелепипеда?
6. Для каких геометрических тел при наличии размеров можно ограничиться одной проекцией?
7. У каких геометрических тел все проекции одинаковые?

ЗАДАНИЕ

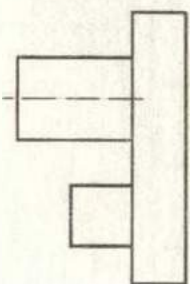
1. Определите, поверхности каких геометрических тел образуют форму предметов, изображенных на рисунке 106?
2. На рисунке 107 приведены виды группы геометрических тел. Определите, сколько геометрических тел входит в каждую группу. Какие это тела? Какие из них находятся на максимальном расстоянии от фронтальной плоскости проекций; от профильной?
3. На рисунке 108 сверху приведены два вида предметов, образованных группой геометрических тел. Ниже приведен вид слева каждого предмета. Определите, каким видам, обозначенным буквой, отвечает вид слева, обозначенный цифрой. Ответ запишите в таблицу:

Задание	Вид слева
А	
Б	
В	
Г	
Д	

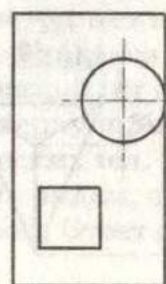
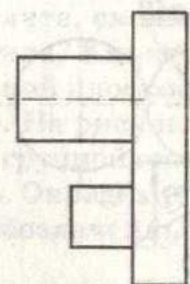
4. По виду сверху (рис. 109) постройте вид спереди одной из групп геометрических тел.
5. Дополните контуры изображений необходимыми линиями (рис. 110). Определите, объединением каких геометрических тел образованы формы изображенных предметов. Ответ запишите в таблицу на стр. 87.



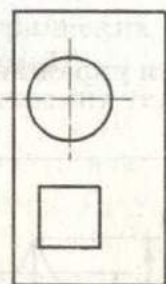
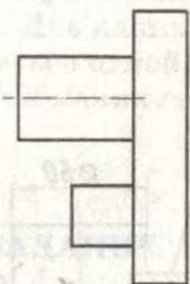
А



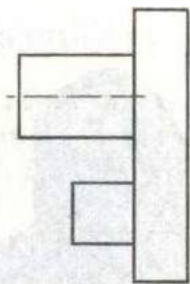
В



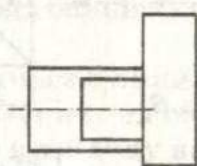
В



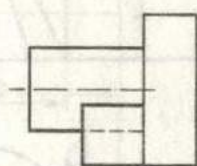
Г



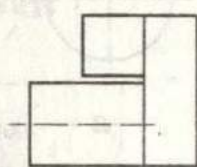
Д



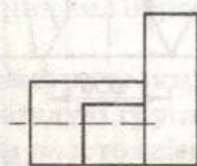
1



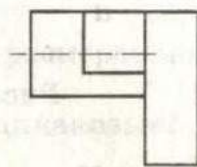
2



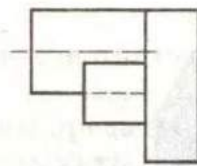
3



4

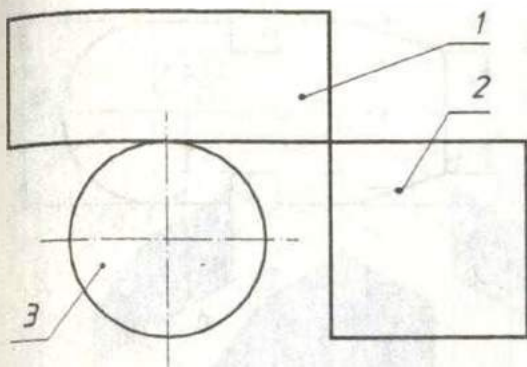


5

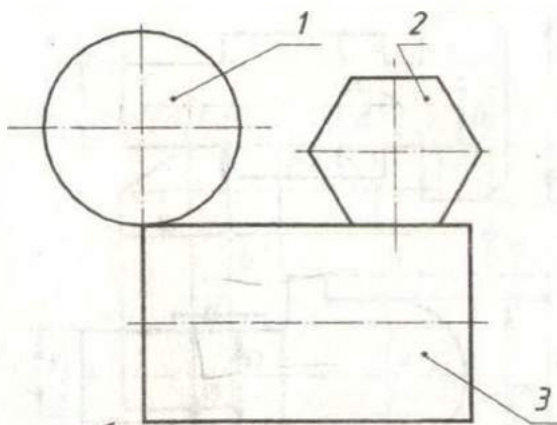


6

Рис. 108. Задание для упражнений



а



б

Рис. 109. Задание для упражнений:

а — 1) прямоугольный параллелепипед с основой 60×20 мм и высотой 40 мм; 2) конус с диаметром основы 40 мм и высотой 60 мм; 3) куб с размером ребра 40 мм; б — 1) шар диаметром 40 мм; 2) шестиугольная призма с основой, вписанной в окружность диаметром 40 мм и высотой 60 мм; 3) цилиндр с диаметром основы 40 мм и высотой 60 мм.

Чертеж	Геометрические тела

6. По наглядным изображениям предметов (рис. 111) найдите их чертеж. Ответы запишите в таблицу:

Наглядное изображение	Чертеж
А	
Б	
В	
Г	
Д	
Е	

Нахождение проекций элементов поверхностей на чертеже предмета. Изображения предметов на чертежах представляют собой плоские фигуры, образованные из точек и отрезков линий. Любая точка или линия на изображении является проекцией определенного элемента предмета: вершины, ребра, грани, кривой поверхности и т.п. Поэтому чтение чертежа связано с умением

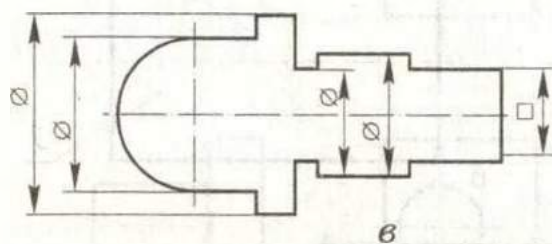
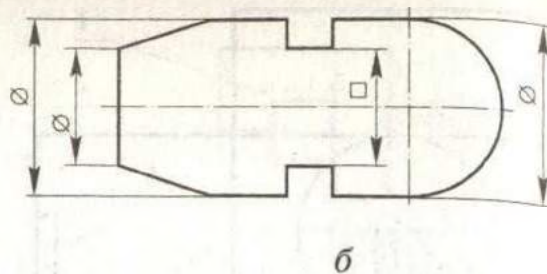
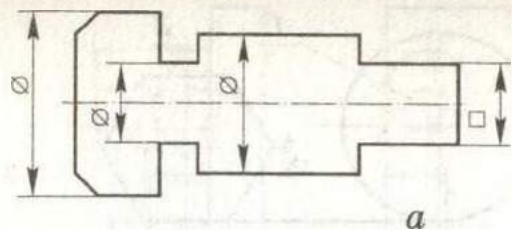
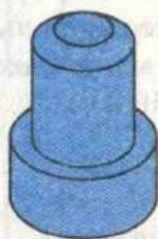
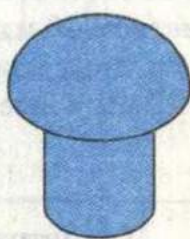


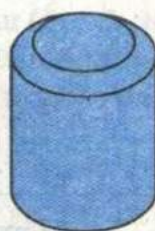
Рис. 110. Задание для упражнений



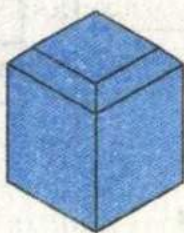
А



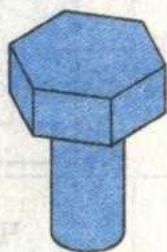
Б



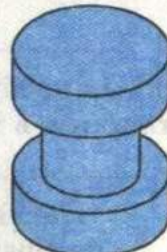
В



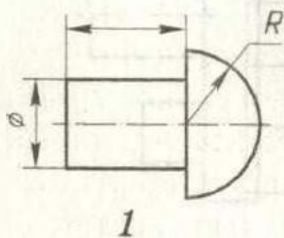
Г



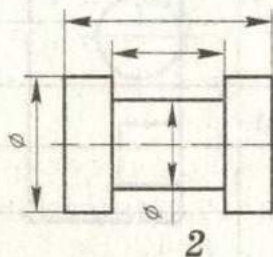
Д



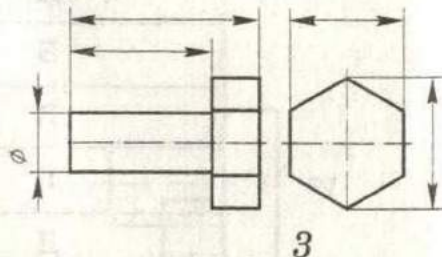
Е



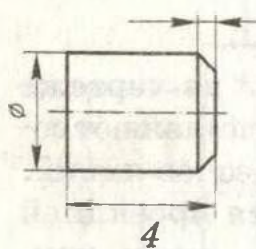
1



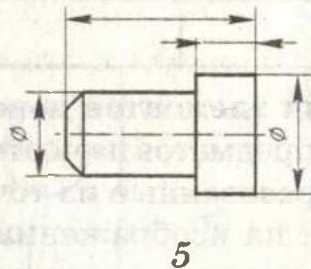
2



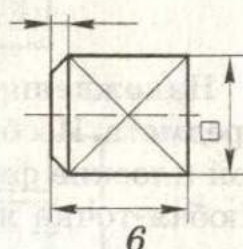
3



4



5



6

Рис. 111. Задание для упражнений

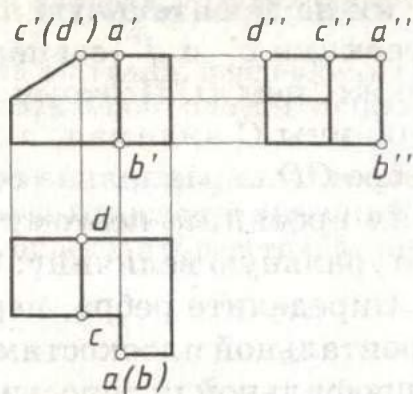
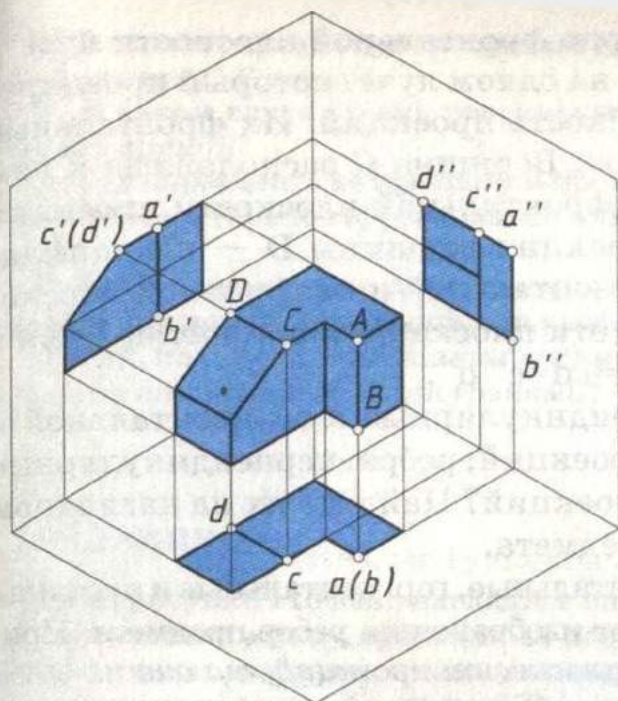


Рис. 112. Проекции элементов предмета на чертеже

ем вообразить изображение той части предмета, которое скрыто за каждой точкой, отрезком линии или фигурой.

Чтобы понять суть этого процесса, обратимся к примеру. На рисунке 112 показано наглядное изображение предмета и три его вида. Предмет размещен относительно плоскостей проекций так, что все его ребра и грани параллельны или перпендикулярны к ним.

Рассмотрим проекции ребра AB . Вершины A и B имеют общий проецирующий луч, перпендикулярный к горизонтальной плоскости проекций. Поэтому их горизонтальные проекции a и b совпадают¹. Поскольку вершина A расположена над вершиной B , то на горизонтальной плоскости проекций ее проекция a будто закрывает проекцию b вершины B , то есть проекция вершины A будет видимая, а проекция вершины B — невидимая (на изображении обозначения невидимых точек берут в скобки). Ребро AB перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций и соответственно параллельно фронтальной и профильной плоскостям проекций. Поэтому на фронтальную и профильную плоскости оно проецируется без искажений — в натуральную величину. В этом случае проекции ребра и само ребро равны между собою: $AB = a' b' = a'' b''$

¹ Здесь и далее проекции точек на горизонтальной плоскости проекций будем обозначать строчными буквами, на фронтальной плоскости — строчными буквами со штрихом, на профильной — буквами с двумя штрихами.

Ребро CD перпендикулярно фронтальной плоскости проекций. Вершины C и D лежат на одном луче, который проецирует их на фронтальную плоскость проекций. Их фронтальные проекции c' и d' совпадают. Вершина C расположена к нам ближе, чем D . Поэтому на фронтальной плоскости проекция вершины C видимая, а проекция вершины D — невидимая. Ребро CD параллельно горизонтальной и профильной плоскостям проекций, поэтому на эти плоскости оно проецируется в натуральную величину: $CD=cd=c''d''$.

Определите ребра, перпендикулярные к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций; ребра, перпендикулярные к профильной плоскости проекций? Найдите их на наглядном изображении и на видах предмета.

Соединенные попарно фронтальные, горизонтальные и профильные проекции вершин создают изображения ребер предмета. Причем, *если ребро параллельно плоскости проекций, то оно на этой плоскости проецируется без искажений. Если ребро перпендикулярно плоскости проекций, оно проецируется на нее в точку.*

Проекции ребер на видах ограничивают изображение граней. Как и ребро, *грань, параллельная плоскости проекций, проецируется на нее без искажений.* Например, передняя грань предмета, которой принадлежит ребро AB , параллельна фронтальной плоскости проекций, поэтому на нее она проецируется в натуральную величину. На горизонтальную плоскость проекций без искажения спроецировались нижняя и верхняя грани, на профильную — левая и правая. Но видимыми на изображениях будут соответственно верхняя и левая грани. *Если грань перпендикулярна плоскости проекций, она проецируется на нее в линию.*

Найдите на рисунке 112 грани предмета, которые проецируются на плоскость проекций в линию.

Наклонная грань, которой принадлежит ребро CD , перпендикулярна фронтальной плоскости проекций и наклонна к горизонтальной и профильной. На фронтальную плоскость эта грань проецируется в линию, на две другие — в виде прямоугольников с искаженными размерами (кроме ширины).

Итак, каждый отрезок линии на контуре изображения — это проекция ребра или плоскости, перпендикулярной к плоскости проекций. Ребра и грани предмета, наклонные к плоскости проекций, проецируются на нее с искажением.

ВОПРОСЫ

1. В каком случае проекции точек на изображении совпадают?
2. Какая из двух точек, проекции которых на горизонтальной (фронтальной или профильной) плоскости совпали, будет видимой?

3. В каком случае отрезок прямой (ребро) проецируется в натуральную величину? В точку?

4. В каком случае грань проецируется в натуральную величину? В отрезок прямой?

5. Как определить по проекциям предмета его грани, перпендикулярные к горизонтальной (фронтальной или профильной) плоскости проекций?

6. Как определить по проекциям предмета его грани, параллельные горизонтальной (фронтальной или профильной) плоскости проекций?

7. Как, пользуясь проекциями предмета, определить расстояние между двумя его параллельными гранями?

ЗАДАНИЕ

1. На рисунке 113 дано наглядное изображение предмета. Определите соответствие между проекциями поверхностей предмета, обозначенными на видах цифрами, и самими поверхностями, обозначенными буквами на наглядном изображении. Ответы запишите в таблицу.

Обозначение поверхности	Точки (цифровые обозначения) на видах		
	спереди	сверху	слева

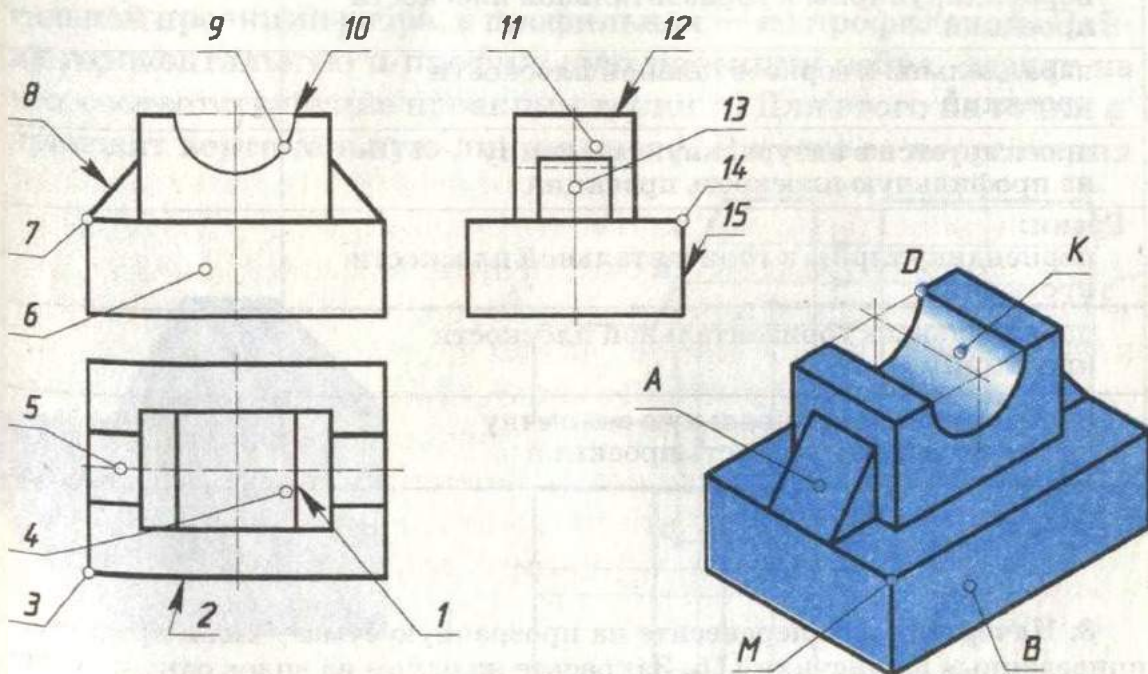


Рис. 113. Задание для упражнений

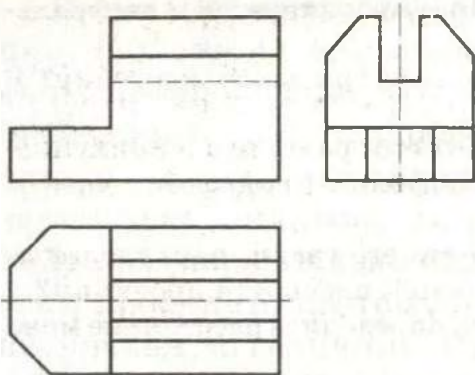


Рис. 114. Задание
для упражнений

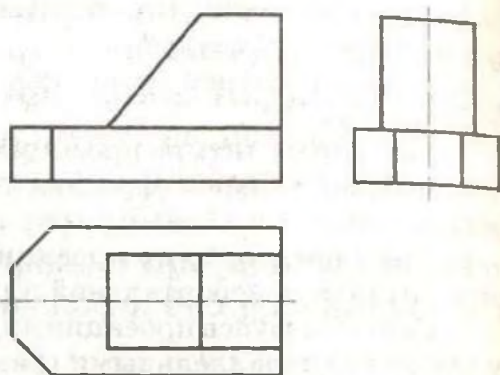


Рис. 115. Задание
для упражнений

2. На рисунке 114 приведены три вида предмета. Сосчитайте, сколько вершин и граней имеет изображенный предмет. Сколько у предмета ребер и граней, перпендикулярных к горизонтальной плоскости проекций? Сколько ребер и граней, параллельных фронтальной плоскости проекций? Сколько ребер и граней проецируется на профильную плоскость проекций в натуральную величину? Ответы запишите в таблицу:

Элементы поверхности предмета	Количество
Вершины	
Ребра: перпендикулярны к горизонтальной плоскости проекций	
параллельны к горизонтальной плоскости проекций	
проецируется в натуральную величину на профильную плоскость проекций	
Грани: перпендикулярны к горизонтальной плоскости проекций	
параллельны к горизонтальной плоскости проекций	
проецируется в натуральную величину на профильную плоскость проекций	

3. Начертите или перенесите на прозрачную бумагу виды предмета, приведенные на рисунке 115. Закрасьте на одном из видов одну и ту же поверхность одинаковым цветом (независимо от того, изображается она фигурой или линией).

Проекции точек, которые лежат на поверхности предмета. Чтобы лучше представить по чертежу форму отдельных частей предмета, необходимо уметь находить на всех его изображениях проекции отдельных точек. Наиболее часто возникает необходимость по одной проекции точки, заданной на поверхности предмета, находить две другие ее проекции.

Способ нахождения проекций точек зависит от того, на каком из элементов поверхности предмета (ребро или грань) лежит заданная точка.

На рисунке 116 показано наглядное изображение предмета и три его вида, размещенные в проекционной связи. На поверхности предмета заданы точки A , B , C и D . Причем точки A и B находятся на ребрах (наклонном и горизонтальном), а точки C и D — на гранях (вертикальной и наклонной). На видах указано фронтальную проекцию точки A и профильную проекцию точки B , фронтальную проекцию точки C и горизонтальную проекцию точки D .

Если точка задана на каком-то элементе поверхности предмета, то ее проекции должны находиться на проекциях этого элемента. Итак, сначала следует найти проекции элементов, на которых заданы точки, а потом и проекции точек.

Наклонное ребро, на котором задана точка A , проецируется на фронтальную плоскость проекций в натуральную величину, а на горизонтальную и профильную — с искажением. Горизонтальная проекция точки A должна находиться на горизонтальной проекции ребра, а профильная — на профильной. Найдя горизонтальную и профильную проекции ребра, строят на них соответствующие проекции точки A . Для этого из точки a' проводят вертикальную линию связи. В месте ее пересечения

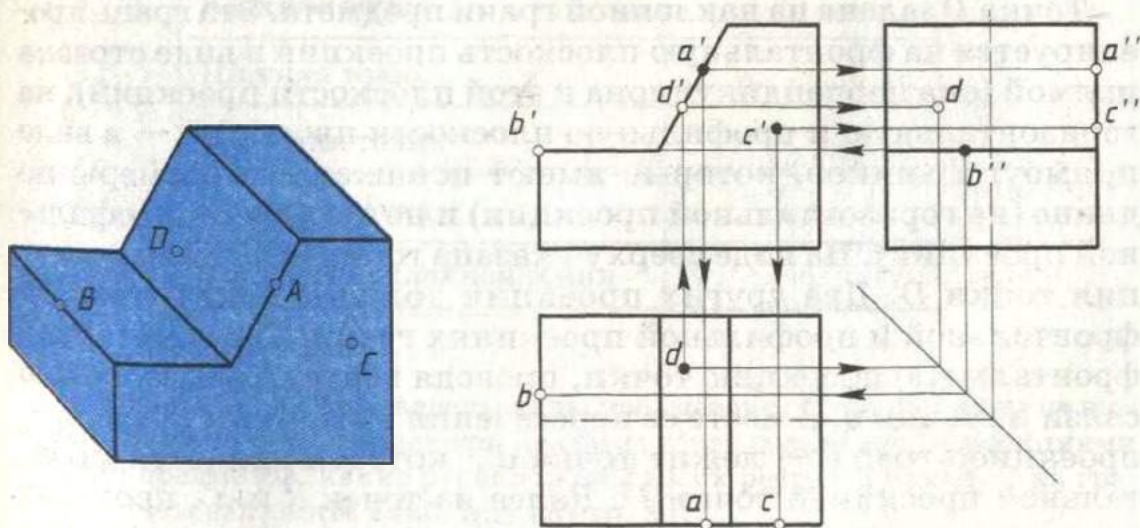


Рис. 116. Проекция точек на изображении предмета

с горизонтальной проекцией ребра находится точка a — горизонтальная проекция точки A . Из точки a' проводят горизонтальную линию связи до пересечения с профильной проекцией ребра, находят точку a'' — профильную проекцию точки A .

Ребро, на котором задана точка B , перпендикулярно фронтальной плоскости проекций и параллельно горизонтальной и профильной плоскостям проекций. Поэтому на горизонтальную и профильную плоскости оно проецируется в натуральную величину, а на фронтальную плоскость — в точку. Найдя фронтальную и горизонтальную проекции ребра, строят на них проекции точки B (построение показано стрелками).

Чтобы по одной проекции точки, которая лежит на грани предмета, найти другие проекции, нужно прежде всего отыскать проекции этой грани. Потом с помощью линий связи строят проекции точки, которые должны находиться на проекциях граней. Линию связи сначала проводят к той проекции, на которой грань изображается в виде отрезка прямой.

Точка C задана на вертикальной грани, параллельна к фронтальной плоскости проекций и перпендикулярна к горизонтальной и профильной плоскостям проекций. Поэтому эта грань проецируется на фронтальную плоскость в натуральную величину, а на горизонтальную и профильную — в виде отрезков прямой. На виде спереди показана фронтальная проекция точки C . Ее горизонтальная и профильная проекции должны находиться соответственно на горизонтальной и профильной проекциях грани. Для их построения из точки c' проводят горизонтальную и вертикальную линии связи к пересечению с линиями, которые являются проекциями грани. В месте пересечения получают точку c — горизонтальную проекцию точки C и точку c'' — профильную проекцию точки C .

Точка D задана на наклонной грани предмета. Эта грань проецируется на фронтальную плоскость проекций в виде отрезка прямой (она перпендикулярна к этой плоскости проекций), на горизонтальную и профильную плоскости проекций — в виде прямоугольников, которые имеют искаженные размеры по длине (на горизонтальной проекции) и по высоте (на профильной проекции). На виде сверху указана горизонтальная проекция точки D . Две других проекции должны находиться на фронтальной и профильной проекциях грани. Сначала строят фронтальную проекцию точки, проводя вертикальную линию связи из точки d . В месте ее пересечения с отрезком прямой — проекцией грани — лежит точка d' , которая является фронтальной проекцией точки D . Далее из точек d и d' проводят линии проекционной связи к их пересечению в точке d'' . Эта точка будет профильной проекцией точки D .

ЗАДАНИЕ

1. На рисунке 117 приведены наглядные изображения и три вида предмета. Определите, какими цифрами на видах обозначены проекции каждой из точек, заданных на наглядном изображении буквами. Ответы запишите в таблицу:

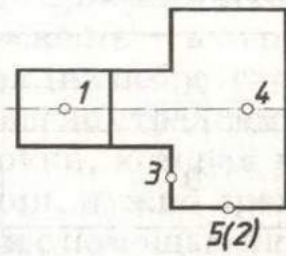
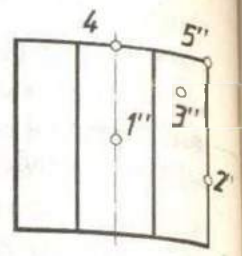
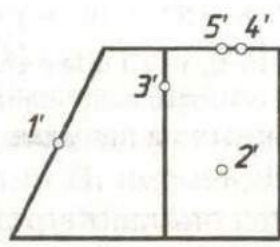
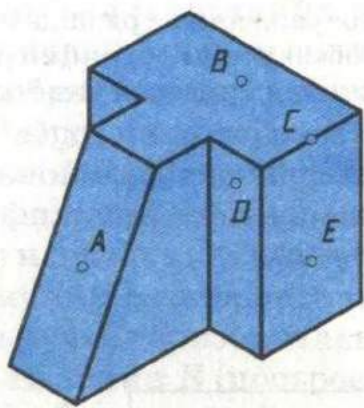
Точки на наглядном изображении	Проекции точек на видах
A	
B	
C	
D	
E	

2. На рисунке 118 приведены два вида предмета с нанесенными на них проекциями точек. Какая из этих точек нижняя, верхняя? Какая из точек на виде спереди дальше от нас? Ближе к нам? Какая из точек расположена на наклонной грани предмета? Ответы запишите в таблицу:

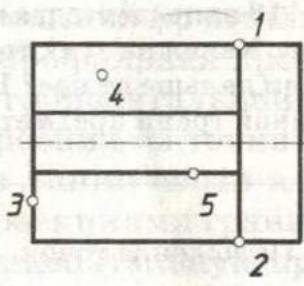
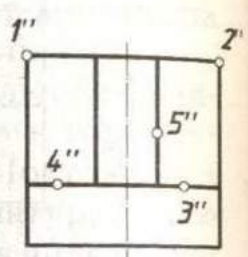
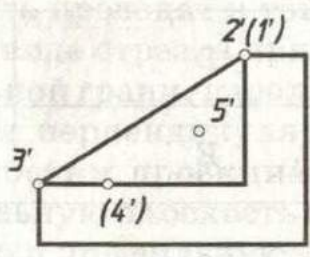
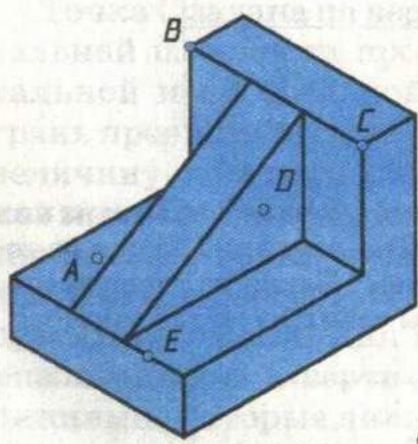
Положение точек	Номер точки
Верхняя точка	
Нижняя точка	5 6
Ближняя точка	6
Дальняя точка	7
Точка на наклонной грани	

3. На рисунке 119 приведены виды предметов с обозначенными на них проекциями точек. Определите, какие из точек совпадают с проекциями вершин предметов, какие расположены на их ребрах и какие — на гранях. Ответы запишите в таблицу на стр. 98.

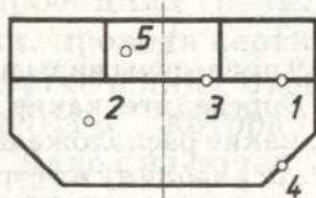
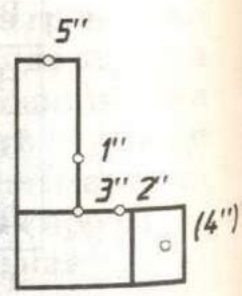
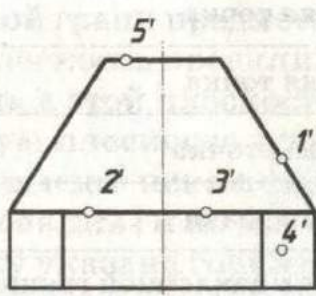
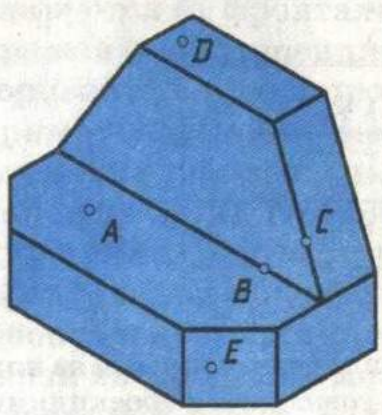
4. На рисунке 120 приведены наглядные изображения и виды предметов. Начертите или перенесите на прозрачную бумагу виды предме-



a



б



в

Рис. 117. Задание для упражнений

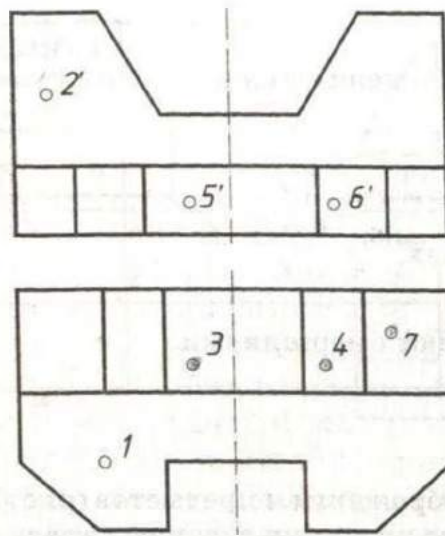


Рис. 118. Задание для упражнений

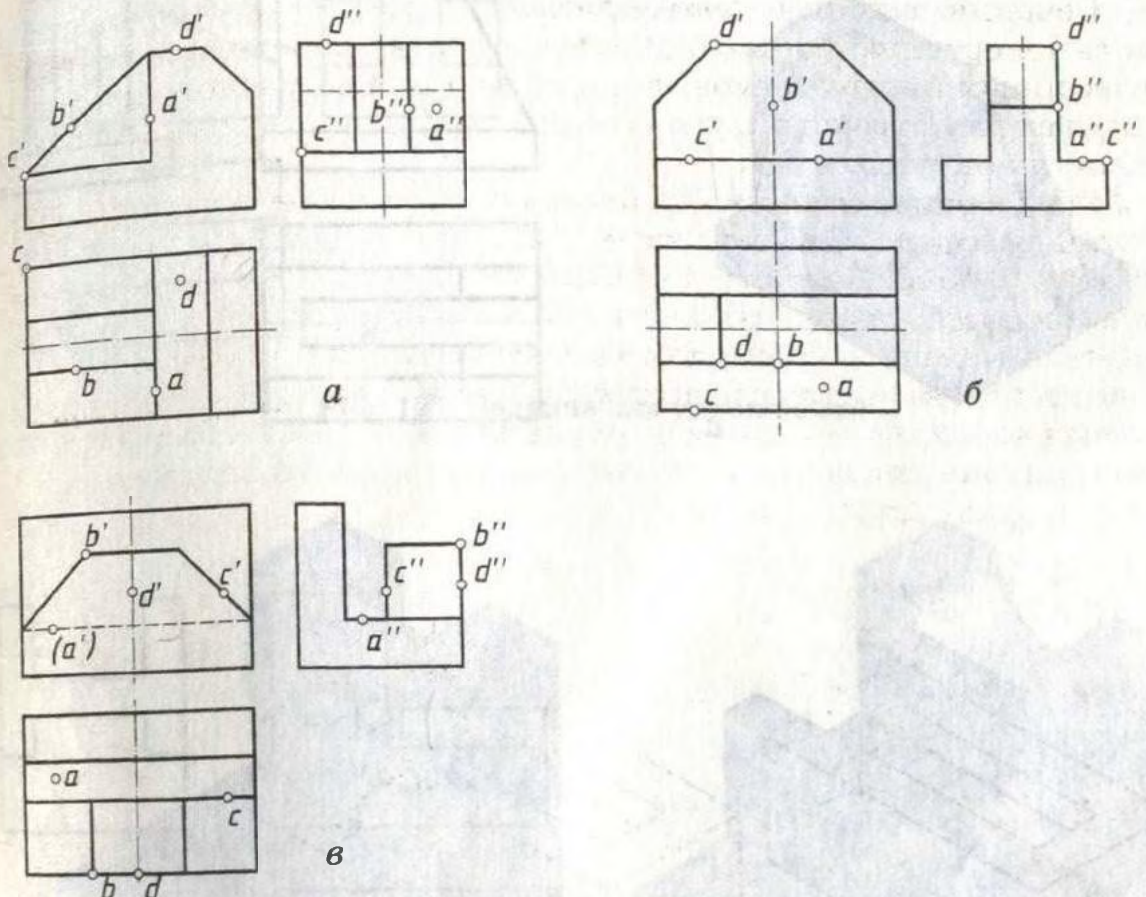


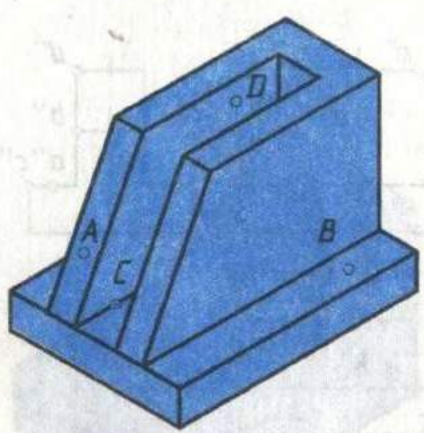
Рис. 119. Задание для упражнений

тов. Найдите на них проекции точек, указанных на наглядных изображениях.

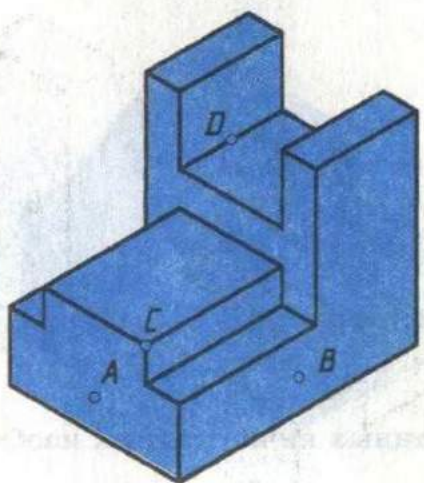
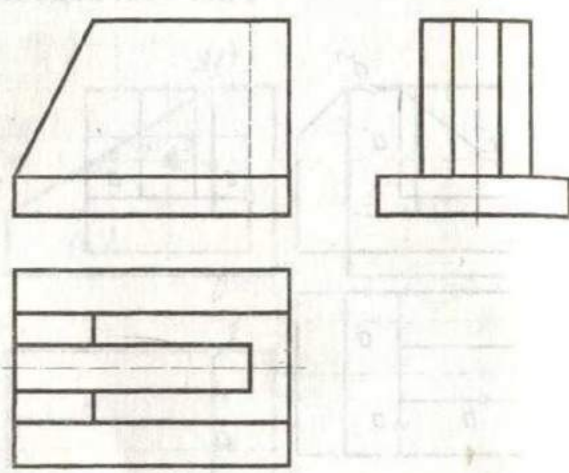
5. На рисунке 121 приведены виды предметов. Начертите или перенесите на прозрачную бумагу эти изображения и постройте на них проекции заданных точек.

Положение точек	Буквенное обозначение точек
На гранях	
На ребрах	
Совпадают с вершинами	

6. По наглядным изображениям предметов (рис. 122) постройте необходимые виды. Нанесите проекции заданных точек.



а



б

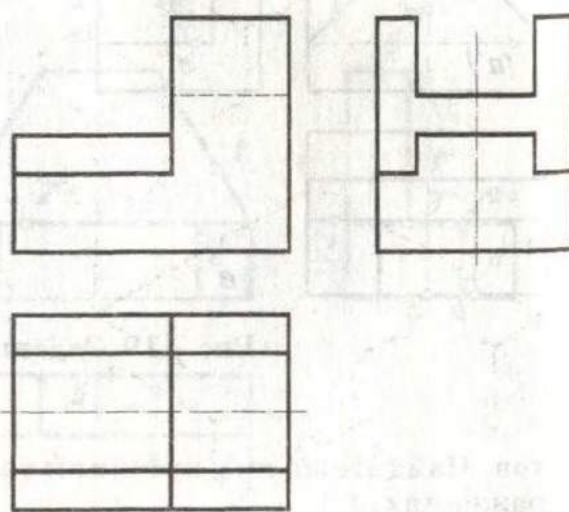


Рис. 120. Задание для упражнений

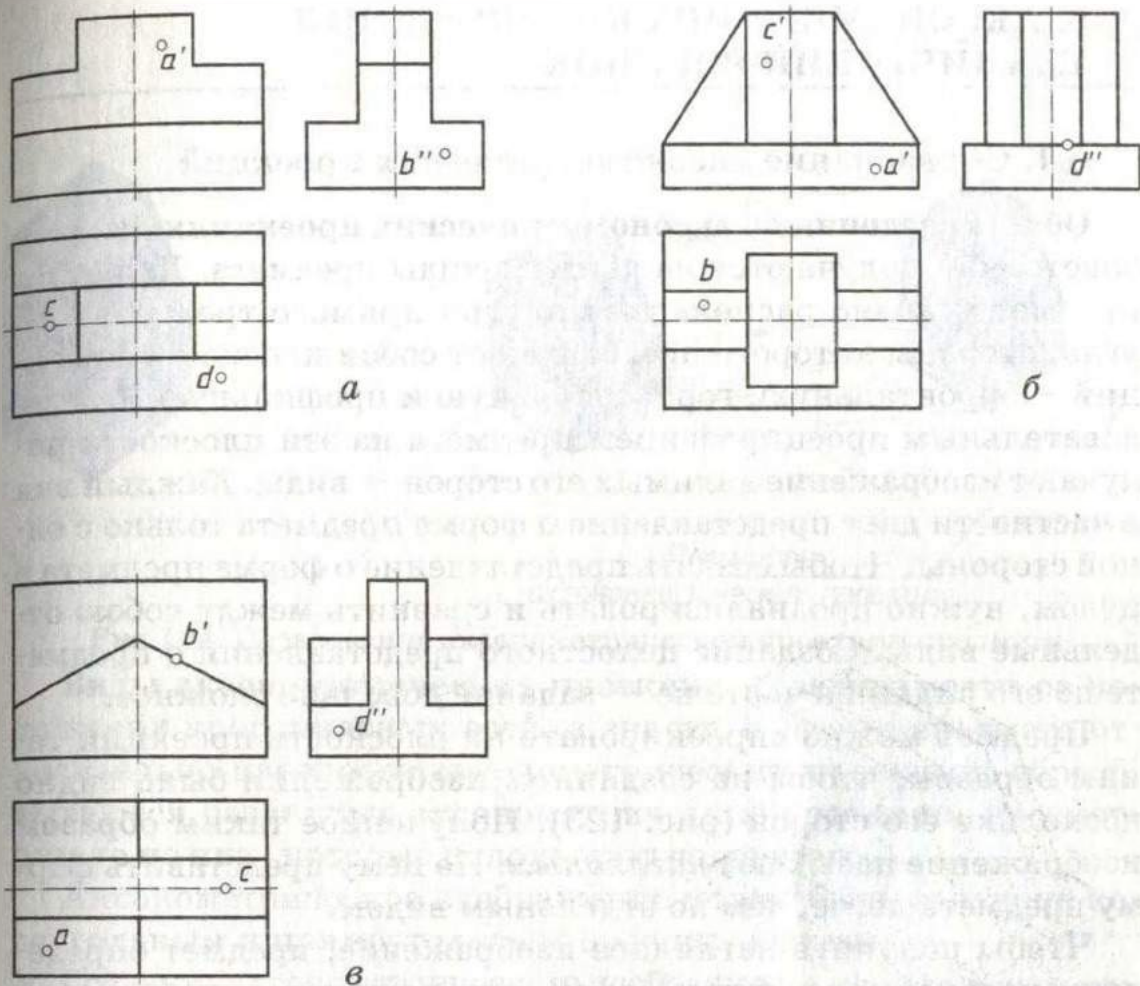


Рис. 121. Задание для упражнений

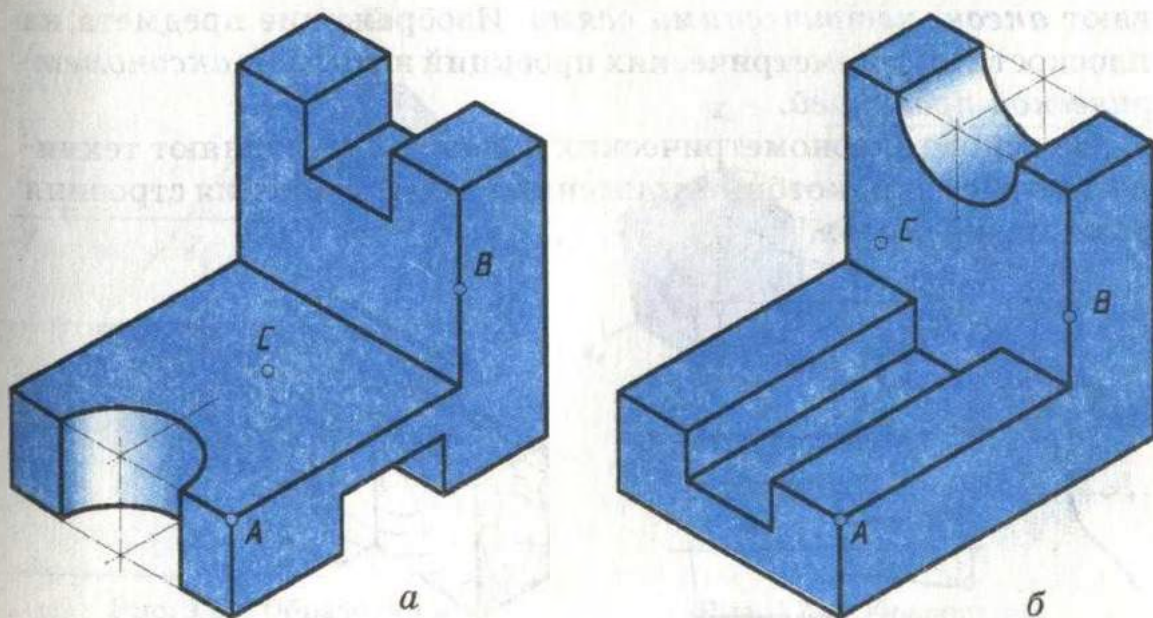


Рис. 122. Задание для упражнений

6.1. Образование аксонометрических проекций

Общие сведения об аксонометрических проекциях. Вы уже знаете, как получаются на чертеже виды предмета. Для этого предмет условно располагают внутри прямого трехгранного угла, стороны которого представляют собой плоскости проекций — фронтальную, горизонтальную и профильную. Последовательным проецированием предмета на эти плоскости получают изображение видимых его сторон — виды. Каждый вид в частности дает представление о форме предмета только с одной стороны. Чтобы создать представление о форме предмета в целом, нужно проанализировать и сравнить между собою отдельные виды. Создание целостного представления о предмете по его видам на чертеже — задание довольно сложное.

Предмет можно спроецировать на плоскость проекций таким образом, чтобы на созданном изображении было видно несколько его сторон (рис. 123). Полученное таким образом изображение называют *наглядным*. По нему представить форму предмета легче, чем по отдельным видам.

Чтобы получить наглядное изображение, предмет определенным образом располагают относительно координатных осей x , y и z и вместе с ними проецируют его на произвольную плоскость (рис. 124). Эту плоскость называют *плоскостью аксонометрических проекций*, а проекции координатных осей называют *аксонометрическими осями*. Изображение предмета на плоскости аксонометрических проекций называют *аксонометрической проекцией*.

На основе аксонометрических проекций выполняют технические рисунки, которые применяют для объяснения строения разных предметов.

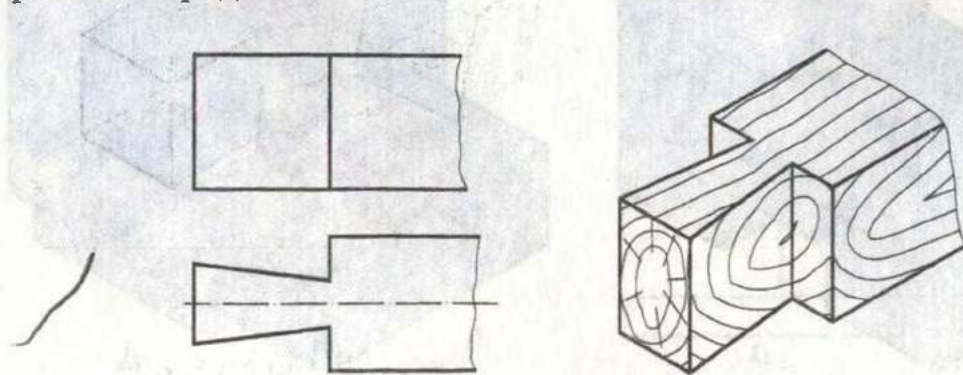


Рис. 123. Виды и наглядное изображение предмета

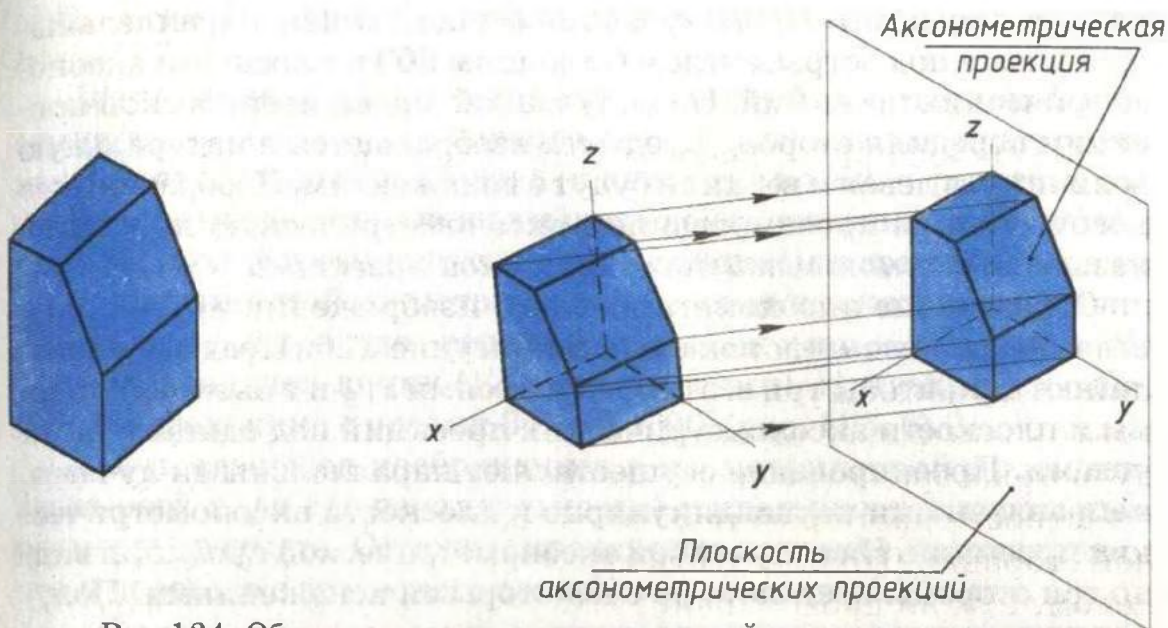


Рис.124. Образование аксонометрической проекции предмета

Виды аксонометрических проекций. В зависимости от положения координатных осей, а значит и самого предмета относительно плоскости аксонометрических проекций, образуются различные аксонометрические проекции. Рассмотрим те из них, которые используют чаще всего.

АксонOMETрическое изображение может быть получено косоугольным и прямоугольным проецированием.

Создание аксонометрического изображения *косоугольным проецированием* показано на рисунке 125. Предмет размещают так, чтобы его передние и задние стороны, а также оси x и z , с которыми он совмещен, были параллельными плоскости аксонометри-

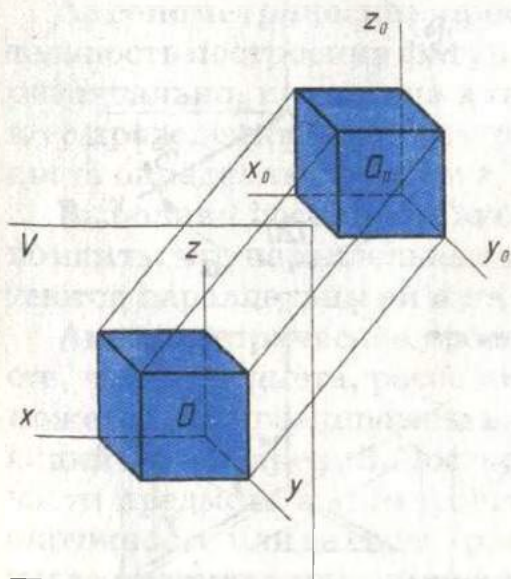


Рис. 125. Образование аксонометрической проекции косоугольным проецированием

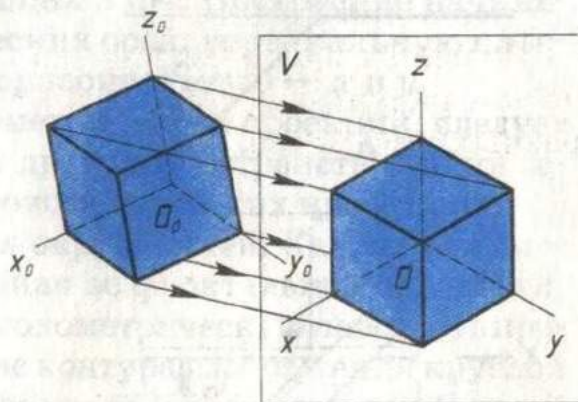


Рис. 126. Образование аксонометрической проекции прямоугольным проецированием

ческих проекций. Проецирование осуществляют параллельными лучами под острым углом (меньшим 90°) к плоскости аксонометрических проекций. На полученной аксонометрической проекции передняя сторона предмета изображается в натуральную величину, а левая и верхняя будут с искажением. Изображенную косоугольным проецированием аксонометрическую проекцию называют *фронтальной диметрической проекцией*.

Образование аксонометрического изображения *прямоугольным проецированием* показано на рисунке 126. Предмет располагают так, чтобы три его стороны с осями x , y и z были наклонены к плоскости аксонометрических проекций под одинаковыми углами. Проецирование осуществляют параллельными лучами, направленными перпендикулярно к плоскости аксонометрических проекций. На полученной аксонометрической проекции видно три стороны предмета, но с некоторыми искажениями. Полученную прямоугольным проецированием аксонометрическую проекцию называют *изометрической проекцией*.

Оси аксонометрических проекций. Для построения аксонометрических проекций размеры изображений откладывают вдоль аксонометрических осей x , y и z . Поэтому построение аксонометрической проекции начинают с проведения аксонометрических осей.

Оси фронтальной диметрической проекции располагают как показано на рисунке 127, *а*: ось x — горизонтально, ось z — вертикально, ось y — под углом 45° к горизонтальной линии. Оси выходят из одной точки O — начала аксонометрических

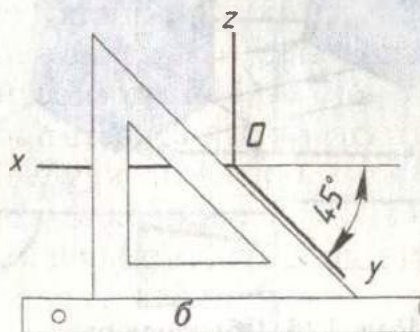
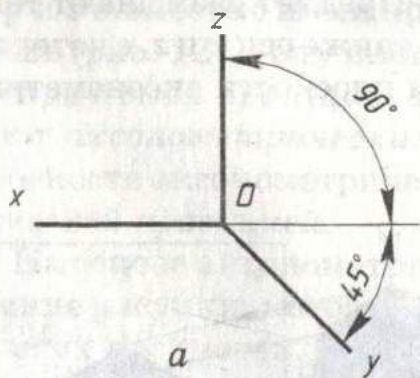


Рис. 127. Оси фронтальной диметрической проекции

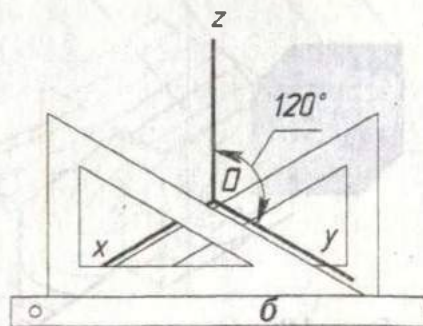
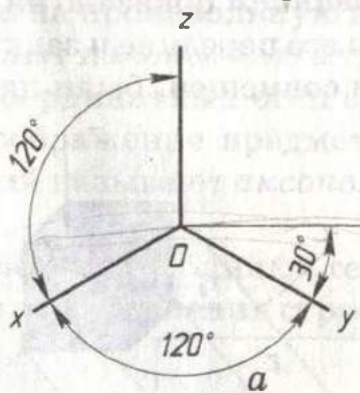


Рис. 128. Оси изометрической проекции

осей. Угол 45° строят с помощью равнобедренного угольника (рис. 127, б).

Для построения изображения во фронтальной диметрической проекции вдоль осей x и z (и параллельно им) откладывают натуральные размеры предмета, по оси y (и параллельно ей) — размеры, сокращенные в два раза. Отсюда и происходит название «диметрия», что в переводе с греческого означает «двойные измерения».

Положение осей изометрической проекции показано на рисунке 128, а: ось z проводят вертикально, а оси x и y — под углом 30° к горизонтальной линии (120° между осями). Проводят оси с помощью угольника с углами 30° , 60° и 90° (рис. 128, б).

Для построения изображения в изометрической проекции вдоль осей x , y и z (и параллельно им) откладывают натуральные размеры предмета. Отсюда и происходит название «изометрия», что в переводе с греческого означает «равные измерения».

ВОПРОСЫ

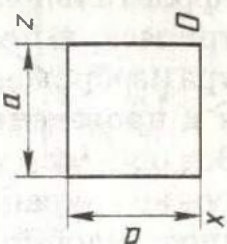
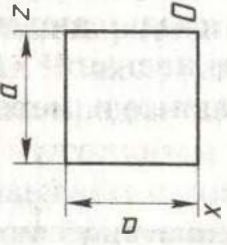
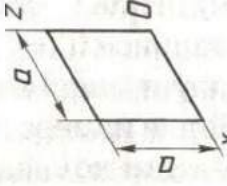
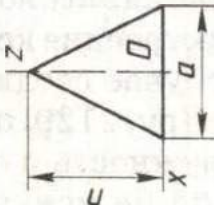
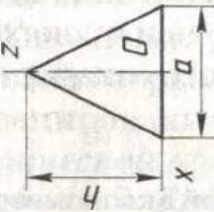
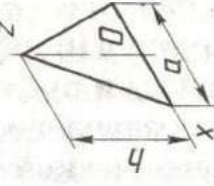
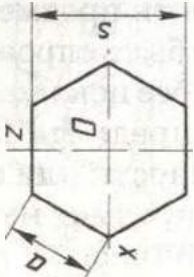
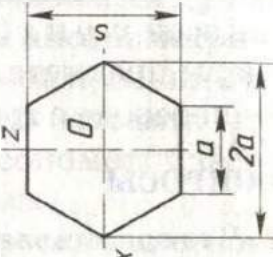
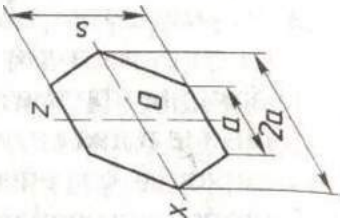
1. Что представляет собой аксонометрическая проекция? Как она получается?
2. В чем преимущество аксонометрического изображения перед изображениями в системе прямоугольных проекций?
3. Чем отличается фронтальная диметрическая проекция от изометрической?
4. Как отличить друг от друга аксонометрические изображения одного предмета, выполненные во фронтальной диметрической и в изометрической проекциях?

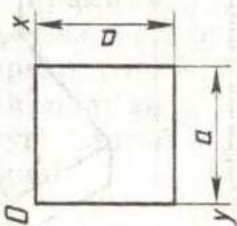
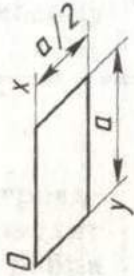
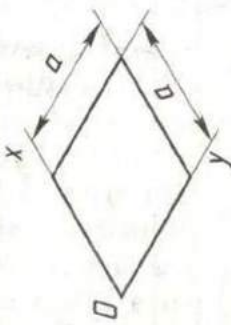
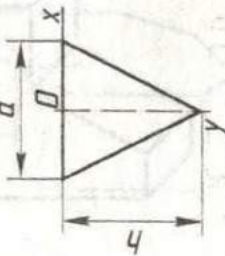
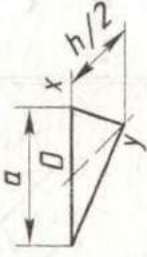
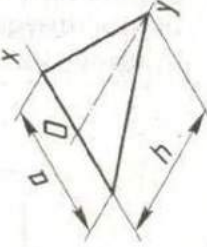
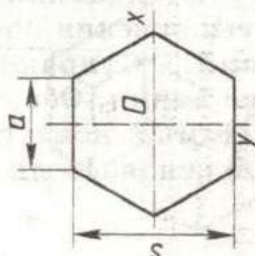
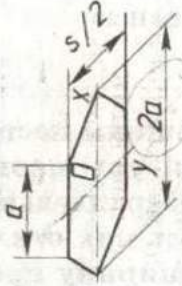
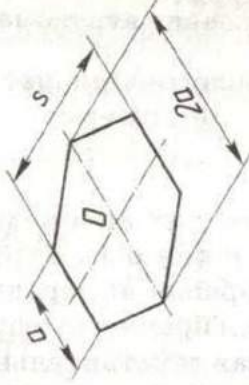
6.2. Построение аксонометрических проекций

Аксонометрические проекции плоских фигур. Последовательность построения фигур, расположенных вертикально и горизонтально, приведена в таблицах 3 и 4. Построение начинают с проведения аксонометрических осей: вертикальную плоскость определяют оси x и z , а горизонтальную — x и y .

Выполняя построение аксонометрических проекций, следует помнить, что параллельные друг другу в пространстве линии остаются параллельными и на аксонометрических проекциях.

Аксонометрические проекции окружностей. Как вы уже знаете, часть предмета, расположенная во фронтальной плоскости, может быть спроецирована на аксонометрическую плоскость проекций без искажений. Построение контура изображения круглой части предмета в этом случае сводится к проведению обычной окружности или ее части (рис. 129, а). Вот почему в тех случаях, когда предмет имеет окружность и ее нужно сохранить на аксонометрической проекции не искаженной, удобно применить фронтальную диметрическую проекцию. Расположение плоско-

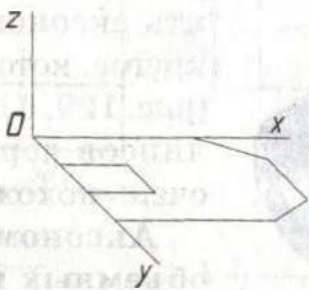
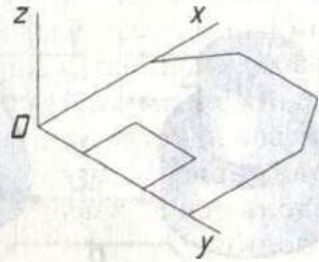
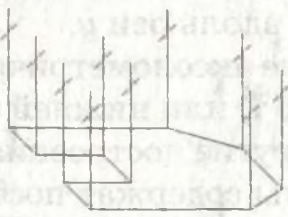
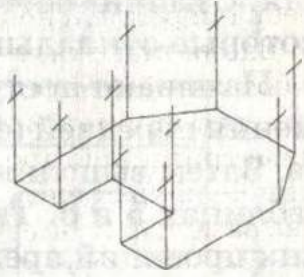
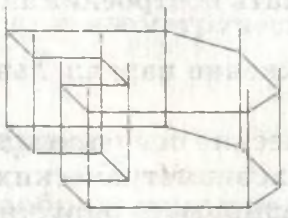
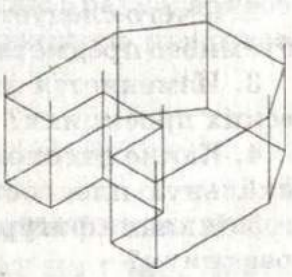
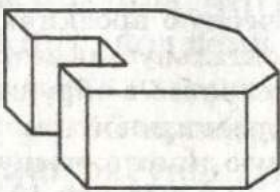
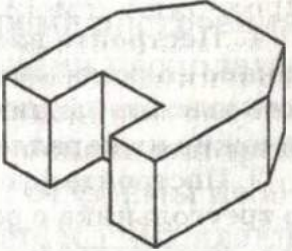
Изображение в прямоугольной системе координат	Последовательность построения аксонометрической проекции	Фронтальная диметрическая проекция	Изометрическая проекция
	<p>Квадрат. Вдоль осей x и z откладывают отрезок a, равный стороне квадрата. Через концы отложенных отрезков проводят прямые, параллельные осям, до их пересечения</p>		
	<p>Треугольник. Вдоль оси x влево и вправо от точки O откладывают отрезки, равные половине длины основы треугольника, а вдоль оси z — его высоту. Точки на осях x и z соединяют отрезками прямых</p>		
	<p>Шестиугольник. Вдоль оси x влево и вправо от точки O откладывают отрезки, равные стороне шестиугольника. На оси z симметрично точке O обозначают точки, расстояние между которыми s равно расстоянию между противоположными сторонами шестиугольника. От этих точек проводят вправо и влево параллельно оси x отрезки, равные половине стороны шестиугольника. Концы отрезков соединяют с точками на оси x</p>		

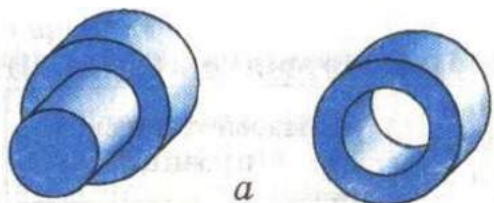
Изображение в прямоугольной системе координат	Последовательность построения аксонометрической проекции	Фронтальная диметрическая проекция	Изометрическая проекция
	<p>Квадрат. Вдоль оси x откладывают отрезок a, равный длине стороны квадрата, вдоль оси y — отрезок $a / 2$ для фронтальной диметрической проекции и отрезок a для изометрической проекции. Через концы отложенных отрезков проводят прямые линии, параллельные осям, до их пересечения</p>		
	<p>Треугольник. От точки O откладывают вдоль оси x симметричные отрезки, равные половине длины основы треугольника, а вдоль оси y — половину его высоты $h/2$ для фронтальной диметрической проекции и полную высоту h для изометрической проекции. Точки на осях x и y соединяют отрезками прямых</p>		
	<p>Шестиугольник. Вдоль оси x влево и вправо от точки O откладывают отрезки, равные стороне шестиугольника. Вдоль оси y симметрично точке O откладывают отрезки, равные в сумме расстоянию s между противоположными сторонами шестиугольника — для изометрической и $s/2$ для фронтальной диметрической проекций. От найденных на оси y, проводят вправо и влево параллельно оси x отрезки, равные половине стороны шестиугольника. Концы отрезков соединяют с точками на оси x</p>		

Построение аксонометрических проекций объемного предмета (способ I)

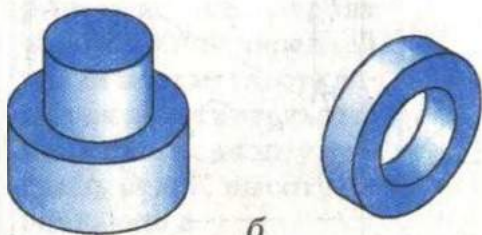
Последовательность построения	Фронтальная диметрическая проекция	Изометрическая проекция
Проводят аксонометрические оси. Строят изображение передней грани предмета, откладывая действительные размеры: длину — вдоль оси x , высоту — вдоль оси z		
Из вершины построенной фигуры проводят ребра параллельно оси y . Вдоль них откладывают ширину предмета: для фронтальной диметрической проекции — сокращенную в два раза, для изометрической — действительную		
Через полученные точки проводят отрезки прямых, параллельные ребрам передней грани		
Проверяют правильность выполнения построений. Стирают лишние линии. Обводят видимый контур толстой основной линией		

Построение аксонометрических проекций объемного предмета (способ II)

Последовательность построения	Фронтальная диметрическая проекция	Изометрическая проекция
<p>Проводят аксонометрические оси. Строят изображение нижней грани предмета, откладывая вдоль оси x его длину, вдоль оси y — ширину (для фронтальной диметрической проекции — половину ширины)</p>		
<p>Из вершин построенной фигуры проводят вертикальные ребра параллельно оси z. Вдоль них откладывают высоту предмета в натуральную величину</p>		
<p>Через найденные точки проводят отрезки прямых, параллельные ребрам нижней грани</p>		
<p>Проверяют правильность выполнения построений. Стирают лишние линии. Обводят видимый контур толстой основной линией</p>		



а



б

Рис. 129. Аксонометрические проекции окружностей

стей с окружностями параллельно аксонометрической плоскости проекций, позволяет чертить окружности без искажений. Во всех других случаях возникает потребность строить аксонометрические проекции кругов, которые имеют вид *эллипсов* (рис. 129, б). На практике вместо эллипсов чертят более простые, но очень похожие на них *овалы*.

Аксонометрические проекции объемных предметов. Последовательность построения фронтальной диметрической и изометрической проекций предметов одинаковая.

Отличие состоит в расположении осей и в длине отрезков, которые откладывают вдоль оси y .

Начинают построение аксонометрической проекции с изображения передней (способ I) или нижней (способ II) грани предмета. Затем выполняют другие построения так, как это показано в таблицах 5 и 6. Таблицы содержат построение аксонометрических проекций предметов, изображенных на рисунке 130.

ВОПРОСЫ

1. С чего следует начинать построение аксонометрической проекции плоской фигуры?
2. С чего следует начинать построение аксонометрической проекции объемного предмета?
3. Изменяется ли положение параллельных линий на аксонометрических проекциях?
4. Какие аксонометрические оси определяют горизонтальную и вертикальную плоскости на аксонометрических проекциях?
5. В какие фигуры проецируются окружности на аксонометрических проекциях?
6. В каком случае на аксонометрической проекции окружность проецируется без искажений?

ЗАДАНИЕ

1. Постройте изометрическую проекцию равностороннего треугольника со стороной 40 мм, фронтальную диметрическую проекцию правильного шестиугольника, вписанного в окружность диаметром 60 мм, расположив их параллельно фронтальной плоскости проекций.
2. Постройте фронтальную диметрическую проекцию равнобедренного треугольника с основой 30 и высотой 40 мм, изометрическую проекцию четырехугольника с размерами сторон 30 и 50 мм, расположив их параллельно горизонтальной плоскости проекций.

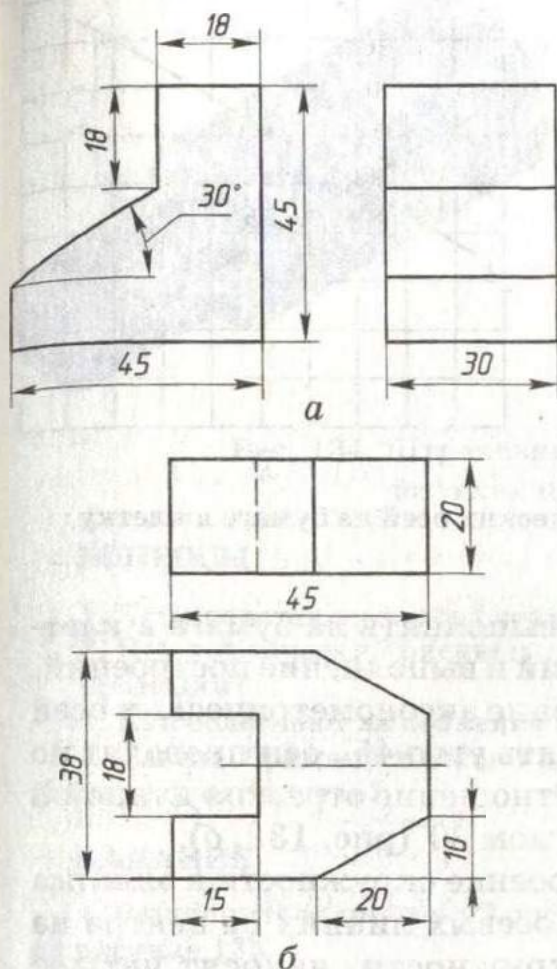


Рис. 130. Чертежи предметов

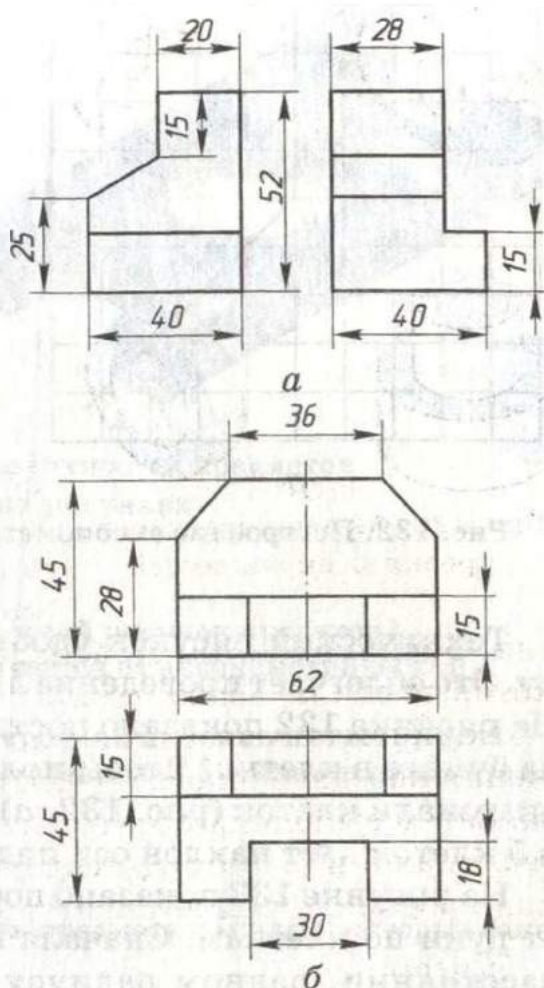
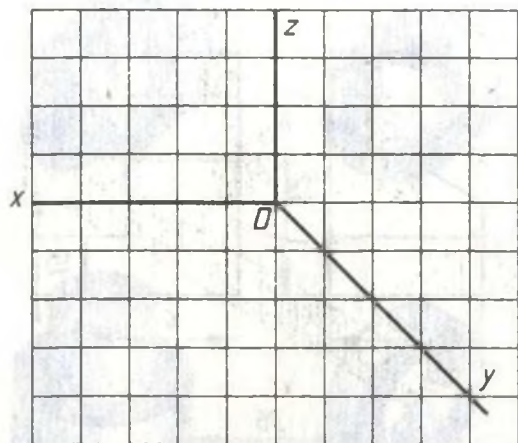


Рис. 131. Задание для упражнений

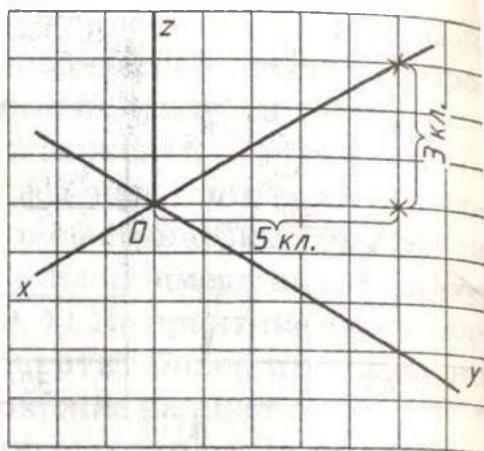
3. Постройте фронтальную диметрическую проекцию предмета, изображенного на рисунке 131, а, и изометрическую проекцию предмета, приведенного на рисунке 131, б.

6.3. Технический рисунок

АксонOMETрическое изображение предмета, выполненное от руки, с соблюдением его пропорций в размерах на глаз, называют **техническим рисунком**. Техническими рисунками пользуются тогда, когда нужно быстро и понятно показать на бумаге форму предмета. Во время выполнения технических рисунков соблюдают те же правила, что и во время построения аксонометрических проекций: под теми же углами располагают оси, размеры откладывают вдоль осей или параллельно им. Выбор вида аксонометрической проекции, на основе которой будет выполнен технический рисунок, зависит от формы изображаемого предмета. В первую очередь при этом учитывают простоту построений на рисунке и возможность наиболее полно передать форму предмета.



а



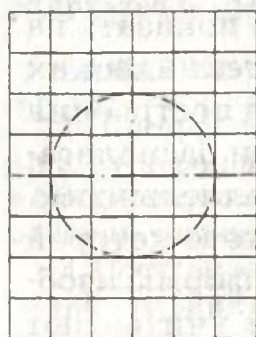
б

Рис. 132. Построение аксонометрических осей на бумаге в клетку

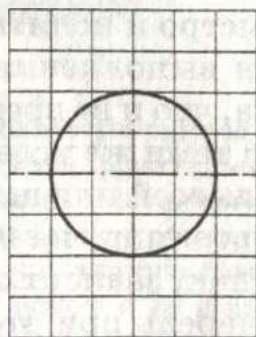
Технический рисунок удобно выполнять на бумаге в клетку. Это облегчает проведение линий и выполнение построений. На рисунке 132 показано построение аксонометрических осей на бумаге в клетку. Чтобы получить угол 45° , оси проводят по диагонали клеток (рис. 132, а). Отношение отрезков длиной 3 и 5 клеток дает наклон оси под углом 30° (рис. 132, б).

На рисунке 133 показано построение окружности и эллипса от руки по клеткам. Сначала на осевых линиях от центра на расстоянии, равном радиусу окружности, наносят четыре штриха. Между ними наносят еще четыре штриха. Затем штрихи соединяют и проводят окружность.

Для лучшего отображения объемности предмета на технических рисунках наносят штриховку (рис. 134). При этом предполагается, что свет падает на предмет слева сверху. Освещенные поверхности остаются светлыми, а затененные покрывают штриховкой, которая тем чаще, чем темнее поверхность предмета.



а



б

Рис. 133. Построение окружности (а) и эллипса (б) от руки по клеткам

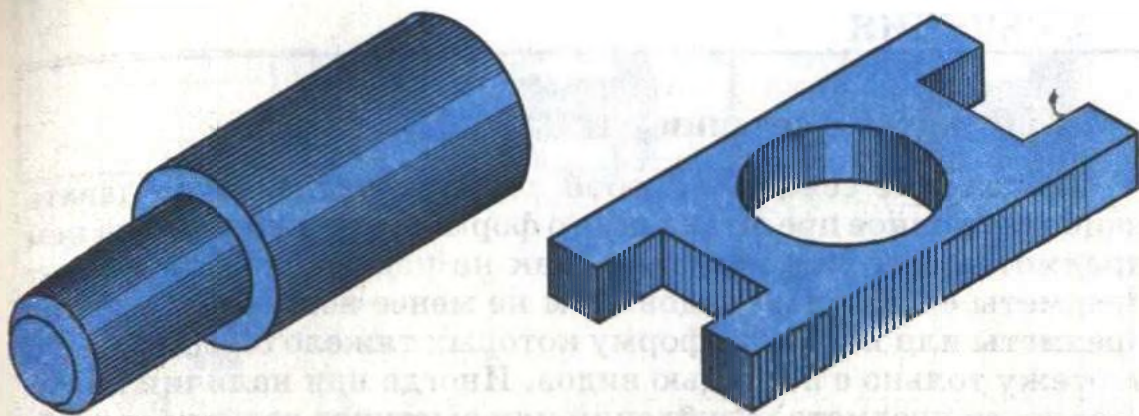


Рис. 134. Штриховка поверхностей предметов на технических рисунках

ВОПРОСЫ

1. Что представляет собой технический рисунок предмета?
2. Чем технический рисунок отличается от аксонометрической проекции?
3. Как облегчают выполнение построений на техническом рисунке?
4. Каким образом усиливают впечатление от объемности предмета на техническом рисунке?

ЗАДАНИЕ

1. Выполните технический рисунок предмета по видам, которые даны на рисунке 135.
2. Выполните с натуры технический рисунок предмета, предложенного учителем.

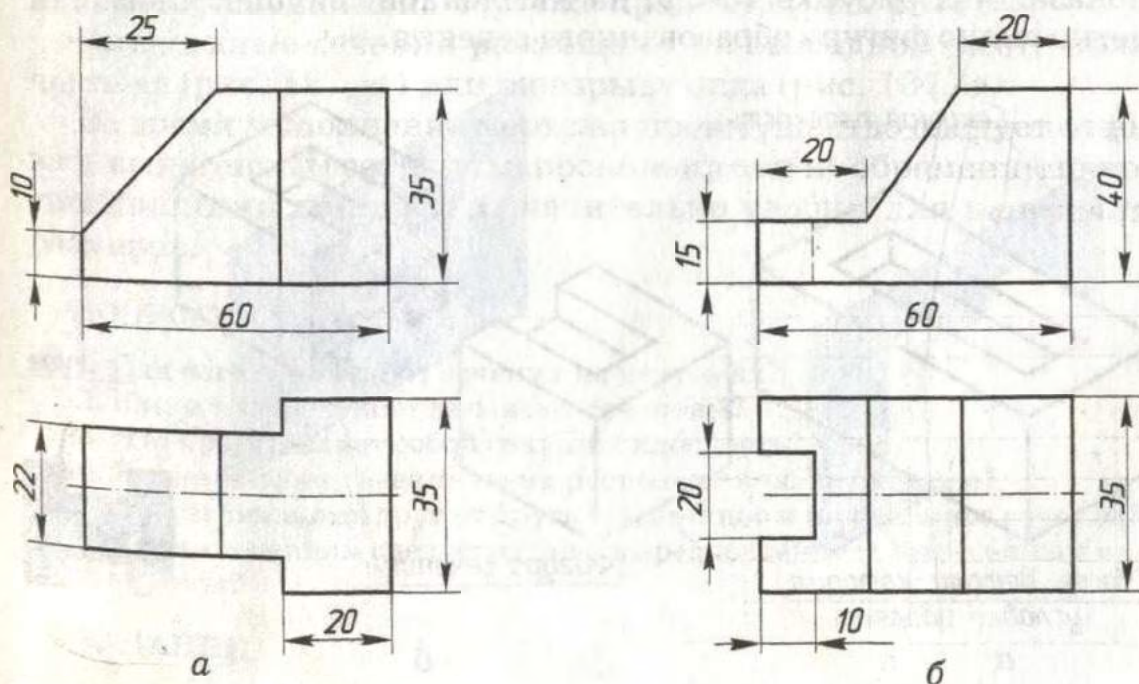


Рис. 135. Задание для упражнений

7.1. Понятие о сечении

Назначение сечений. Любой чертеж предназначен давать наиболее полное представление о форме изображенного на нем предмета. Вам уже известно, как на чертежах изображают предметы с помощью видов. Тем не менее встречаются такие предметы или их части, форму которых тяжело определить по чертежу только с помощью видов. Иногда при наличии на поверхности предмета углублений или выступов возникает необходимость выполнять на чертеже дополнительный вид, как правило, довольно сложный и малопонятный. Итак, кроме видов на чертежах бывают еще и другие изображения, которые дают возможность лучше понять форму предметов. К таким изображениям относятся сечения.

Сечения наиболее часто применяют для того, чтобы показать поперечную форму предметов (рукояток, гаечных ключей, слесарных инструментов, деталей из проката разного профиля) и форму отверстий, углублений, срезов и вырезов на поверхностях округлых деталей и т.п.

Образование сечения. Чтобы получить сечение, предмет мысленно рассекают плоскостью в том месте, где необходимо выявить его форму. На рисунке 136, *а* показано наглядное изображение предмета, условно рассеченного вспомогательной плоскостью *А*. Эту мысленную плоскость называют *секущей*. Чтобы увидеть фигуру сечения, ту часть предмета, которая находится перед секущей плоскостью *А*, условно отбрасывают. Вследствие этого, как показано на рисунке 136, *б*, на мысленной секущей плоскости четко видно фигуру образованного сечения.

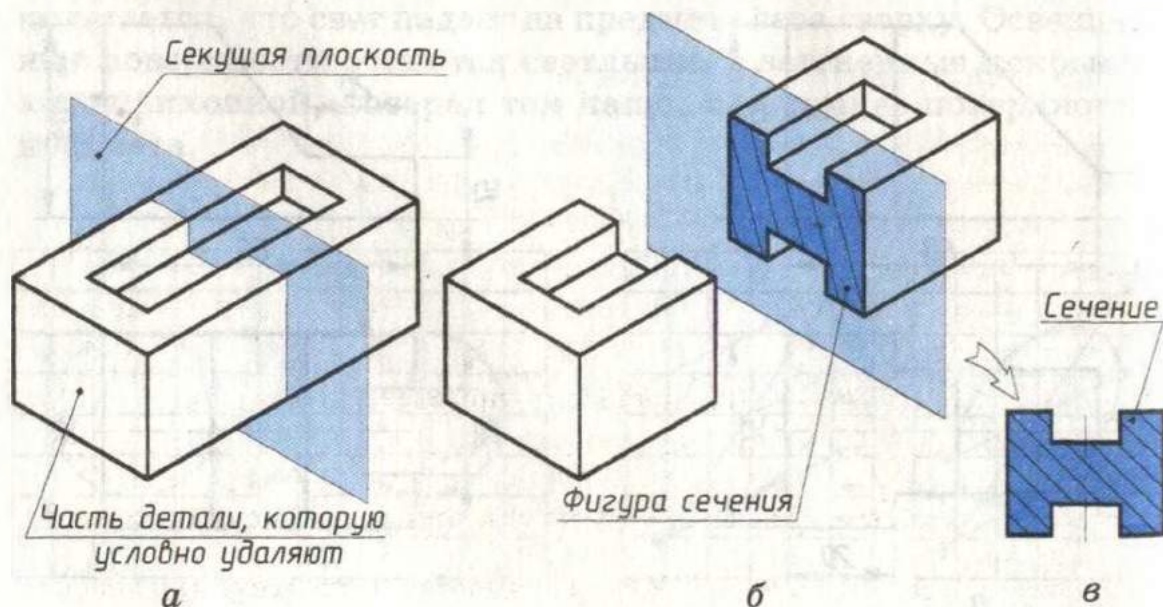


Рис. 136. Образование сечения

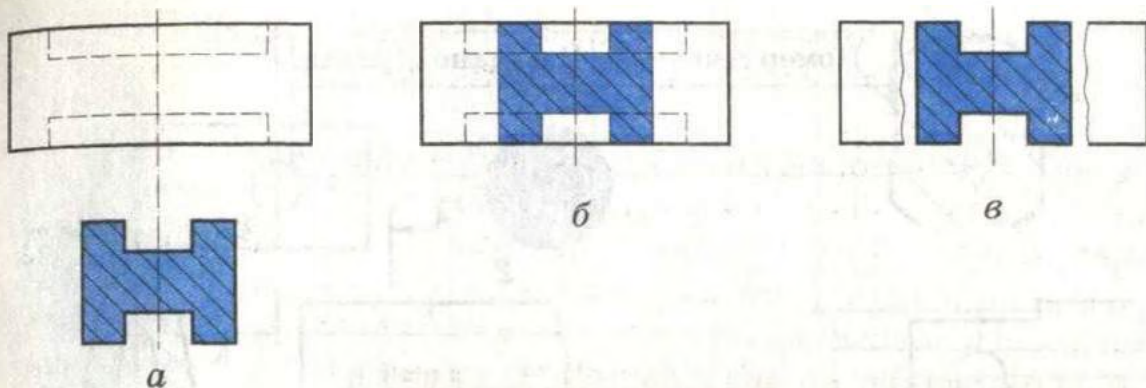


Рис. 137. Виды сечений

Образованную условно на секущей плоскости фигуру, совмещают с плоскостью чертежа и вычерчивают на ней *изображение фигуры, полученное при мысленном пересечении предмета секущей плоскостью, которое и называют сечением*. Как правило, фигуру сечения чертят в том же масштабе, что и вид, которому принадлежит сечение (рис. 136, в).

На сечении показывают только то, что находится в секущей плоскости. Все, что находится перед этой плоскостью и вне ее, считается мысленно удаленным.

Виды сечений. В зависимости от размещения относительно вида изображенного на чертеже предмета, сечение может быть *вынесенным* или *наложенным*.

Вынесенное сечение располагают вне контура вида изображенного на чертеже предмета (рис. 137, а). Наложённое сечение располагают внутри контура, то есть непосредственно на виде изображенного на чертеже предмета (рис. 137, б).

Вынесенные сечения размещают на свободном месте поля чертежа (рис. 137, а) или в разрыве вида (рис. 137, в).

Во время выполнения чертежа преимущество следует отдавать вынесенным сечениям, поскольку они не обременяют чертеж лишними линиями и значительно удобны для нанесения размеров.

ВОПРОСЫ

1. Для чего применяют сечения на чертежах?
2. Какое изображение называют сечением?
3. Что представляет собой секущая плоскость?
4. Какие бывают сечения по их расположению на чертеже?
5. Чем отличаются друг от друга вынесенное и наложенное сечение?
6. Каким сечениям следует отдавать предпочтение — вынесенным или наложенным?

ЗАДАНИЕ

Определите, какие по расположению сечения приведены на рисунке 138. Ответы запишите в таблицу по приведенной форме

Номер сечения	Название сечения

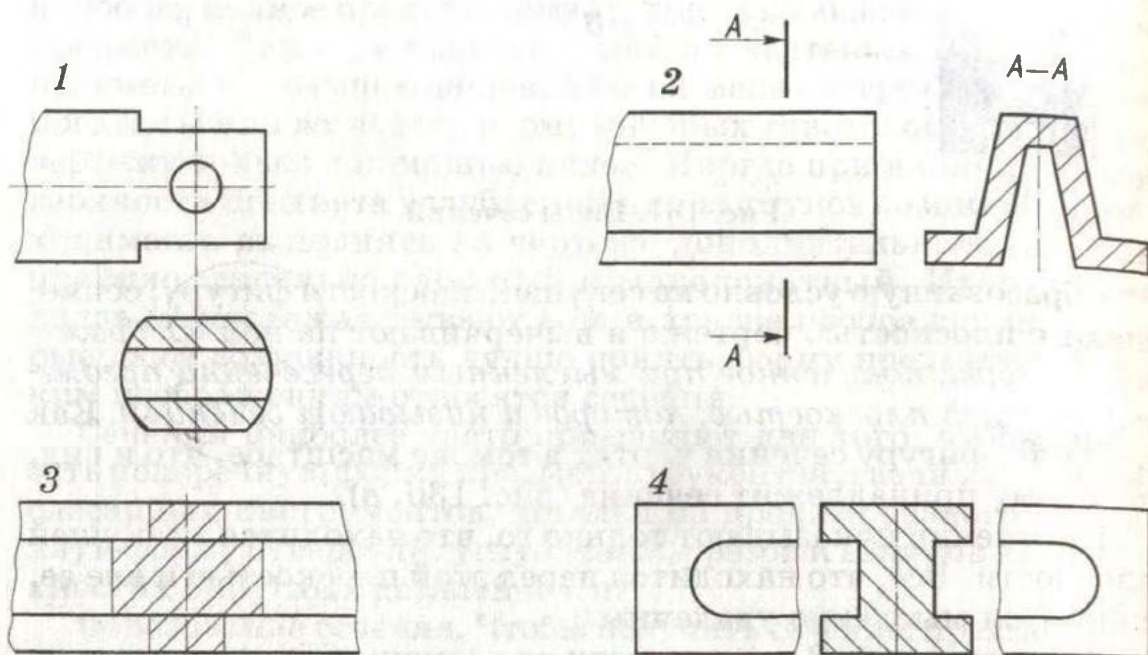


Рис. 138. Задание для упражнений

7.2. Выполнение и обозначение сечений

Положение секущей плоскости на чертеже указывают линией сечения. Для этого применяют разомкнутую линию в виде двух штрихов (рис. 139, а). Разомкнутая линия не должна пересекать контур вида на чертеже и касаться его. Направление, в котором нужно смотреть на мысленную секущую плоскость, указывают стрелками. С внешней стороны стрелок пишут одинаковые большие буквы русского алфавита. Буквы всегда размещают вертикально. Размеры штрихов разомкнутой линии и стрелок показаны на рисунке 139, б.

Контур вынесенного сечения обводят сплошной толстой линией такой же толщины, как и видимые контуры изображений на чертеже. Располагают вынесенное сечение как можно ближе к тому месту, где указаны положения секущей плоскости (см. рис. 139, а). Чтобы чертеж был выразительным, фигуру сечения выделяют штриховкой в виде параллельных линий. Штриховку наносят сплошными тонкими линиями под углом 45° к рамке чертежа. Расстояние между линиями штриховки может быть в пределах 1...10 мм, одинаковым и равномерным для всех сечений одного предмета на чертеже. На учебных чертежах расстояние между линиями штриховки выбирают в пре-

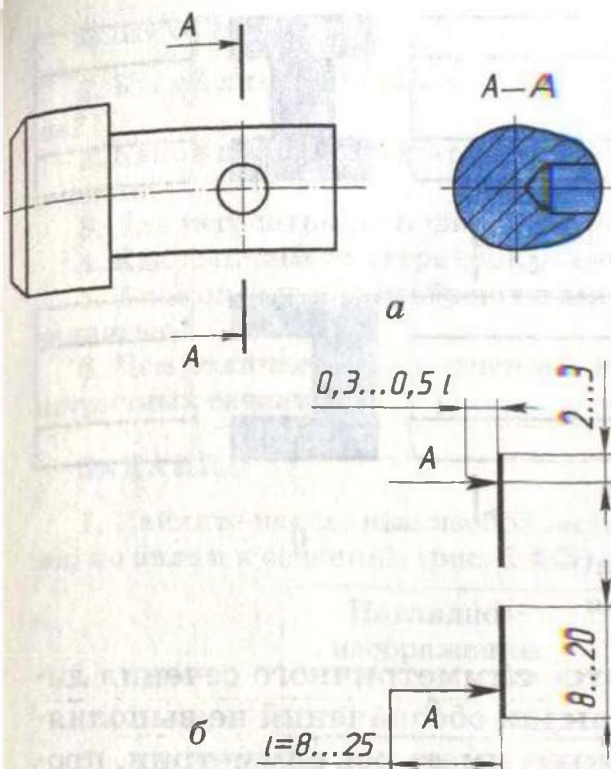


Рис. 139. Выполнение вынесенного сечения

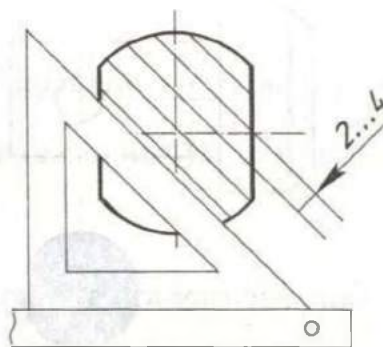


Рис. 140. Штриховка фигуры сечения

делах 2...4 мм. Наклон линий штриховки разрешается выполнять как влево, так и вправо (рис. 140).

Фигуру сечения обозначают такими же буквами, какими была обозначена линия сечения: А-А, Б-Б, В-В — то есть двумя одинаковыми буквами через тире. Надпись всегда размещают горизонтально.

Если фигура сечения симметричная, то вынесенное сечение может располагаться на продолжении линии сечения (рис. 141), которую в этом случае показывают штрихпунктирной линией. Стрелками и буквами такое сечение не обозначают.

Вынесенное сечение может располагаться в разрыве того вида, которому оно принадлежит (рис. 142). Условный разрыв предмета на виде ограничивают тонкой волнистой линией. Если предмет симметричный, линию сечения не проводят и никаких дополнительных обозначений не наносят (рис. 142, а). Для несимметричных сечений, размещенных в разрыве, указывают линию сечения с помощью разомкнутой прямой со стрелками, но без буквенных обозначений (рис. 142, б).

Наложенное сечение располагают на самом виде, которому оно принадлежит, и именно там, где проходит секущая плоскость. Фигуру наложенного сечения обводят сплошной тонкой линией. Контурные линии вида в том месте, где на него накладывается фигура сечения, не должны прерываться (рис. 143).

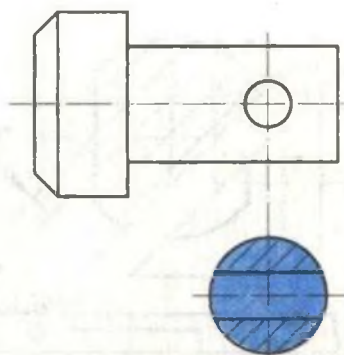


Рис. 141. Вынесенное сечение, фигура которого симметричная

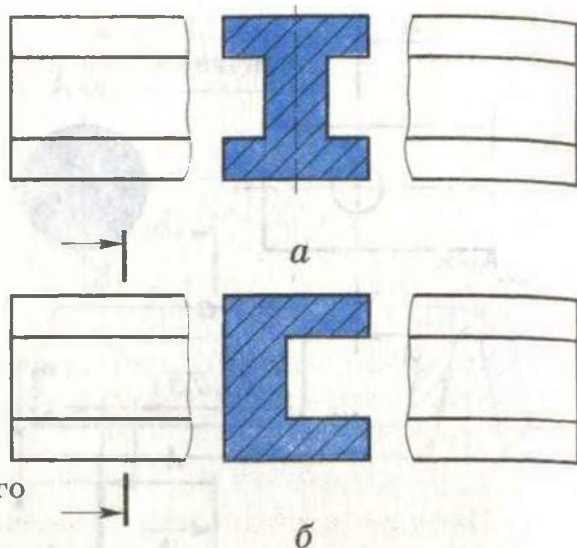


Рис. 142. Выполнение вынесенного сечения в разрыве:
а — симметричная фигура сечения;
б — несимметричная фигура сечения

При выполнении наложенного симметричного сечения линию сечения не проводят и никаких обозначений не выполняют. Фигура такого сечения должна иметь ось симметрии, проведенную в виде штрихпунктирной линии (рис. 143, *а*). Для несимметричных наложенных сечений линию сечения проводят в виде разомкнутой линии со стрелками, но буквами не обозначают (рис. 143, *б*).

На фигуру сечения, как и на другие изображения на чертеже, в случае необходимости наносят размеры (рис. 144).

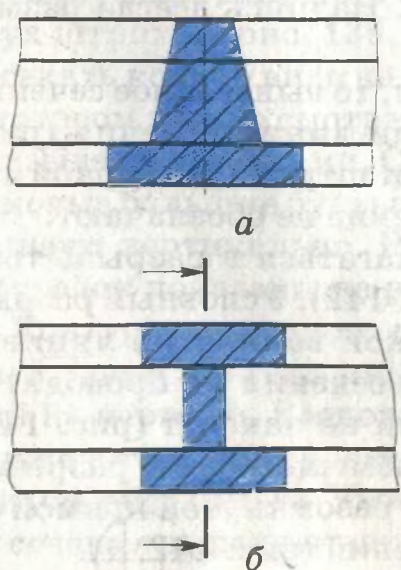


Рис. 143. Выполнение наложенного сечения:
а — симметричная фигура сечения; *б* — несимметричная фигура сечения

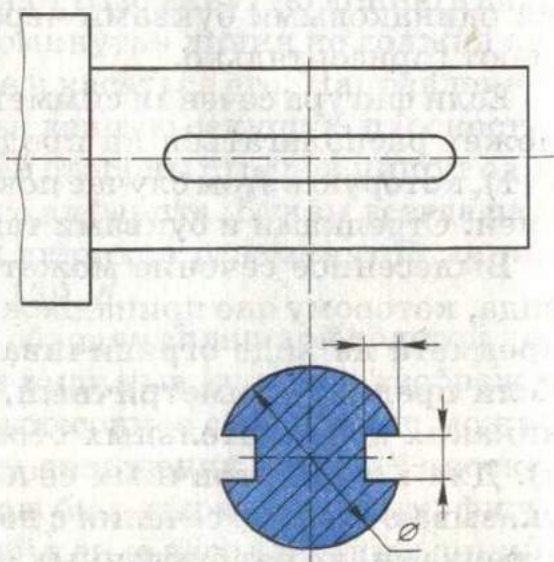


Рис. 144. Нанесение размеров на сечении

ВОПРОСЫ

1. Какой линией указывают положение секущей плоскости на чертеже?
2. Какой линией обводят контур вынесенного сечения? Наложённого сечения?
3. Для чего штрихуют фигуру сечения?
4. Как выполняют штриховку сечений?
5. В каких случаях изображения вынесенного сечения сопровождают надписью?
6. Чем отличается выполнение вынесенных симметричных и несимметричных сечений?

ЗАДАНИЕ

1. Найдите наглядные изображения предметов (обозначенные буквами) по видам и сечениям (рис. 145). Ответы запишите в таблицу:

Наглядное изображение	Чертеж с сечением
А	
Б	
В	
Г	

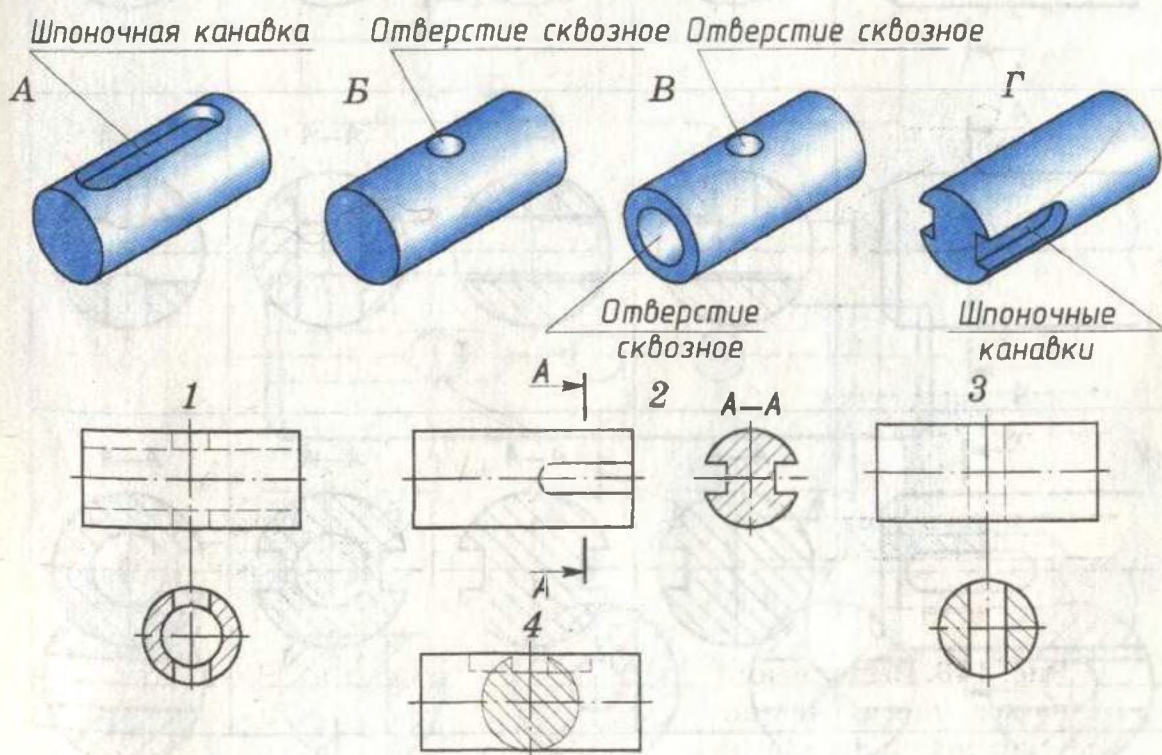


Рис. 145. Задание для упражнений

Задания	Сечения			
	1	2	3	4
I				
II				
III				
IV				
V				

Рис. 146. Задание для упражнений

2. Определите, какое сечение (рис. 146) отвечает форме предмета и правилам выполнения сечений. Ответы запишите в таблицу:

Задание	Сечение
I	
II	
III	
IV	
V	

3. Определите, каким местам на предмете, обозначенным линиями сечения, отвечают сечения, обозначенные цифрами (рис. 147). Ответ запишите в таблицу:

Обозначения линии сечения	Номер сечения
А—А	
Б—Б	
В—В	
Г—Г	
Д—Д	

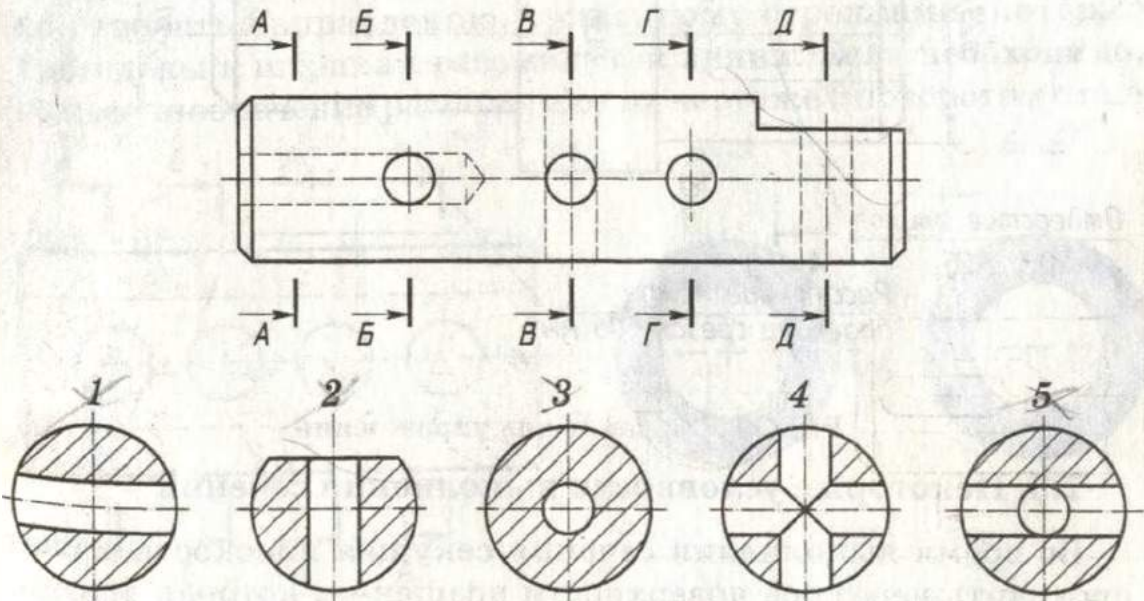
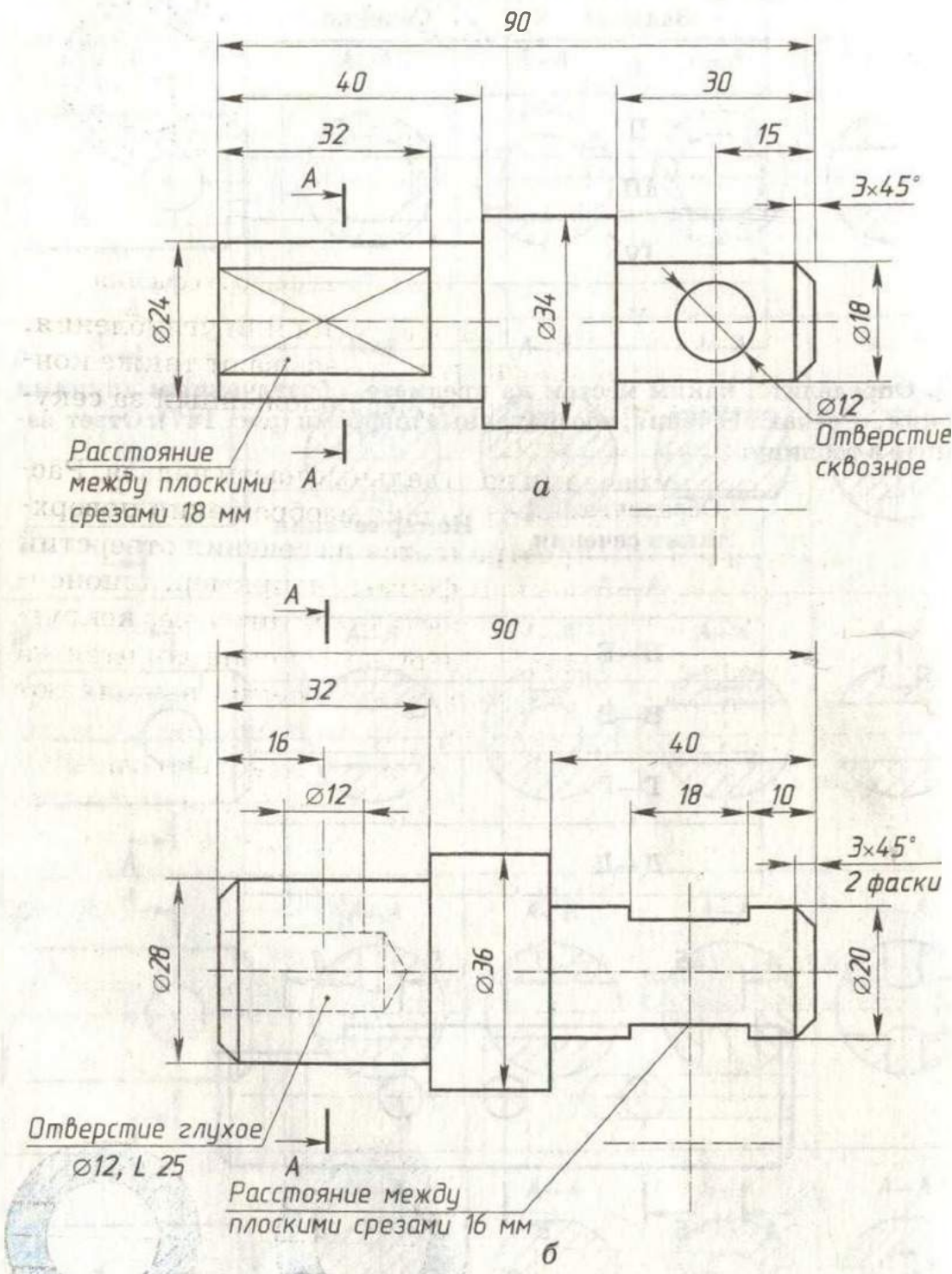


Рис. 147. Задание для упражнений

4. Начертите или перенесите на прозрачную бумагу главные виды предметов и постройте вынесенные сечения (рис. 148).



7.3. Некоторые условности выполнения сечений

Во время выполнения сечения секущая плоскость может проходить через ось поверхности вращения, которая ограничивает какое-либо отверстие или углубление. В этом случае на

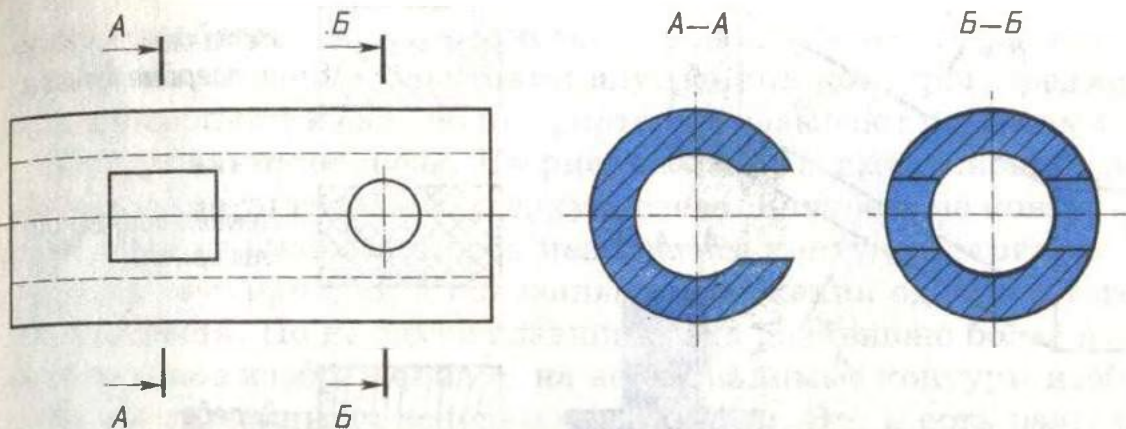


Рис. 149. Изображение круглого отверстия на фигуре сечения

фигуре сечения вместе с контуром отверстия или углубления, образованного на секущей плоскости, показывают также контур этого отверстия или углубления, расположенный за секущей плоскостью (рис. 149, Б-Б).

Расчленять фигуру сечения на отдельные части нельзя. Рассмотренная условность касается только изображения поверхностей вращения и не распространяется на сечения отверстий или углублений призматической формы (например, шпоночных канавок). Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие или углубление, которым сечение делится на несколько отдельных частей, то вместо сечения выполняют разрез (о нем будет идти речь в следующем разделе).

На чертеже одного предмета может быть несколько одинаковых вынесенных сечений. Если одинаковые вынесенные сечения принадлежат одному и тому же предмету, линии сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одну фигуру сечения (рис. 150).

Вынесенное сечение по построению и расположению должно отвечать направлению, указанному стрелками, которые проведены к штрихам разомкнутой линии. Если необходимо, вынесенное сечение располагают на чертеже с поворотом отно-

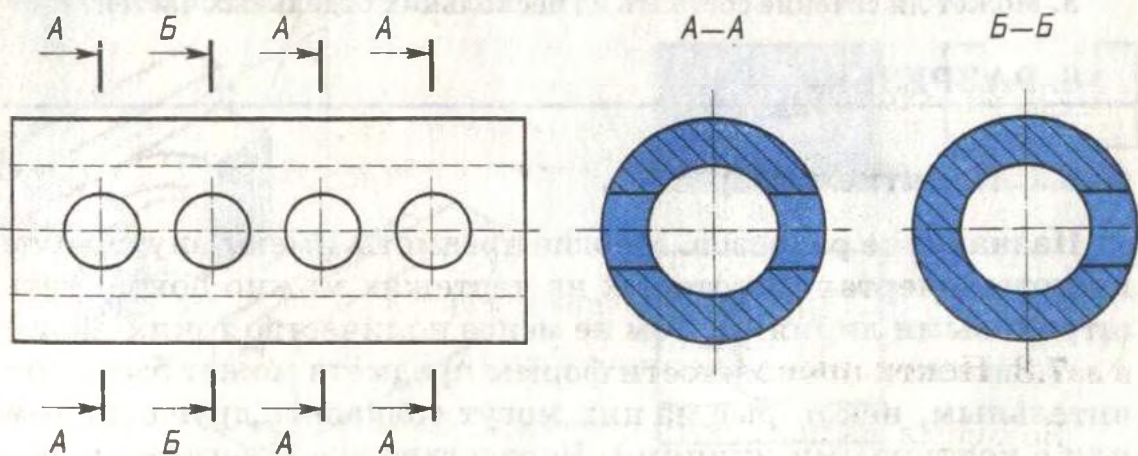
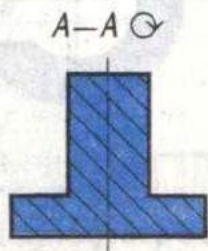
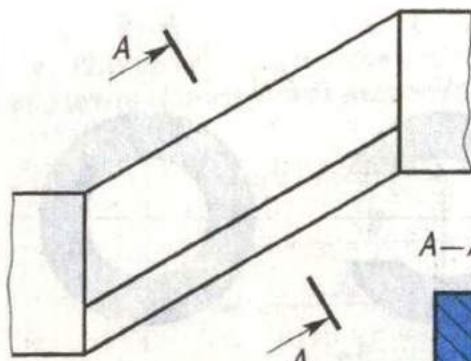


Рис. 150. Изображение одинаковых сечений



Металлы
и твердые сплавы



Неметаллические
материалы



Дерево

Рис. 151. Сечение повернуто

Рис. 152. Графические обозначения
материалов на сечениях

сительно линии сечения. В этом случае к обозначению сечения буквами прибавляют условный знак поворота, как это показано на рисунке 151.

Графические обозначения материалов в сечениях. Как вы уже знаете, фигуру сечения, совмещенную с плоскостью чертежа, выделяют штриховкой. Штриховка сечений не только придает чертежу выразительность, но и показывает условно, из какого материала изготовлен предмет. Применяют различные виды штриховок, которые отвечают определенным материалам.

Штриховки сечений для некоторых наиболее распространенных материалов приведены на рисунке 152. Их называют **условными графическими обозначениями материалов на чертежах**.

ВОПРОСЫ

1. Как изображают на сечениях отверстия и углубления круглой формы, если секущая плоскость проходит через их ось?
2. Как обозначают несколько одинаковых сечений, которые принадлежат одному предмету?
3. Может ли сечение состоять из нескольких отдельных частей?

8. РАЗРЕЗЫ

8.1. Понятие о разрезе

Назначение разрезов. Многие предметы имеют внутренние пустоты, очертания которых на чертежах можно показывать штриховыми линиями. Тем не менее количество таких линий в зависимости от сложности формы предмета может быть значительным, некоторые из них могут совпадать друг с другом или с контурными линиями. Вследствие этого чертеж станет малопонятным, он не будет давать полного представления о

форме изображенного предмета. Чтобы наиболее четко показывать на чертежах очертания внутренних контуров предметов, применяют изображения, которые называют разрезами.

Образование разреза. На рисунке 153, а изображены три вида предмета: главный, сверху и слева. Внутренние контуры показаны на видах линиями невидимого контура (штриховыми). На рисунке 153, б показаны изображения одного и того же предмета. Но на месте главного вида размещено более выразительное изображение — на нем невидимые контуры изображены сплошными основными линиями. Это и есть разрез. Он образован так же, как и сечение — мысленным рассечением предмета условной секущей плоскостью. Передняя часть предмета условно удалена. Часть предмета, которая находится в секущей плоскости, на разрезе выделена штриховкой.

Обратите внимание на то, что изображение разреза, совмещенное с плоскостью чертежа, содержит не только фигуру, полученную в секущей плоскости, но и те контуры предмета, которые находятся вне ее (рис. 153, б). Таким образом, следует считать, что *разрез — это изображение предмета, мысленно*

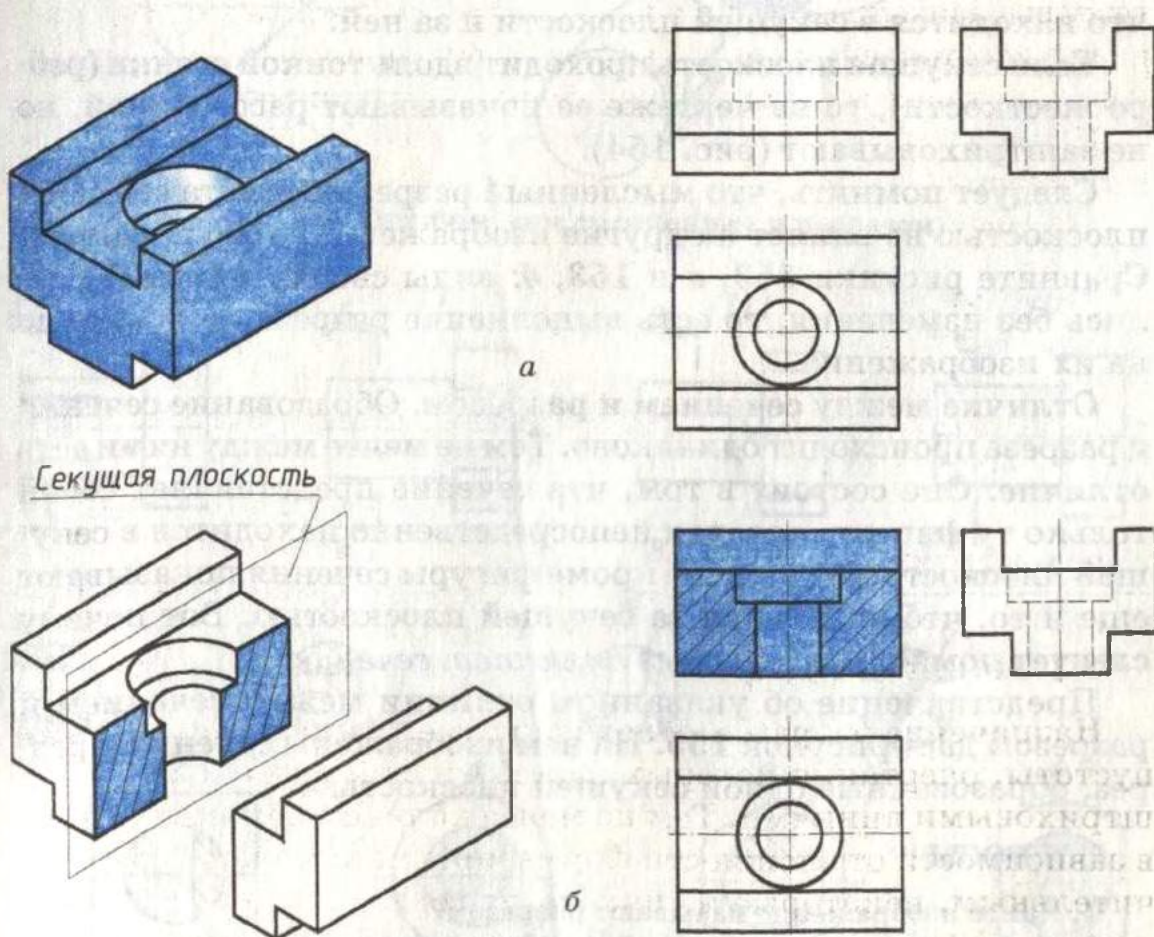


Рис. 153. Образование разреза

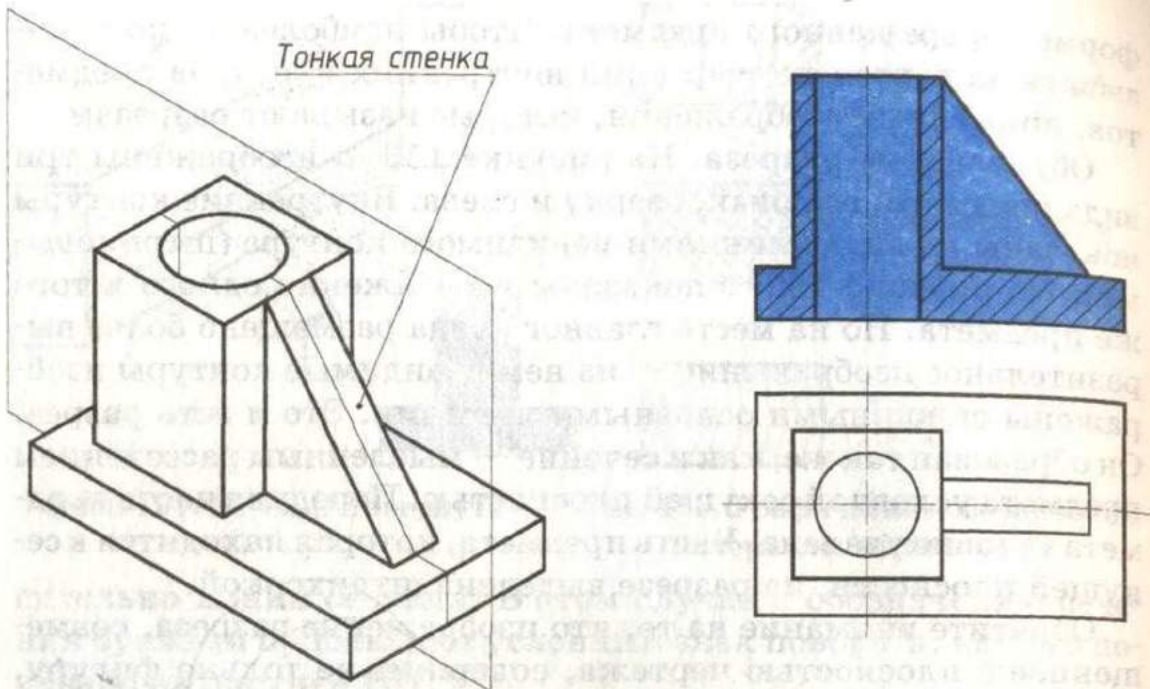


Рис. 154. Разрез предмета вдоль тонкой стенки

рассеченного секущей плоскостью. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и за ней.

Если секущая плоскость проходит вдоль тонкой стенки (ребро жесткости), то на чертеже ее показывают рассеченной, но не заштриховывают (рис. 154).

Следует помнить, что мысленный разрез предмета секущей плоскостью не влияет на другие изображения этого предмета. Сравните рисунки 153, а и 153, б: виды сверху и слева остались без изменения, то есть выполнение разреза не повлияло на их изображение.

Отличие между сечением и разрезом. Образование сечения и разреза происходит одинаково. Тем не менее между ними есть отличие. Оно состоит в том, что сечение представляет собой только ту фигуру, которая непосредственно находится в секущей плоскости. На разрезе кроме фигуры сечения показывают еще и то, что находится за секущей плоскостью. Вот почему следует помнить, что *разрез включает сечение.*

Представление об указанном отличии между сечением и разрезом дает рисунок 155. На нем изображены сечение и разрез, образованные одной секущей плоскостью.

ВОПРОСЫ

1. Какое изображение называют разрезом?
2. Изменяются ли другие изображения предмета, если его разрезать секущей плоскостью?

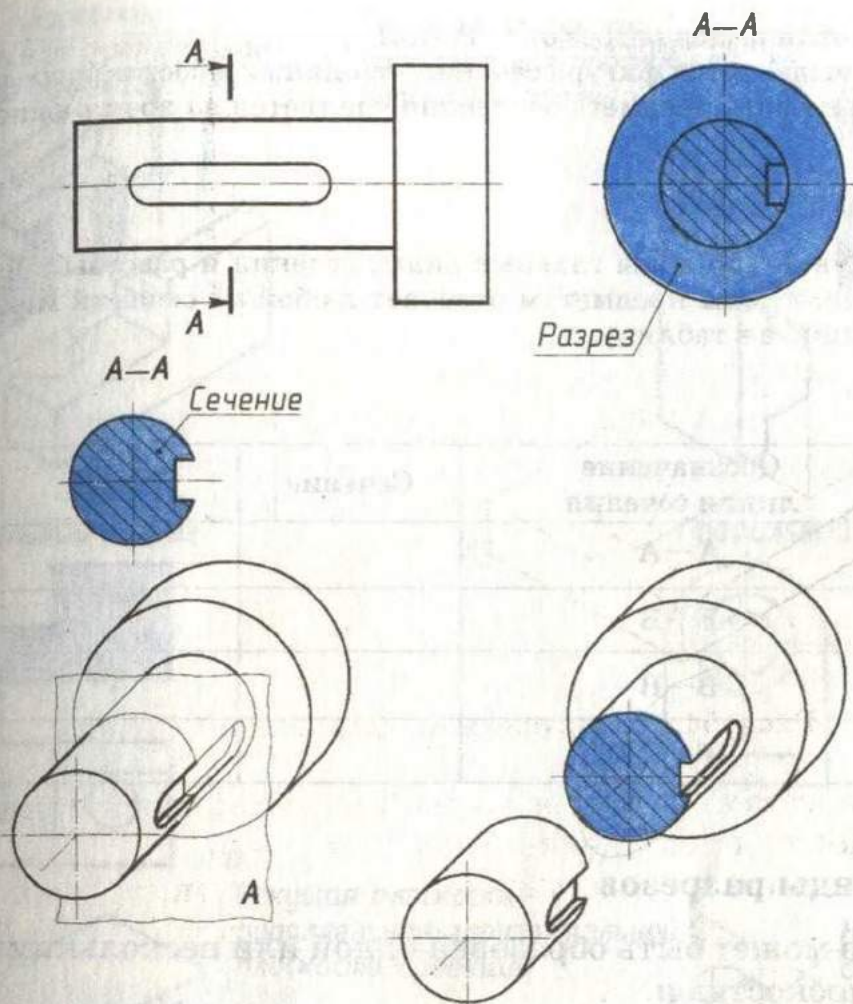


Рис. 155. Отличие между сечением и разрезом

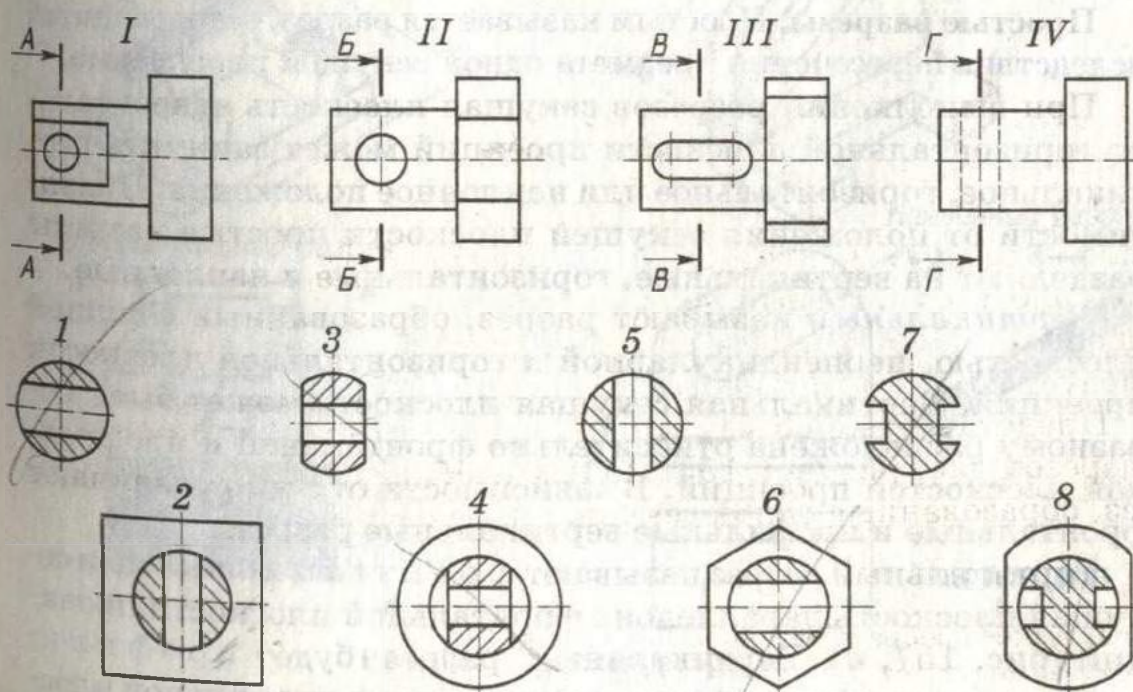


Рис. 156. Задание для упражнений

3. Чем отличается разрез от сечения?
4. Как выделяется фигура сечения, входящая в состав разреза?
5. Какая часть предмета мысленно удаляется во время выполнения разреза?

ЗАДАНИЕ

На рисунке 156 даны главные виды, сечения и разрезы предметов. Определите, каким предметам отвечает любой из сечений и разрезов. Ответ запишите в таблицу.

Обозначение линии сечения	Сечение	Разрез
А—А		
Б—Б		
В—В		
Г—Г		

8.2. Виды разрезов

Разрез может быть образован одной или несколькими секущими плоскостями.

В зависимости от количества секущих плоскостей разрезы делят на простые и сложные.

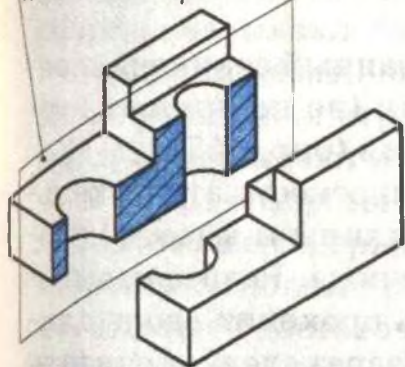
Простые разрезы. Простым называется разрез, образованный вследствие пересечения предмета одной секущей плоскостью.

При выполнении разрезов секущая плоскость относительно горизонтальной плоскости проекций может занимать вертикальное, горизонтальное или наклонное положения. В зависимости от положения секущей плоскости простые разрезы разделяют на вертикальные, горизонтальные и наклонные.

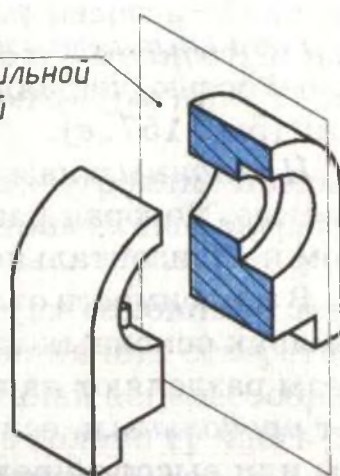
Вертикальным называют разрез, образованный секущей плоскостью, перпендикулярной к горизонтальной плоскости проекций. Вертикальная секущая плоскость может быть по-разному расположена относительно фронтальной и профильной плоскостей проекций. В зависимости от этого различают фронтальные и профильные вертикальные разрезы.

Вертикальный разрез называют **фронтальным**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 157, а). Вертикальный разрез будет **профильным**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 157, б).

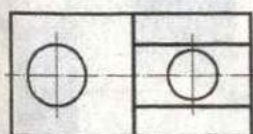
Секущая плоскость,
параллельная фронтальной
плоскости проекций



Секущая плоскость,
параллельная профильной
плоскости проекций

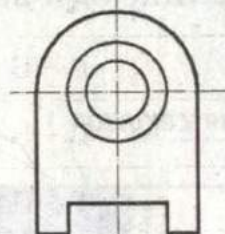


Фронтальный разрез



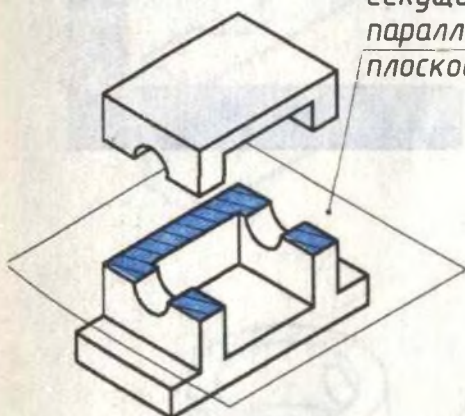
a

Профильный разрез

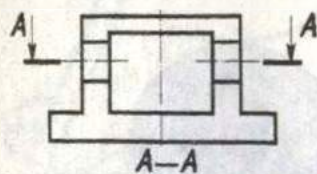


б

Секущая плоскость,
параллельная горизонтальной
плоскости проекций



Горизонтальный разрез

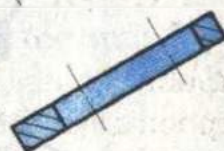
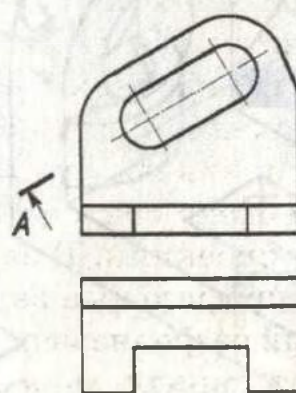


в

Наклонная
секущая
плоскость



Наклонный разрез



г

Рис. 157. Простые разрезы:
a — фронтальный; *б* — профильный;
в — горизонтальный; *г* — наклонный

Горизонтальным называют разрез, образованный секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций (рис. 157, в).

Наклонным называют разрез, образованный секущей плоскостью, которая расположена под любым (но не прямым) углом к горизонтальной плоскости проекций (рис. 157, з).

В зависимости от положения секущей плоскости относительно двух основных измерений предмета (длины и высоты) разрезы разделяют на продольные и поперечные. Разрез называют **продольным**, если секущая плоскость проходит вдоль длины или высоты предмета (рис. 158, а). Разрез следует считать **поперечным**, если секущая плоскость проходит перпендикулярно к длине или высоте предмета (рис. 158, б).

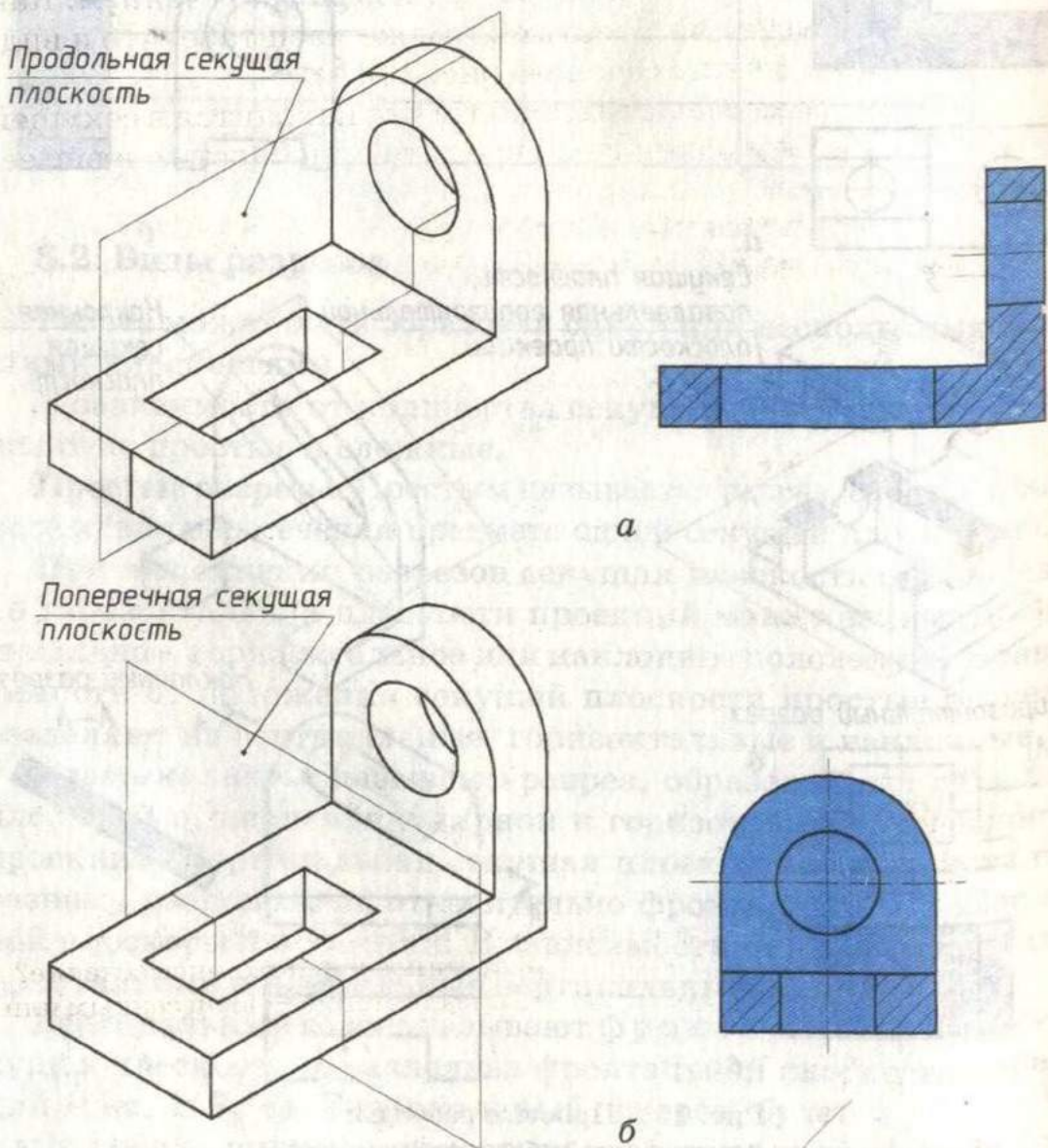


Рис. 158. Продольный (а) и поперечный (б) разрезы

Во всех рассмотренных случаях простые разрезы образованы секущими плоскостями, которые условно полностью пересекают предметы для показа их внутреннего строения. Такие разрезы называют *полными*.

Чтобы показать на чертежах внутреннее строение предметов в отдельных ограниченных местах, применяют разрезы, которые называют *местными*.

Местные разрезы применяют на чертежах сплошных деталей, которые содержат небольшие углубления или отверстия. Выполнять полные разрезы для таких деталей нецелесообразно. Поэтому достаточно условно разрезать только ту часть детали, которая требует дополнительного выявления ее формы.

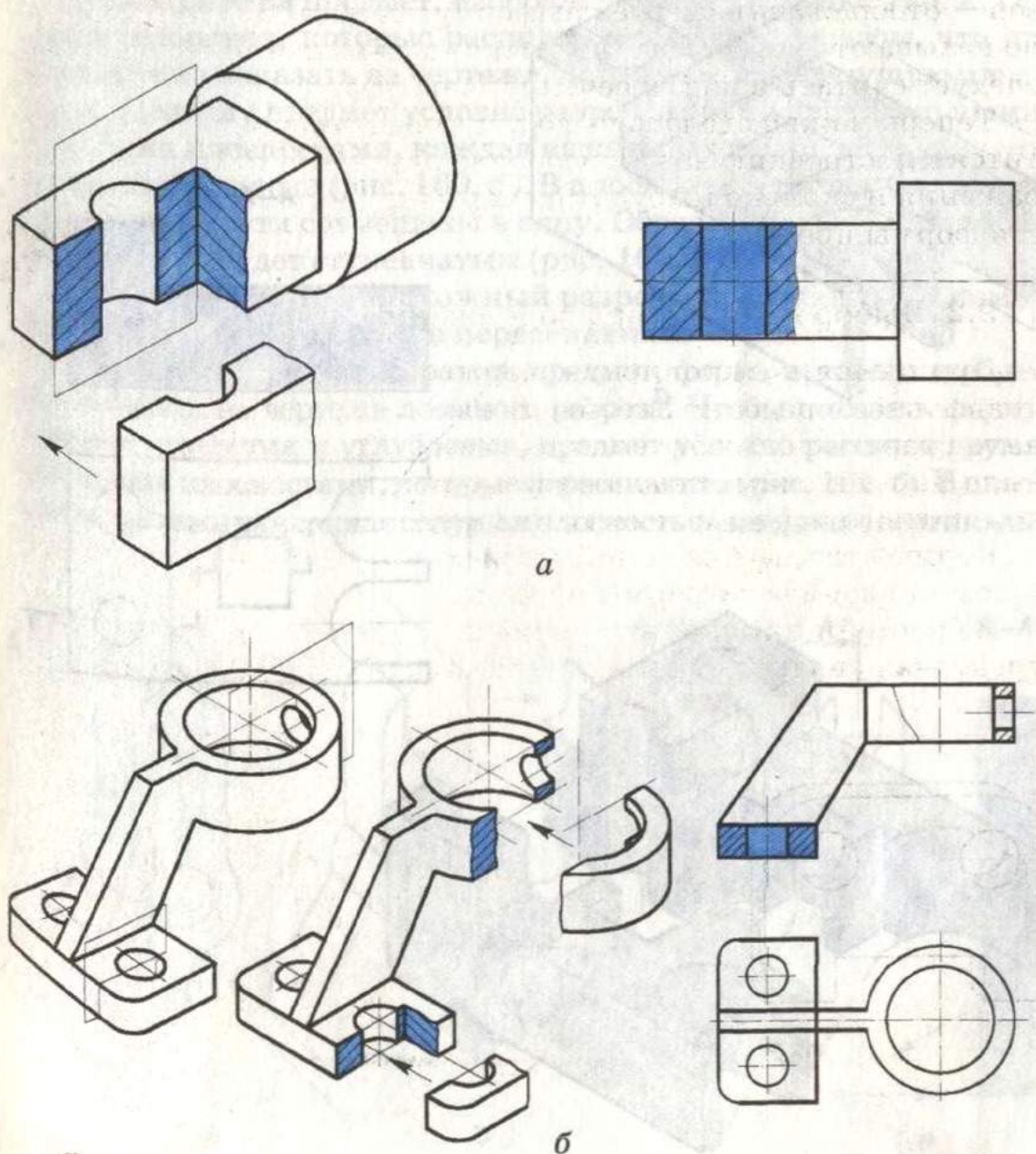


Рис. 159. Местный разрез

Обратимся к примерам. Изображенный на рисунке 159, *а* предмет имеет сквозное отверстие. Чтобы показать его форму, достаточно ограничиться разрезом только той части предмета, в которой находится отверстие.

Полный разрез здесь не нужен. Для предмета, изображенного на рисунке 159, *б*, применены два местных разреза, которые выявляют форму отверстий на его концах. Полный разрез для такого предмета нецелесообразен, так как его средняя часть сплошная.

Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией. Она не должна совпадать с другими линиями на виде или

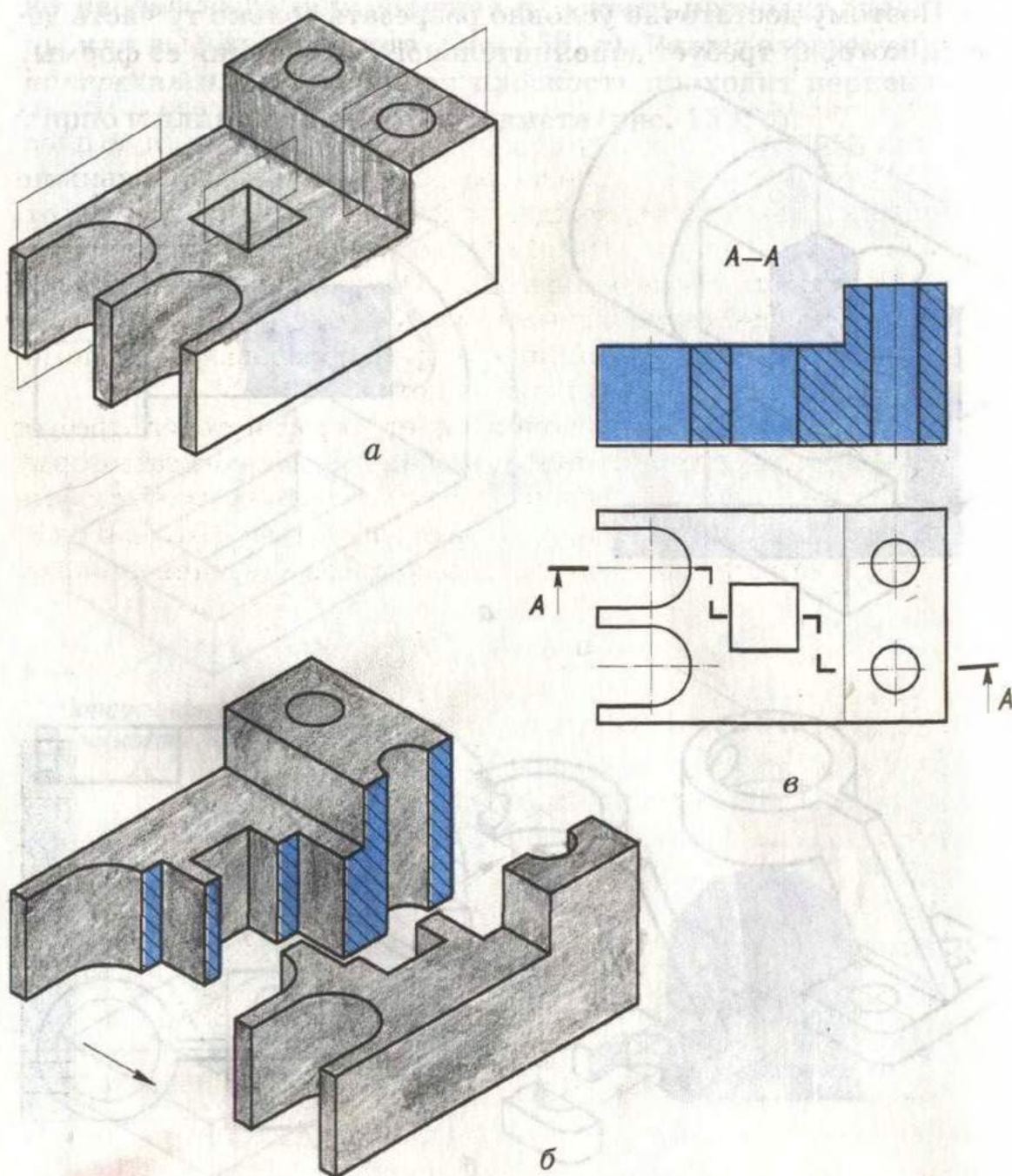


Рис. 160. Ступенчатый разрез

быть их продолжением. Проводят сплошную волнистую линию от руки.

Сложные разрезы. Некоторые предметы имеют такое внутреннее строение, которое невозможно показать на разрезе с помощью одной секущей плоскости. В таких случаях применяют разрезы, образованные с помощью нескольких секущих плоскостей. **Разрезы, образованные двумя и больше секущими плоскостями, называют сложными.**

В зависимости от положения секущих плоскостей сложные разрезы разделяют на ступенчатые и ломаные.

Ступенчатым называют сложный разрез, образованный несколькими параллельными секущими плоскостями.

Посмотрите на предмет, изображенный на рисунке 160, а. Он имеет отверстия, которые расположены таким образом, что их невозможно показать на чертеже, применив одну секущую плоскость. Поэтому предмет условно разрезан тремя параллельными секущими плоскостями, каждая из которых выявляет форму отдельного отверстия (рис. 160, б). В плоскости чертежа все три секущие плоскости совмещены в одну. Образованный таким образом разрез и будет ступенчатым (рис. 160, в).

Ломаным называют сложный разрез, образованный с помощью плоскостей, которые пересекаются.

На рисунке 161, а изображен предмет, форма которого требует выполнения на чертеже ломаного разреза. Чтобы показать форму сечения отверстия и углубления, предмет условно рассечен двумя секущими плоскостями, которые пересекаются (рис. 161, б). В плоскости чертежа наклонная секущая плоскость совмещена с вертикаль-

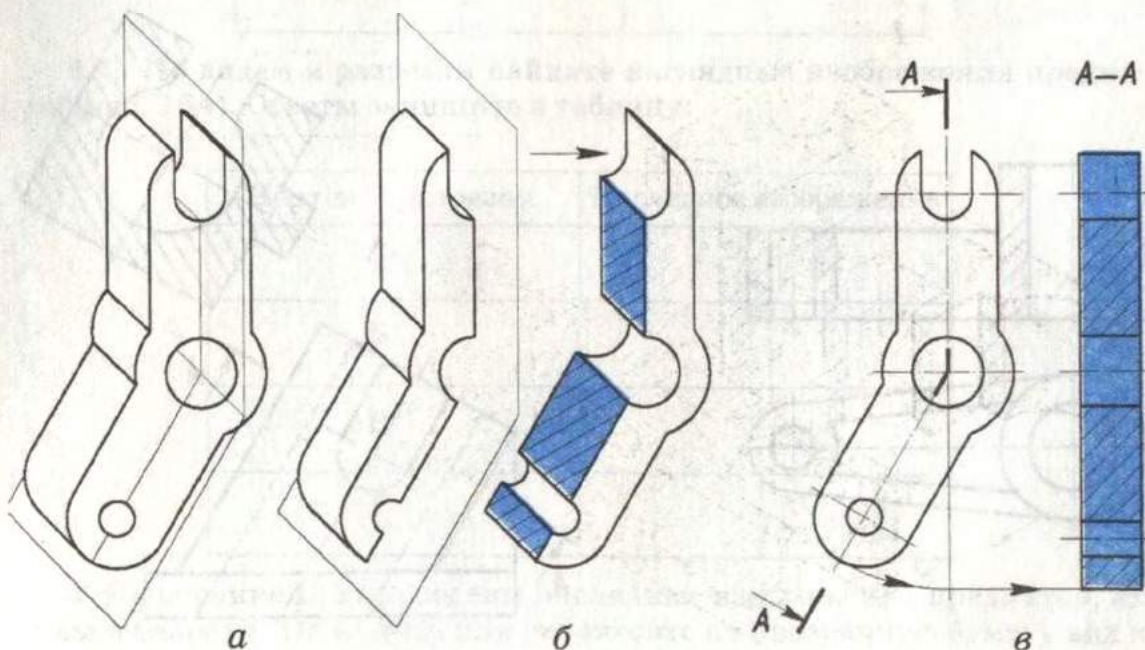


Рис. 161. Ломаный разрез

ной секущей плоскостью. Полученное таким образом изображение представляет собой ломаный разрез (рис. 161, в).

Совмещая секущие плоскости в одну, наклонную плоскость условно поворачивают. Так избегают искажения разреза.

ВОПРОСЫ

1. По каким признакам разрезы разделяют на вертикальные, горизонтальные и наклонные?
2. Чем отличаются друг от друга фронтальный, профильный и горизонтальный разрезы?
3. Какой разрез называют простым?
4. Когда применяют местный разрез?
5. Для чего на чертежах применяют сложные разрезы?
6. Чем отличается сложный разрез от простого?
7. В зависимости от чего сложные разрезы разделяют на ступенчатые и ломаные?

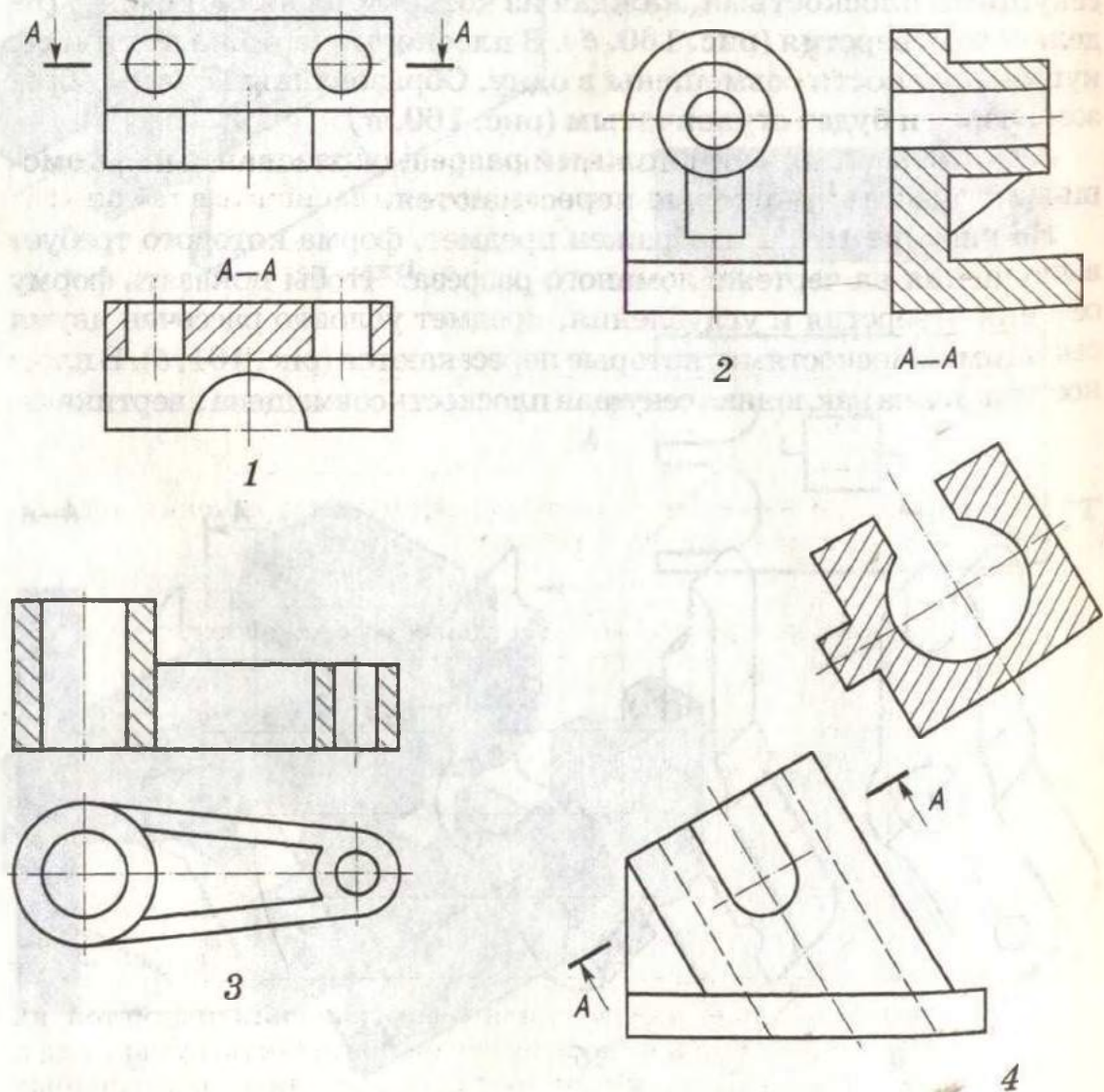


Рис. 162. Задание для упражнений

ЗАДАНИЕ

1. Определите, какой из приведенных на рисунке 162 разрезов является фронтальным; горизонтальным; профильным; наклонным? На каком рисунке разрез и сечение имеют одинаковые изображения? Ответы запишите в таблицу:

Название разреза	Номер разреза
Фронтальный	
Горизонтальный	
Профильный	
Наклонный	
Сечение и разрез имеют одинаковые изображения	

2. Определите, на каком из чертежей (рис. 163) выполнен продольный, а на каком — поперечный разрезы. Ответы запишите в таблицу:

Название разреза	Номер разреза
Продольный	
Поперечный	

3. По видам и разрезам найдите наглядные изображения предметов (рис. 164). Ответы запишите в таблицу:

Чертеж с разрезом	Наглядное изображение
А	
Б	
В	
Г	

4. На рисунке 165 приведены наглядные изображения предметов, их виды и разрезы. Начертите или перенесите на прозрачную бумагу вид и разрез предмета. Постройте проекции точек, обозначенных на наглядных изображениях буквами.

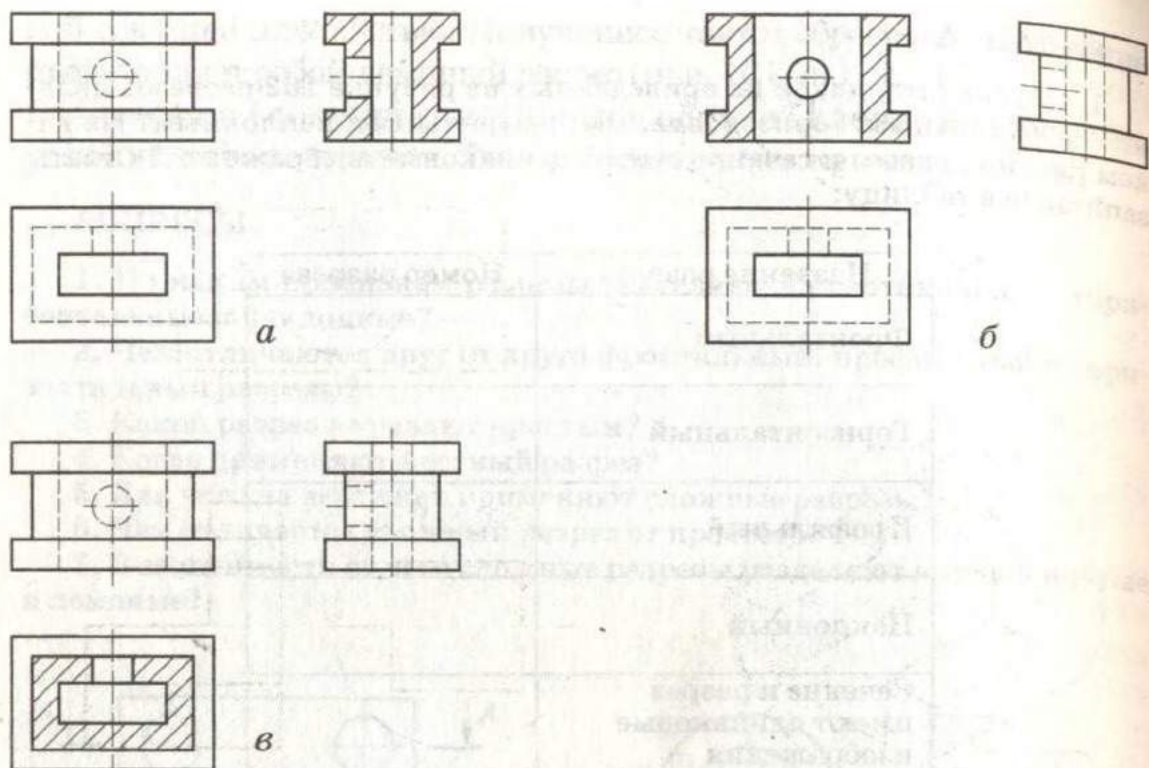


Рис. 163. Задание для упражнений

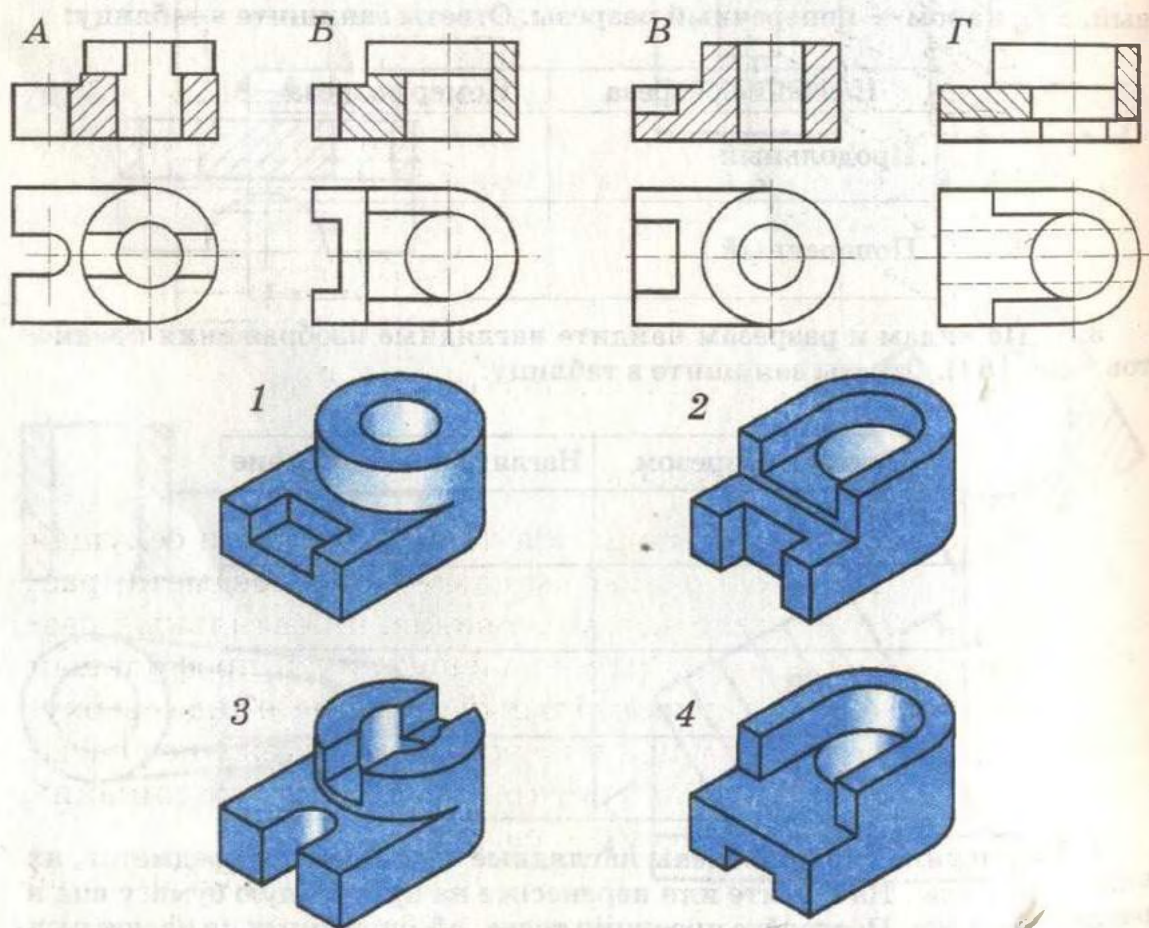


Рис. 164. Задание для упражнений

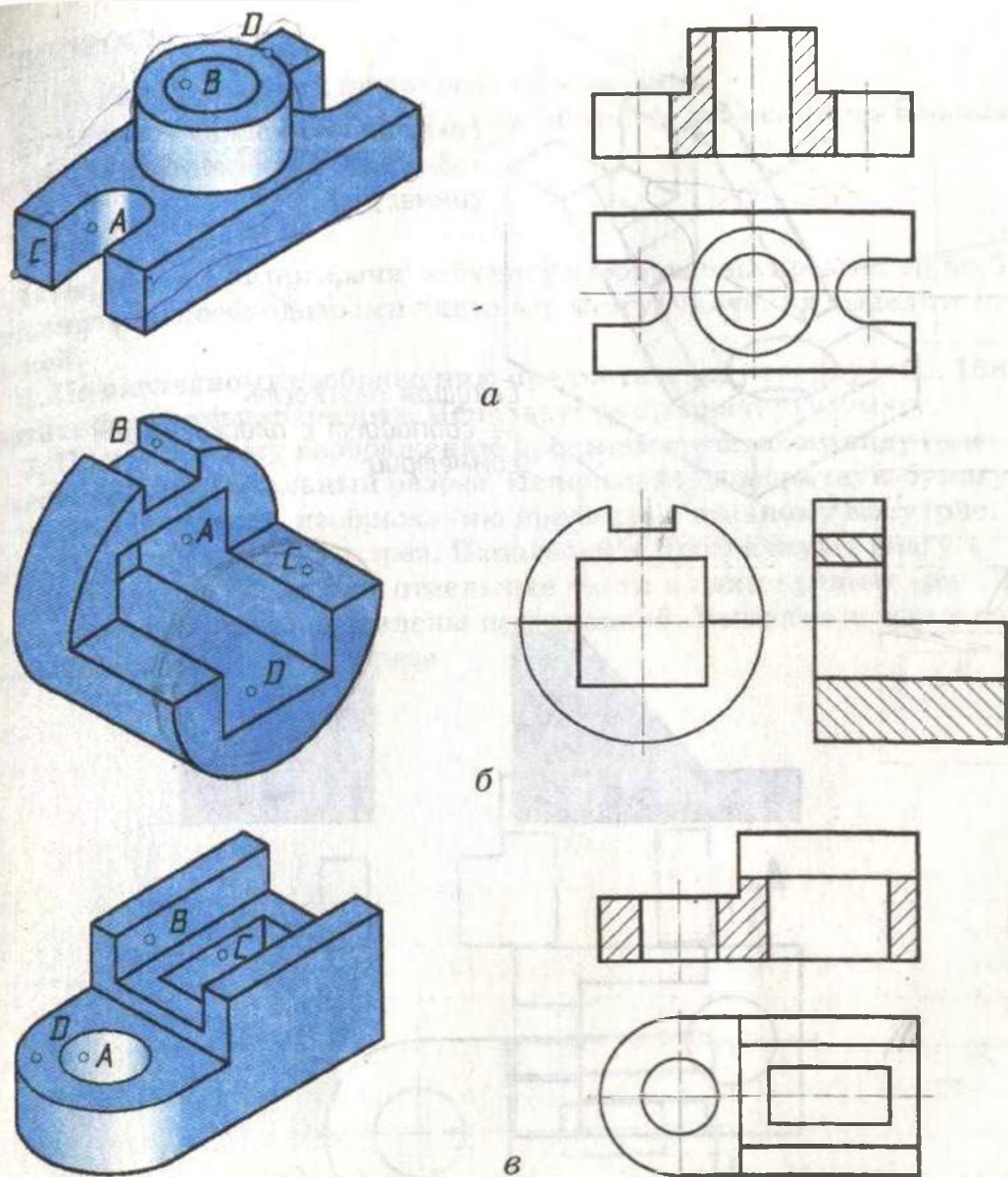


Рис. 165. Задание для упражнений

8.3. Обозначение разрезов

Если в процессе выполнения на чертеже разреза секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета, разрез располагают на месте одного из видов. Фронтальный разрез обычно располагают на месте главного вида, профильный — на месте вида слева, горизонтальный — на месте вида сверху. При этом положение секущей плоскости на чертеже не указывают и сам разрез не обозначают (рис. 166). Так же никаких обозначений не имеют и местные разрезы.

Если во время выполнения разреза секущая плоскость не совпадает с плоскостью симметрии предмета, ее положение обозначают, как и на сечениях, разомкнутой линией со стрел-

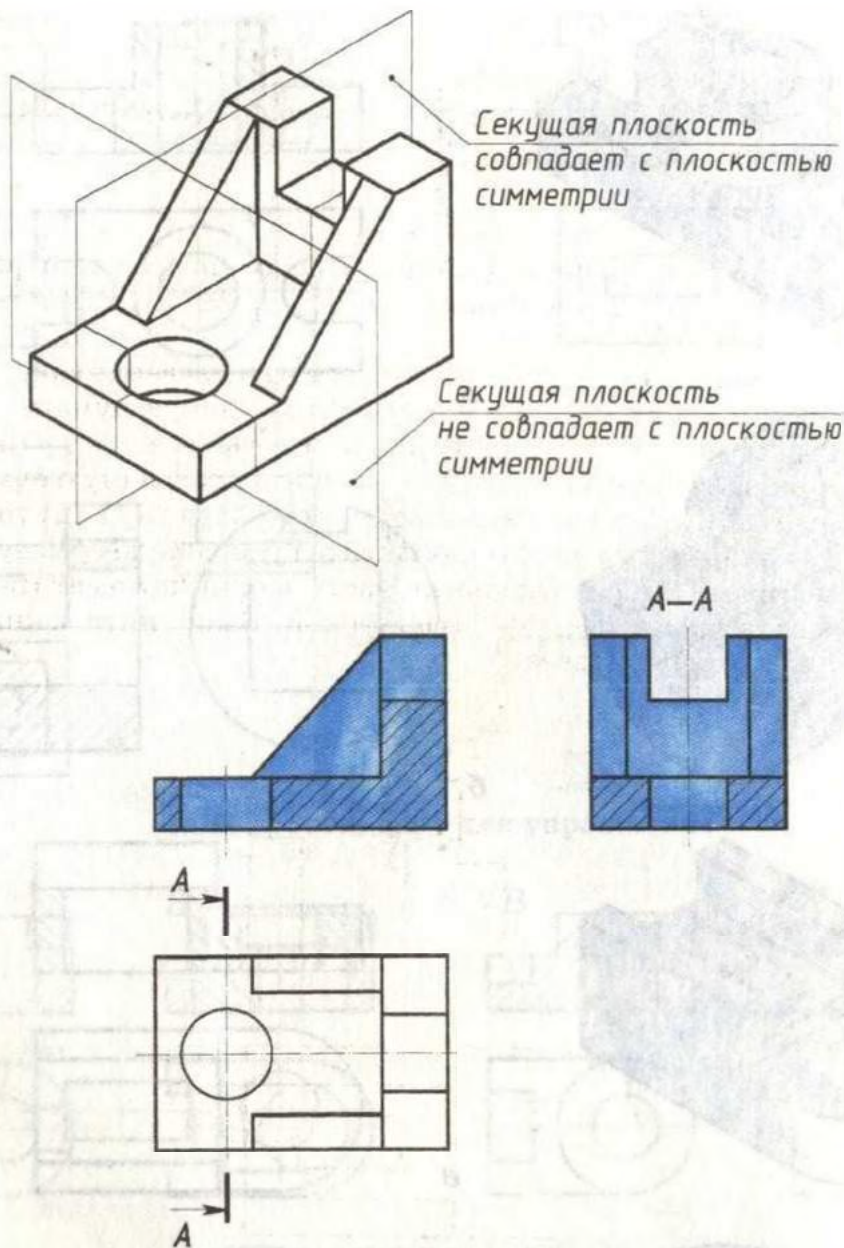


Рис. 166. Обозначение разрезов

ками, которые указывают направление взгляда (см. рис. 166). С внешней стороны стрелок пишут одинаковые прописные буквы русского алфавита. Сам разрез обозначают теми же буквами через тире.

Во время выполнения сложных разрезов положение секущих плоскостей указывают разомкнутой линией, которая имеет не только начальный и конечный штрихи, но и обозначение мест переходов (мест сгибов) между отдельными секущими плоскостями (см. рис. 160, 161). К начальному и конечному штрихам ставят стрелки, которые показывают направление взгляда. Остальные обозначения выполняются так же, как и для простых разрезов.

ВОПРОСЫ

1. На каких разрезах не наносят обозначений?
2. Чем отличаются друг от друга обозначения секущих плоскостей простых и сложных разрезов?

ЗАДАНИЕ

1. Перенесите на прозрачную бумагу изображения предмета (рис. 167), дополните их необходимыми линиями. Фигуру сечения выделите штриховкой.
2. По наглядному изображению предмета и виду сверху (рис. 168) дочертите фронтальный разрез. Используйте прозрачную бумагу.
3. По наглядному изображению предмета и главному виду (рис. 169) дочертите горизонтальный разрез. Используйте прозрачную бумагу.
4. По наглядному изображению предмета и главному виду (рис. 170) дочертите профильный разрез. Используйте прозрачную бумагу.
5. Мысленно соедините отдельные части в один предмет (рис. 171). Места присоединения выделены штриховкой. Выполните эскиз с построением необходимого разреза.

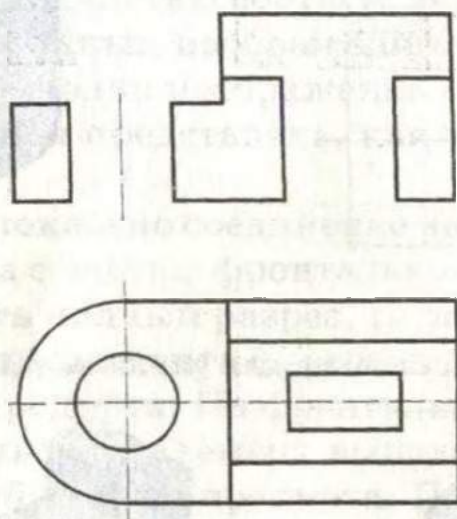


Рис. 167. Задание для упражнений

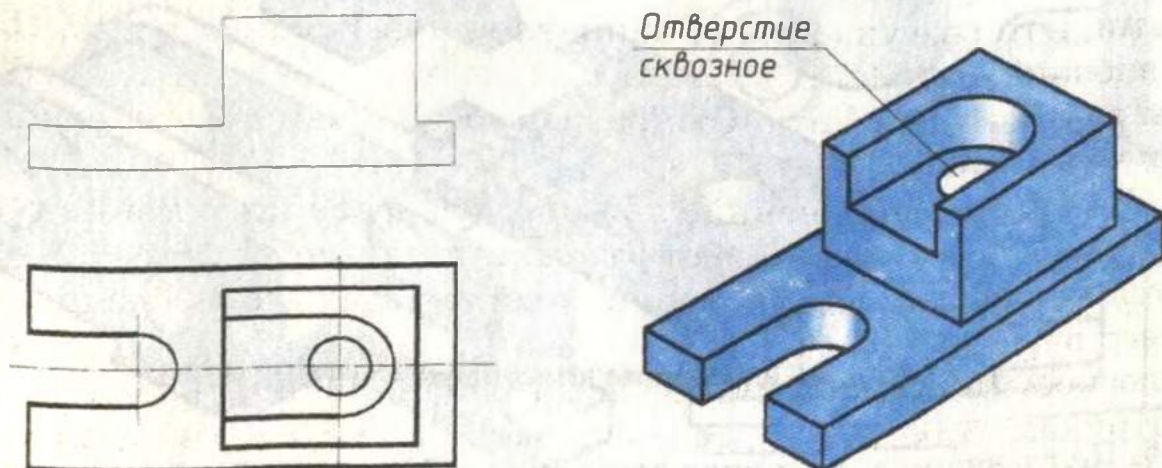


Рис. 168. Задание для упражнений

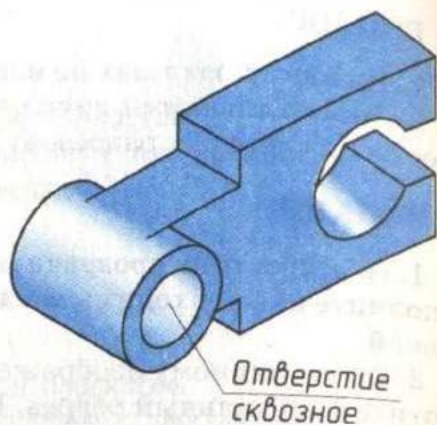
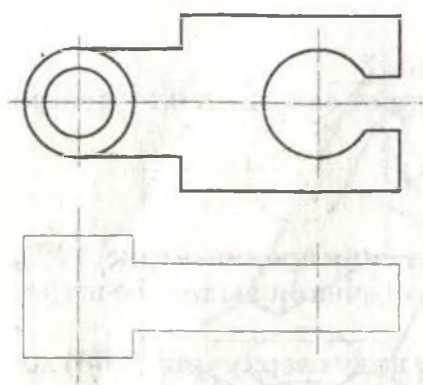
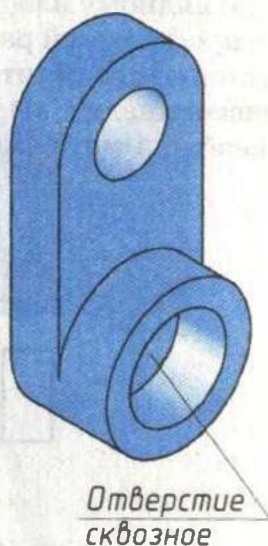
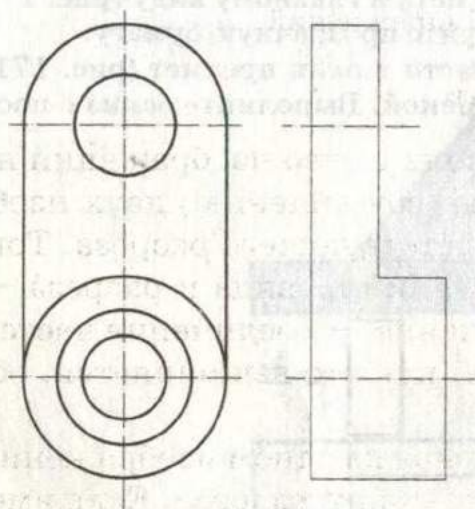


Рис. 169. Задание для упражнений



170. Задание для упражнений

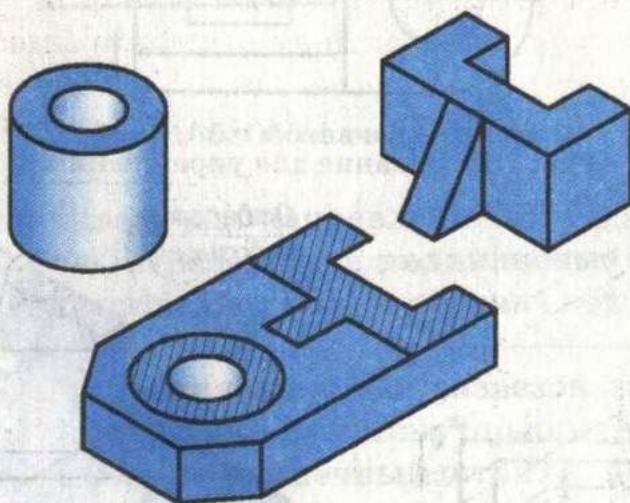


Рис. 171. Задание для упражнений

6. По главному виду и виду слева (рис. 172) постройте вид сверху. Примените необходимые разрезы.

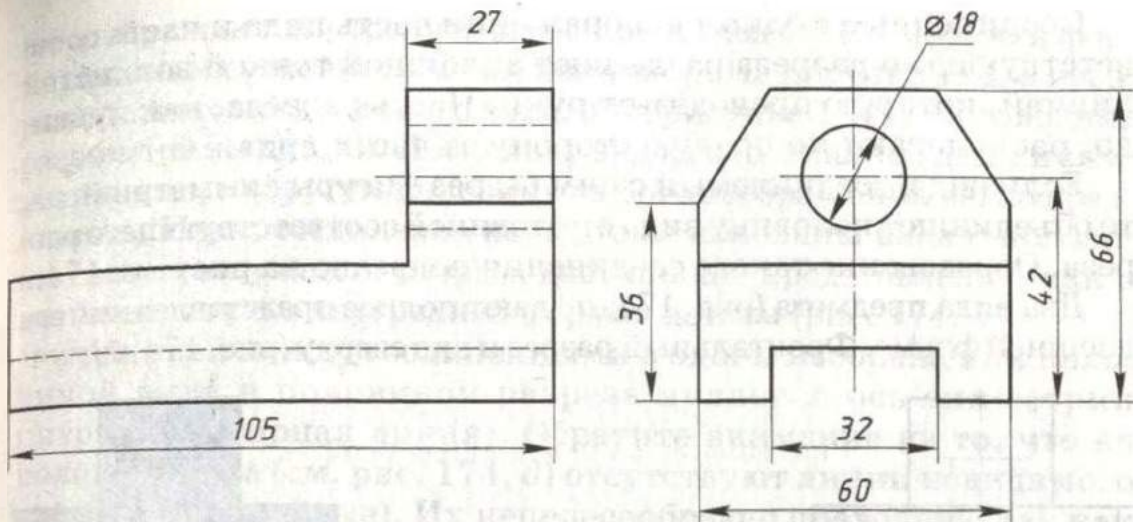


Рис. 172. Задание для упражнений

8.4. Соединение вида с разрезом

Чтобы рационально сократить количество изображений на чертежах, прибегают к соединению (совмещению) двух изображений: части вида с частью соответствующего разреза. Тогда, вместо двух отдельных изображений — вида и разреза — на чертеже получают одно изображение — соединение частей вида и разреза. Чтобы представить, как это выполняется, обратимся к примеру.

На рисунке 173 показано соединение на одном изображении части главного вида с частью фронтального разреза. Если вместо части применить полный разрез, то по одному виду сверху невозможно будет представить форму и положение выступа на передней стороне предмета. На фронтальном разрезе он не будет изображен, ведь этот элемент выпадает вместе с условно удаленной передней частью предмета. Поэтому в данном случае целесообразно соединить часть вида с частью разреза.

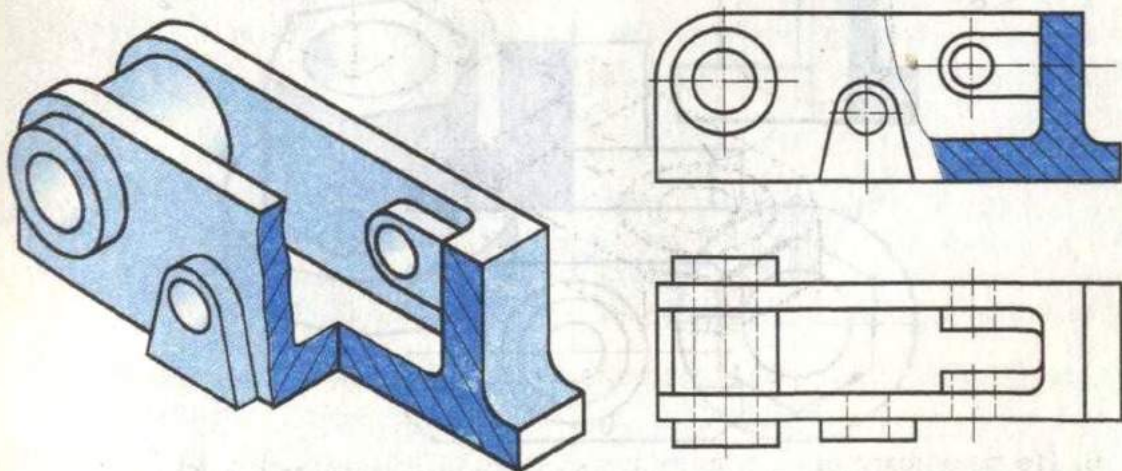


Рис. 173. Соединение части вида и части разреза

Соединенные в одном изображении часть вида и часть соответствующего разреза разделяют сплошной тонкой волнистой линией, которую проводят от руки. Часть разреза, как правило, располагают по правую сторону от части вида.

Если вид и соединяемый с ним разрез фигуры симметричные, то объединяют половину вида с половиной соответствующего разреза. Образование такого соединения показано на рисунке 174.

Два вида предмета (рис. 174, а) дают полное представление о его внешней форме. Фронтальный разрез и вид сверху (рис. 174, б) луч-

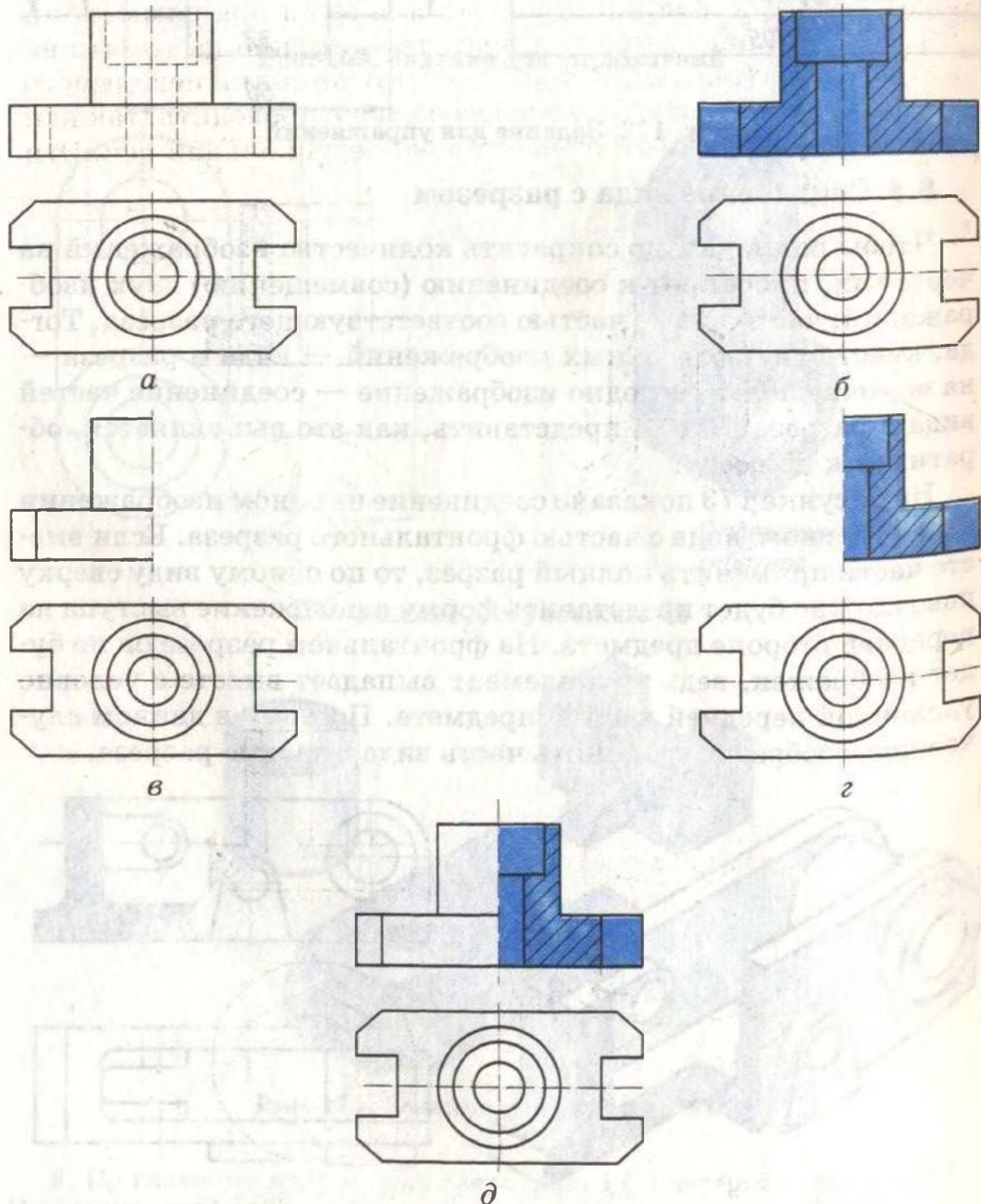


Рис. 174. Соединение половины вида с половиной разреза

ше отображают внутреннее строение предмета. Но внешняя форма при этом становится менее понятной. На рисунке 174, в изображена половина главного вида, а на рисунке 174, г — половина разреза той же детали. Поскольку вид и разрез данной детали симметричные, то другую половину любого изображения легко представить. Итак, соединение на чертеже половины вида и половины соответствующего разреза даст полное представление, как о внешней, так и о внутренней формах детали (рис. 174, д).

Границей между соединенными в одном изображении половиной вида и половиной разреза является ось симметрии (штрихпунктирная линия). Обратите внимание на то, что на половине вида (см. рис. 174, д) отсутствуют линии невидимого контура (штриховые). Их нецелесообразно проводить, так как предмет симметричный относительно вертикальной оси. Эти

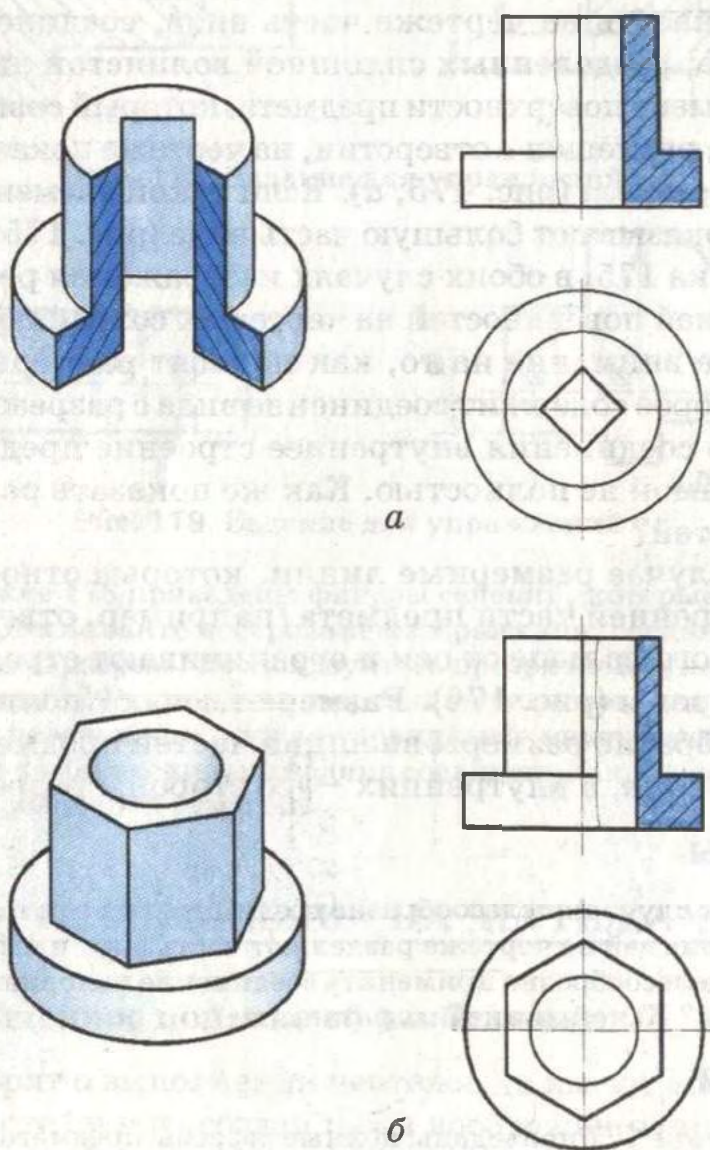


Рис. 175. Соединение части вида и части разреза для симметричных изображений

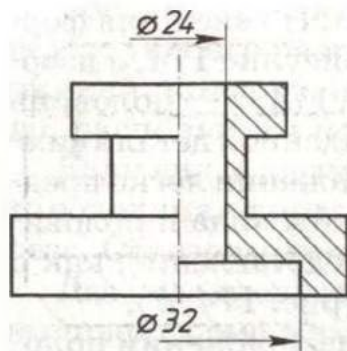


Рис. 176. Нанесение размеров внутренней части предмета

линии на половине вида повторили бы очертания внутреннего контура, показанного на половине разреза.

Не для всех симметричных изображений можно соединять половину вида с половиной разреза. Предметы, показанные на рисунке 175, имеют элементы (ребра четырех- и шестигранной поверхностей), очертания которых совпадают с осью симметрии на изображении разреза (рис. 175, а) или вида (рис. 175, б). Если на чертеже этих предметов соединить по-

ловину вида с половиной разреза, разграничив их осевой линией, то упомянутые элементы не будут изображены. Поэтому следует показать на чертеже часть вида, соединенную с частью разреза, разделенных сплошной волнистой линией.

Если элемент поверхности предмета, который совпадает с осью симметрии, размещен в отверстии, на чертеже показывают большую часть разреза (рис. 175, а). Если такой элемент находится извне, то показывают большую часть вида (рис. 175, б). Как видно из рисунка 175, в обоих случаях изображения ребер внутренней и внешней поверхностей на чертежах сохраняются.

Обратите внимание на то, как наносят размеры на изображении, которое содержит соединение вида с разрезом. В результате такого соединения внутреннее строение предмета оказывается видимой не полностью. Как же показать размеры внутренних частей?

В этом случае размерные линии, которые относятся к элементу внутренней части предмета (например, отверстия), проводят немного дальше от оси и ограничивают стрелкой только с одной стороны (рис. 176). Размер отмечают полный.

Целесообразно размеры внешних частей предмета наносить со стороны вида, а внутренних — со стороны разреза.

ВОПРОСЫ

1. В каких случаях целесообразно соединять вид с разрезом?
2. Какой линией на чертеже разделяют часть вида и часть разреза?
3. Когда целесообразно применять соединение половины вида с половиной разреза? Какой линией их разделяют?

ЗАДАНИЕ

1. На рисунке 177 приведены полные разрезы предметов. Перенесите на прозрачную бумагу контур изображения, заменив полный разрез соединением половины вида с половиной разреза.

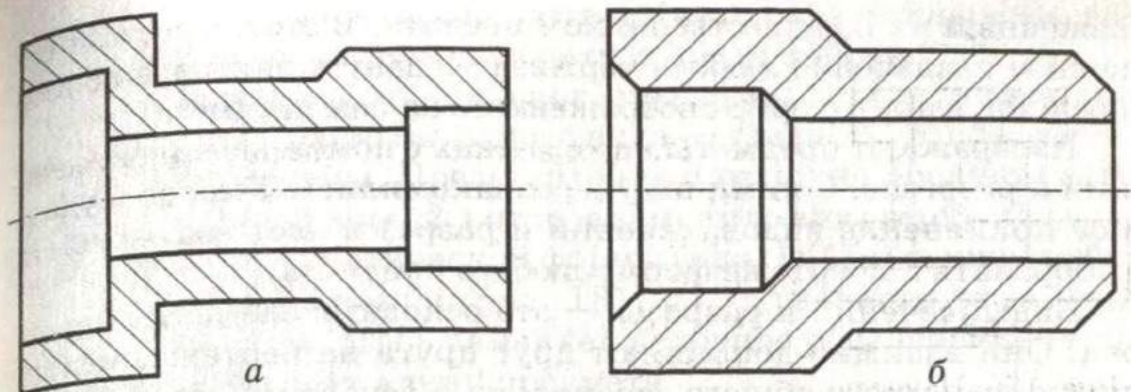


Рис. 177. Задание для упражнений

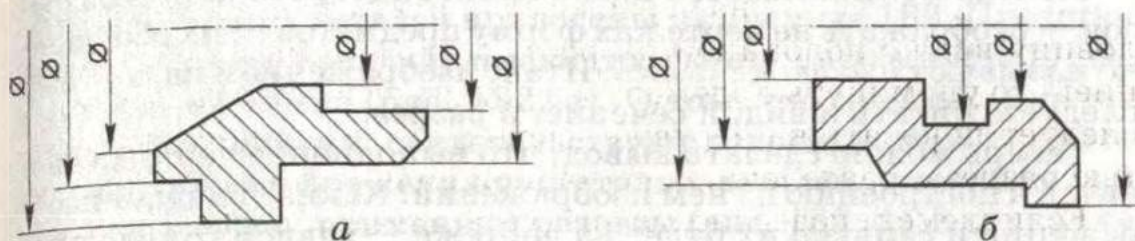


Рис. 178. Задание для упражнений

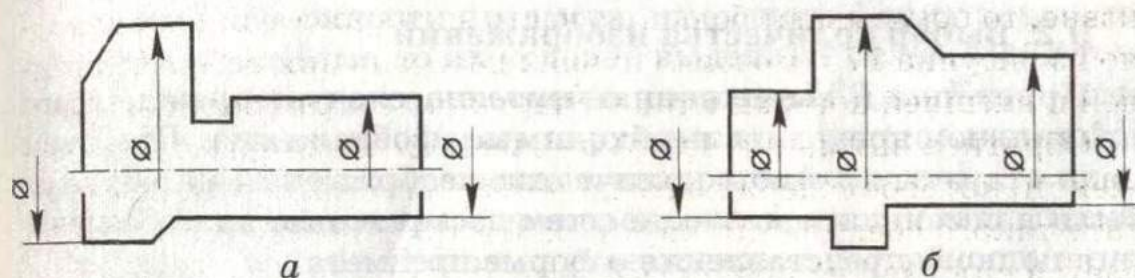


Рис. 179. Задание для упражнений

2. На рисунке 178 приведены фигуры сечений, которые входят в состав разрезов. Выполните построение изображения, соединив половину вида с половиной разреза. Воспользуйтесь прозрачной бумагой.

3. На рисунке 179 приведены очертания предметов: над осевой линией — видимой поверхности, ниже — невидимой (внутренней) поверхности. Дополните изображения, выполнив соединение вида с разрезом. Воспользуйтесь прозрачной бумагой.

9. ВЫБОР ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

9.1. Обобщенное понятие об изображении

Если говорят о выполнении чертежа, то имеют в виду отображение на листе бумаги созданных в воображении человека пространственных образов какого-либо предмета. В дальнейшем по этому чертежу другие люди создадут в своем воображении изоб-

раженный их предшественником предмет. В этом и состоит основное назначение любого чертежа — давать наиболее полное представление о форме изображенного на нем предмета.

Изображают предметы на чертежах с помощью видов, сечений и разрезов. С ними вы уже ознакомились. Умелое и удачное применение видов, сечений и разрезов дает возможность отобразить на чертеже форму любого предмета.

Виды, сечения и разрезы — это основные элементы чертежа. Они взаимно дополняют друг друга на чертеже, между ними есть много общего, поскольку в основе их образования лежит способ прямоугольного проецирования.

Исходя из одинакового назначения видов, сечений и разрезов — отображать на чертежах форму предметов — их обобщенно называют *изображениями*. Итак, изображением на чертеже следует считать и вид, и сечение, и разрез.

Теперь можно сделать вывод, что выполнение чертежа сводится к построению на нем изображений. Какие это будут изображения и сколько их будет на чертеже — зависит от сложности формы предмета.

9.2. Выбор количества изображений

Приступая к выполнению чертежа, следует прежде всего правильно определить необходимые изображения. При этом надо стараться, чтобы количество изображений на чертеже было наименьшим и вместе с тем достаточным для обеспечения полного представления о форме предмета.

Количество изображений на чертеже зависит главным образом от сложности формы предмета.

В простейших случаях для полного представления о форме предмета довольно одного изображения (вида, разреза или их

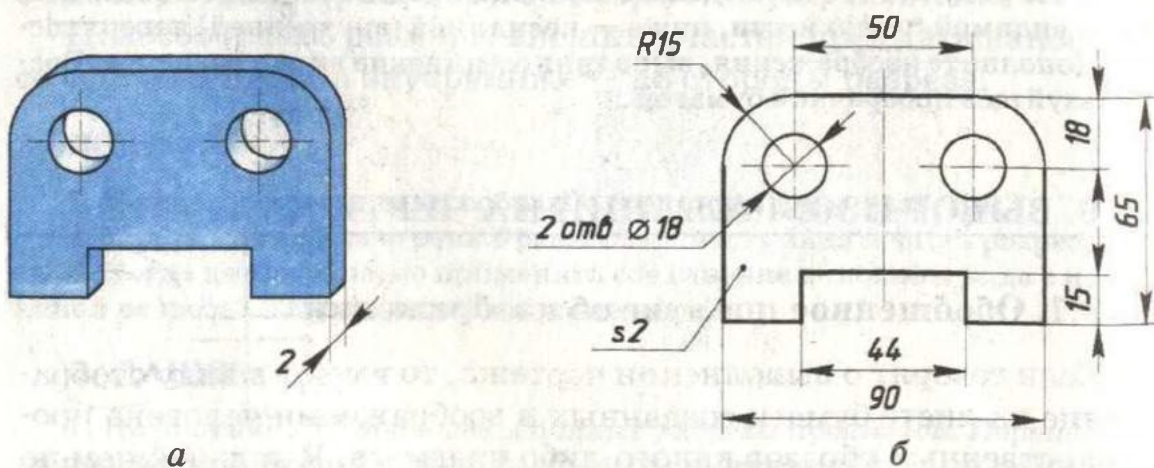


Рис. 180. Изображение плоского предмета

соединения) с нанесенными соответствующими условными обозначениями и надписями. Обратимся к примерам.

Чтобы понять форму плоского предмета, изображенного на рисунке 180, достаточно одного вида — главного. Виды сверху или слева не нужны. Представление о толщине предмета дает условное обозначение $s2$, которое заменило вид сверху или слева. Предмет призматической формы (рис. 181, *а*) также требует одного изображения (рис. 181, *б*) — главного вида. Вид сверху или слева здесь заменяет условное обозначение $l400$, которое определяет длину предмета.

Форма многих предметов образована поверхностями тел вращения — цилиндрическими, коническими, сферическими. Примеры таких деталей приведены на рисунке 182. Представление о форме деталей, имеющих форму окружностей, дает одно изображение (рис. 182, *а*). О том, что предметы имеют форму окружности, свидетельствуют условные знаки диаметров (\varnothing). Для изображения пустотелых деталей, имеющих форму окружности, применяют разрезы (рис. 182, *б*). В случае необходимости на одном изображении соединяют половину вида с половиной соответствующего разреза (рис. 182, *в*).

Если на поверхности предмета, имеющего форму окружности, есть плоскости, то их условно выделяют сплошными тонкими линиями, как показано на рисунке 183, *а*. Если часть предмета, имеющего форму окружности, представляет собой призматическую поверхность с квадратной основой, то на ее изображение наносят размер стороны квадрата с условным знаком \square (рис. 183, *б*). В этом случае отпадает потребность в любых других изображениях.

Количество изображений более сложных по форме предметов зависит не только от формы их составных частей, но и от

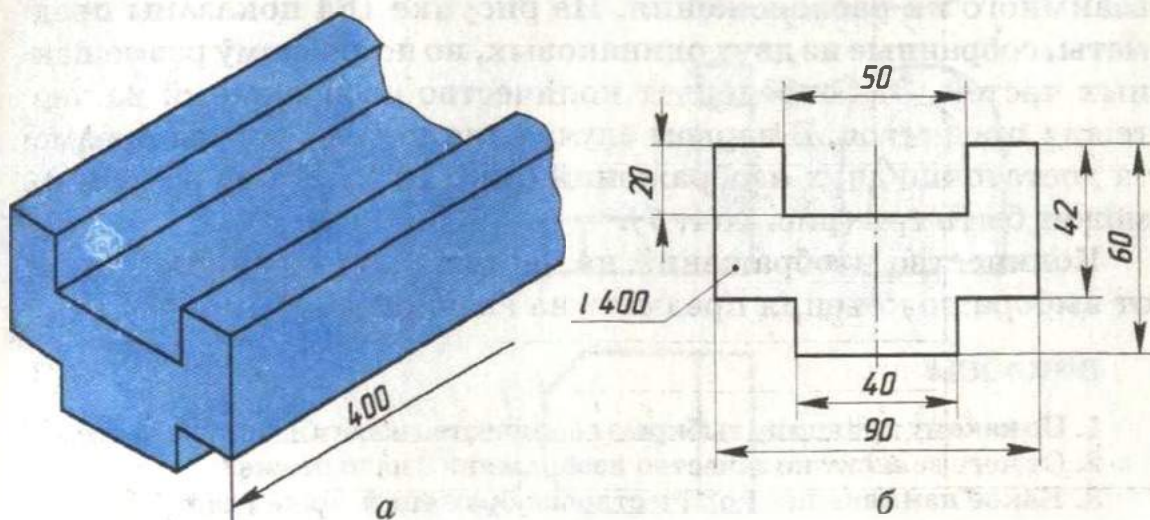
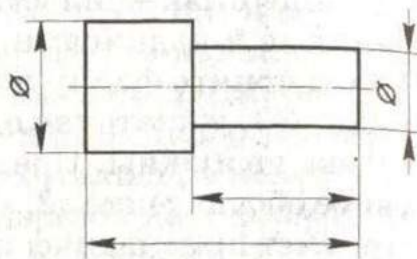
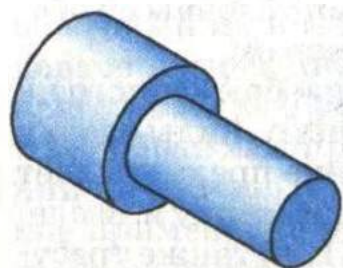
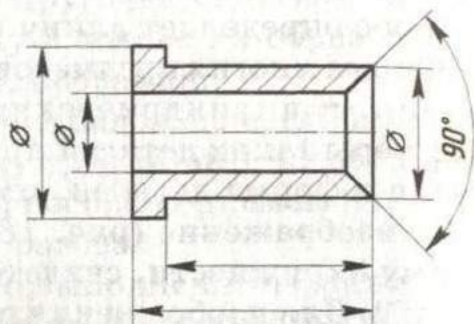
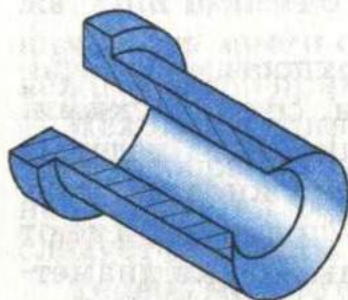


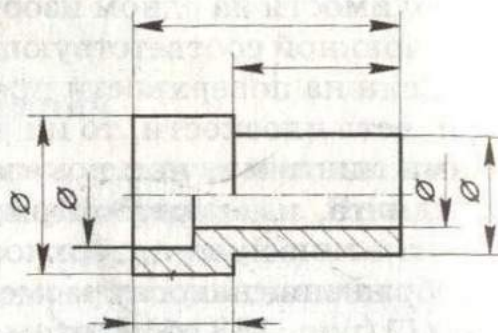
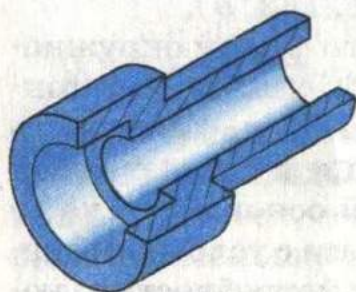
Рис. 181. Изображение призматического предмета



a



б



в

Рис. 182. Изображение круглых предметов:
а — сплошных; б, в — пустотелых

взаимного их расположения. На рисунке 184 показаны предметы, собранные из двух одинаковых, но по-разному размещенных частей. Это определяет количество изображений на чертежах предметов. В первом случае для показа формы предмета достаточно двух изображений (рис. 184, а), а во втором их может быть три (рис. 184, б).

Количество изображений на чертеже часто зависит также от выбора положения предмета на главном виде.

ВОПРОСЫ

1. По какому принципу выбирают количество изображений на чертеже?
2. От чего зависит количество изображений на чертеже?
3. Какое наименьшее количество изображений может давать полное представление о форме предмета?
4. Как можно сократить количество изображений на чертеже?

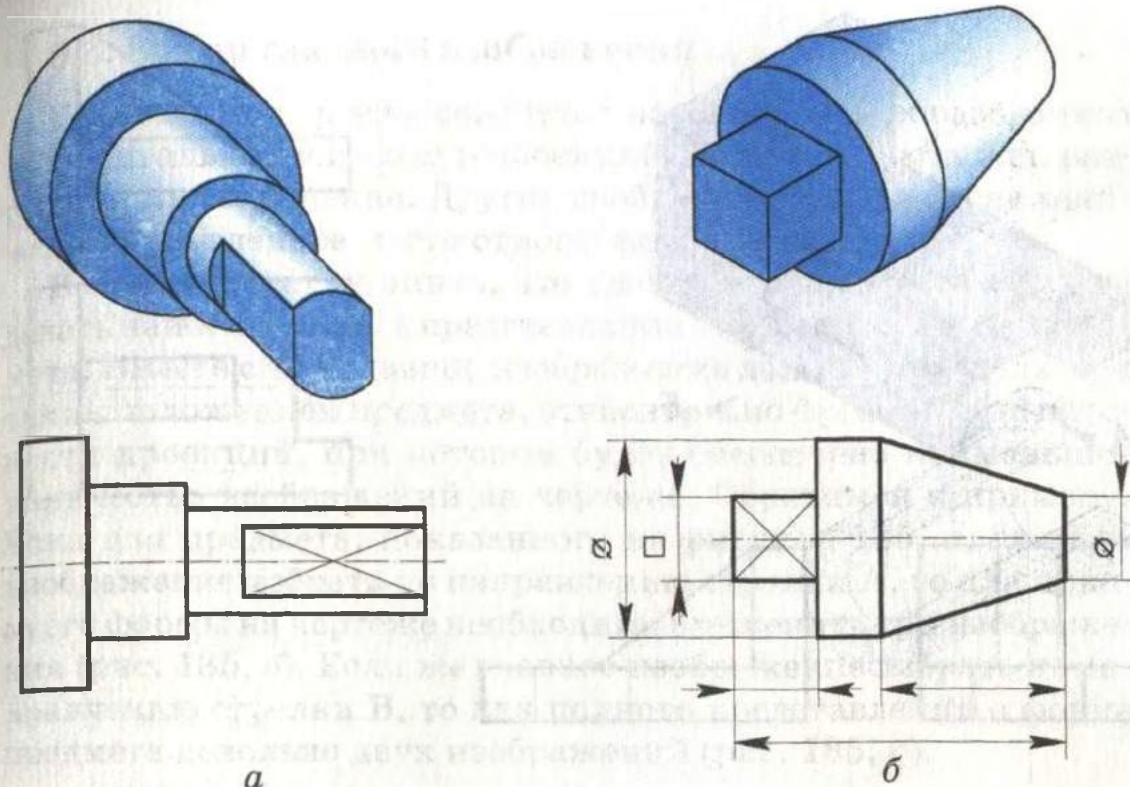


Рис. 183. Условное изображение плоских поверхностей

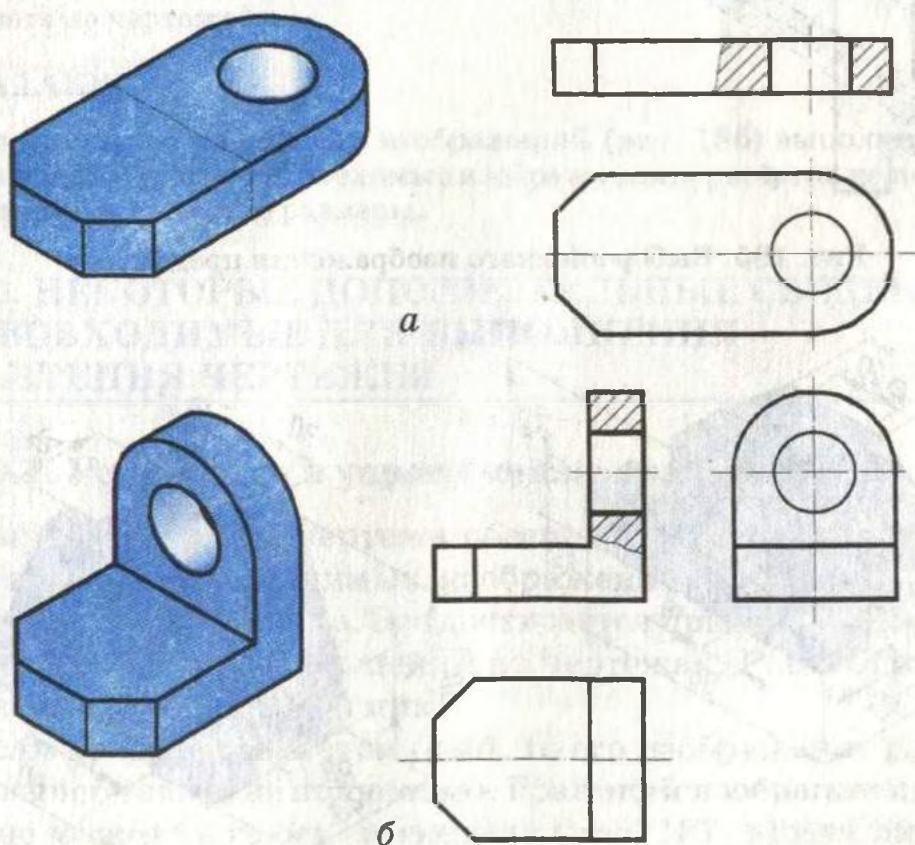


Рис. 184. Влияние взаимного расположения частей предмета на количество его изображений на чертеже

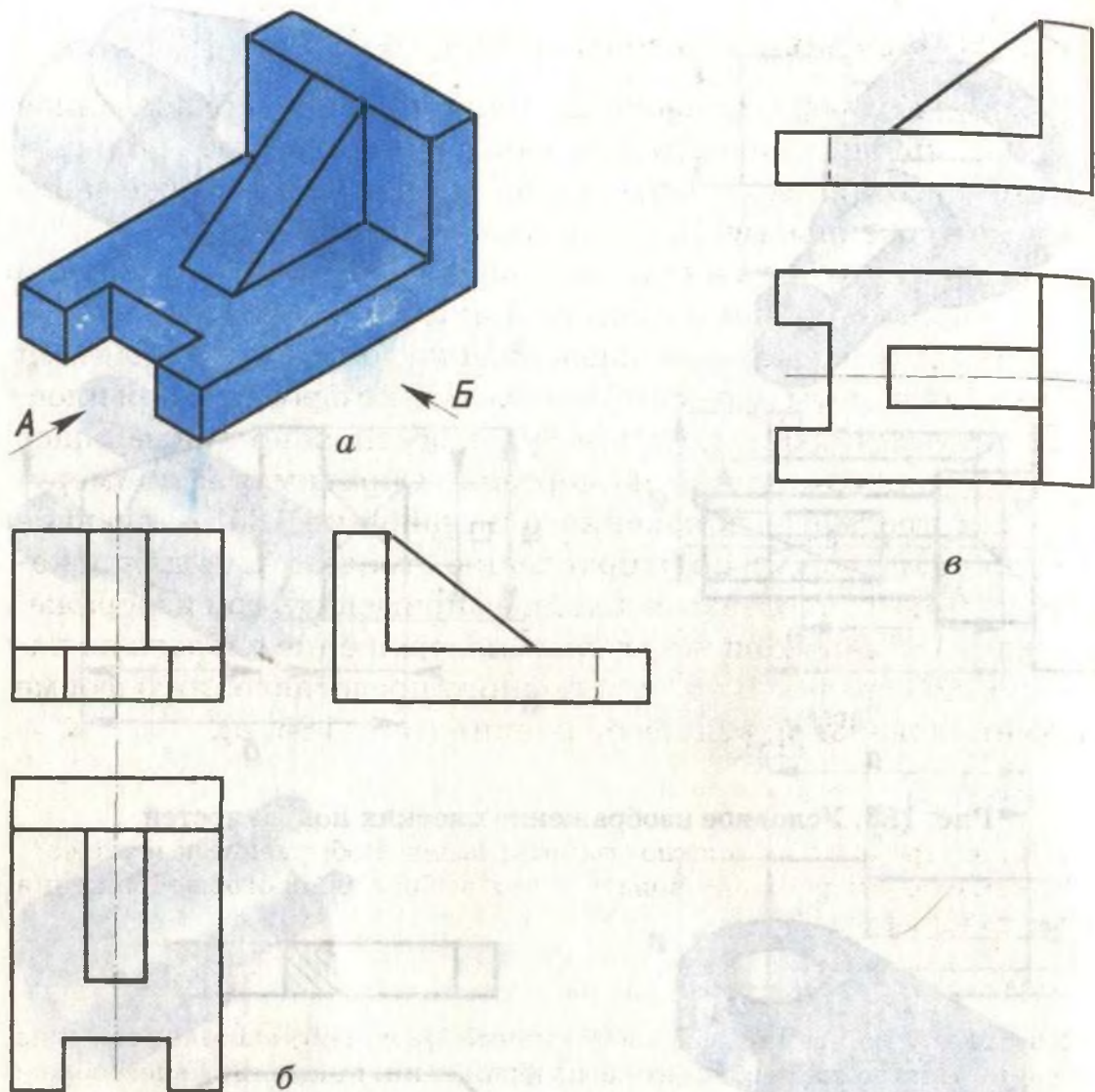


Рис. 185. Выбор главного изображения предмета

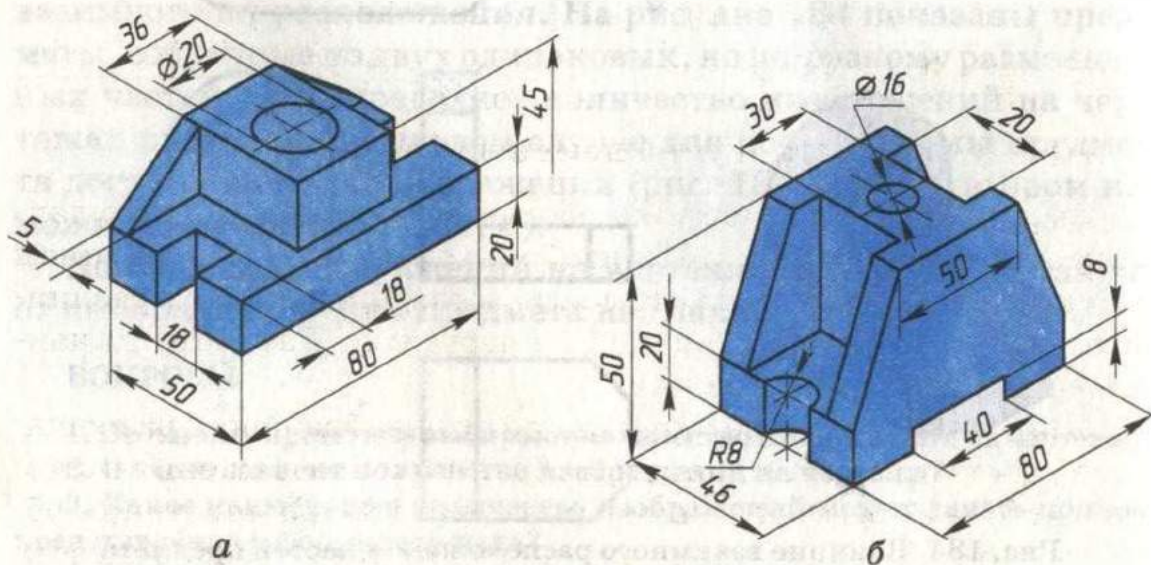


Рис. 186. Задание для упражнений

9.3. Выбор главного изображения

Главным на чертеже считается изображение, образованное на фронтальной плоскости проекций. Им может быть вид, разрез или их соединение. Другие изображения на чертеже занимают определенное место относительно главного.

Всегда следует помнить, что главное изображение должно давать наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Вместе с тем главное изображение должно определяться таким положением предмета, относительно фронтальной плоскости проекций, при котором будет обеспечено наименьшее количество изображений на чертеже. Обратимся к примеру. Если для предмета, показанного на рисунке 185, *а*, главное изображение избрать по направлению стрелки А, то для показа его формы на чертеже необходимо применить три изображения (рис. 185, *б*). Если же главное изображение избрать по направлению стрелки Б, то для полного представления о форме предмета довольно двух изображений (рис. 185, *в*).

ВОПРОСЫ

1. Каким требованиям должно отвечать главное изображение на чертеже?
2. Чем следует руководствоваться при выборе главного изображения предмета на чертеже?

ЗАДАНИЕ

По одному из наглядных изображений (рис. 186) выполните эскиз предмета. Постройте необходимые изображения, применив целесообразные разрезы. Нанесите размеры.

10. НЕКОТОРЫЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЧТЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

10.1. Условности и упрощения на чертежах

Выразительность чертежа обеспечивается не только удачным выбором необходимых изображений, но и сокращением их графического состава. Это достигается применением различных условностей и упрощений на чертежах. Рассмотрим наиболее употребляемые из них.

Если предмет симметричный, то его изображение разрешается вычерчивать не полностью. Границей изображения в этом случае может быть ось симметрии (рис. 187, *а*) или линия обрыва (рис. 187, *б*). Последнюю проводят так, чтобы показать немного больше половины вида.

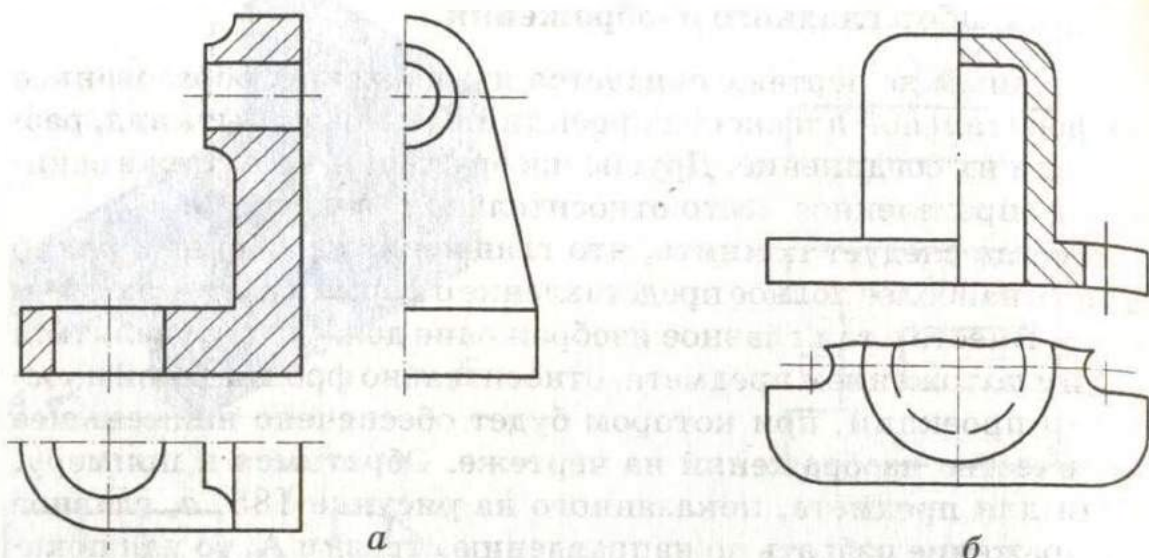


Рис. 187. Изображение симметричных предметов

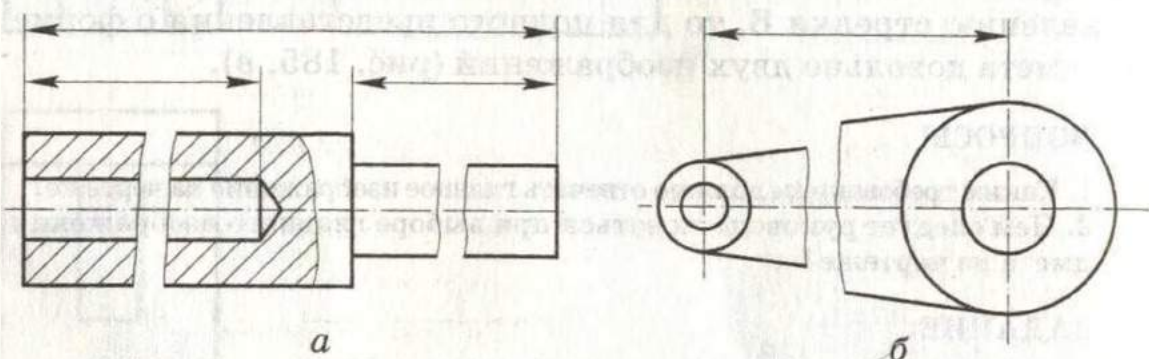


Рис. 188. Условный разрыв на изображении предмета

Чтобы сделать короче изображение длинного предмета, применяют условный разрыв, как это показано на рисунке 188. Разрыв применяют для предметов с одинаковым (рис. 188, а) или равномерно сменным (рис. 188, б) поперечным сечением. Место обрыва показывают тонкой волнистой линией.

Если предмет имеет несколько одинаковых равномерно расположенных на его поверхности элементов, то на чертеже допускается показывать один-два из них с указанием их количества. Расположение других элементов показывают условно (рис. 189). Иногда, чтобы показать расположение нескольких одинаковых элементов на поверхности предмета, прибегают к замене полного изображения схематическим (рис. 190).

Вместо полных изображений отдельных элементов поверхностей предметов (отверстий, проемов) допускается изображать только их контуры (рис. 191).

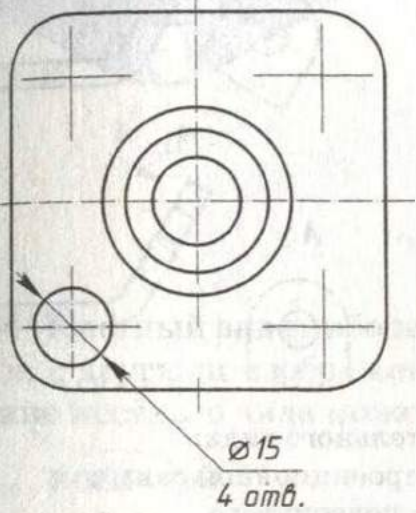
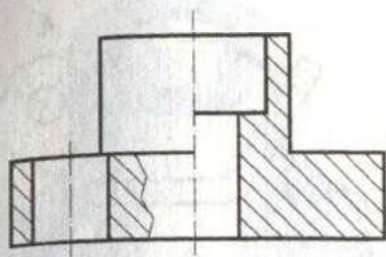


Рис. 189. Изображение элементов предмета одинаковой формы

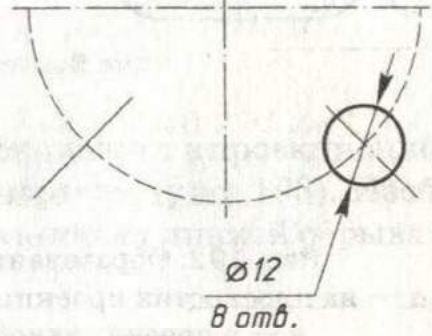
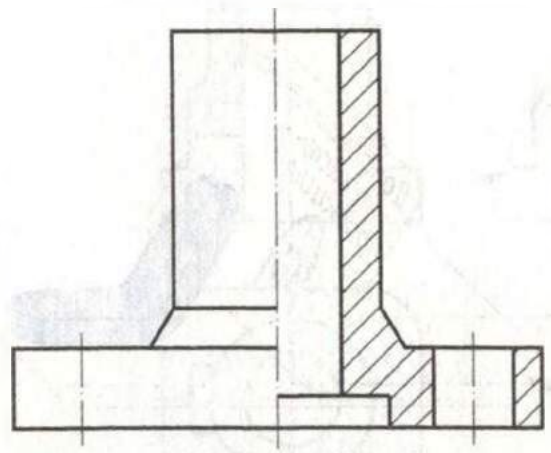


Рис. 190. Замена полного изображения схематическим

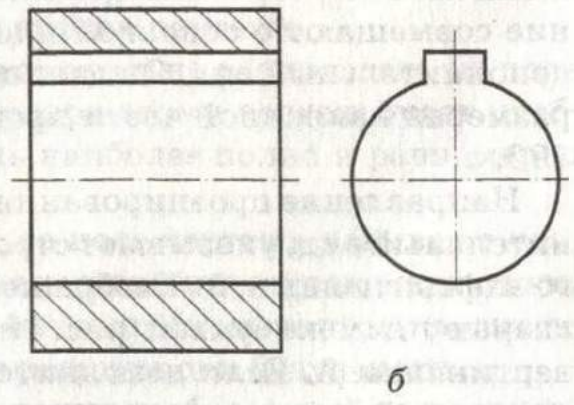
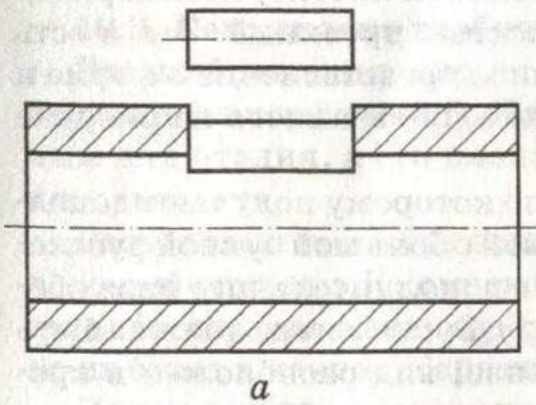


Рис. 191. Замена полного изображения контурным

10.2. Дополнительные и местные виды

Дополнительные виды. Некоторые элементы предметов проецируются на основные плоскости проекций с искажением. Во избежание этого, пользуются проецированием части предмета на дополнительную плоскость проекций.

Пример, который объясняет образование дополнительного вида, приведен на рисунке 192. Дополнительную плоскость проекций располагают параллельно той части предмета, кото-

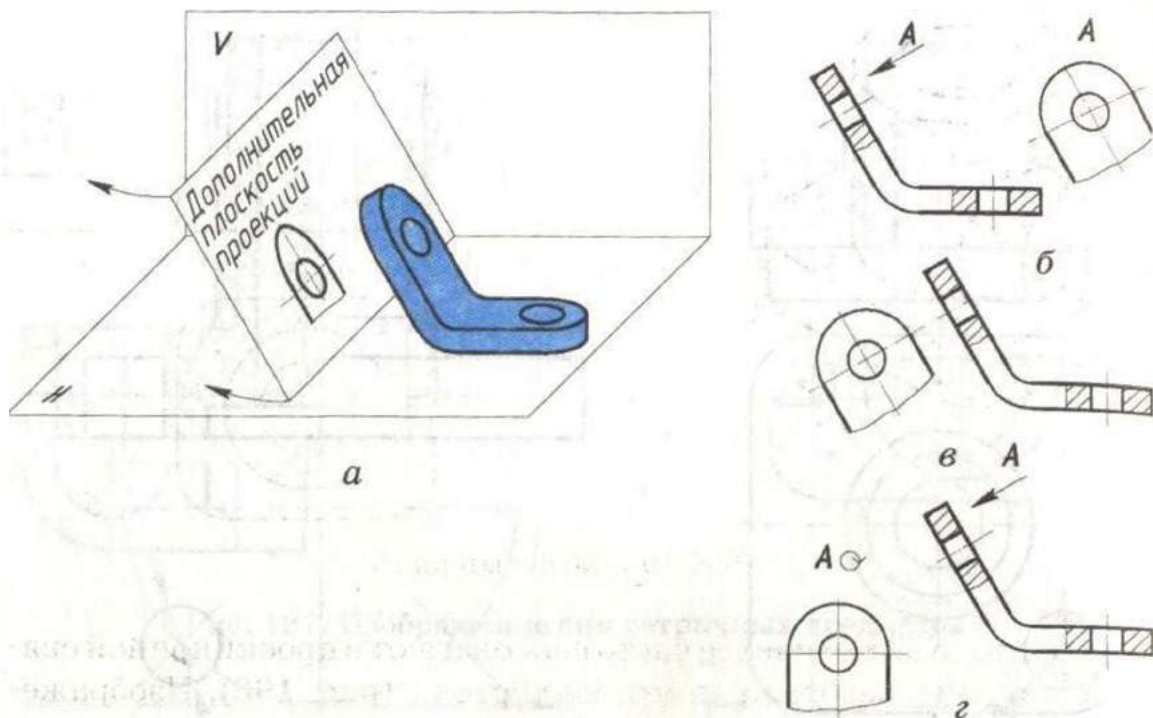


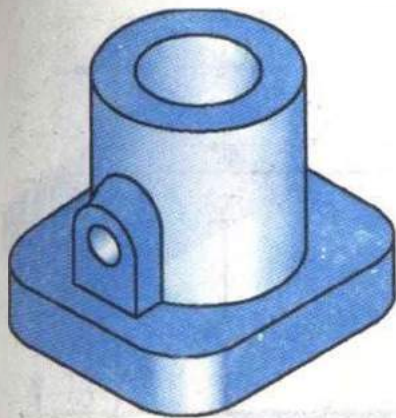
Рис. 192. Образование дополнительного вида:
а — на плоскостях проекций; *б* — без проекционной связи;
в — в проекционной связи; *г* — повернутого

рая на основных плоскостях проекций изображается с искажением. Полученное на дополнительной плоскости изображение совмещают с основной плоскостью проекций. Это и есть дополнительный вид. Он дает полное представление о форме и размерах наклонной части предмета, показанного на рисунке 192, *а*.

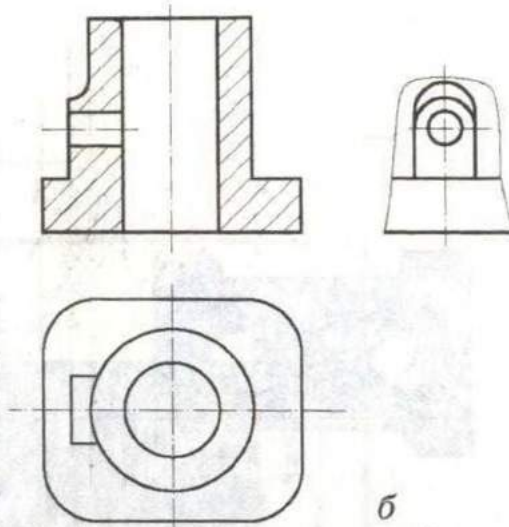
Направление проецирования, по которому получают дополнительный вид, указывают стрелкой с большой буквой русского алфавита над ней. Изображение дополнительного вида обозначают этой же буквой (рис. 192, *б*). Буква всегда должна быть вертикальной. Если дополнительный вид расположен в проекционной связи, как это сделано на рисунке 192, *в*, то нет необходимости указывать стрелкой направление проецирования и выполнять какие-либо надписи.

Дополнительный вид можно поворачивать (рис. 192, *г*). При этом его обозначения дополняют условным знаком поворота \odot .

Местные виды. Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называют местным видом. Применение местного вида дает возможность показать на чертеже форму и размеры только отдельных элементов предмета. За счет этого избегают лишних, временами громоздких изображений на чертежах.



а



б

Рис. 193. Местный вид

Местный вид наиболее часто располагают в проекционной связи с другими изображениями на чертеже (рис. 193). Изображение местного вида может быть ограничено линией обрыва.

ВОПРОСЫ

1. Для чего выполняют дополнительные виды?
2. В каком случае дополнительный вид не обозначают?
3. Чем отличается местный вид от полного?

10.3. Компоновка изображений на чертеже

Все изображения следует рационально располагать на поле чертежа (внутри рамки). Благодаря этому чертеж будет удобным для чтения, а его площадь наиболее полно и равномерно использована.

Расположение изображений на поле чертежа называют *компоновкой чертежа*. К компоновке чертежа приступают после того, когда определено, какие изображения необходимо чертить, сколько их будет и какие габаритные размеры они будут иметь.

Для рационального расположения изображений на поле чертежа необходимо правильно определить промежутки между изображениями и рамкой чертежа, а также между самими изображениями. Промежутки должны быть равномерными и достаточными для нанесения размеров и необходимых условных обозначений на чертеже.

Обратимся к примерам.

На рисунке 194, а показан предмет, чертеж которого требует одного изображения — это будет его главный вид с условным обозначением толщины предмета. Габаритные размеры предмета: ширина 100, высота 80 мм. Чтобы правильно распо-

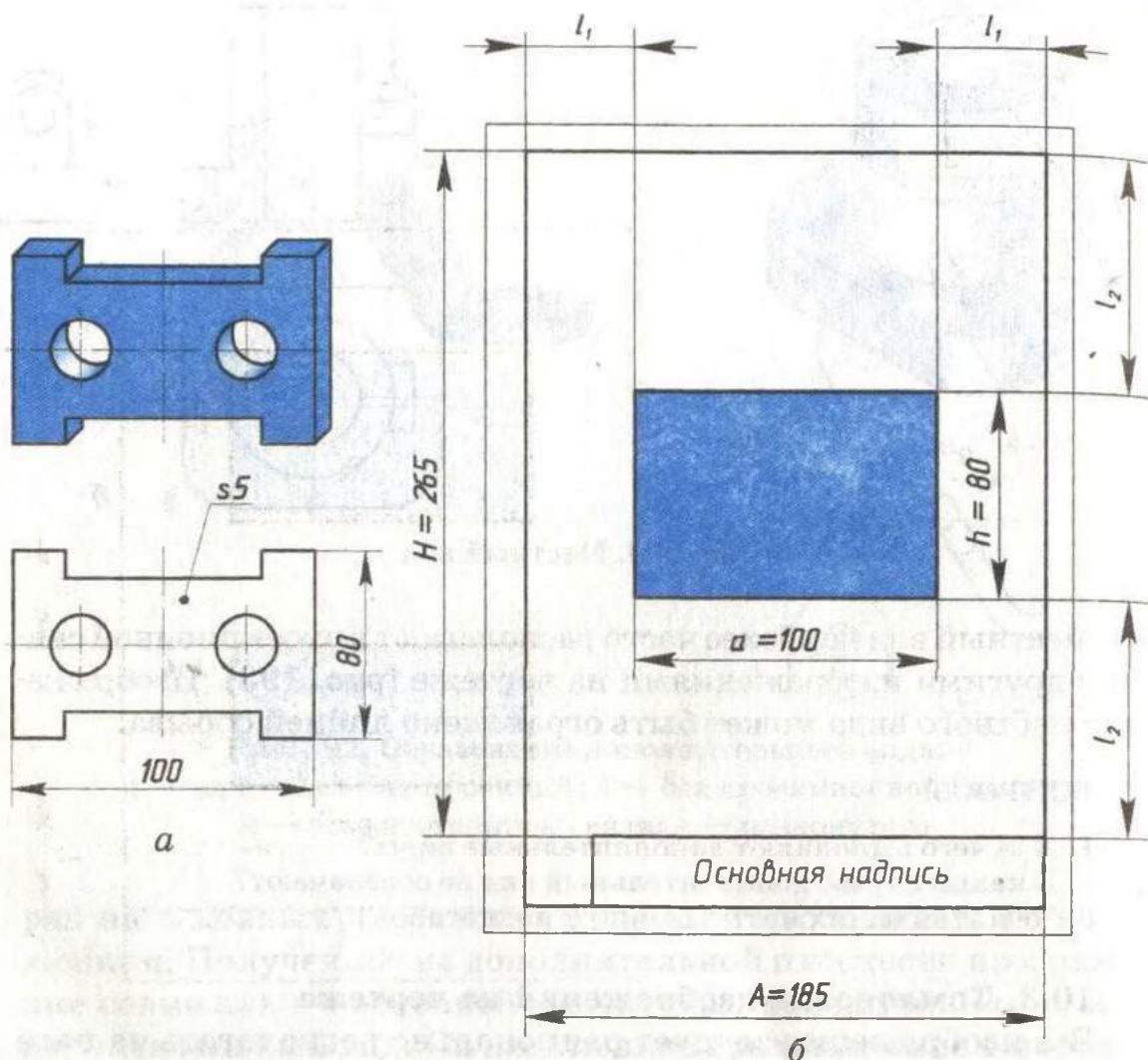
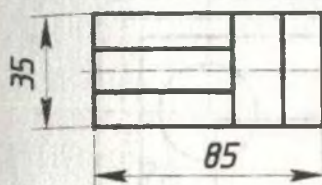
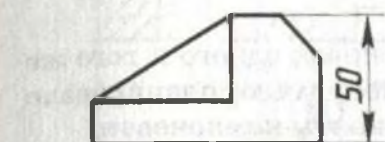
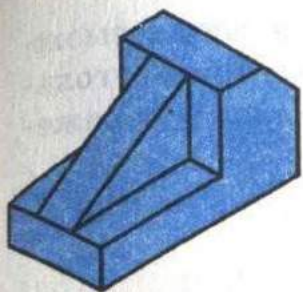


Рис. 194. Рациональное размещение на чертеже одного изображения

ложить изображение на поле чертежа, определим, какими должны быть промежутки между ним и рамкой чертежа (рис. 194, б). Ограничим контур главного вида условным прямоугольником с размерами, которые равняются габаритным размерам предмета: $a = 100$ мм; $h = 80$ мм. Свободное поле чертежа формата А4, с учетом размеров рамки и высоты основной надписи, имеет размеры в миллиметрах: $A = 210 - (20 + 5) = 185$; $H = 297 - (5 + 5 + 22) = 265$. Необходимые промежутки в миллиметрах: по ширине формата $l_1 = (A - a) / 2 = (185 - 100) / 2 = 42$; по высоте формата $l_2 = (H - h) / 2 = (265 - 80) / 2 = 82$ мм.

Получив числовые значения промежутков, располагают на поле чертежа габаритный прямоугольник. Далее проводят оси симметрии и выполняют построение контура изображения предмета.

Предмет, показанный на рисунке 195, а, требует выполнения на чертеже двух изображений — главного вида и вида сверху. Га-



a

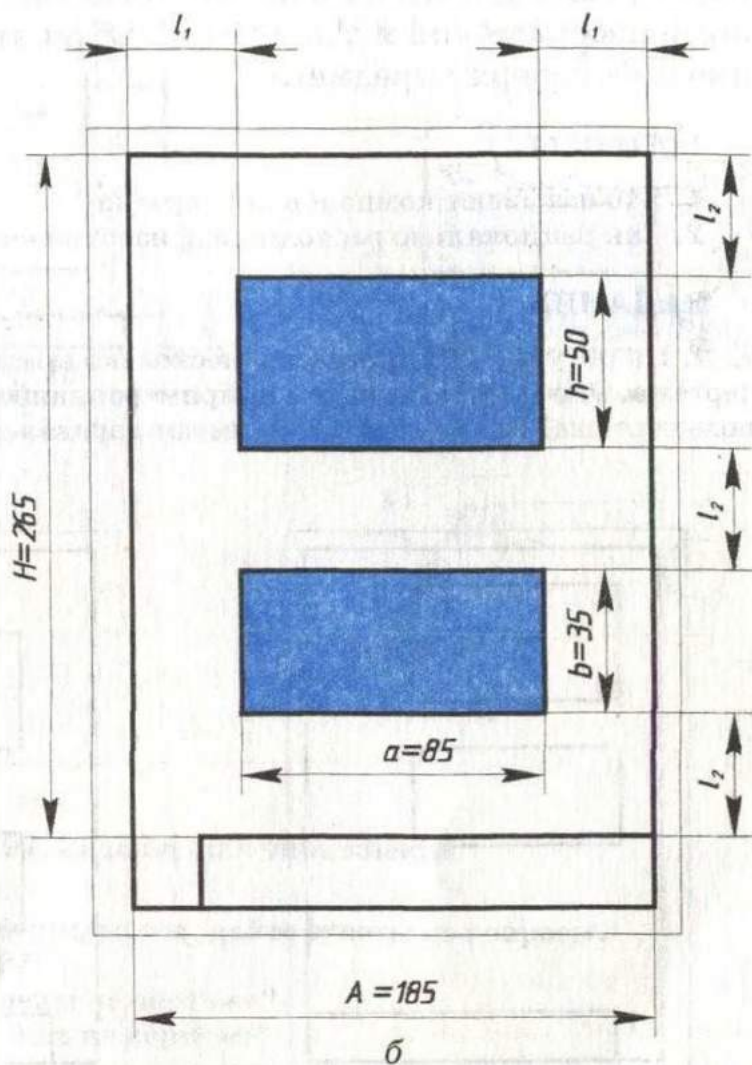


Рис. 195. Рациональное размещение на чертеже двух изображений

баритные размеры предмета: ширина 85, высота 50 и толщина 35 мм. Наличие на чертеже двух изображений требует определения по высоте формата трех промежутков, по ширине — двух.

Ограничим предмет условным параллелепипедом с размерами в миллиметрах: $a=85$; $h=50$; $b=35$. Изображения предмета должны быть ограничены условными габаритными прямоугольниками с соответствующими размерами (рис. 195, б): главное изображение — 85×50 мм; вид сверху — 85×35 мм. Размеры свободного поля чертежа такие же, как и в предыдущем примере: $A=185$ мм; $H=265$ мм. Исходя из этого, определяем необходимые промежутки в миллиметрах: по ширине формата $l_1=(A-a)/2=(185-85)=50$; по высоте формата:

$$l_2 = \frac{H - (h + b)}{3} = \frac{265 - (50 + 35)}{3} = 60.$$

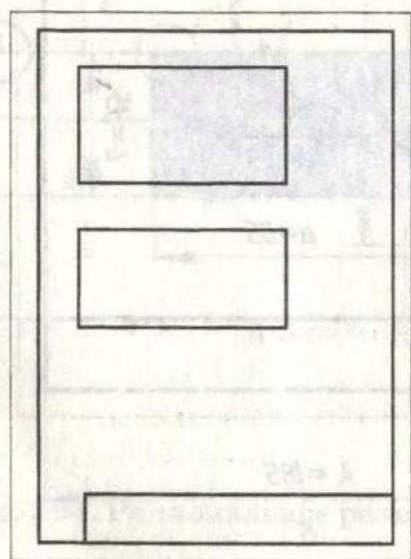
Полученные числовые значения промежутков дают возможность расположить на поле чертежа габаритные прямоугольники изображений и построить внутри них главное изображение и вид сверху предмета.

ВОПРОСЫ

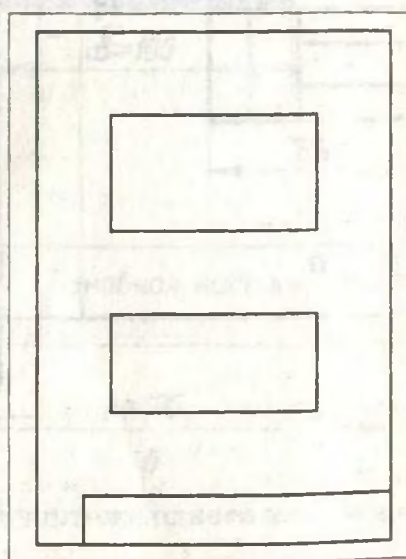
1. Что называют компоновкой чертежа?
2. Как рационально расположить изображения на поле чертежа?

ЗАДАНИЕ

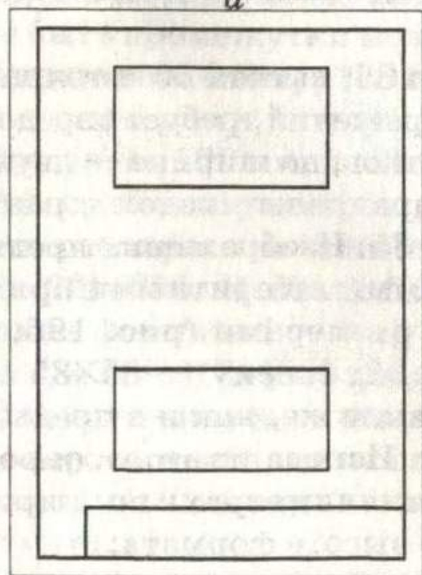
I. На рисунке 196 приведены несколько компоновок одного и того же чертежа. Определите, на каком из примеров наиболее удачно спланировано поле чертежа? Какие недостатки имеют другие варианты компоновок?



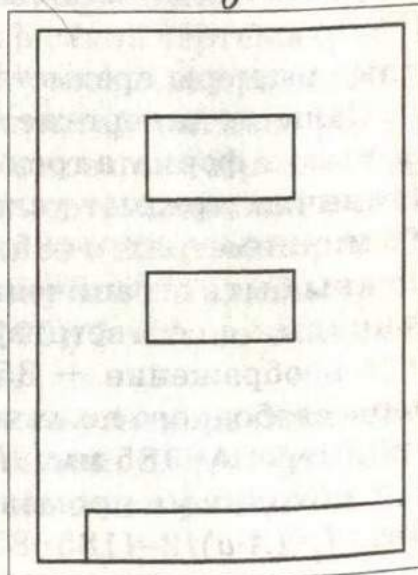
a



б



в



г

Рис. 196. Задание для упражнений

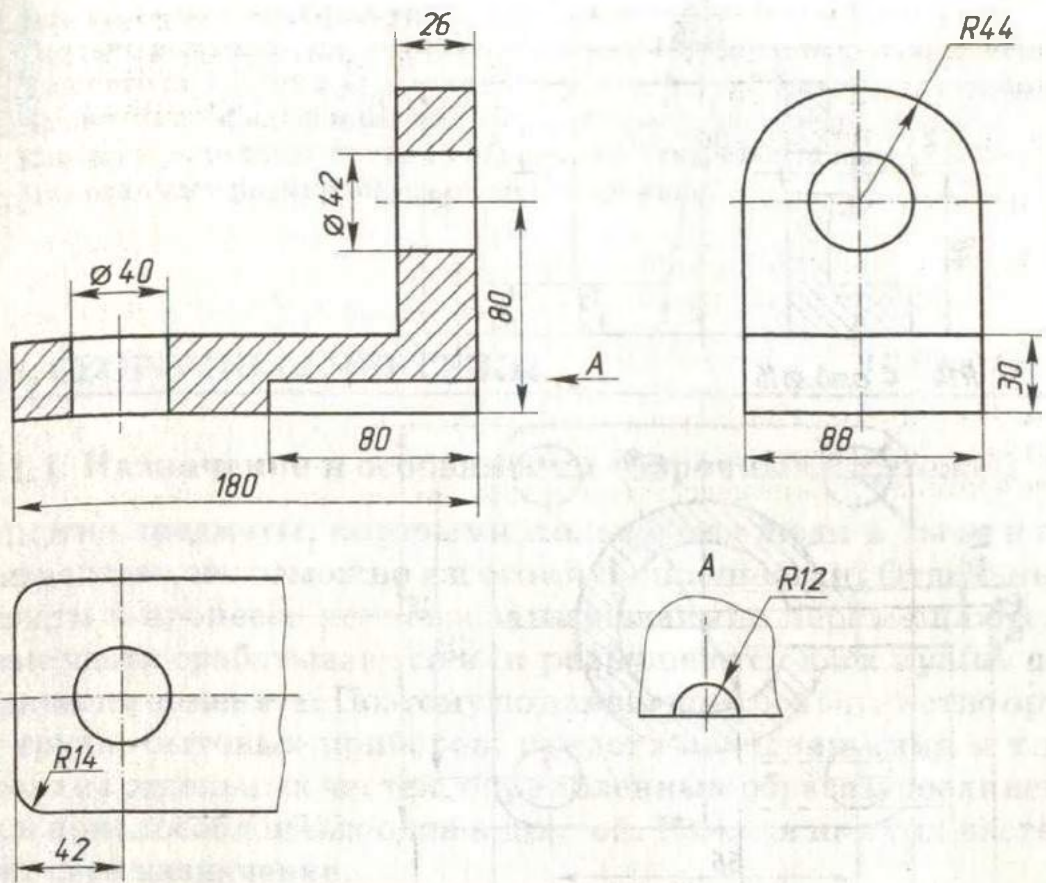


Рис. 197. Задание для упражнений

II. Прочитайте чертеж предметов, дайте ответы на вопросы.

К чертежу на рисунке 197:

1. Какие виды выполнены на чертеже?
2. Какой разрез выполнен на чертеже?
3. Почему не обозначен разрез на чертеже?
4. Что выявляют местные виды на чертеже? Почему один из них имеет обозначение, а другой — нет?
5. Соединением каких геометрических тел образована форма предмета?
6. Чему равны габаритные размеры предмета?
7. Какие размеры на чертеже являются координирующими?

К чертежу на рисунке 198:

1. Как называют изображение, которое на чертеже является главным?
2. Сколько разрезов выполнено на чертеже?
3. Какое название имеет разрез А—А?
4. Для чего на чертеже выполнен местный разрез?
5. Чему равны габаритные размеры предмета?
6. Что определяет размер 48 мм на главном изображении?
7. Какие размеры определяют положения центров отверстий диаметром 16 мм?

К чертежу на рисунке 199:

1. Какое изображение на чертеже является главным?
2. Какие виды выполнены на чертеже?

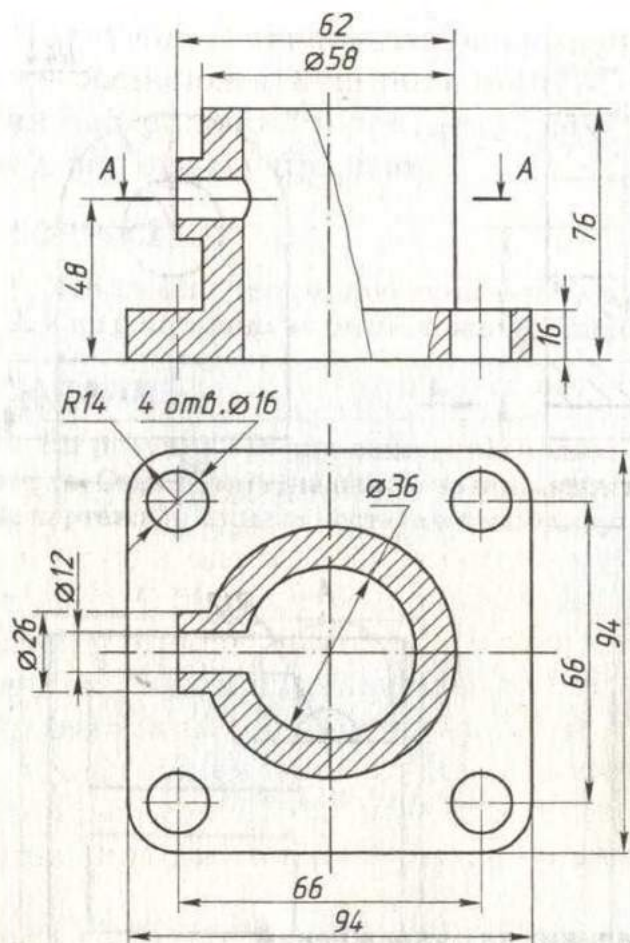


Рис. 198. Задание для упражнений

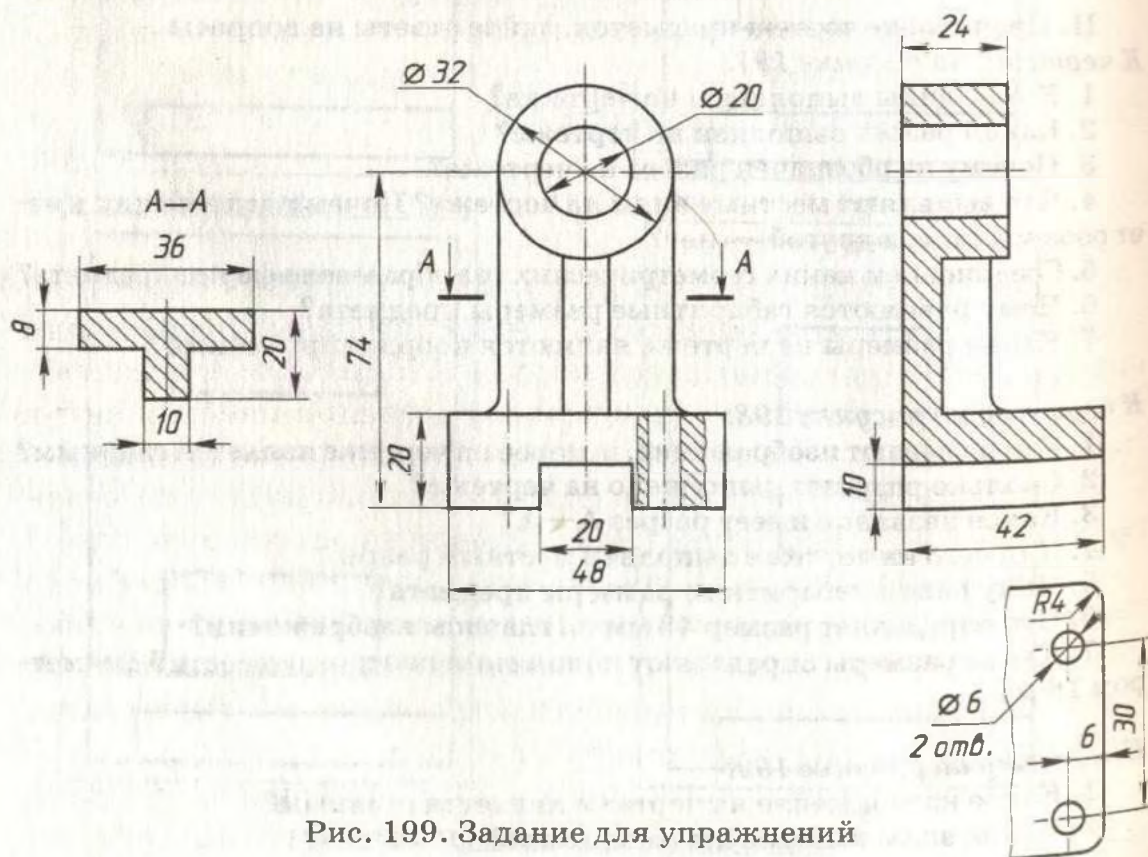


Рис. 199. Задание для упражнений

3. Что выявляет местный вид?
4. Сколько разрезов выполнено на чертеже? Почему они не обозначены?
5. Для чего на чертеже выполнено сечение А—А? Какое это сечение?
6. Почему на профильном разрезе часть изображения не заштрихована?
7. Какой размер определяет положение оси отверстия диаметром 20 мм?
8. Что означает размер 30 мм на местном виде?

11. СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

11.1. Назначение и особенности сборочных чертежей

Многие предметы, которыми пользуются люди в быту и на производстве, невозможно изготовить сплошными. Отдельные их части в процессе использования взаимно перемещаются, другие части срабатываются или разрушаются и их нужно периодически заменять. Поэтому подавляющее большинство орудий труда, бытовых приборов, средств передвижения и т.п. состоят из отдельных частей, определенным образом соединенных и приспособленных одна к другой. Каждая из этих частей имеет свое назначение.

Отдельно изготовленные части, из которых собирают предметы различного назначения, называют *деталями*. Валы, оси, втулки, диски, шкивы, крышки, корпуса, кронштейны, рычаги — все это детали. Следует заметить, что детали — это сплошные неделимые предметы.

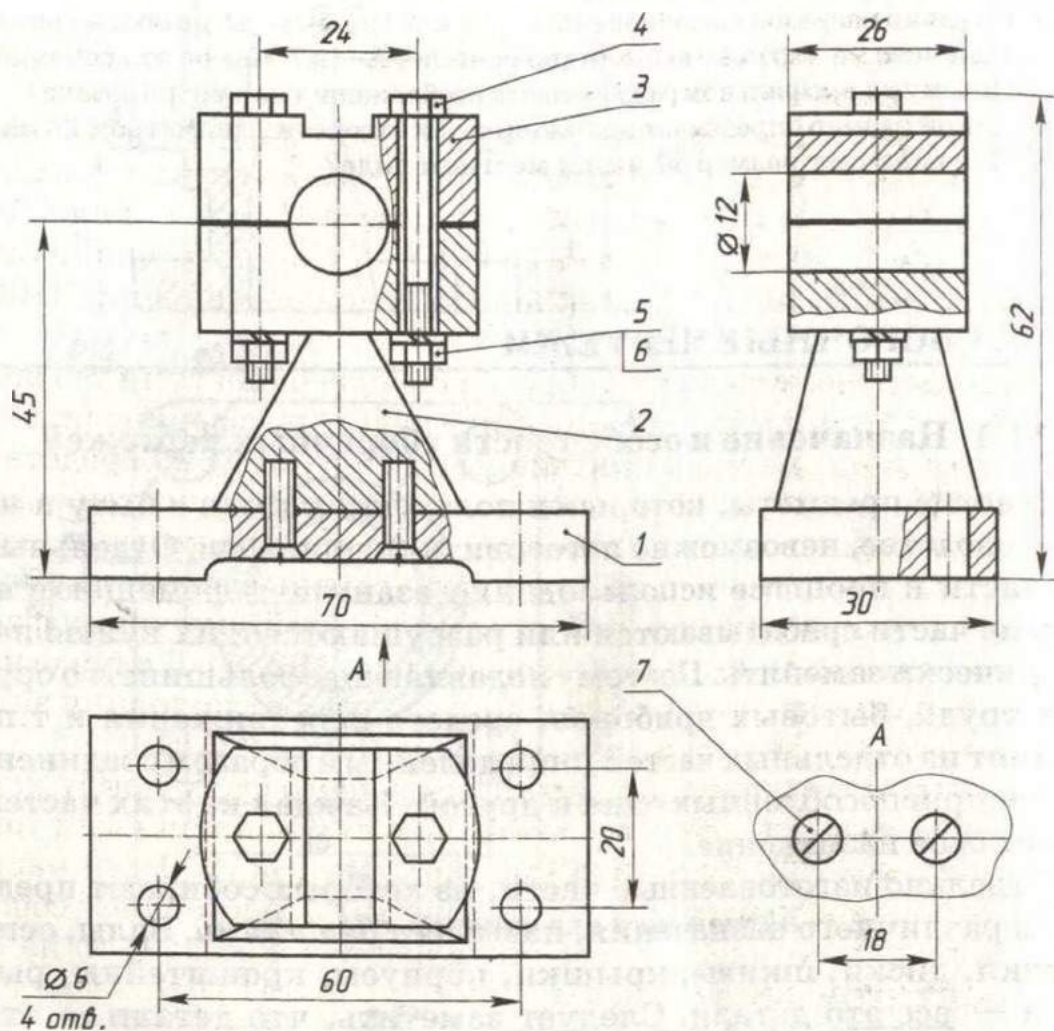
Изделие, собранное из отдельных деталей, называют *сборочной единицей*. Количество деталей в изделии зависит от сложности его конструкции.

Чертежи, которые вы учились выполнять раньше — это чертежи деталей. Чтобы собрать изделие из отдельных деталей или представить его строение, нужен другой чертеж — его называют *сборочным*. На сборочном чертеже изделие изображают в собранном виде со всеми деталями, которые в него входят.

На производстве сначала изготавливают каждую деталь по чертежу. Затем, по сборочному чертежу соединяют их в изделие.

Чтобы рассмотреть характерные особенности сборочного чертежа, обратимся к примеру. На рисунке 200 приведен сборочный чертеж подшипника. Это изделие можно встретить во многих машинах и механизмах (транспортёрах, подъёмниках, кранах и т.п.), как опору для валов и осей.

Чертеж содержит три основных вида: главный, сверху и слева, а также местный А. Эти изображения дают представле-



Поз.	Наименование	Кол	Материал	Примеч.
1	Плита	1	Сталь	
2	Основание		Сталь	
3	Крышка	1	Сталь	
4	Болт М5Х38	2	Сталь	Покупной
5	Гайка М5	2	Сталь	Покупная
6	Шайба 5	2	Сталь	Покупная
7	Винт М4	2	Сталь	Покупной
Чертил			ПОДШИПНИК	
Проверил				
Школа № кл.				№

Рис. 200. Сборочный чертеж подшипника

ние о внешней форме подшипника и о взаимном размещении его частей. На главном виде выполнены два местных разреза, назначение которых — показать, как соединены друг с другом отдельные детали подшипника. Местные разрезы на виде слева необходимы для выявления формы отверстий. Обратите внимание, что на разрезах смежные детали заштрихованы в разных направлениях. Это сделано для того, чтобы лучше отличать контуры отдельных деталей на сборочных чертежах.

Чертеж подшипника имеет небольшое количество размеров. Это также характерная особенность сборочного чертежа.

Как и на всех чертежах, в правом нижнем углу сборочного чертежа располагают основную надпись. В ней отмечают название изделия и некоторые другие сведения о нем.

Сборочные чертежи, в отличие от рассмотренных раньше, содержат изображения взаимосвязанных деталей. Изображенный на рисунке 200 подшипник состоит из 11-ти деталей. Все они показаны на чертеже. Сведения о каждой детали (ее название, количество в изделии, материал детали) заносят в специальную таблицу, которую называют *спецификацией*. Чтобы составить спецификацию, каждой детали дают порядковый номер, который проставляют на полках линий-выносок.

ВОПРОСЫ

1. Почему предметы, которыми пользуются люди, не всегда могут быть сплошными?
2. Что такое деталь?
3. Что называют сборочной единицей?
4. В чем отличие между чертежом детали и чертежом сборочной единицы?
5. Для чего предназначены сборочные чертежи?

11.2. Основные элементы сборочного чертежа

Изображения. Ими могут быть виды, разрезы и сечения.

Виды располагают в проекционной связи. Кроме основных применяют местные и дополнительные виды. Приведенный на рисунке 200 местный вид показывает расположение крепежных элементов.

Чтобы определить строение изделия, сборочные чертежи обычно содержат разрезы и сечения. Разрезы могут быть полными и местными. На симметричных изображениях соединяют половину вида с половиной разреза (или их части). С помощью сечений объясняют форму отдельных деталей, которые входят в состав изделия.

Выбор изображений на сборочном чертеже зависит от потребности выяснения формы и взаимного расположения деталей изделия.

Выполняют изображения на сборочных чертежах по уже известным вам правилам. Здесь мы лишь напомним некоторые из них.

1. Виды, расположенные в проекционной связи, не обозначают и не подписывают.

2. Дополнительные и местные виды обозначают стрелкой с буквой (как на рисунках 192, 193).

3. Разрезы обозначают разомкнутой линией со стрелками и буквами.

4. Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии и изображение разреза расположено на месте соответствующего вида, то разрез не обозначают.

5. Местные разрезы ограничивают сплошной тонкой волнистой линией.

6. Штриховка одной детали (или одинаковых деталей) на всех ее изображениях выполняется с наклоном 45° в одну сторону с одинаковым расстоянием между линиями.

7. Детали, расположенные рядом, штрихуют в разные стороны.

8. Место соприкосновения двух смежных деталей показывают одной сплошной толстой основной линией без ее утолщения (удвоения).

9. Если в разрез попадают три и больше деталей, которые соприкасаются, тогда изменяют расстояние между линиями или направление штриховки (см. рис. 200).

10. Большее расстояние между линиями штриховки оставляют для более крупных деталей.

11. Узкие площади сечения, ширина которых на чертеже равна 2 мм или меньше, показывают зачерненными.

Размеры. Вы уже знаете, что по сборочному чертежу изделие собирают из отдельных деталей, изготовленных раньше. Поэтому размеры отдельных деталей на сборочном чертеже не нужны и их не наносят. На нем нужны лишь те размеры, которые определяют правильное расположение деталей в изделии, размеры поверхностей или элементов, которыми присоединяют сборочную единицу к другим изделиям. На всех сборочных чертежах наносят размеры, которые определяют наибольшие длину, высоту и ширину изделия, то есть габаритные размеры.

Обратимся к чертежу на рисунке 200. Размеры 45, 24 и 18 определяют правильное расположение деталей в изделии. Для установки и закрепления подшипника по месту назначения предусмотрены четыре отверстия $\varnothing 6$ в плите. Их положение

определяют размеры 60 и 20 — их называют *установочными*. По размерам $\varnothing 12$ и 26 в подшипник устанавливают вал — это *присоединительные* размеры. *Габаритные* размеры подшипника — 70, 62 и 30.

Спецификация и номера позиций. На сборочном чертеже все составные части изделия нумеруют (вспомните, для чего это делают). Эти номера называют позициями. Номера позиций наносят на горизонтальных полках линий-выносок, которые заканчиваются точками на изображениях деталей. Если изображение небольшое или зачерченное в сечении, линию-выноску заканчивают стрелкой. Полочки и линии-выноски проводят сплошными тонкими линиями.

Позиции показывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, — на основных видах или разрезах. Чтобы легче было находить номера позиций на сборочном чертеже, полочки группируют в строку или столбик на одной линии и располагают параллельно и (или) перпендикулярно к основной надписи (рис. 201, а). Для группы крепежных деталей, предназначенных для одного места крепления (например, болт, гайка и шайба) применяют общую линию-выноску (рис. 201, б). В этом случае полочки соединяются тонкой вертикальной линией.

Линии-выноски проводят так, чтобы они не были параллельными к линиям штриховки, а также не пересекались друг с другом и с размерными линиями.

Номера позиций, предназначенные деталям изделия, заносят в спецификации. Для сложных изделий спецификации выполняют на отдельных листах формата А4. На учебных чертежах и на чертежах формата А4, если изделие не сложное, спецификацию совмещают с чертежом и располагают над основной надписью, как это показано на рисунке 200. Форма спецификации дана на рисунке 202.

В первой (крайней слева) графе спецификации записывают сверху вниз порядковые номера (позиции) деталей изделия.

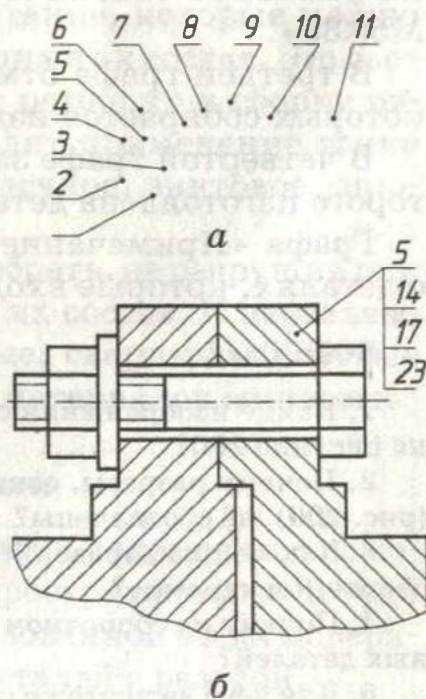


Рис. 201. Расположение полочек линий-выносок с номерами позиций:
а — общее правило;
б — для группы деталей

	10		10	25	25		
10	Поз.	Наименование			Кол.	Материал	Примеч.
7	1						
	2						
	3						
		25	30	15			
7	Чертил						
7	Проверил						
8	Школа №	кл.					
						20	20
	145						

Рис. 202. Спецификация к сборочному чертежу

Во второй графе записывают название детали. Для крепежных (или других стандартных деталей) здесь же записывают их условное обозначение. Например, «Гайка М5», «Болт М5×38».

В третьей графе отмечают количество каждой детали, из которых собирается изделие.

В четвертой графе записывают название материала, из которого изготовлена деталь.

Графа «Примечание» содержит дополнительные сведения о деталях, которые входят в состав изделия.

ВОПРОСЫ

1. Какие изображения содержит чертеж подшипника, приведенный на рисунке 200?
2. Почему разрезы, совмещенные с видами на чертеже подшипника (рис. 200), не обозначены?
3. Как можно определить контуры изображений смежных деталей на сборочном чертеже?
4. Почему на сборочном чертеже не нужно наносить размеры отдельных деталей?
5. Для чего на чертеже подшипника (рис. 200) нанесены размеры $\varnothing 6$, 60 и 24?
6. В каких случаях разрешается совмещать спецификацию с чертежом?
7. Какая связь между номерами позиций в спецификации и на чертеже?
8. Из скольких деталей состоит подшипник (рис. 200)? Как вы это определили?

12. ИЗОБРАЖЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

12.1. Виды соединений

Чтобы из деталей составить какое-либо изделие, их нужно определенным образом соединить между собою. Поэтому детали в изделиях образуют разнообразные соединения.

Многие из них известны вам из повседневной жизни, с другими вы ознакомились на уроках трудового обучения. Способ соединения деталей зависит от материала самих деталей. Детали из древесины соединяют гвоздями, шурупами, склеивают. Пластмассовые детали склеивают, сваривают, соединяют вспомогательными крепежными деталями. Части изделий из тонкого листового металла соединяют паянием, заклепками, фальцевыми швами. Металлические устройства приборов, механизмов и машин соединяют крепежными деталями с резьбой, сваривают. С развитием современной молекулярной химии значительное распространение приобретает соединение металлических деталей склеиванием.

В зависимости от характера выполнения соединений их разделяют на разъемные и неразъемные.

К *разъемным соединениям* относят такие, которые можно разобрать, не разрушая деталей, входящих в их состав. Это дает возможность выполнять многоразовую разборку и сборку изделий. В современных изделиях находят применение такие разъемные соединения: болтовое, шпилечное, винтовое, шпоночное, шлицевое, штифтовое.

Неразъемные соединения нельзя разобрать, не разрушив или не повредив деталей, которые входят в их состав. К неразъемным соединениям относят заклепочные, сварные и клеевые соединения. Части изделий из мягких материалов сшивают.

12.2. Чертежи резьбовых соединений

Резьба, ее изображение и обозначение. Соединения с помощью резьбы относятся к наиболее распространенным. Детали соединяют как с помощью резьбы, образованной на их поверхностях, так и с помощью крепежных деталей с резьбой.

Резьба — это образованные на внешней или внутренней поверхности одинаковые по форме и размерам винтовые выступы и канавки (рис. 203). В зависимости от профиля винтового выступа или канавки резьба бывает *треугольной* (рис. 204, а), *трапециoidalной* (рис. 204, б), *прямоугольной* (рис. 204, в) и

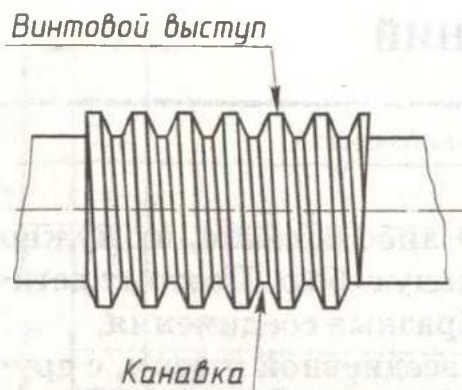


Рис. 203. Общий вид резьбы

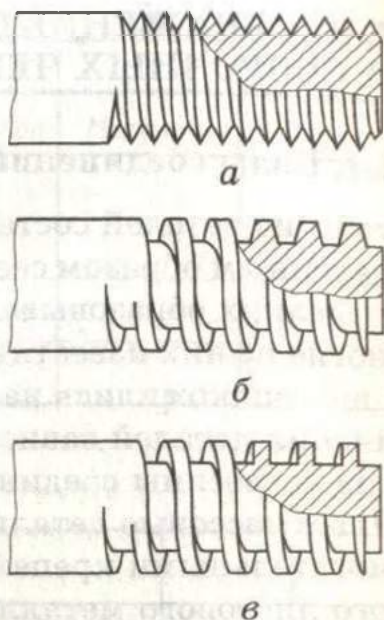


Рис. 204. Профили резьбы:
а — треугольный; б — трапеци-
дальный; в — прямоугольный

др. Для соединения деталей в изделиях наиболее часто приме-
няют резьбу треугольного профиля с углом при вершине 60° —
ее называют **метрической**.

Изображать резьбу такой, как мы ее видим (рис. 204), очень
сложно, поэтому на чертеже это делают упрощенно — услов-
но. Независимо от профиля резьбы ее условное изображение
всегда одинаковое.

На *внешней поверхности* (на стержне) по наружному диамет-
ру резьбу изображают сплошными линиями как на виде спереди,
так и на виде слева (рис. 205). Линии, которые соответствуют

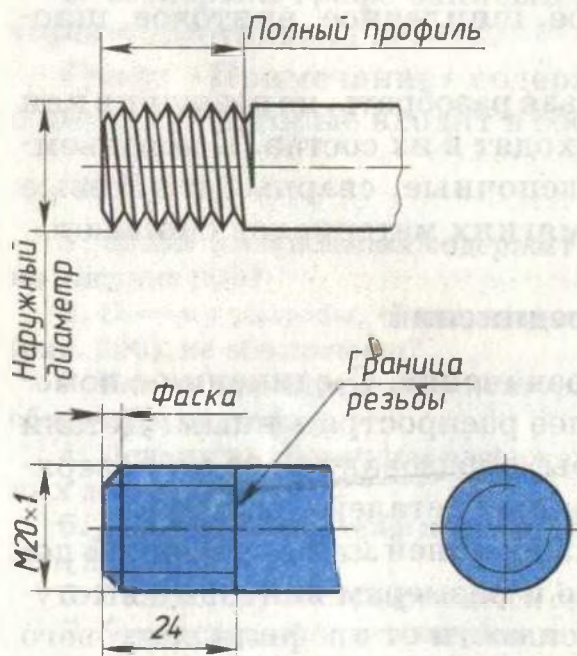


Рис. 205. Условное изображение
внешней резьбы

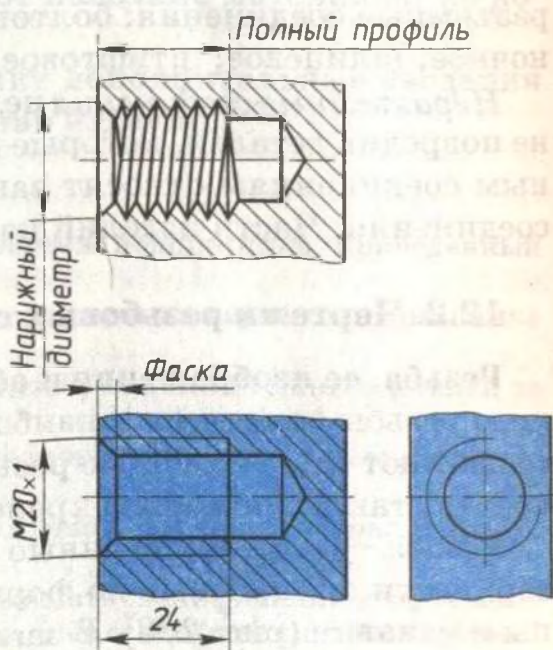


Рис. 206. Условное изображение
внутренней резьбы

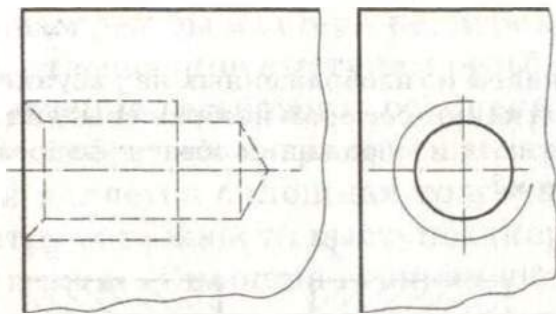


Рис. 207. Изображение невидимой резьбы

внутреннему диаметру резьбы, проводят сплошными тонкими, на виде слева проводят дугу, которая приблизительно равняется $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте, но не на центровых линиях. Фаску на виде слева не показывают.

Резьбу на внутренней поверхности (в отверстии) показывают сплошными тонкими линиями по наружному и сплошными толстыми — по внутреннему диаметру (рис. 206). Фаску на виде слева не показывают. Обратите внимание, штриховку на разрезе всегда доводят до сплошной толстой линии (рис. 206).

Резьба, показанная как невидимая, изображается штриховыми линиями и по наружному, и по внутреннему диаметру (рис. 207).

Границу видимой резьбы проводят до линии наружного ее диаметра и показывают сплошной толстой основной линией (см. рис. 205, 206).

По условным изображениям невозможно определить форму и размеры резьбы. Поэтому тип резьбы и основные размеры — наружный диаметр и шаг указывают на чертежах надписью — условным обозначением. Метрическую резьбу обозначают буквой М, размеры указывают в миллиметрах. Например, надпись М20×1 обозначает: резьба метрическая, наружный диаметр 20 мм, шаг 1 мм (мелкий шаг в обозначении приводят, а крупный нет). Обозначение резьбы, как правило, относят к ее наружному (большему) диаметру (см. рис. 205, 206).

ВОПРОСЫ

1. Почему резьбу на чертеже изображают условно?
2. Чем отличается условное изображение резьбы на стержне от условного изображения резьбы в отверстии?
3. Для чего на стержнях и в отверстиях с резьбой выполняют фаски?
4. Что такое граница резьбы? Как ее показывают на чертеже?
5. Для чего приводят условное обозначение резьбы на чертеже?
6. Чем отличаются между собой условные обозначения метрической резьбы с мелким и крупным шагами? Приведите примеры.
7. От какого диаметра следует проводить выносные линии для обозначения резьбы?

ЗАДАНИЕ

Определите, на каком из изображенных на рисунке 208 отверстий не показана резьба. Под каким номером изображены: вид А; сечение Б — Б; сечение В — В? На каком изображении обозначена резьба с мелким шагом; с крупным шагом?

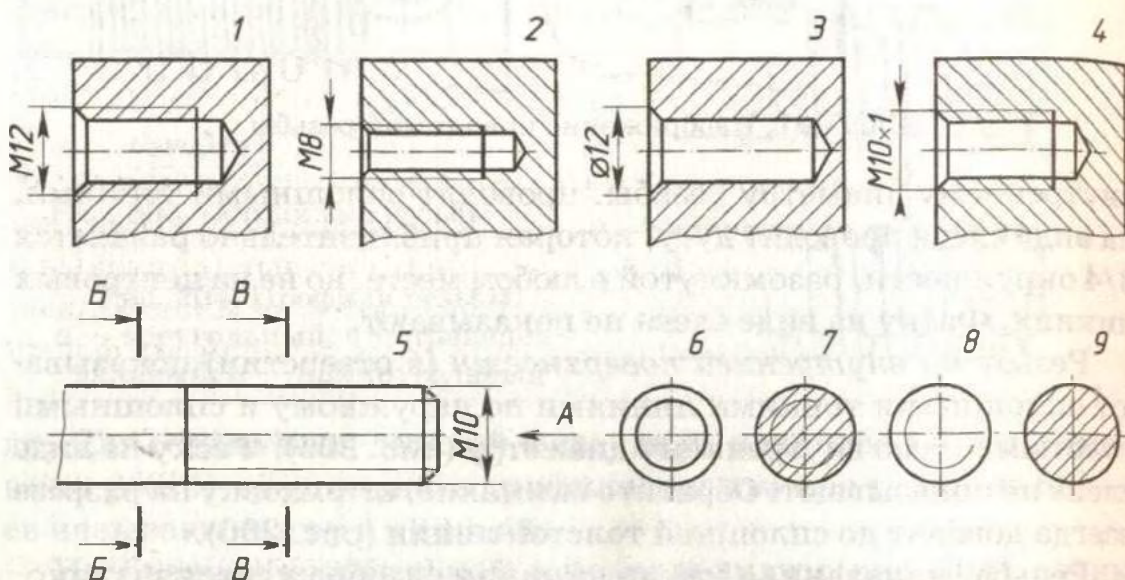


Рис. 208. Задание для упражнений

Изображение резьбового соединения. Для показа резьбы в соединении применяют разрезы плоскостью, которая проходит через ось соединения (рис. 209). Отверстие с резьбой может быть сквозным или несквозным (глухим). Если нужно, для изображения детали с наружной резьбой применяют местный разрез.

В месте соединения двух деталей резьбу изображают так, чтобы в отверстии было видно ту часть резьбы, которую не заслоняет резьба стержня (рис. 209). Сплошные толстые линии, отвечающие выступлениям резьбы на стержне, переходят в сплошные тонкие линии, которые отвечают впадинам резьбы в отверстии. И наоборот, сплошные тонкие линии, которые

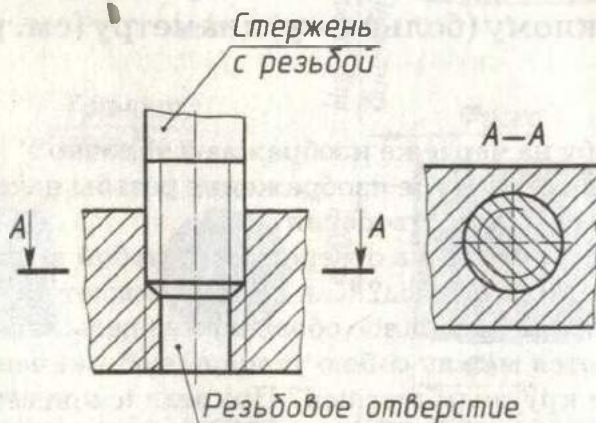


Рис. 209. Изображение резьбового соединения

отвечают впадинам резьбы на стержне, переходят в сплошные толстые линии, отвечающие выступам резьбы в отверстиях.

Поперечное сечение резьбового соединения (рис. 209) имеет характерные особенности: границей между контурами деталей с резьбой является сплошная толстая линия, которая отвечает диаметру окружности выступов (наружному диаметру) резьбы на стержне. Сплошная тонкая линия (проведенная на $3/4$ окружности) отвечает впадинам (внутреннему диаметру) резьбы на стержне.

Крепежные детали болтового и шпилечного соединений. Соединения, образованные крепежными деталями с резьбой, носят название этих деталей: болтовые, шпилечные, винтовые и т.п. Крепежные детали с резьбой встречаются во многих изделиях. Чтобы упорядочить применение этих деталей, их форму и размеры стандартизировали. Поэтому крепежные детали с резьбой называют стандартными. Это дает возможность сосредоточить их производство на специализированных предприятиях и упростить изготовление изделий.

На чертежах соединений стандартные детали изображают упрощенно по относительным размерам. Это означает, что размеры их отдельных элементов определяют по соотношению с наружным диаметром резьбы (его обозначают d). Соотношение для таких расчетов приведено на рисунке 210. Благодаря упрощенному изображению крепежных деталей ускоряется выполнение чертежей.

Стандартный **болт** (рис. 210, а) — это цилиндрический стержень с шестигранной головкой. На стержне болта нарезана резьба. Головка болта и конец стержня обточены на конус (сняты фаски).

Гайка — это шестигранник, внутри которого есть отверстие с резьбой (рис. 210, б). Оба плоских торца гайки и отверстие с резьбой имеют фаски.

Шпилька — цилиндрический стержень (рис. 210, в), на обоих концах которого нарезана резьба. С каждого конца шпильки снята фаска.

Шайба представляет собой круглое кольцо (рис. 210, г).

Размеры крепежных деталей на сборочных чертежах не наносят, основные данные о них записывают в виде условного обозначения в спецификации. Пользуясь этим обозначением, необходимые размеры можно определить из таблиц в справочниках.

Условное обозначение болта включает тип и размеры резьбы, длину его стержня. Запись «Болт М12×1,25×60» означает: болт с метрической резьбой диаметром 12 мм, мелким шагом 1,25 мм, длина стержня 60 мм.

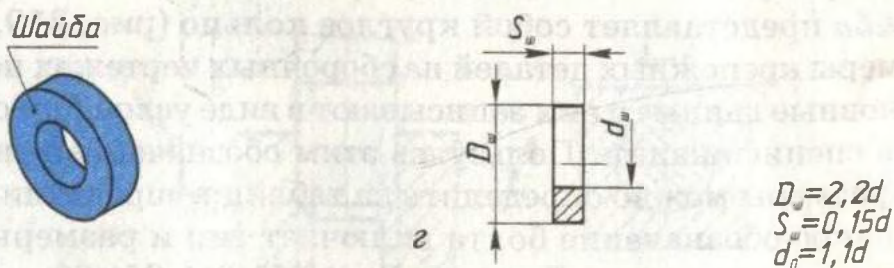
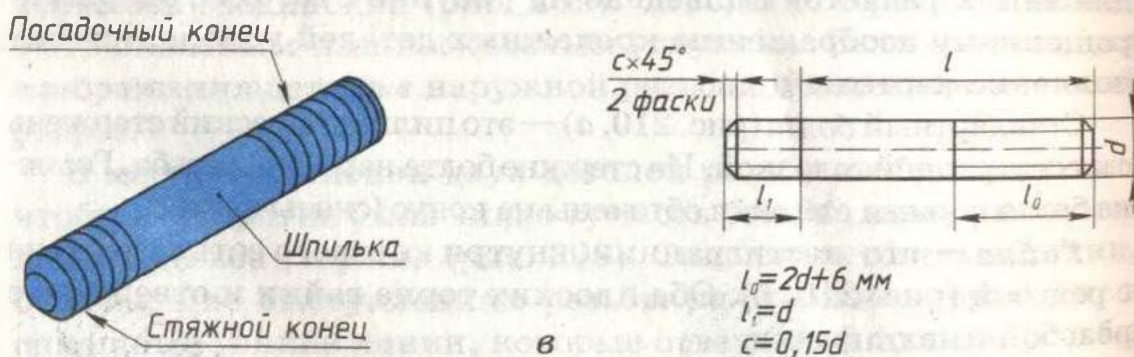
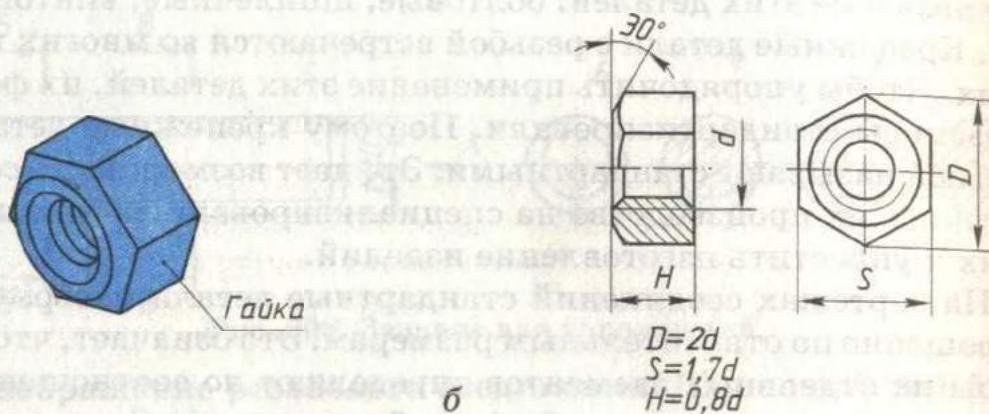
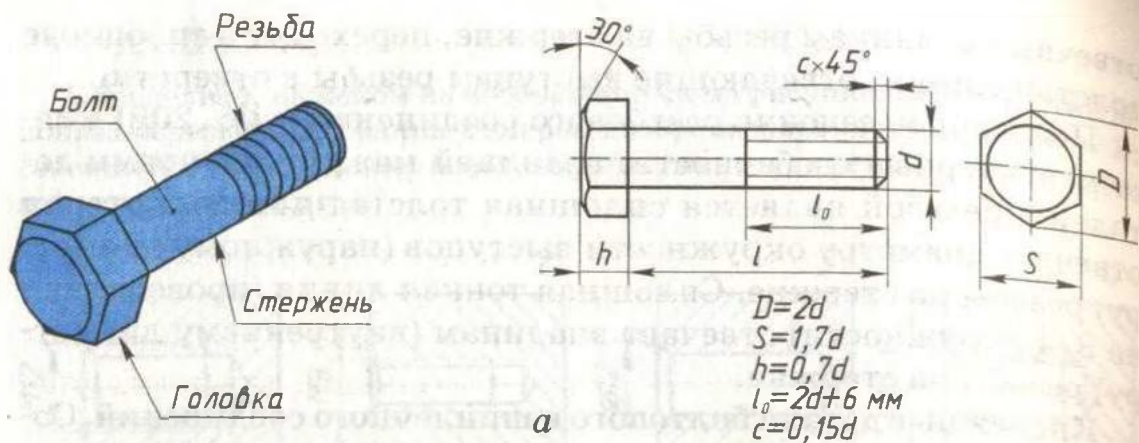


Рис. 210. Крепежные детали:

а — болт с шестигранной головкой; б — шестигранная гайка;
в — шпилька; г — шайба

Для шпильки указывают тип резьбы, ее размеры и длину ввинчиваемого конца, например, «Шпилька М16×60». Это означает, что шпилька имеет метрическую резьбу диаметром 16 мм, шаг резьбы крупный, длина ввинчиваемого конца 60 мм.

В обозначения гайки входят тип резьбы и ее размеры. Запись «Гайка М16» означает, что гайка имеет метрическую резьбу диаметром 16 мм, шаг резьбы крупный.

Для шайб в условном обозначении указывают диаметр болта, например, «Шайба 12». Это означает: шайба для болта диаметром 12 мм.

ВОПРОСЫ

1. Для чего применяют упрощенные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах?
2. Какие вы знаете крепежные детали с резьбой?
3. Чем отличается болт от шпильки?
4. Сколько изображений нужно, чтобы показать на чертеже болт; шпильку; гайку; шайбу? Какие это должны быть изображения?
5. Какую длину имеет болт, обозначение которого «Болт М20×55»?
6. Какой диаметр резьбы имеет гайка с обозначением «Гайка М22»?
7. Чем отличаются друг от друга гайки, если их обозначение «Гайка М24» и «Гайка М24×1,25»?

ЗАДАНИЕ

1. По наглядным изображениям (рис. 211) выполните эскиз детали с резьбой.
2. Дополните чертеж детали (рис. 212) изображением отверстия с резьбой.

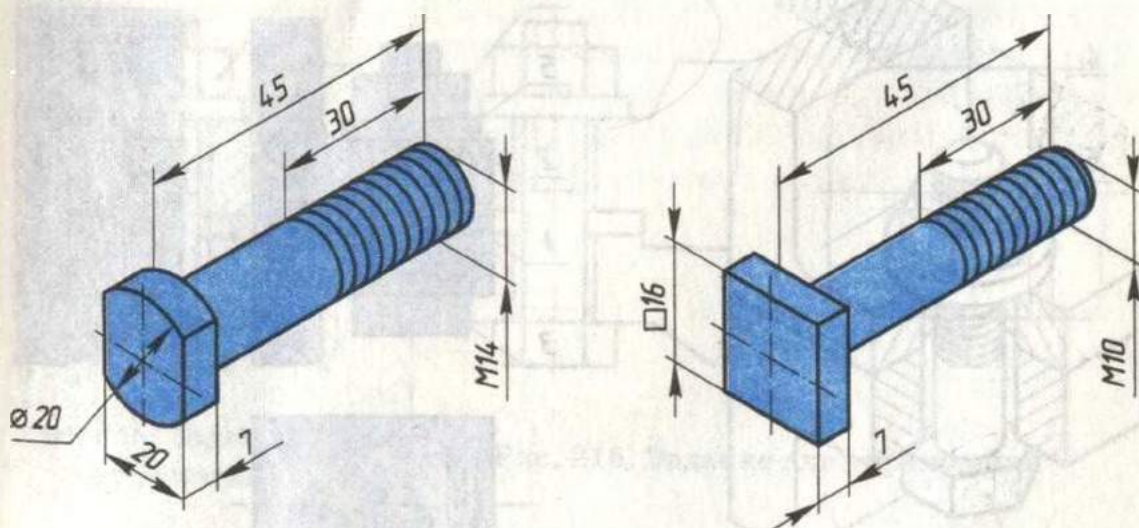


Рис. 211. Задание для упражнений

Чертеж болтового соединения. Общий вид болтового соединения показан на рисунке 213, а. В деталях 1 и 2, которые надо соединить, просверливают отверстие, диаметр которого немно-

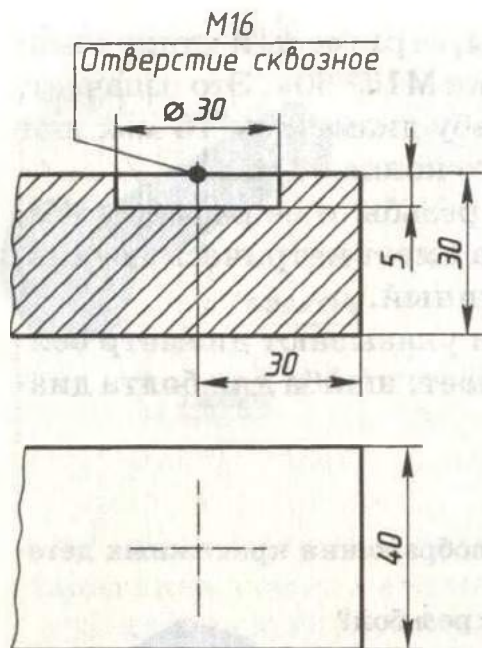
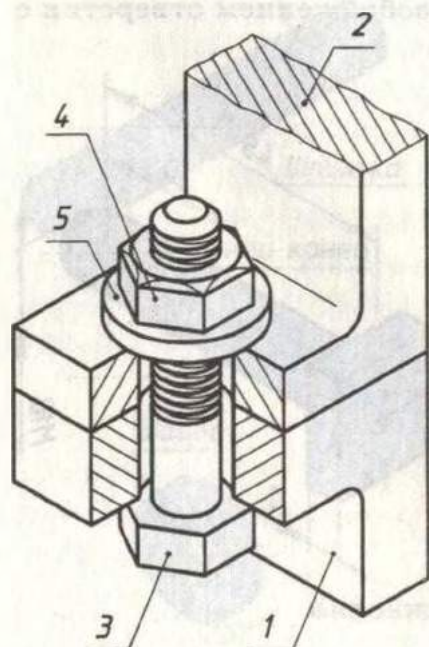


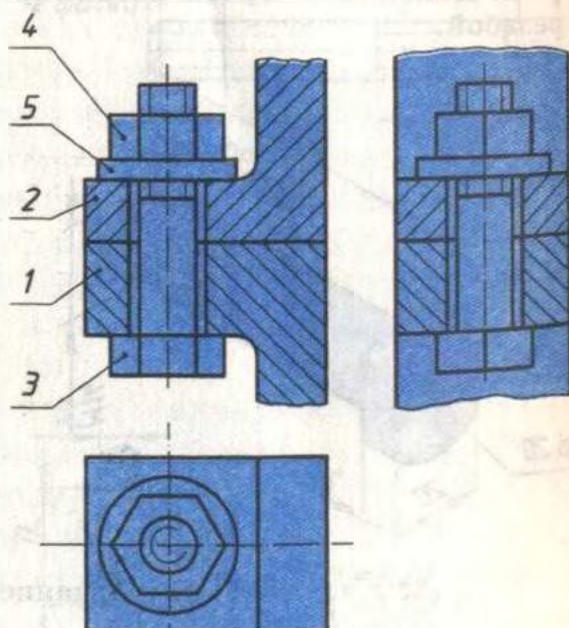
Рис. 212. Задание для упражнений

порядку образования самого болтового соединения.

Болты на сборочном чертеже показывают нерассеченными, если секущая плоскость проходит вдоль их оси. Также нерассеченными показывают гайку и шайбу. Обратите внимание, как заштрихованы соединенные детали 1 и 2 (см. рис. 213, б).



а



б

Рис. 213. Болтовое соединение:

а — общий вид; б — чертеж

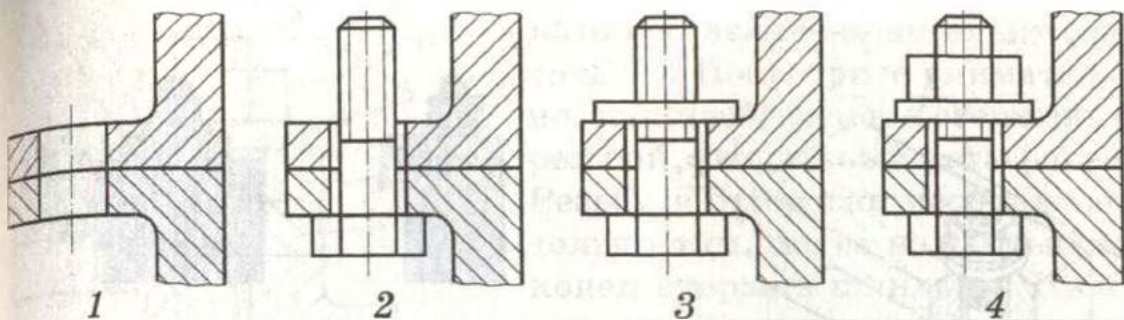


Рис. 214. Последовательность образования изображения болтового соединения

ВОПРОСЫ

1. Из каких элементов состоит болтовое соединение?
2. За счет чего происходит скрепление деталей в болтовом соединении?
3. Для чего нужна шайба в болтовом соединении?
4. Во время выполнения разреза на сборочном чертеже секущая плоскость прошла вдоль оси болта, гайки и шайбы. Надо ли их штриховать?

ЗАДАНИЕ

1. Рассмотрите чертеж на рисунке 215 и укажите, какими цифрами обозначен болт, гайка, шайба?
2. Перенесите на прозрачную бумагу незаконченные изображения (рис. 216) болтового соединения. Дочертите линии резьбы. Постройте вид сверху. Выполните штриховку на разрезе.

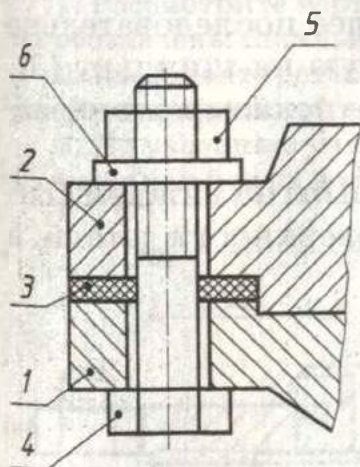


Рис. 215. Задание для упражнений

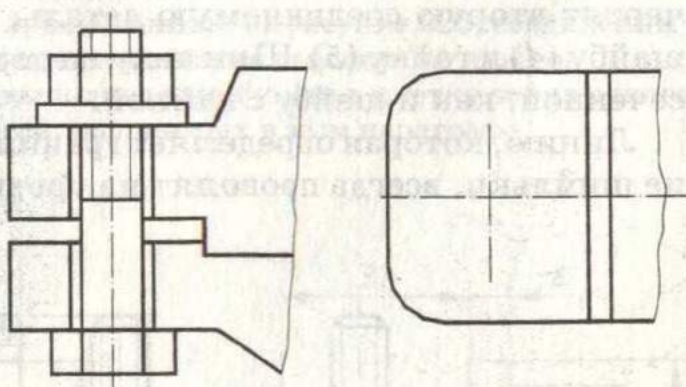


Рис. 216. Задание для упражнений

Чертеж шпилечного соединения. Общий вид шпилечного соединения показан на рисунке 217, а. К нему относятся соединенные детали 1 и 2, шпилька 3, гайка 4 и шайба 5. Одним концом шпилька 3 на всю длину резьбы ввинчивается в глухое (несквозное) отверстие с резьбой в детали 1. Сверху надевают де-

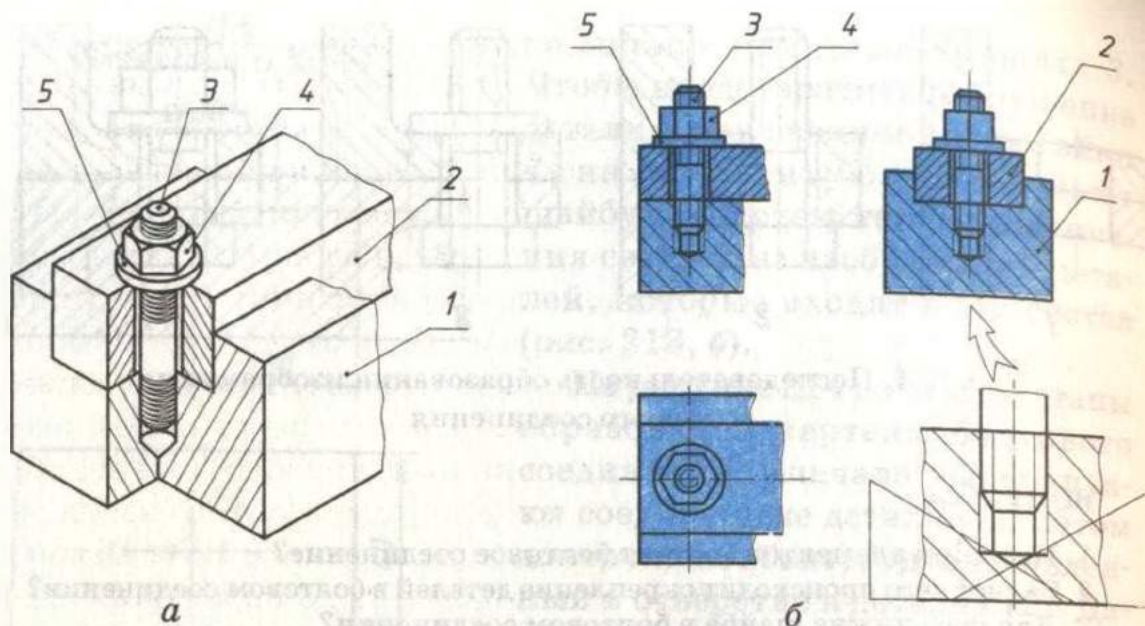


Рис. 217. Шпильчатое соединение:
а — общий вид; б — чертёж

таль 2 с отверстием, которое немного больше чем диаметр шпильки. На свободный конец шпильки навинчивают гайку 4, под которую подкладывают шайбу 5. Навинчивая гайку, детали 1 и 2 прижимают одну к другой.

На рисунке 218 показаны этапы образования чертежа шпильчатого соединения. Сначала вычерчивают деталь с резьбовым отверстием (1), затем дочерчивают изображение шпильки, ввинченной в отверстие с резьбой (2). Далее последовательно чертят вторую соединяемую деталь, одетую на шпильку (3), шайбу (4) и гайку (5). Шпильку на чертеже показывают нерасеченной, как и шайбу с гайкой.

Линию, которая определяет границу резьбы на нижнем конце шпильки, всегда проводят на уровне поверхности детали, в

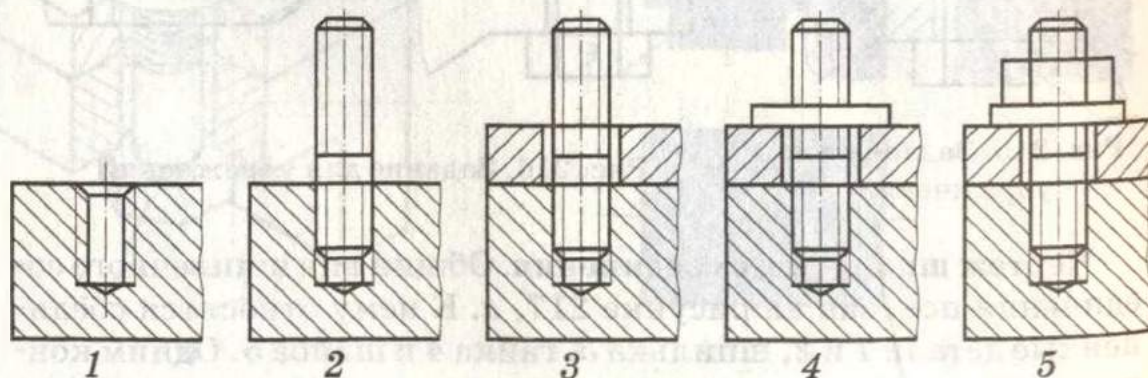


Рис. 218. Последовательность образования изображения шпильчатого соединения

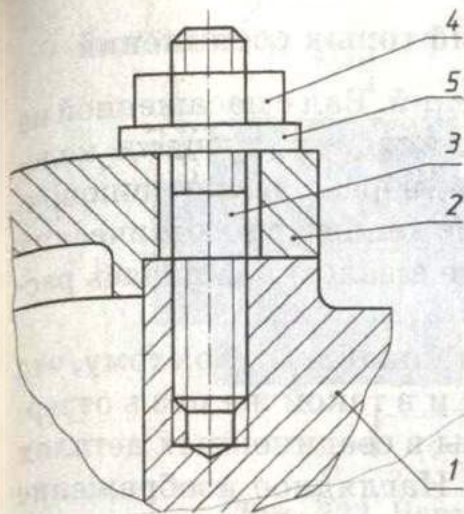


Рис. 219. Задание для упражнений

которую ввинчено шпильку (деталь 1). Посмотрите внимательно, как изображается стержень с резьбой, ввинченный в отверстие. Резьбу в отверстии изображают только там, где ее не закрывает конец стержня шпильки. Нижнюю часть глухого отверстия показывают незаполненной стержнем. На конце отверстия показывают коническое углубление, образованное сверлом. Его чертят с углом при вершине 120° . Штриховку доводят до сплошной толстой линии.

ВОПРОСЫ

1. Из каких элементов складывается шпилечное соединение?
2. В какой последовательности соединяют детали шпилькой?
3. Сколько изображений может быть на чертеже шпилечного соединения?
4. До какой линии надо наносить штриховку на разрезе отверстия с резьбой?

ЗАДАНИЕ

1. Рассмотрите чертеж на рисунке 219 и определите, какими цифрами обозначены шпилька, гайка, шайба.
2. Изобразите детали 1 и 2, показанные на рисунке 220, соединенными. Размеры деталей на чертеже соединения наносить не нужно.
3. По указанию учителя выполните на бумаге в клетку эскиз одного из видов резьбовых соединений, изученных в этом параграфе.

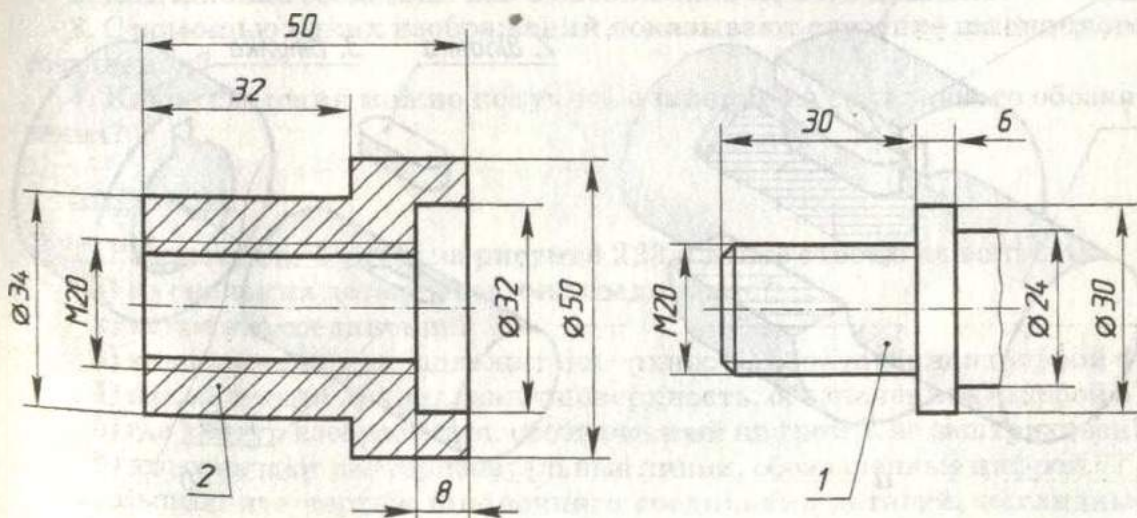


Рис. 220. Задание для упражнений

12.3. Чертежи шпоночных и штифтовых соединений

Изображение шпоночных соединений. Вал с насаженной на него деталью (это может быть шкив, маховик, зубчатое колесо, рычаг и т.п.) с помощью шпонки, образуют шпоночное соединение. Такие соединения применяют в механических передачах, если нужно, чтобы вместе с валом вращалась расположенная на нем деталь.

Шпонка соединяет вал с другой деталью благодаря тому, что она одновременно заходит в паз вала и в такой же паз в отверстии насаженной на вал детали. Пазы в соединенных деталях называют шпоночными канавками. Наглядное изображение шпоночного соединения показано на рисунке 221. Втулку и вал показано рассеченными, чтобы лучше было видно шпонку и ее расположение.

В зависимости от условий использования шпоночные соединения образуются с помощью различных по форме шпонок. Наиболее распространенными среди них являются призматические шпонки с округленными торцами.

Форма и размеры шпонок стандартизированы. На сборочном чертеже каждая шпонка имеет условное обозначение. Для призматической шпонки оно включает название этой детали и три размера, которые определяют ее ширину, высоту и длину. Например, запись «Шпонка 12Х8Х60» означает, что призматическая шпонка имеет такие размеры: ширина 12 мм, высота 8 мм, длина 60 мм.

На чертеже шпоночного соединения выполняют изображения тех деталей, которыми оно образовано. Показывают такое

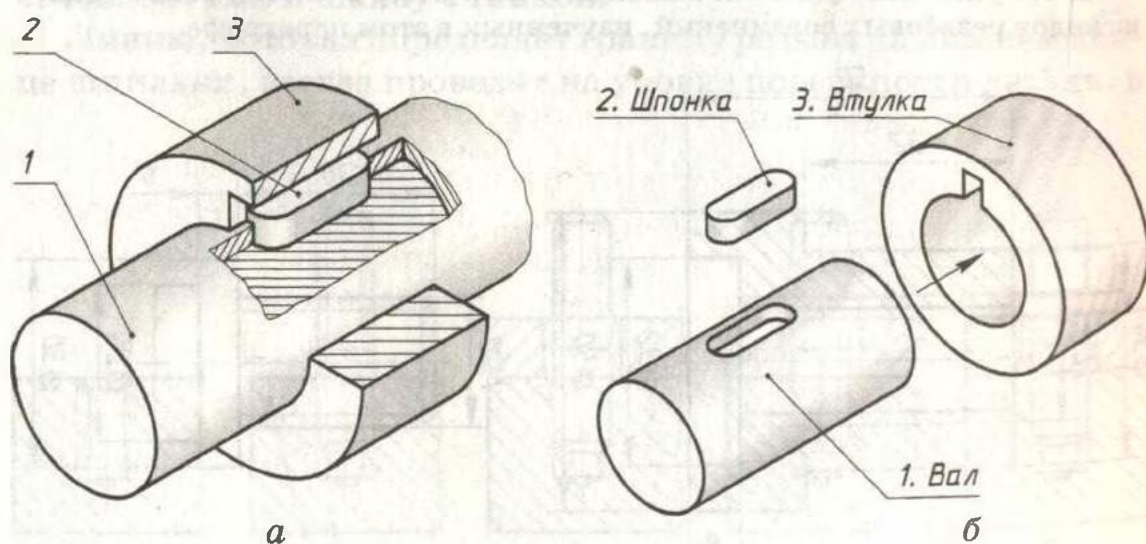


Рис. 221. Шпоночное соединение:
а — общий вид; б — детали

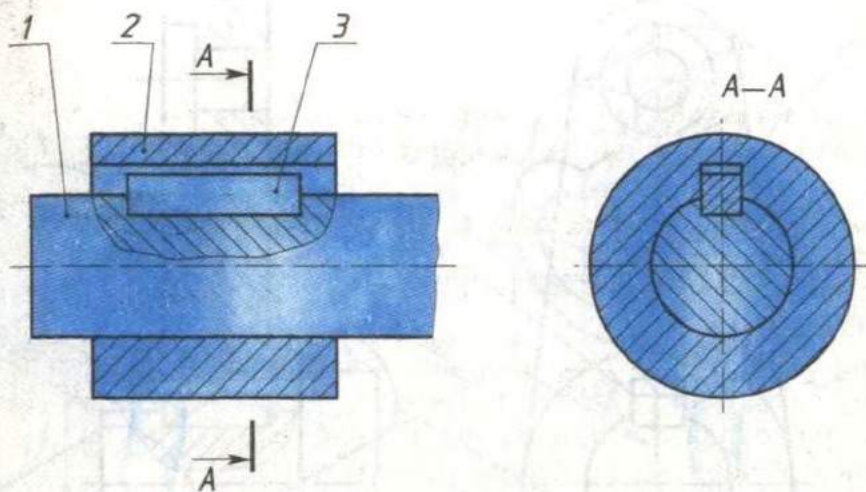


Рис. 222. Чертеж шпоночного соединения

соединение двумя изображениями (рис. 222). На месте вида спереди располагают продольный разрез соединения (вдоль оси вала и соединенной с ним детали). При этом шпонку показывают нерассеченной, а на изображении вала выполняют только местный разрез. Это делают тогда, когда секущая плоскость проходит вдоль сплошной (непустотелой) детали. Продольный разрез дополняют поперечным, который располагают на месте вида слева. На этом разрезе соединенные детали и шпонку изображают рассеченными.

На чертеже между верхней плоскостью шпонки и дном канавки втулки обязательно показывают небольшой промежуток — зазор. Он обеспечивает возможность складывания соединения.

ВОПРОСЫ

1. Какое назначение шпоночных соединений?
2. Как шпонка соединяет вал с насаженной на него деталью?
3. С помощью каких изображений показывают строение шпоночного соединения?
4. Какие сведения можно получить о шпонке из ее условного обозначения?

ЗАДАНИЕ

1. Рассмотрите чертеж на рисунке 223 и дайте ответы на вопросы:
 - 1) из скольких деталей состоит соединение?
 - 2) какое это соединение?
 - 3) какой детали принадлежит поверхность, обозначенная цифрой 4?
 - 4) какой детали принадлежит поверхность, обозначенная цифрой 5?
 - 5) где контур изображения, обозначенный цифрой 3, не заштрихован?
 - 6) что означают две горизонтальные линии, обозначенные цифрой 6?
2. Выполните чертеж шпоночного соединения деталей, наглядные изображения которых показаны на рисунке 224. Размеры призматической шпонки и пазов определите по справочным данным, приведенным в

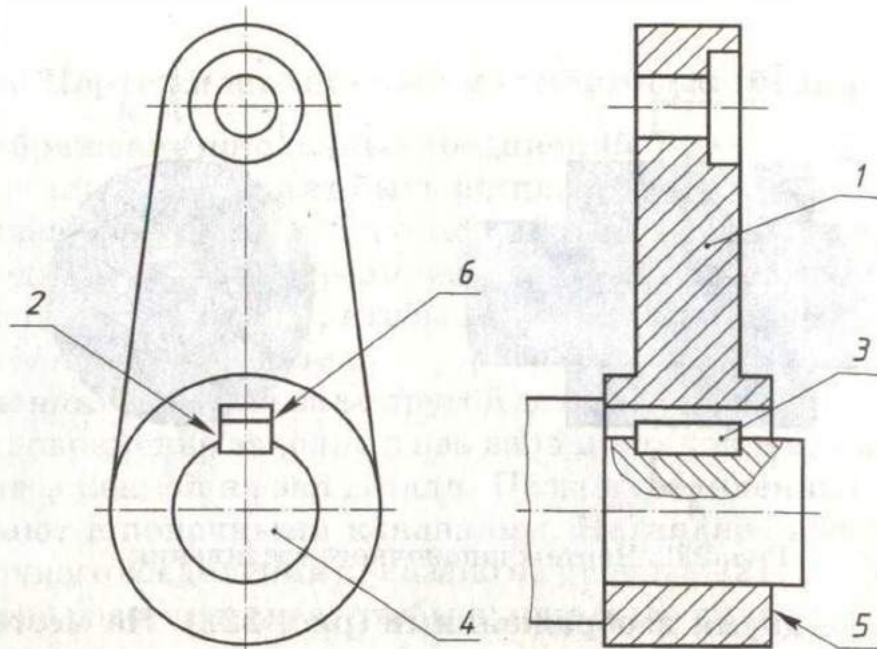


Рис. 223. Задание для упражнений

таблице 7. Примите во внимание, что длина шпонки должна быть на 5...6 мм меньше длины отверстия в детали. Наносить размеры на чертеже не нужно.

Шпонки призматические, мм

Таблица 7

Диаметр вала D	Размеры сечений $b \times h$	Глубина паза	
		вала t	втулки t_1
			
7...22	6×6	3,5	2,8
22...30	8×7	4,0	3,3
30...38	10×8	5,0	3,3
38...44	12×8	5,0	3,3
44...50	14×9	5,5	3,8
50...58	16×10	6,0	4,3

Изображение штифтовых соединений. Штифтовые соединения образуются с применением штифтов — деталей цилиндрической или конической формы. С помощью цилиндрических штифтов обеспечивают фиксацию одной детали относительно другой — это предотвращает смещение деталей, скрепленных винтами (рис. 225). Конические штифты применяют тогда,

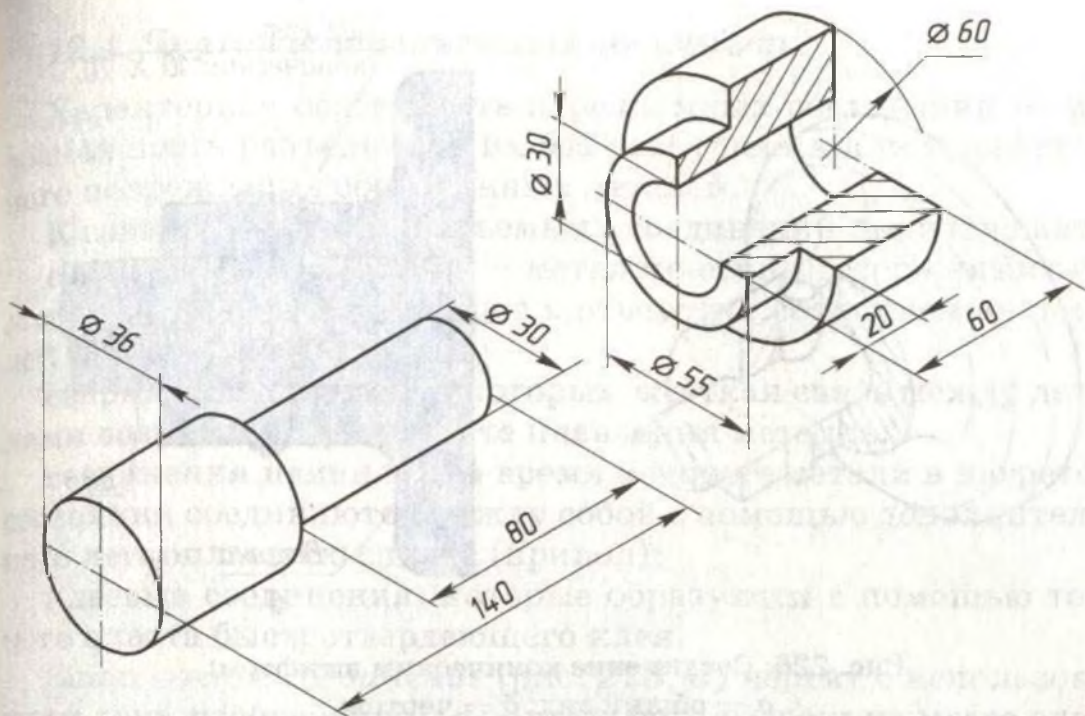


Рис. 224. Задание для упражнений

когда нужно предотвратить взаимное продольное смещение двух деталей (рис. 226).

Особенностью штифтового соединения является то, что отверстие под штифт просверливают одновременно во всех деталях, которые подлежат соединению. Этим достигается высокая степень взаимной фиксации соединенных деталей. Чаще всего штифты вставляют в отверстие запрессовкой.

Размеры штифтов стандартизированы. Диаметр и длину штифта выбирают в зависимости от размеров соединяемых де-

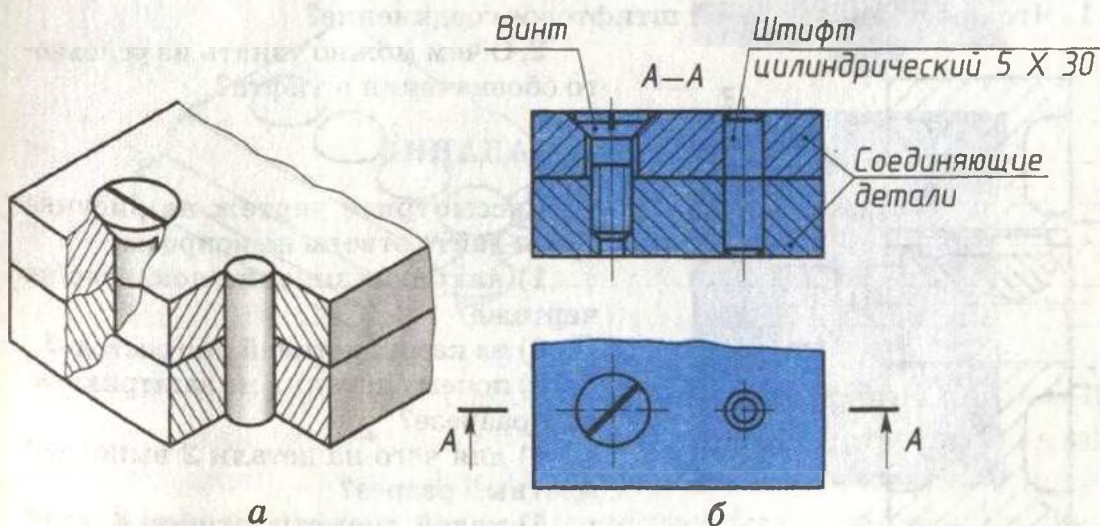


Рис. 225. Соединение цилиндрическим штифтом:
а — общий вид; б — чертеж

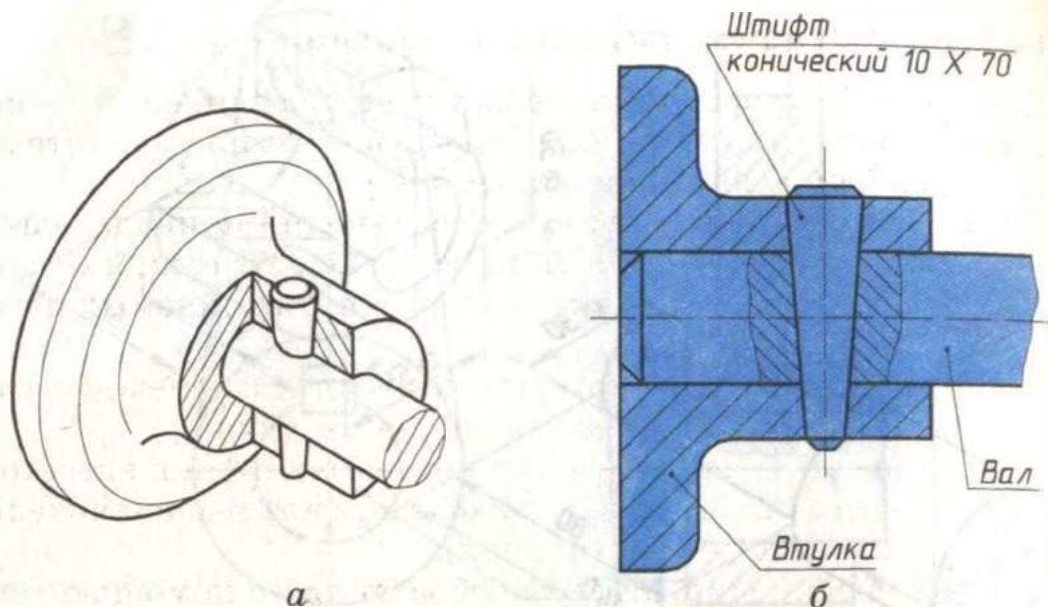


Рис. 226. Соединение коническим штифтом:
а — общий вид; б — чертеж

талей. В обозначение штифта входят его название и размеры, например, «Штифт цилиндрический 5×30». Это означает, что цилиндрический штифт имеет диаметр 5 мм и длину 30 мм. Надпись «Штифт конический 10×70» означает, что у конического штифта меньший диаметр 10 мм, а длина 70 мм.

Штифтовые соединения, как правило, показывают с помощью разрезов (рис. 225, 226). На сборочных чертежах штифты в разрезе показывают, как и другие непустотелые детали, нерассеченными, если секущая плоскость проходит вдоль их оси.

ВОПРОСЫ

1. Что представляет собой штифтовое соединение?

2. О чем можно узнать из условного обозначения штифта?

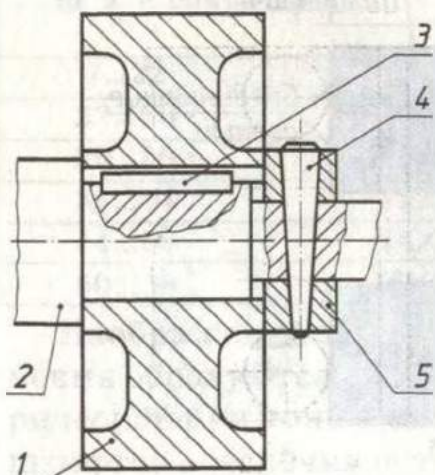


Рис. 227. Задание для
упражнений

ЗАДАНИЕ

Рассмотрите чертеж на рисунке 227 и дайте ответы на вопросы:

1) какое соединение показано на чертеже?

2) из каких деталей оно состоит?

3) почему деталь 3 не заштрихована в разрезе?

4) для чего на детали 2 выполнен местный разрез?

5) какой диаметр штифта 4, если он имеет обозначение «Штифт конический 12×55»?

12.4. Чертежи неразъемных соединений

Характерная особенность неразъемных соединений — невозможность разъединить их без разрушения или значительного повреждения соединенных деталей.

К главным видам неразъемных соединений принадлежат: соединения заклепками — металлическими стержнями с головками, которые вставляют в отверстия соединяемых деталей и расклепывают;

сварные соединения, в которых жесткая связь между деталями возникает в результате плавления металла;

соединения паянием, во время которого детали в нагретом состоянии соединяются между собой с помощью дополнительного легкоплавкого сплава (припоя);

клеевые соединения, которые образуются с помощью тонкого пласта быстротвердеющего клея.

Заклепочное соединение (рис. 228, а) чертят с использованием двух изображений: фронтального разреза на месте главного вида и вида сверху или слева. На чертеже изображают все элементы соединяемых деталей и заклепок с указанием размеров соединения. Разрешается показывать не все заклепки в швах, а только в начале и в конце шва. Остальные заклепки показывают центровыми линиями (рис. 228, б).

Типы заклепок и их размеры стандартизированы. Условное обозначение заклепки дают в спецификации или на полке линии-выноски (рис. 228, б). В условное обозначение заклепки

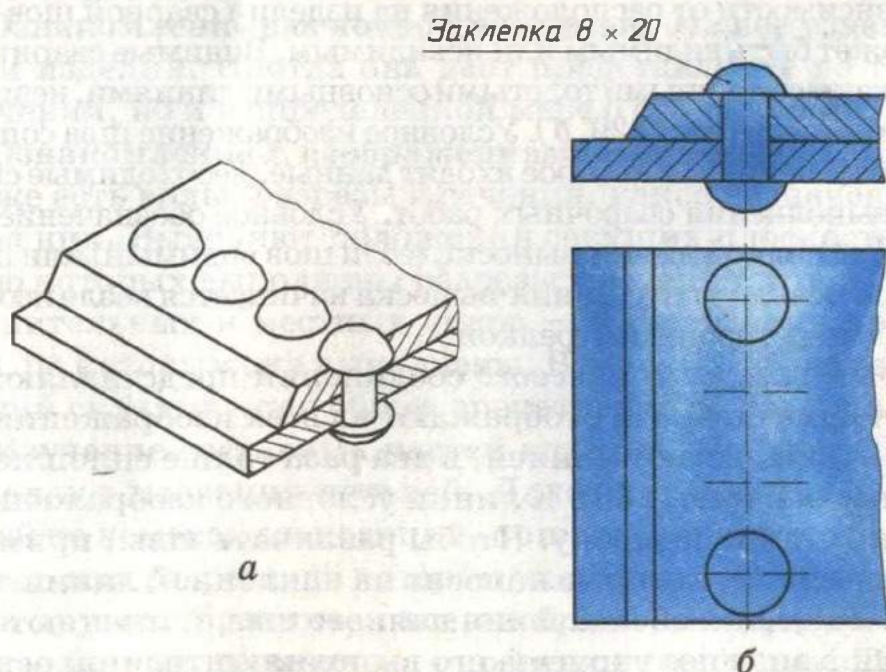


Рис. 228. Заклепочное соединение:

а — общий вид; б — чертеж

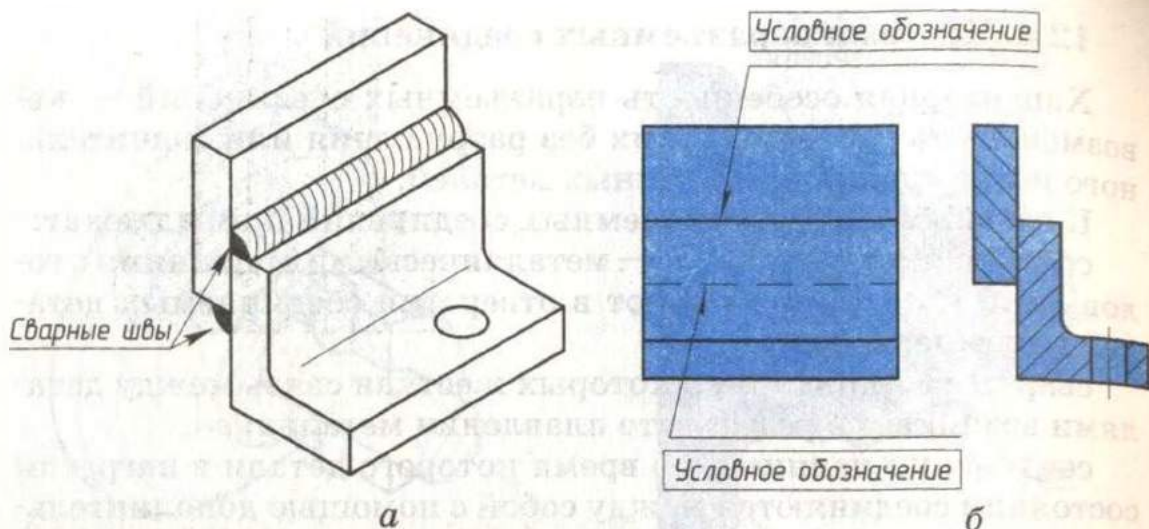


Рис. 229. Сварной шов:
а — общий вид; б — чертеж

входит название этой детали, ее диаметр и длина, например, «Заклепка 8×20».

Совокупность, определенным образом расположенных в соединении заклепок, образует *заклепочный шов*. В зависимости от взаимного расположения соединяемых деталей и расположения заклепок в швах существуют разные типы заклепочных швов.

Часть *сварного соединения*, образованная плавлением металла в месте соединения, представляет собой *сварной шов* (рис. 229, а). Сварные швы имеют свою классификацию, которая учитывает характер сварного соединения и особенности выполнения швов.

В зависимости от расположения на изделии сварной шов на чертеже может быть видимым или невидимым. Видимые сварные швы изображают сплошными толстыми основными линиями, невидимые — штриховыми (рис. 229, б). Условное изображение шва сопровождают обозначением, в которое входят данные, необходимые сварщику для выполнения сварочных работ. Условное обозначение располагают над полкой линии-выноски (если шов видимый) или под ней (если шов невидимый). Линия-выноска начинается возле изображения шва односторонней стрелкой.

Основу *паяного и клеевого* соединений представляют соответствующие швы. Их изображают на всех изображениях одинаково и показывают линией, в два раза толще сплошной толстой основной (рис. 230). К линии условного изображения шва проводят линию-выноску. Чтобы различать швы, применяют условные знаки, которые наносят на наклонной линии-выноске (рис. 230). Для обозначения паяного шва применяют условный знак в виде полукруга С, его выполняют толстой основной линией. Для обозначения места склеивания применяют условный знак К, похожий на букву К.

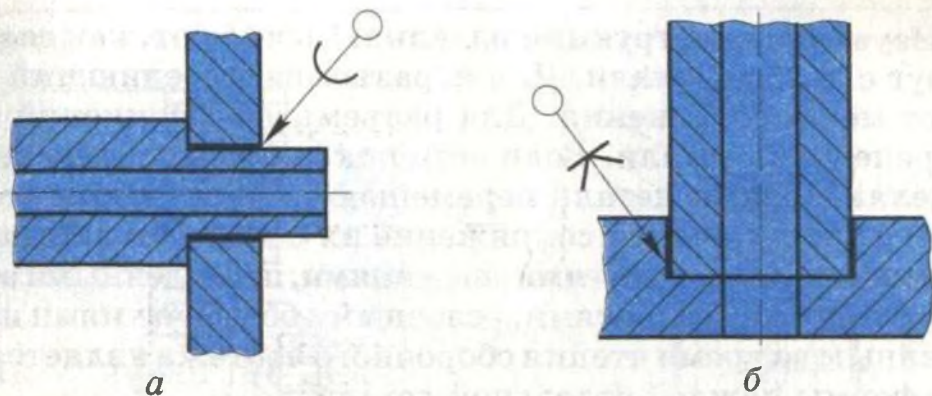


Рис. 230. Паяное (а) и клеевое (б) соединения

Если сварной, паяный или клеевой шов выполняют по замкнутой линии (по периметру), то линию-выноску заканчивают окружностью диаметром 3-4 мм (рис. 230).

13. ЧТЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

13.1. Порядок чтения сборочных чертежей

Прочитать сборочный чертеж — это значит выяснить строение изображенного изделия. При этом определяют взаимодействие и способы соединения деталей в изделии, форму каждой из них.

Чтение сборочных чертежей выполняют в определенной последовательности.

1. Ознакомление с основной надписью. Из нее узнают о названии изделия. Иногда она дает представление не только о назначении, но и в определенной мере о его строении.

2. Ознакомление с изображениями. Определяют, какие на чертеже есть виды, разрезы и сечения, какое назначение каждого из них. Выясняют положения секущих плоскостей, с помощью которых выполнены разрезы и сечения, а при наличии дополнительных и местных видов — направления проецирования, по которым они выполнены. В результате анализа изображений складывается общее впечатление об изделии.

3. Изучение составных частей изделия. По спецификации определяют названия деталей. Далее находят изображения деталей по номерам их позиций, причем сначала это делают на том виде или разрезе, на котором указан номер позиции, а потом на других. Сравнивая все изображения каждой детали, представленные на чертеже, определяют ее форму. Так делают последовательно со всеми деталями по порядку их номеров (позиций) в спецификации, начиная с первой.

4. Изучение конструкции изделия. Выясняют, как соединены друг с другом детали. Для неразъемных соединений определяют места соединения. Для разъемных соединений находят крепежные детали. Если есть подвижные соединения, то определяют, какие детали перемещаются и по каким поверхностям осуществляется сопряжение их с другими деталями.

5. Ознакомление с другими сведениями, приведенными на чертеже (размерами, надписями, условными обозначениями и т.п.).

Главным во время чтения сборочного чертежа является изучение формы каждой отдельной детали.

Попробуем прочитать сборочный чертеж, приведенный на рисунке 231.

Из основной надписи узнаем, что на сборочном чертеже изображен домкрат.

Зная название, можем сделать вывод, что на чертеже показано механическое устройство для поднимания грузов.

Чертеж содержит четыре изображения: главный вид, совмещенный с половиной фронтального разреза, вид сверху, вид слева с местным разрезом и местный вид.

Домкрат состоит из четырех деталей и шести крепежных элементов — двух винтов М6 и четырех М12.

Корпус 1 показан на всех изображениях. Его нижняя часть — прямоугольная, верхняя — цилиндрическая. Пустота внутри нижней части корпуса — прямоугольная, на что указывает местный вид А. Отверстия на цилиндрической части имеют резьбу под винты 5.

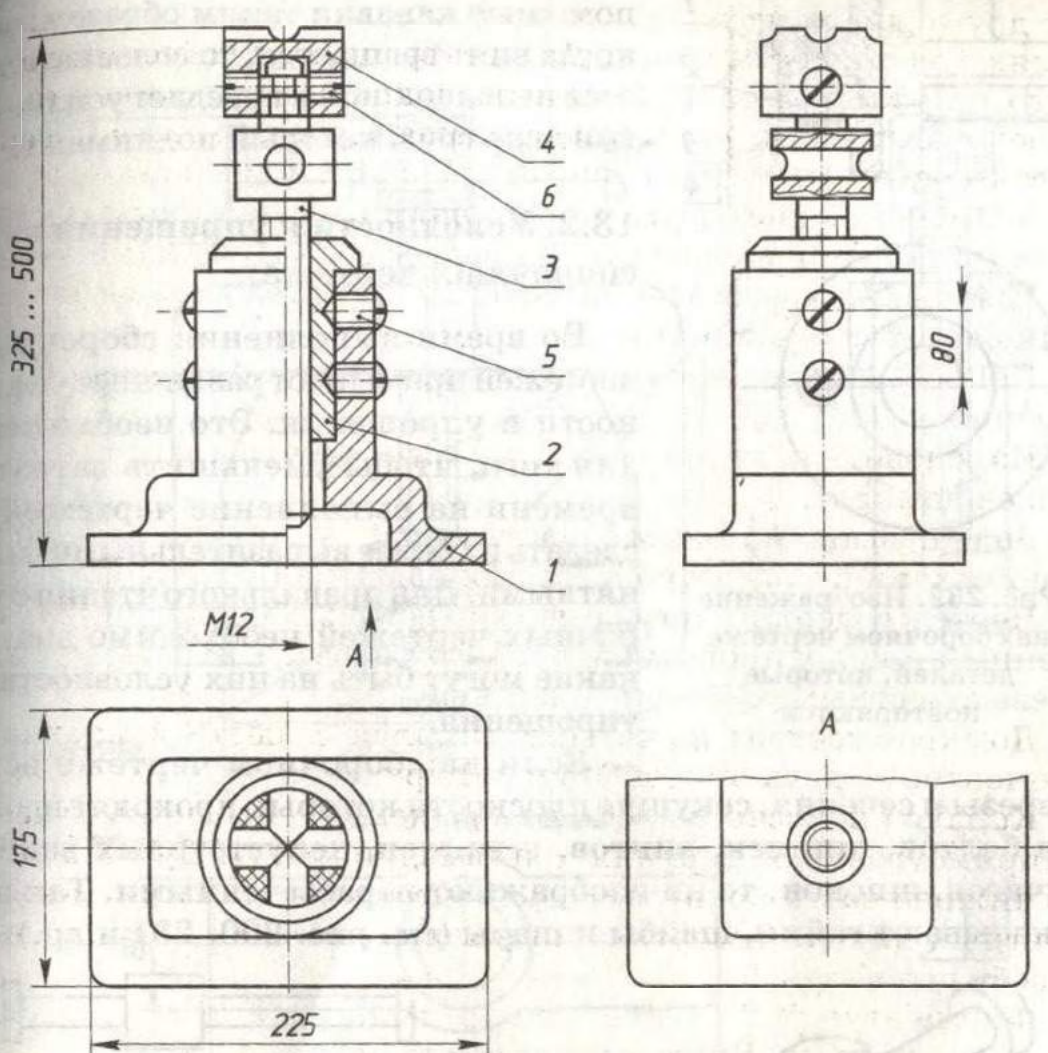
Форма втулки 2 полностью определяется половиной фронтального разреза. Внутри втулки есть резьба.

Винт 3 представляет собой стержень, образованный тремя цилиндрическими поверхностями разных диаметров. На наиболее длинной части винта нарезана резьба М12. С помощью разреза показано, что в головке винта перпендикулярно к оси просверлено сквозное цилиндрическое отверстие. На следующей за головкой цилиндрической частью есть кольцевая канавка.

Головка 4 показана на всех основных изображениях — она круглая. Ее плоская опорная поверхность имеет насечку (это видно из вида сверху). С помощью фронтального разреза показано на оси глухое цилиндрическое отверстие. Перпендикулярно к его оси выполнены отверстия с резьбой под винты 6.

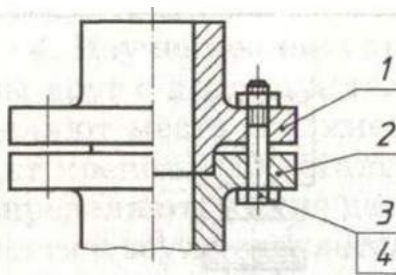
Втулка 2 вставляется в корпус 1 и неподвижно закрепляется винтами 5.

Винт 3 и втулка 2 образуют подвижное резьбовое соединение. Поскольку втулка закреплена в корпусе домкрата неподвижно, винт 3 во время вращения перемещается вниз или вверх вдоль своей оси. Поворачивают винт стержнем, вставленным в отверстие на головке.



Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
1	Корпус	1	Сталь	
2	Втулка	1	Сталь	
3	Винт грузовой	1	Сталь	
4	Головка	1	Сталь	
5	Винт M12 X 30	4	Сталь	Покупной
6	Винт M6 X 20	2	Сталь	Покупной
Чертил			ДОМКРАТ	
Проверил				
Школа №	кл.			№

Рис. 231. Сборочный чертеж домкрата



Головка 4 соединена с винтом 3 с помощью канавки таким образом, что когда винт вращается, то головка остается неподвижной и передает усилие от винта на груз, который поднимают.

13.2. Условности и упрощения на сборочных чертежах

Во время выполнения сборочных чертежей применяют различные условности и упрощения. Это необходимо для того, чтобы уменьшить затраты времени на выполнение чертежей и сделать их более выразительными и понятными. Для правильного чтения сборочных чертежей необходимо знать, какие могут быть на них условности и упрощения.

Если на сборочном чертеже есть разрезы и сечения, секущие плоскости которых проходят вдоль оси болтов, шпилек, винтов, штифтов, непустотелых валов, рычагов, шпонок, то их изображают нерассеченными. Так же показывают гайки, шайбы и шары (см. рис. 200, 231 и др.).

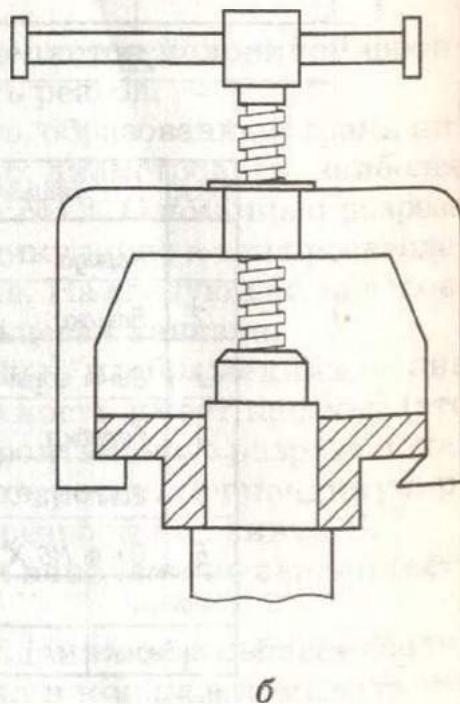
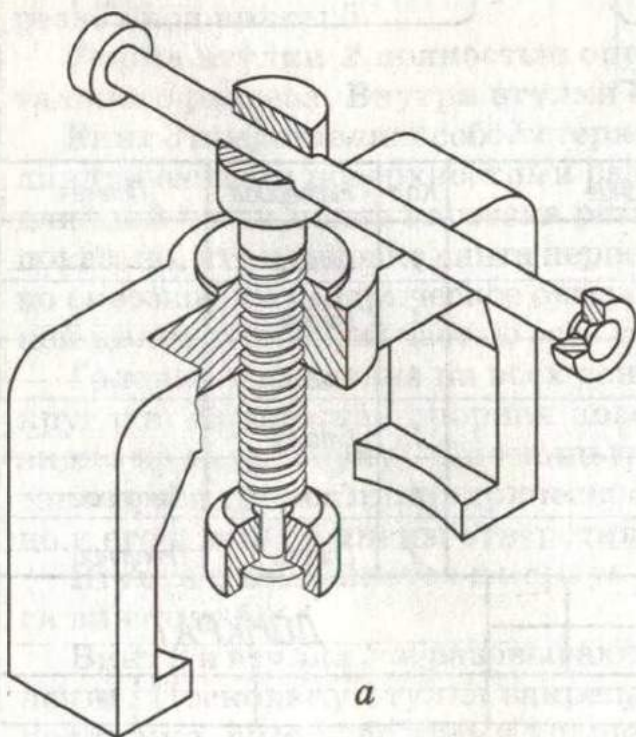
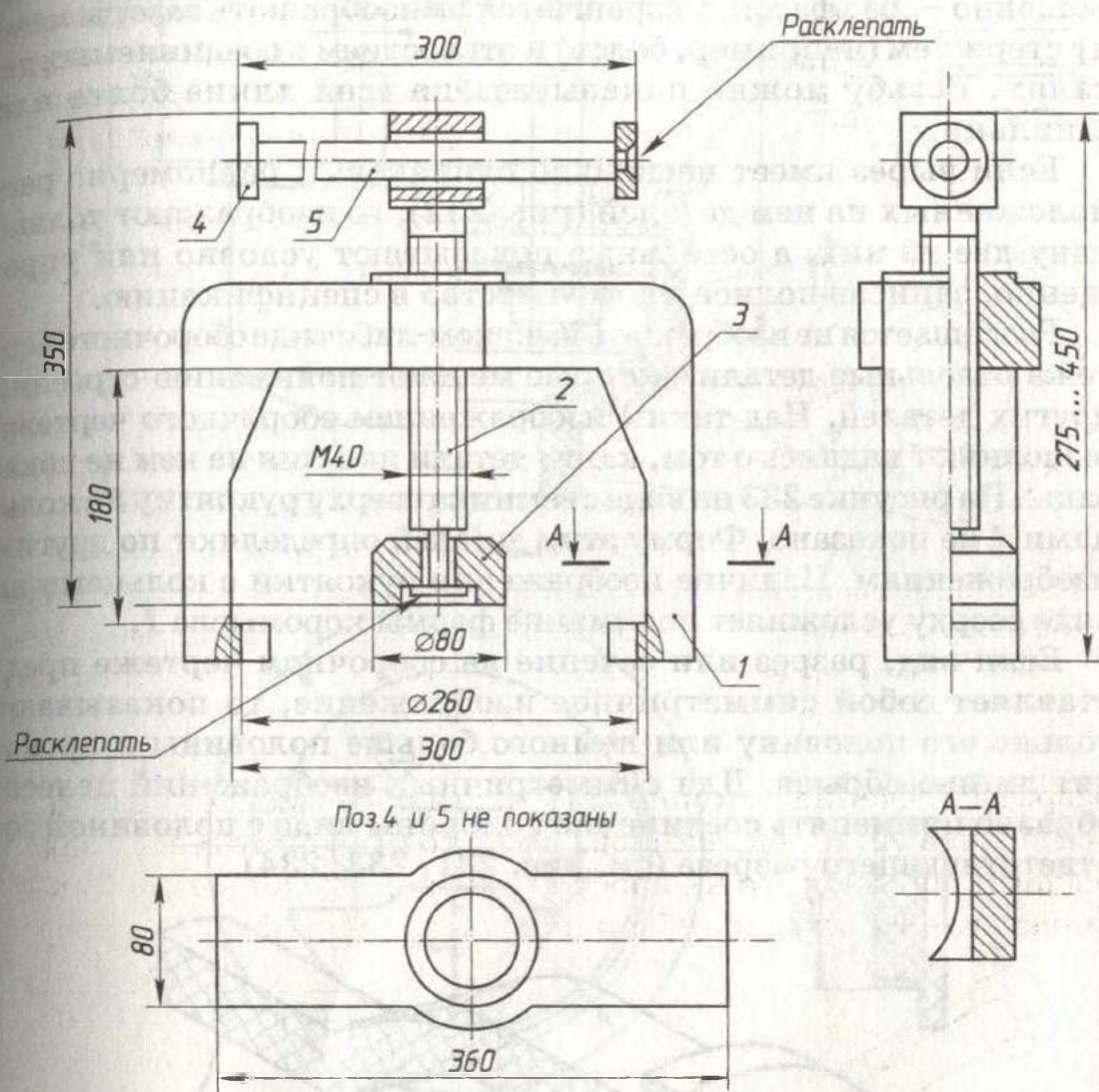


Рис. 233. Общий вид (а, б) и



Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
1	Коромысло	1	Сталь	
2	Винт нажимной	1	Сталь	
3	Пята	1	Сталь	
4	Кольцо	2	Сталь	
5	Рукоятка	1	Сталь	
Чертил			СЪЕМНИК	
Проверил				
Школа №		кл.		№

Крепежные резьбовые детали соединений показывают упрощенно — без фасок. Разрешается не изображать зазоры между стержнем (например, болта) и отверстием в соединяемых деталях. Резьбу можно показывать по всей длине болта или шпильки.

Если вырез имеет несколько одинаковых равномерно расположенных на нем деталей (рис. 232), то изображают только одну-две из них, а остальные показывают условно или упрощенно, записав полное их количество в спецификацию.

Разрешается не изображать на каком-либо виде сборочного чертежа отдельные детали, которые мешают пониманию строения других деталей. Над таким изображением сборочного чертежа выполняют надпись о том, какие детали изделия на нем не показаны. На рисунке 233 на виде съёмника сверху рукоятку 5 с кольцами 4 не показано. Форму этих деталей определяют по другим изображениям. Наличие изображения рукоятки с кольцами на виде сверху усложняет понимание формы коромысла 1.

Если вид, разрез или сечение на сборочном чертеже представляет собой симметричное изображение, то показывают только его половину или немного больше половины и проводят линию обрыва. Для симметричных изображений целесообразно применять соединение половины вида с половиной соответствующего разреза (см. рис. 231, 233, 234).

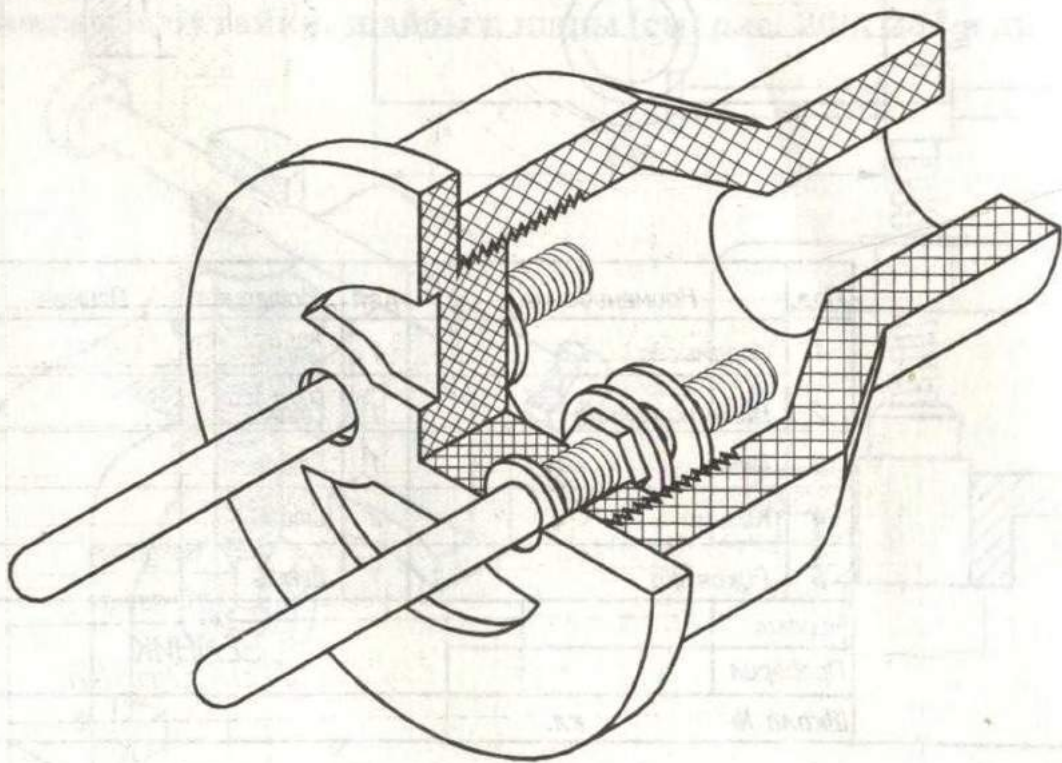
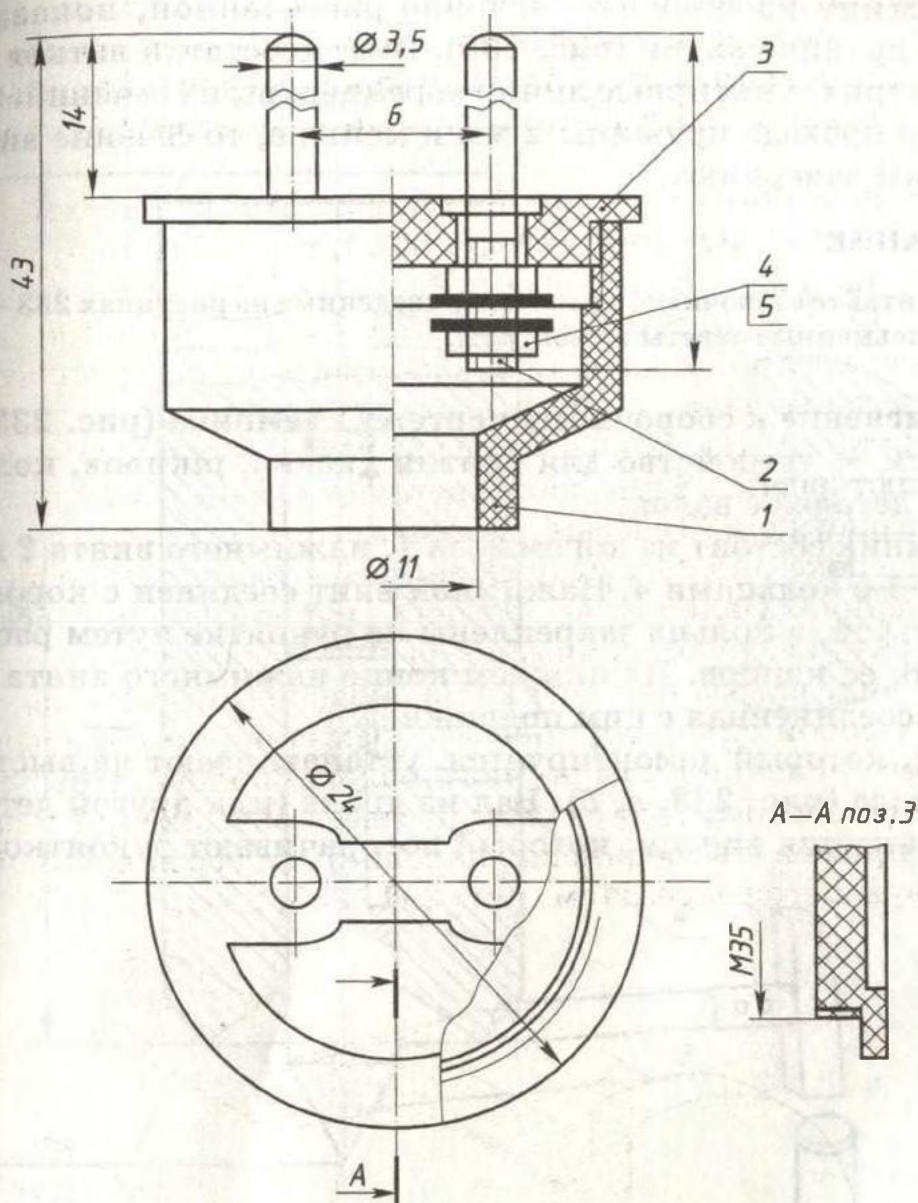


Рис. 234. Общий вид (а)



Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
1	Крышка	1	Пластмасса	
2	Штырь	2	Бронза	
3	Плата	1	Пластмасса	
4	Гайка МЗ	4	Сталь	Покупная
5	Шайба 3	4	Сталь	Покупная
Чертил			ВИЛКА ШТЕПСЕЛЬНАЯ	
Проверил				
Школа №	кл.			№

и сборочный чертеж (б) вилки

Пружину изображают условно рассеченной, показывая только крайние витки (рис. 235). Вместо остатка витков проводят штрихпунктирные линии через центры их сечений. Если диаметр провода пружины 2 мм и меньше, то сечение витков пружины зачерняют.

ЗАДАНИЕ

Прочитайте сборочные чертежи, приведенные на рисунках 233 – 236. Дайте письменные ответы на вопросы.

Объяснение к сборочному чертежу съемника (рис. 233, в). Съемник — устройство для снятия дисков, шкивов, колес и других деталей с валов.

Съемник состоит из коромысла 1, нажимного винта 2 и рукоятки 5 с кольцами 4. Нажимной винт соединен с коромыслом резьбой, а кольца закреплены на рукоятке путем расклепывания ее концов. На нижнем конце нажимного винта есть пята 3, соединенная с ним подвижно.

Узел, который демонтируется, устанавливают на выступы коромысла (рис. 233, а, б). Вал из диска (или другой детали) выталкивается винтом, который поворачивают рукояткой.

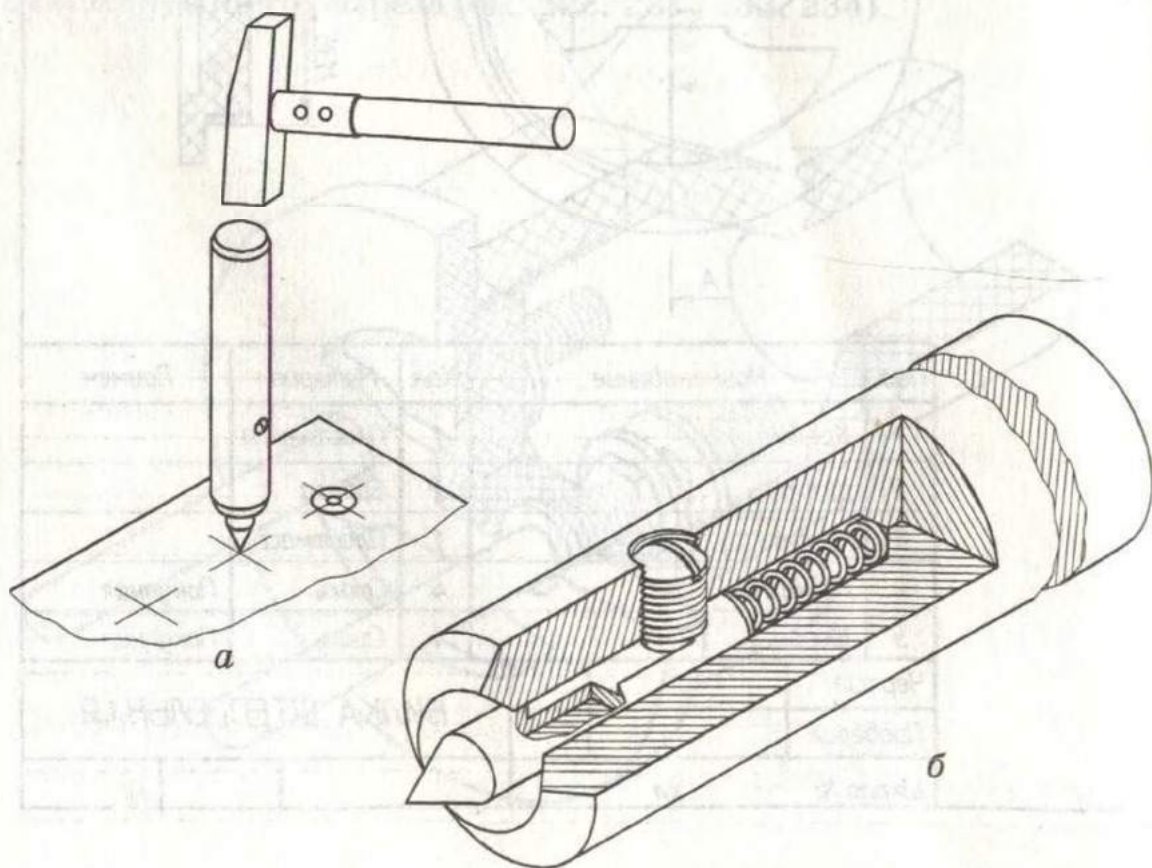
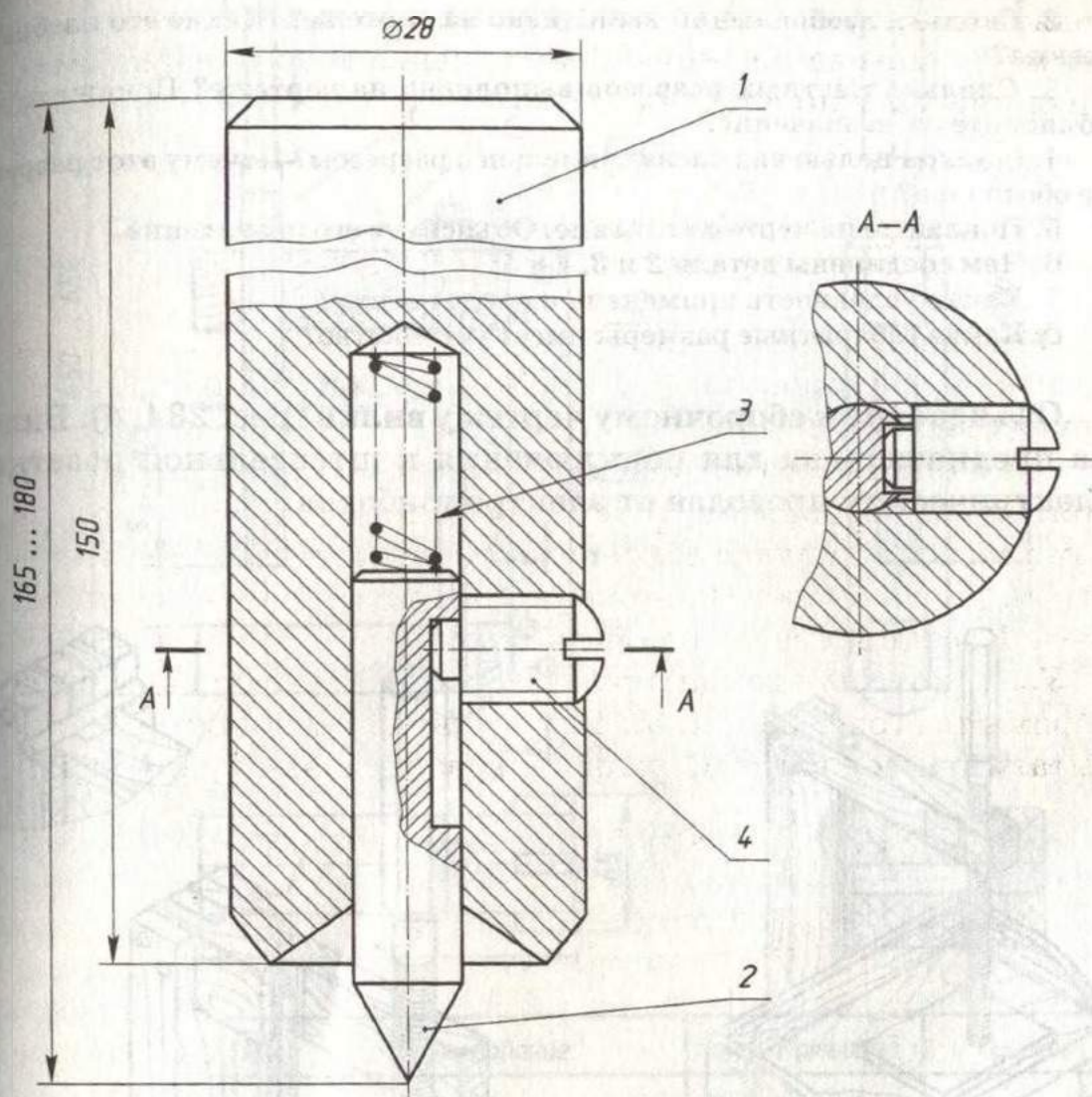


Рис. 235. Общий вид (а, б)



Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
1	Корпус	1	Сталь	
2	Боек	1	Сталь	
3	Пружина	1	Сталь	Покупная
4	Винт М10	1	Сталь	Покупной
Чертил			КЕРНЕР КОМБИНИРОВАННЫЙ	
Проверил				
Школа №	кл.			№

и сборочный чертеж (в) кернера комбинированного

ВОПРОСЫ

1. Какое назначение съемника? Объясните его строение.
2. Сколько изображений выполнено на чертеже? Какие это изображения?
3. Сколько местных разрезов выполнено на чертеже? Покажите и объясните их назначение.
4. С какой целью вид слева совмещен с разрезом? Почему этот разрез не обозначен?
5. Покажите на чертеже сечение. Объясните его назначение.
6. Чем соединены детали 2 и 3, 4 и 5?
7. Какая условность применена на виде сверху?
8. Какие габаритные размеры имеет устройство?

Объяснение к сборочному чертежу вилки (рис. 234, б). Вилка предназначена для подключения к штепсельной розетке электрических проводов от электроприборов.

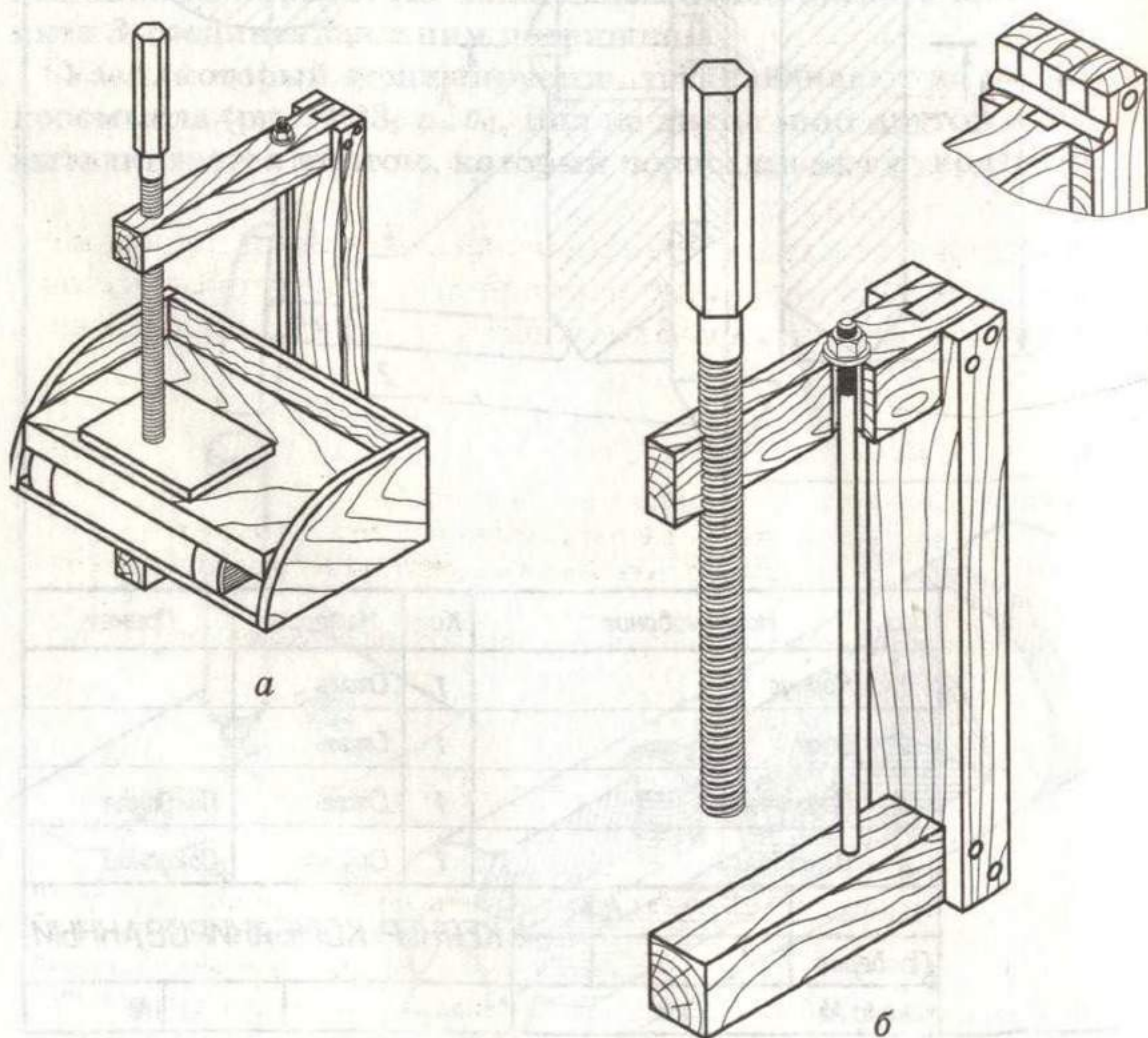
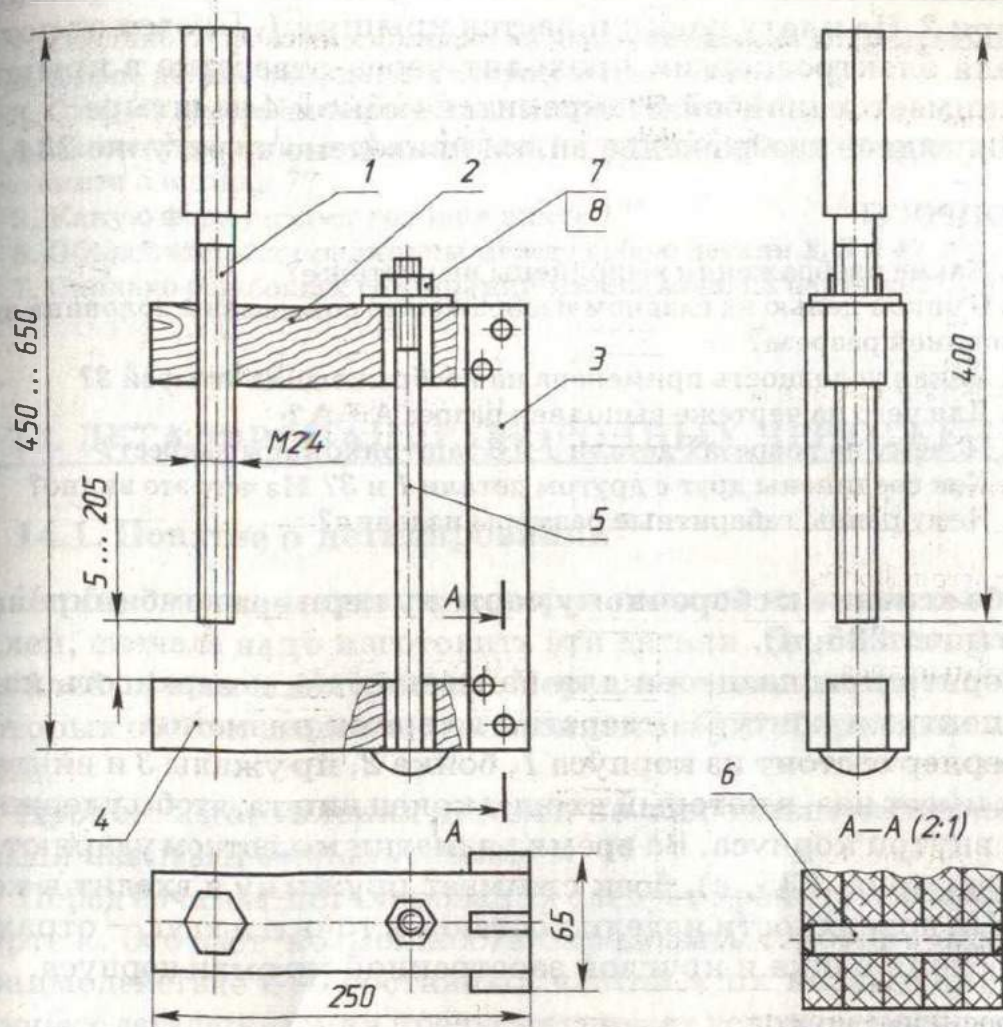


Рис. 236. Общий вид (а, б)



Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
1	Винт нажимной	1	Сталь	
2	Планка верхняя	1	Береза	
3	Планка вертикальная	1	Береза	
4	Планка нижняя	1	Береза	
5	Винт стяжной	1	Сталь	
6	Штифт цилиндрический	4	Сталь	
7	Гайка M10	1	Сталь	Покупная
8	Шайба 10	1	Сталь	Покупная
Чертил			СТРУБЦИНА	
Проверил				
Школа №	кл.			№

6

и сборочный чертеж (в) струбцины

Вилка состоит из платы 3, на которой гайками закреплены штыри 2. На плату навинчивается крышка 1. Провод от потребителя электроэнергии проходит через отверстие в крышке, прижимается шайбой 5 и крепится гайкой 4 на штыре.

Наглядное изображение вилки приведено на рисунке 234, а.

ВОПРОСЫ

1. Какие изображения выполнены на чертеже?
2. С какой целью на главном изображении совмещены половина вида с половиной разреза?
3. Какая условность применена на изображениях штырей 2?
4. Для чего на чертеже выполнен разрез А—А?
5. Почему на разрезах детали 1 и 3 заштрихованы накрест?
6. Как соединены друг с другом детали 1 и 3? Из чего это видно?
7. Чему равны габаритные размеры изделия?

Объяснение к сборочному чертежу кернера комбинированного (рис. 235, в).

Кернер предназначен для нанесения на поверхность изделия центра и контура отверстия во время разметки.

Кернер состоит из корпуса 1, бойка 2, пружины 3 и винта 4. Боек имеет паз, в который входит конец винта, чтобы удерживать боек внутри корпуса. Во время разметки молотком ударяют по кернеру (рис. 235, а), боек сжимает пружину и входит в корпус. На поверхности изделия остаются точка и круг — отражение острия бойка и круглой заостренной кромки корпуса.

ВОПРОСЫ

1. Какие изображения выполнены на чертеже?
2. С какой целью на чертеже выполнен местный разрез?
3. Почему на изображении боек выполнен не полный разрез, а местный?
4. Какая условность использована на главном изображении корпуса 1?
5. Какую форму имеет отверстие внутри корпуса 1?
6. Какую форму имеет паз на поверхности бойка 2?
7. Для чего предназначен винт 4?
8. Почему винт 4, через который прошла секущая плоскость на главном изображении, на разрезе А—А изображен нерассеченным?

Объяснение к сборочному чертежу струбцины (рис. 236, б),

Струбцина предназначена для плотного прижимания деталей друг к другу во время склеивания.

Давление на детали, которые склеиваются, создает нажимной винт 1. Основой струбцины является скоба, собранная из трех деревянных брусков 2, 3 и 4, соединенных «в шип» клеем и закрепленных штифтами 6. Жесткость струбцине дает стяжной винт 5 с гайкой 7 и шайбой 8.

Как применяется струбцина показано на рисунке 236, а.

1. Сколько разрезов выполнено на чертеже? Какие это разрезы?
2. Какие детали попадают в секущую плоскость А—А?
3. С какой целью на чертеже выполнен вид слева?
4. Какие упрощения использованы на чертеже при изображении стяжного винта 5 и гайки 7?
5. Какую форму имеет головка винта 1?
6. Объясните, как соединены между собою детали 2, 3 и 4?
7. Сколько резьбовых соединений изображено на чертеже?

14. ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

14.1. Понятие о детализировании

Чтобы сделать изделие, которое состоит из нескольких деталей, сначала надо изготовить эти детали. Для изготовления деталей нужны их чертежи. Чертеж отдельных деталей, из которых состоит изделие, выполняют по его сборочным чертежам.

Процесс изготовления деталей по сборочным чертежам изделия называют *детализированием*.

Перед началом детализирования следует прочитать сборочный чертеж. Это дает возможность определить строение изделия, взаимодействие его составных частей и их назначение. Сам процесс детализирования предусматривает условное расчленение изделия на отдельные детали и выполнение чертежей каждой из них. По этим чертежам изготавливают детали, а затем из них составляют изделие.

Обратимся к примеру. На рисунке 237 приведен порядок работы, наглядное изображение и сборочный чертеж зажима. Он состоит из основы 1, к которой с помощью штифта 5 присоединен прижим 3, и винта 2 с неподвижной рукояткой 4. Устройство предназначено для зажима закругленных деталей во время их обработки на станке. Для этого деталь вкладывают в прямоугольный паз на основе 1 и закрепляют прижимом 3 с помощью винта 2.

На рисунке 238 приведены наглядные изображения деталей, из которых состоит зажим, и их чертеж. Каждый чертеж содержит изображения, выбранные в зависимости от формы детали, и ее разрезы.

Вы уже знаете, что любое изделие состоит из оригинальных деталей, предназначенных только для данного изделия, и стандартных. Во время детализирования выполняют чертежи толь-

ко оригинальных деталей. На стандартные детали выполнять чертежи не нужно, так как они изготавливаются на специализированных предприятиях. Другие предприятия их покупают и используют уже готовыми для сборки своих изделий. Оригинальные детали каждое предприятие изготавливает для своих изделий самостоятельно.

Зажим, сборочный чертеж которого приведен на рисунке 237, имеет 4 оригинальных и 1 стандартную детали. Поэтому во время детализирования выполнено чертежи четырех его деталей.

ВОПРОСЫ

- 1. Для чего выполняют детализирование?
- 2. В чем состоит процесс детализирования?
- 3. Что предшествует детализированию сборочного чертежа?
- 4. Какие детали не подлежат детализированию? Почему?

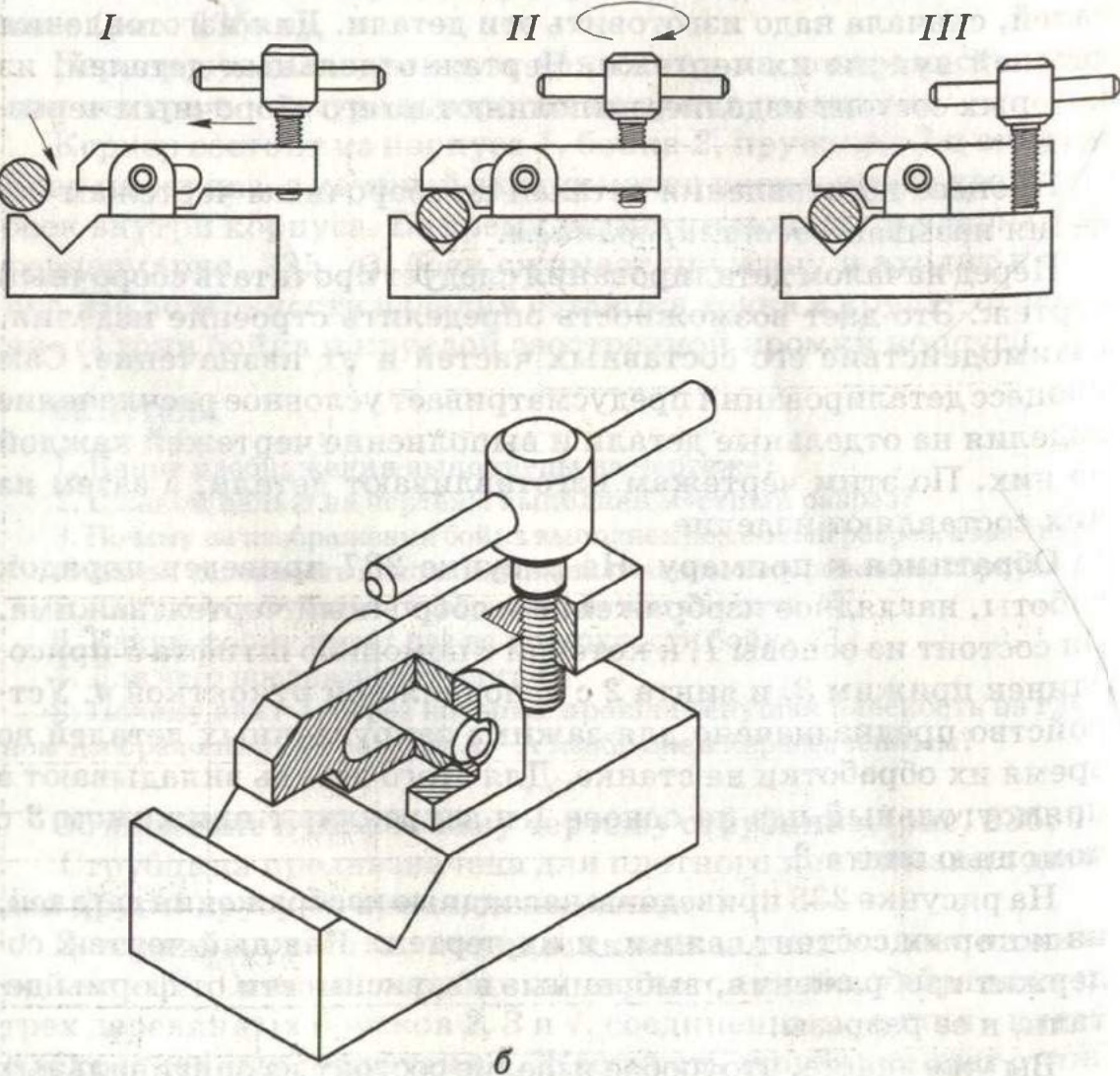
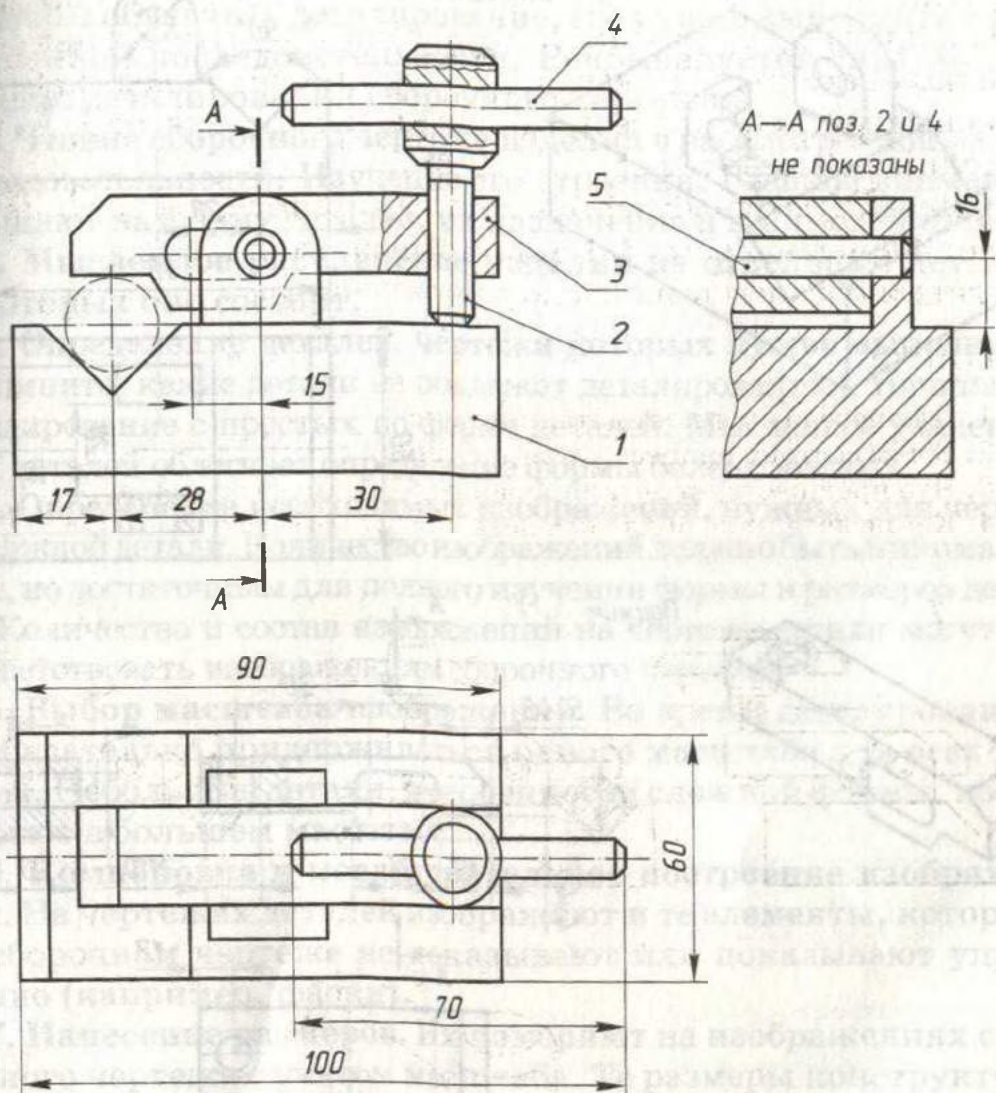


Рис. 237. Общий вид (а, б)



Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
1	Основание	1	Сталь	
2	Винт	1	Сталь	
3	Прижим	1	Сталь	
4	Рукоятка	1	Сталь	
5	Штифт 8 X 40	1	Сталь	Покупной
Чертил			ЗАЖИМ	
Проверил				
Школа №		кл.		
				№

в

и сборочный чертеж (в) зажима

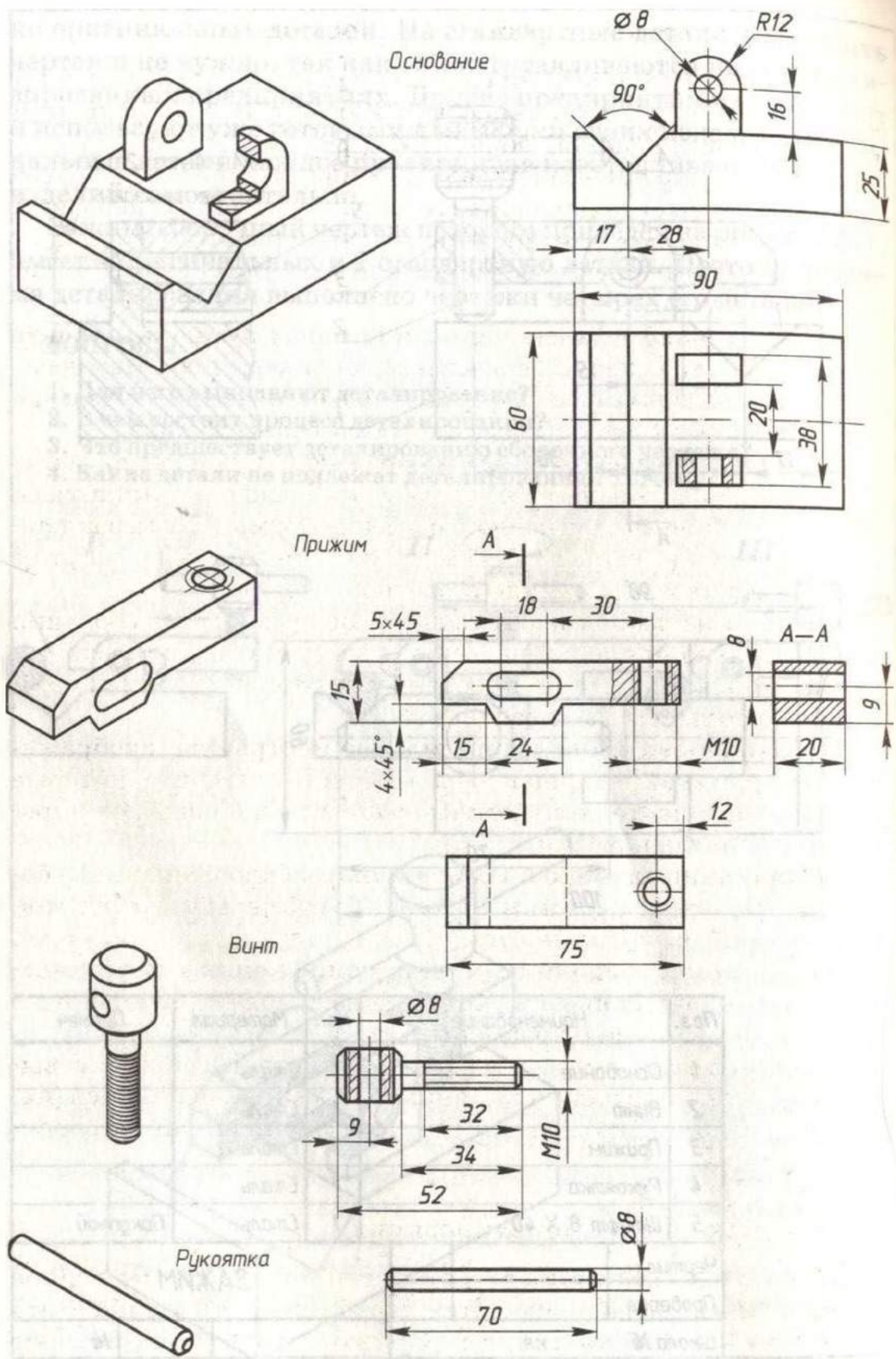


Рис. 238. Чертежи деталей зажима

14.2. Последовательность детализирования

Чтобы облегчить детализирование, его нужно выполнять в определенной последовательности. Рекомендуется следующий порядок детализирования сборочного чертежа:

1. Чтение сборочного чертежа изделия в рассмотренной ранее последовательности. Изучение его строения. Главное внимание обращают на форму деталей, их назначение и взаимодействие.

2. Мысленное расчленение изделия на отдельные детали, из которых оно состоит.

3. Определение деталей, чертежи которых нужно выполнить (вспомните, какие детали не подлежат детализированию). Начинают детализирование с простых по форме деталей. Мысленное удаление этих деталей облегчает определение формы более сложных.

4. Определение необходимых изображений, нужных для чертежа каждой детали. Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного изучения формы и размеров детали. Количество и состав изображений на чертеже детали могут не соответствовать изображениям сборочного чертежа.

5. Выбор масштаба изображений. Во время детализирования не обязательно придерживаться одного масштаба для всех деталей. Небольшие детали, в особенности сложной формы, изображают в большем масштабе.

6. Компоновка и последовательное построение изображения. На чертежах деталей изображают и те элементы, которые на сборочном чертеже не показывают или показывают упрощенно (например, фаски).

7. Нанесение размеров. Их измеряют на изображениях сборочного чертежа с учетом масштаба. Те размеры конструктивных элементов, которые отсутствуют на сборочном чертеже, определяют по справочникам. Для сопряженных поверхностей (то есть поверхностей, которые взаимодействуют друг с другом) согласовывают размеры.

Каждую деталь чертят на отдельном листе. На чертежах выполняют основную надпись. Данные для основной надписи (название детали, материал и т.п.) берут из спецификации сборочного чертежа.

14.3. Выполнение детализирования

На рисунке 239 приведен принцип действия, наглядное изображение и сборочный чертеж струбины. Струбина — это механическое устройство, с помощью которого закрепляют детали во время обработки или склеивания. Основные детали струбины — скоба 1, втулка 3 и нажимной винт 2. Втулка соединена со скобой расклепыванием. Винт перемещается во

втулке с помощью резьбы. Поворачивают винт рукояткой 4. На нижнем конце винта расклепыванием закреплено кольцо 5. На сборочном чертеже изображен главный вид и вид сверху. Главный вид выполнен с местным разрезом на детали 1 и полными разрезами деталей 3 и 5. Чтобы форма скобы была более понятной, на чертеже выполнено вынесенное сечение. Фигура сечения симметрична, поэтому ее не обозначено.

Изображения на сборочном чертеже дают представления о строении изделия и форме всех деталей, из которых оно состоит.

Скоба 1 является главной деталью струбцины. Форма скобы дала название этой детали. В ее верхней части выполнено цилиндрическое отверстие для втулки 3. С обеих сторон вертикальной части скобы выбраны прямоугольные пазы, скруг-

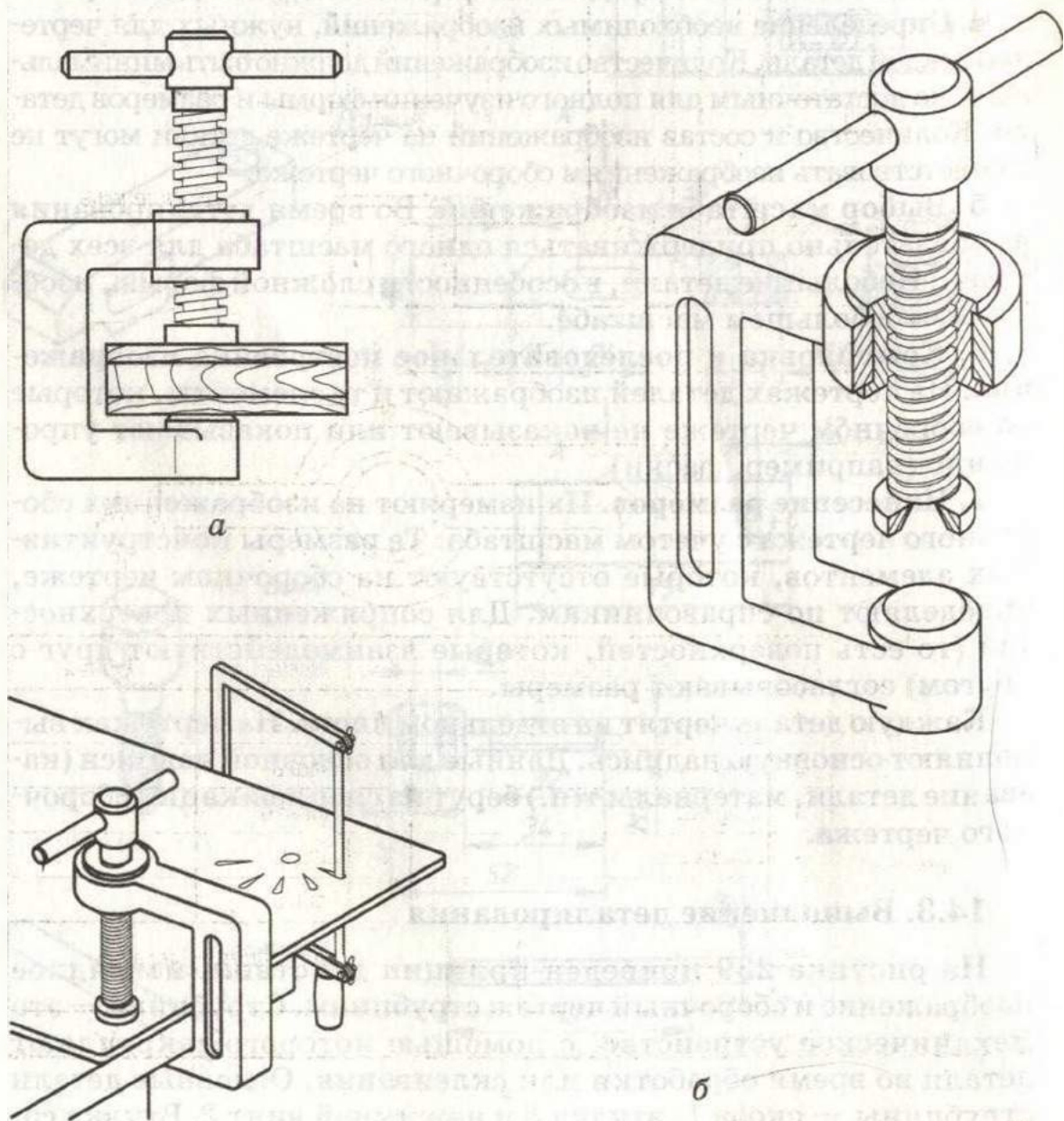
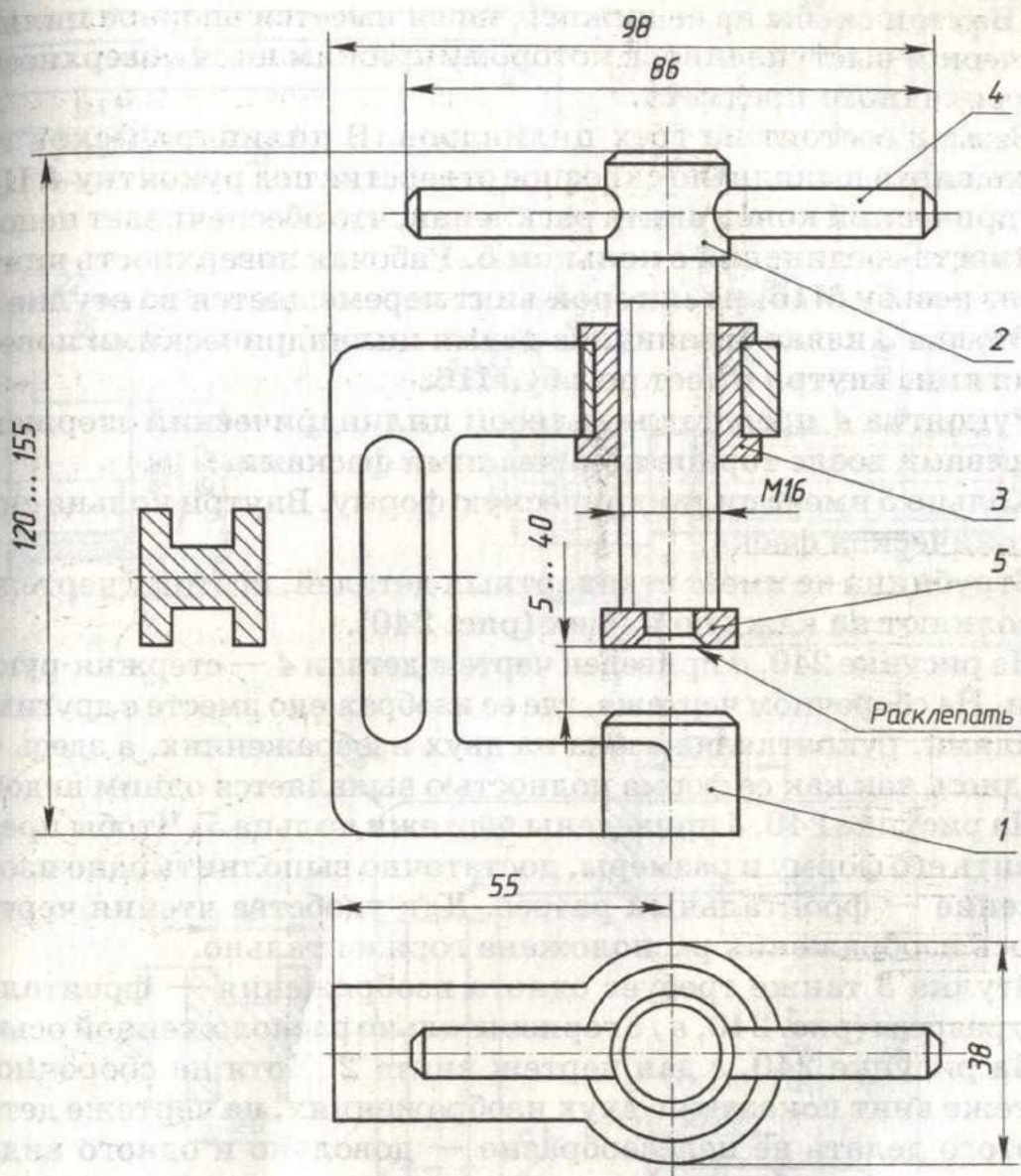


Рис. 239. Общий вид (а, б)



Поз	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
1	Скоба	1	Сталь	
2	Винт	1	Сталь	
3	Втулка	1	Бронза	
4	Стержень	1	Сталь	
5	Кольцо	1	Сталь	
Чертил			СТРУБЦИНА	
Проверил				
Школа №	кл.			
				№

в

и сборочный чертеж (в) струбцины

ленные на концах. Это сделано для уменьшения массы детали. Внутри скобы на ее нижней части имеется опорное цилиндрическое выступление, к которому прижимается поверхность закрепленного предмета.

Винт 2 состоит из трех цилиндров. В цилиндрической головке винта выполнено сквозное отверстие под рукоятку 4. Цилиндрический конец винта расклепан, что обеспечивает неподвижность соединения с кольцом 5. Рабочая поверхность винта имеет резьбу М16, по которой винт перемещается во втулке 3.

Втулка 3 извне ограничена двумя цилиндрическими поверхностями, внутри имеет резьбу М16.

Рукоятка 4 представляет собой цилиндрический стержень со срезами возле торцов коническими фасками.

Кольцо 5 имеет цилиндрическую форму. Внутри кольца снята коническая фаска.

Струбцина не имеет стандартных деталей, поэтому чертежи выполняют на каждую из них (рис. 240).

На рисунке 240, а приведен чертеж детали 4 — стержня-рукоятки. На сборочном чертеже, где ее изображено вместе с другими деталями, рукоятка показана на двух изображениях, а здесь — на одном, так как ее форма полностью выявляется одним видом.

На рисунке 240, б приведены чертежи кольца 5. Чтобы представить его форму и размеры, достаточно выполнить одно изображение — фронтальный разрез. Для удобства чтения чертежа ось изображения расположена горизонтально.

Втулка 3 также требует одного изображения — фронтального разреза (рис. 240, в) с горизонтально расположенной осью.

На рисунке 240, г дан чертеж винта 2. Хотя на сборочном чертеже винт показан на двух изображениях, на чертеже детали этого делать не целесообразно — довольно и одного вида. Но его следует дополнить местным разрезом, чтобы показать сквозное отверстие под рукоятку 4.

Для скобы 1 нужно три изображения (рис. 240, д), как и на сборочном чертеже: главного вида с местным разрезом для показа отверстия под втулку 3, вида сверху и вынесенного сечения.

Изделие имеет сопряженные поверхности — внешние поверхности рукоятки 4, винта 2 и втулки 3 сопряжены с поверхностями отверстий соответственно головки винта 2, кольца 5 и скобы 1. Размеры этих поверхностей должны иметь одинаковые числовые значения.

В связи с тем, что во время печатания учебника изображение произвольно уменьшили соответственно формату страницы, настоящие размеры деталей невозможно установить непосредственным измерением на сборочном чертеже. Поэтому следует применить пропорциональный (угловой) масштаб (рис. 241).

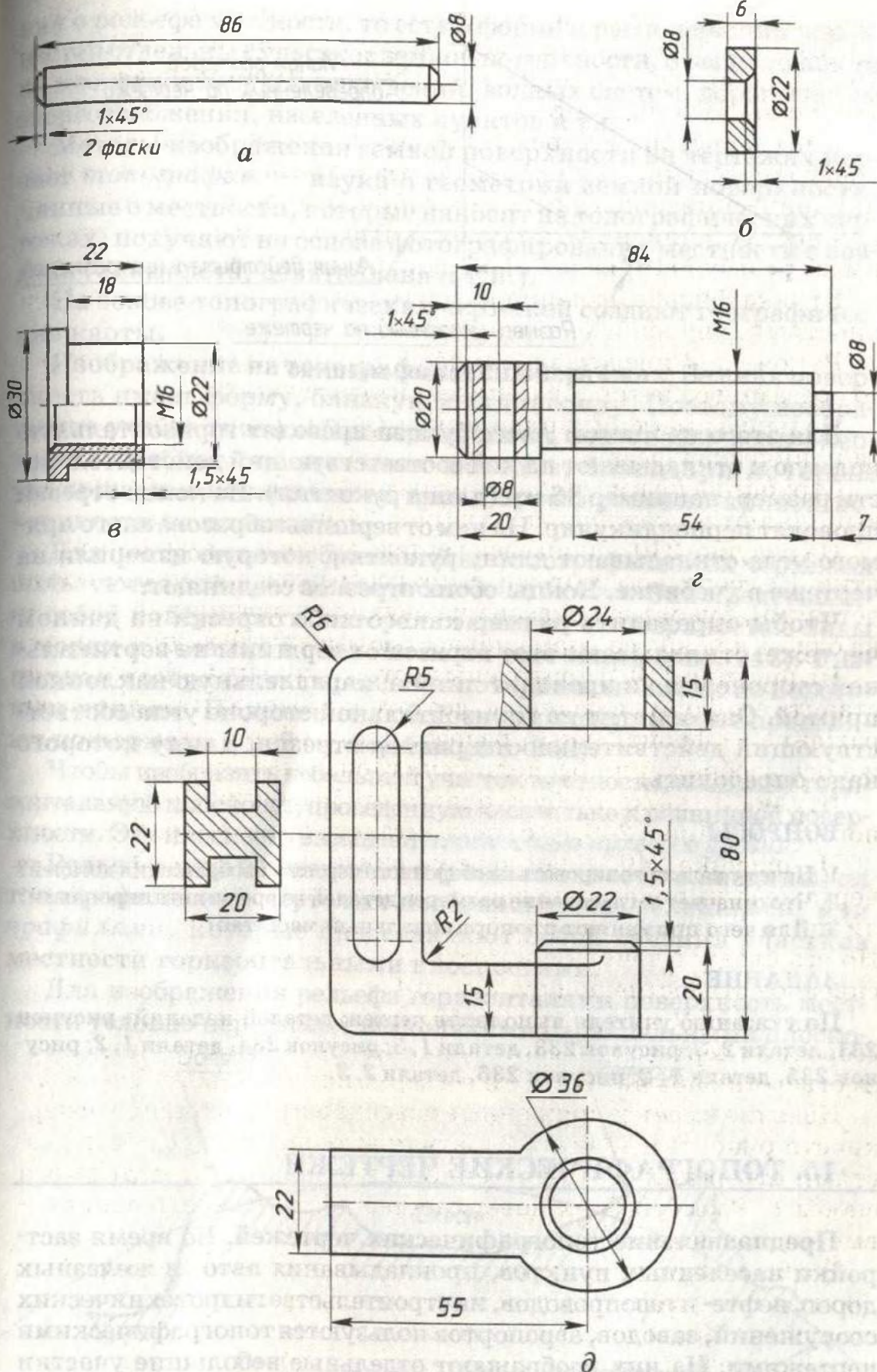


Рис. 240. Чертежи деталей струбцины

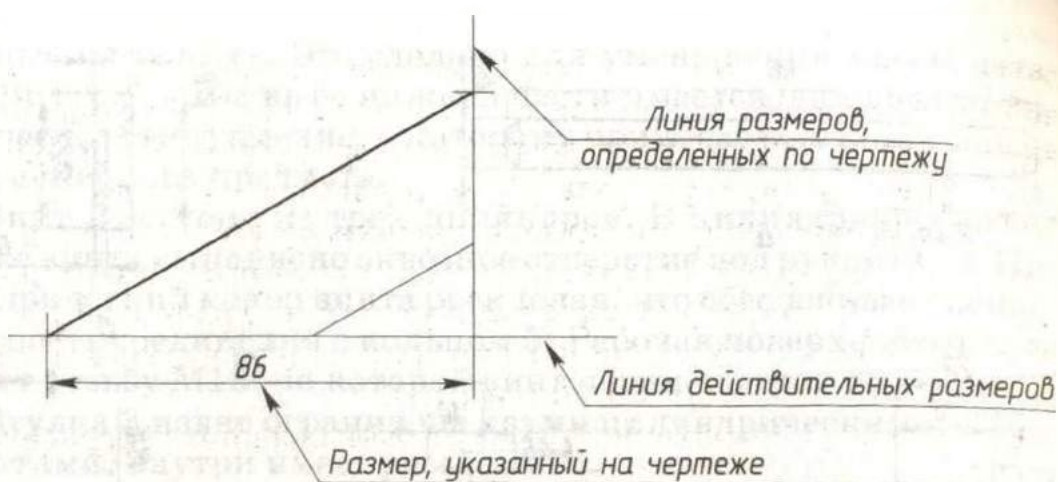


Рис. 241. Угловой масштаб

Для этого на чистом листе бумаги проводят горизонтальную прямую и откладывают на ней соответствующий действительности размер, например 86 мм (длина рукоятки). Из конца отрезка проводят перпендикуляр. На нем от вершины образованного прямого угла откладывают длину рукоятки, которую измерили на чертеже в учебнике. Концы обоих отрезков соединяют.

Чтобы определить размер какого-либо отрезка на данном чертеже, откладывают этот отрезок от вершины на вертикальной стороне угла и проводят линию, параллельную наклонной прямой. Она отметит на горизонтальной стороне угла соответствующий действительности размер отрезка, длину которого надо определить.

ВОПРОСЫ

1. Почему нельзя копировать из сборочного чертежа изображения деталей?
2. Что означает согласование размеров деталей во время детализации?
3. Для чего применяют пропорциональный масштаб?

ЗАДАНИЕ

По указанию учителя выполните чертеж деталей изделий: рисунок 231, детали 2, 3; рисунок 233, детали 1, 3; рисунок 234, детали 1, 2; рисунок 235, детали 1, 2; рисунок 236, детали 2, 3.

15. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ЧЕРТЕЖИ

Предназначение топографических чертежей. Во время застройки населенных пунктов, прокладки авто- и железных дорог, нефте- и газопроводов, на строительстве гидротехнических сооружений, заводов, аэропортов пользуются топографическими чертежами. На них изображают отдельные небольшие участки земной поверхности. Топографические чертежи содержат сведе-

ния о рельефе местности, то есть о форме и расположении неровностей отдельных участков земной поверхности, о расположении на местности лесных насаждений, водных систем, дорог, систем энергоснабжения, населенных пунктов и т.п.

Методы изображения земной поверхности на чертежах изучает **топография** — наука о геометрии земной поверхности. Данные о местности, которые наносят на топографических чертежах, получают на основе фотографирования местности с воздуха (с самолета, дельтаплана и т.п.).

На основе топографических чертежей создают географические карты.

Изображение на топографических чертежах. Земная поверхность имеет форму, близкую к эллипсоиду. Поэтому изображение участков земной поверхности на топографических чертежах требует специальных методов, благодаря которым уменьшается искажение во время проецирования кривой поверхности на плоскость.

Для построения изображений на топографических чертежах пользуются **равнинной поверхностью Земли**. Она представляет собой поверхность, которая совпадает с поверхностью воды в морях и океанах в спокойном их состоянии (рис. 242). Равнинная поверхность пересекает поверхность Земли по береговым линиям. Положение любой точки поверхности определяют по нормали к ней (точка А на рис. 242).

Чтобы изобразить небольшой участок местности, избирают горизонтальную плоскость, проведенную касательно к равнинной поверхности. Эту плоскость называют **плоскостью нулевого уровня**.

Рельеф земной поверхности (возвышенности и впадины) на топографических чертежах изображают **горизонталями**, или **профилями**, которые представляют собой сечения участков местности горизонтальными плоскостями.

Для изображения рельефа горизонталями поверхность местности условно пересекают несколькими параллельными плоско-



Рис. 242. Равнинная поверхность Земли

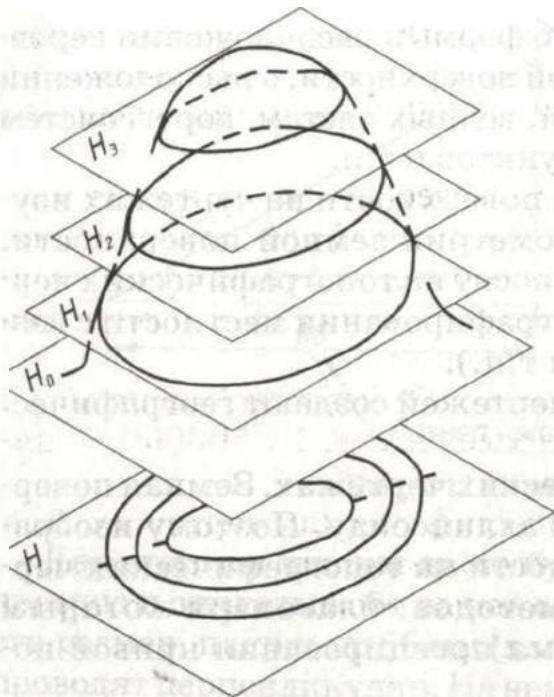
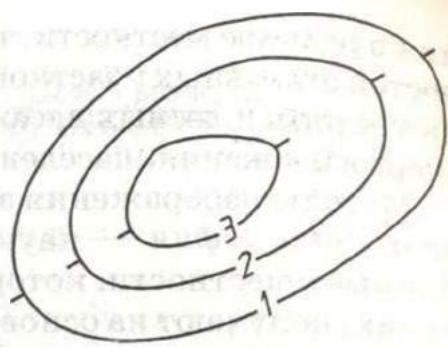
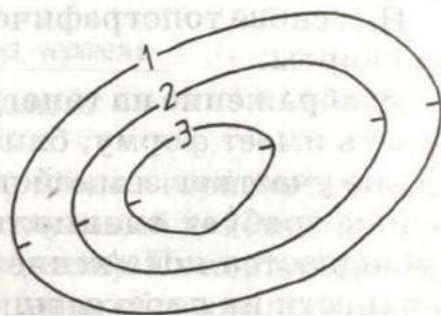


Рис. 243. Образование горизонталей поверхности местности



а



б

Рис. 244. Горизонталы холма и впадины

стями (рис. 243). Первая из этих плоскостей должна быть плоскостью нулевого уровня H_0 . Расстояние между секущими плоскостями называют *высотой сечения*. Проекции линий, по которым секущие плоскости пересекают поверхность участка местности, и являются горизонталями. На топографических чертежах горизонтали сопровождают числовыми пометками, которые указывают высоту точек этих линий от равнинной поверхности.

Обратите внимание на то, что по внешнему виду горизонтали холма и впадины будут одинаковые. Во избежание этого, горизонтали дополняют обозначением понижения поверхности в виде черточек. Эти черточки всегда направлены от горизонтали в сторону понижения местности. На изображении холма их проводят извне горизонтали (рис. 244, а), а для впадины — внутри (рис. 244, б).

Масштабы топографических чертежей. Масштаб топографического чертежа — это отношение длины отрезка на нем к длине отрезка на местности. Его выражают отношением чисел (как и на обычных чертежах), графически и словесно.

Числовой масштаб — числовое отображение масштаба топографического чертежа в виде дроби. Его числитель равняется единице, а знаменатель — число, которое показывает, во сколько раз все расстояния на карте меньше соответствующих расстояний на местности. Числовые масштабы для топографических чертежей имеют значение от 1:200 до 1:1000000.

Расстояние на местности в метрах или в километрах, которое отвечает 1 см чертежа, называют *величиной масштаба*. Например, при масштабе чертежа 1:25000 величина масштаба равняется 250 м или 0,25 км.

Линейный масштаб — это графическое отображение числового масштаба. Его показывают в виде отрезка, разделенного на равные части с надписями, которые определяют расстояние на местности. Линейный масштаб нужен для измерения расстояний на чертежах без вычислений.

При словесном выражении масштаба чертежа масштаб 1 : 100000, например, называют стотысячным, 1 : 500000 — пятисоттысячным и т.п.

Условные обозначения на топографических чертежах. Для показа местонахождения элементов местности на топографических чертежах применяют условные обозначения, которые приведены в таблице 8.

ВОПРОСЫ

1. О чем можно узнать из топографического чертежа местности?
2. Какую поверхность называют равнинной поверхностью Земли?
3. Что такое плоскость нулевого уровня?
4. Что такое горизонталь поверхности и как она образуется?
5. Чем отличаются горизонталь холма и впадины?
6. Что называют масштабом топографического чертежа?

ЗАДАНИЕ

Прочитайте приведенный на рисунке 245 топографический чертеж участка местности. Придерживайтесь следующей последовательности чтения:

- 1) определите масштаб чертежа (числовой и линейный — они указаны под нижней линией рамки);
- 2) найдите по условным обозначениям дороги, населенные пункты;
- 3) отыщите промышленные сооружения, мосты;
- 4) определите растительный покров местности: приблизительную площадь, породы деревьев, наличие кустарников, огородов и т.д.;
- 5) установите наличие рек, озер, болот;
- 6) определите характер рельефа местности: возвышенности, впадины, их высоту или глубину;
- 7) проанализируйте изменение рельефа местности в указанном учителем направлении.

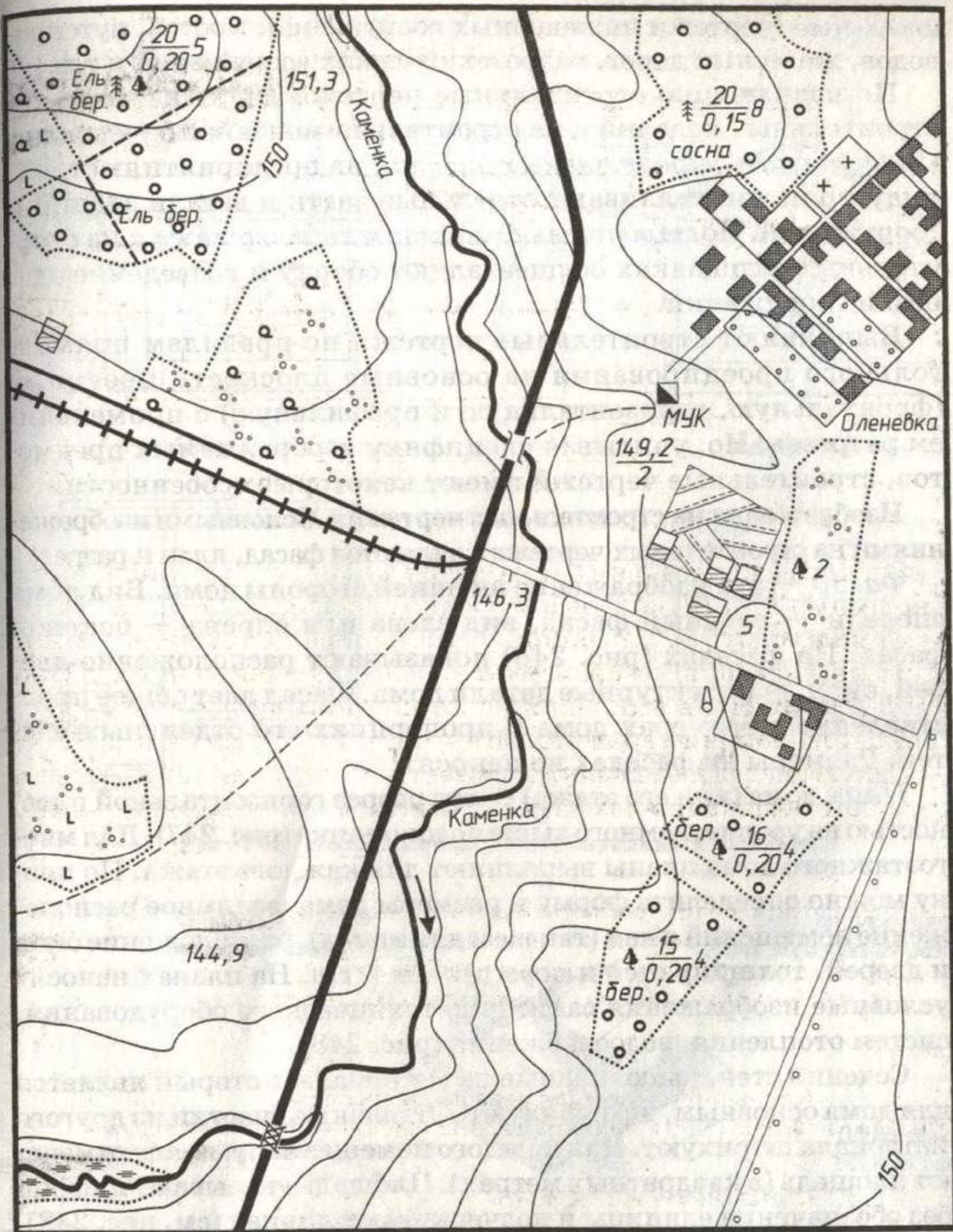
16. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

16.1. Общие сведения о строительных чертежах

Здания и сооружения возводят по строительным чертежам. Их разделяют на *архитектурно-строительные* (чертежи жилых, общественных и производственных зданий) и *инженерно-стро-*

Условные графические обозначения элементов топографических чертежей

Элементы чертежей	Графические обозначения	Элементы чертежей	Графические обозначения
Грунты и угодья			
Пески		Пашня	
Заболоченные земли		Огороды (приусадебные участки)	
Болота			
Растительность			
Хвойные леса		Фруктовый сад	
Лиственные леса		Кустарники	
Смешанные леса		Луг	
Строения и пути сообщения			
Строения огнеупорные жилые		Линии электропередач	
Строения неогнеупорные жилые		Грунтовая дорога	
Промышленные строения с трубами		Пешеходная тропа	
Электростанции		Шоссе	
Башни водонапорные		Железная дорога (двухрельсовая)	
Гидрография			
Реки		Мосты деревянные	
Озера		Мосты каменные	
Источники		Мосты металлические	



1:10 000

В 1 сантиметре 100 метров;
сплошные горизонталы проведены через 2,5 метра

100 0 100 200 м



Рис. 245. Топографический чертеж участка местности

ительные (чертежи инженерных сооружений: мостов, путепроводов, железных дорог, гидротехнических сооружений и т.п.).

По назначению строительные чертежи делят на чертежи строительных изделий и на строительномонтажные чертежи. По **чертежам строительных изделий** на предприятиях строительной промышленности изготавливают отдельные части и детали зданий и сооружений. По **строительномонтажным чертежам** на строительных площадках осуществляют сборку и возведение зданий и сооружений.

Выполняют строительные чертежи по правилам прямоугольного проецирования на основные плоскости проекций (фронтальную, горизонтальную и профильную) с применением разрезов. Но, учитывая специфику изображаемых предметов, строительные чертежи имеют некоторые особенности.

Изображения на строительных чертежах. Основными изображениями на строительных чертежах являются фасад, план и разрез.

Фасад — это изображение внешней стороны дома. Вид дома спереди — главный фасад, вид слева или справа — боковой фасад. На фасадах (рис. 246) показывают расположение дверей, окон, архитектурные детали дома. Фасад дает общее представление о размерах дома и пропорциях его отдельных частей. Размеры на фасадах не наносят.

План дома (или его этажа) — это разрез горизонтальной плоскостью на уровне, немного выше подоконника (рис. 247). Для многоэтажного дома планы выполняют для каждого этажа. По плану можно определить форму и размеры дома, взаимное расположение помещений в нем (так же и для этажа), расположение окон и дверей, толщину стен и перегородок и т.п. На планах наносят условные изображения санитарно-технического оборудования, систем отопления, водоснабжения (рис. 248).

Сечения стен, выполненные из материала, который является для дома основным, не штрихуют. Отдельные участки из другого материала штрихуют. Для каждого помещения на плане отмечают площадь (в квадратных метрах). Площадь указывают цифрой без обозначения единицы и подчеркивают линией (см. рис. 248).

На плане показывают **разбивочные оси** — линии, которые проходят вдоль внешних и внутренних капитальных стен. С проведения этих осей начинают построение плана дома. Вертикальные оси на плане обозначают арабскими цифрами, взятыми в окружности, а горизонтальные — большими буквами (также в окружности).

Чтобы показать внутреннее строение дома, его высоту (или высоту этажей), на строительных чертежах применяют **вертикаль**

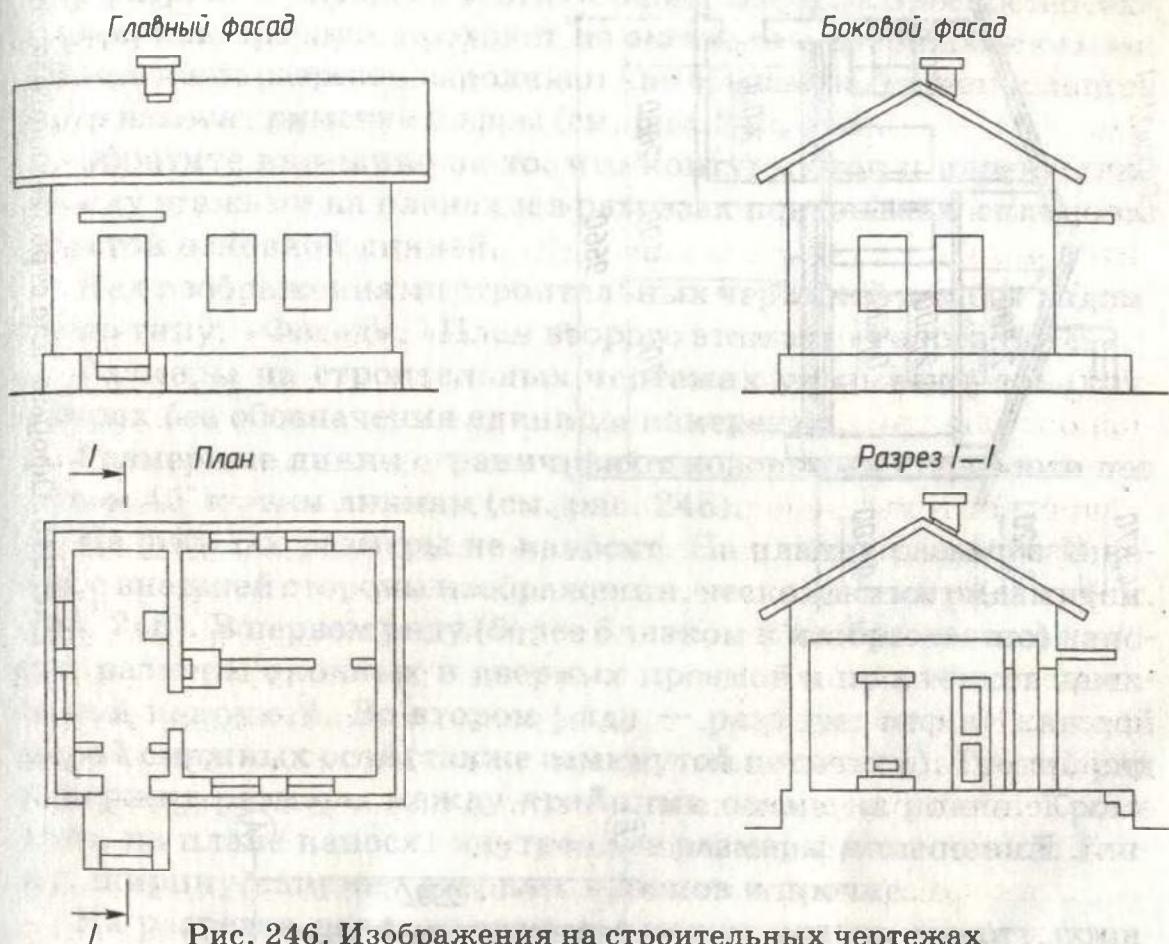


Рис. 246. Изображения на строительных чертежах

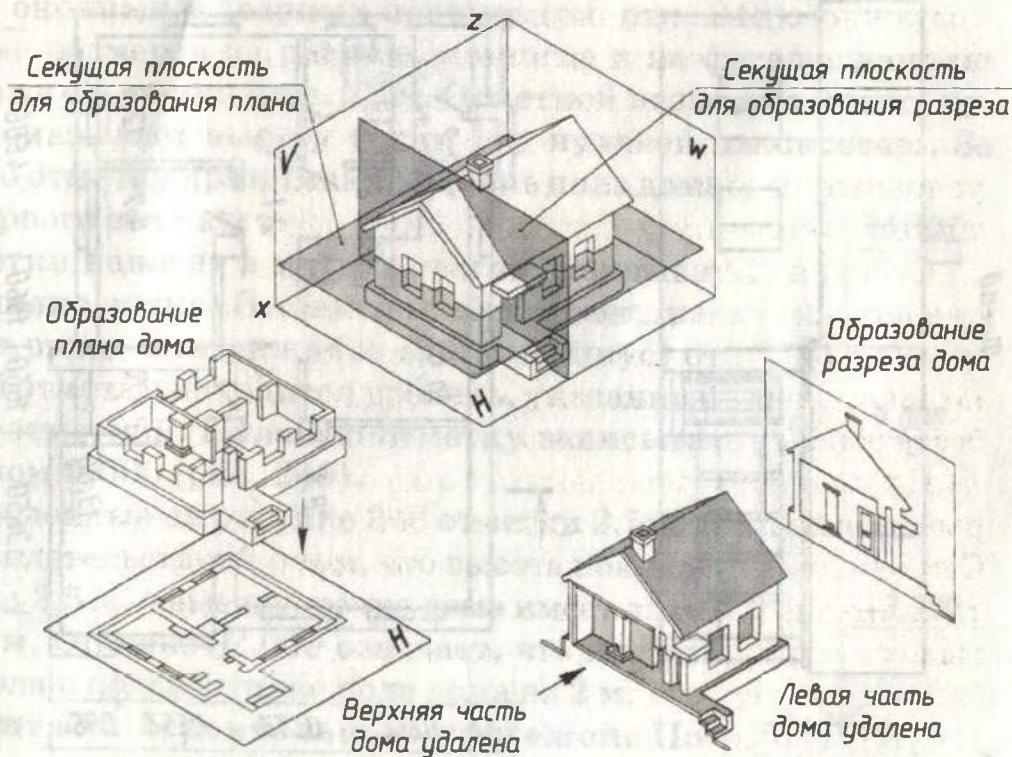


Рис. 247. Образование плана и разреза дома

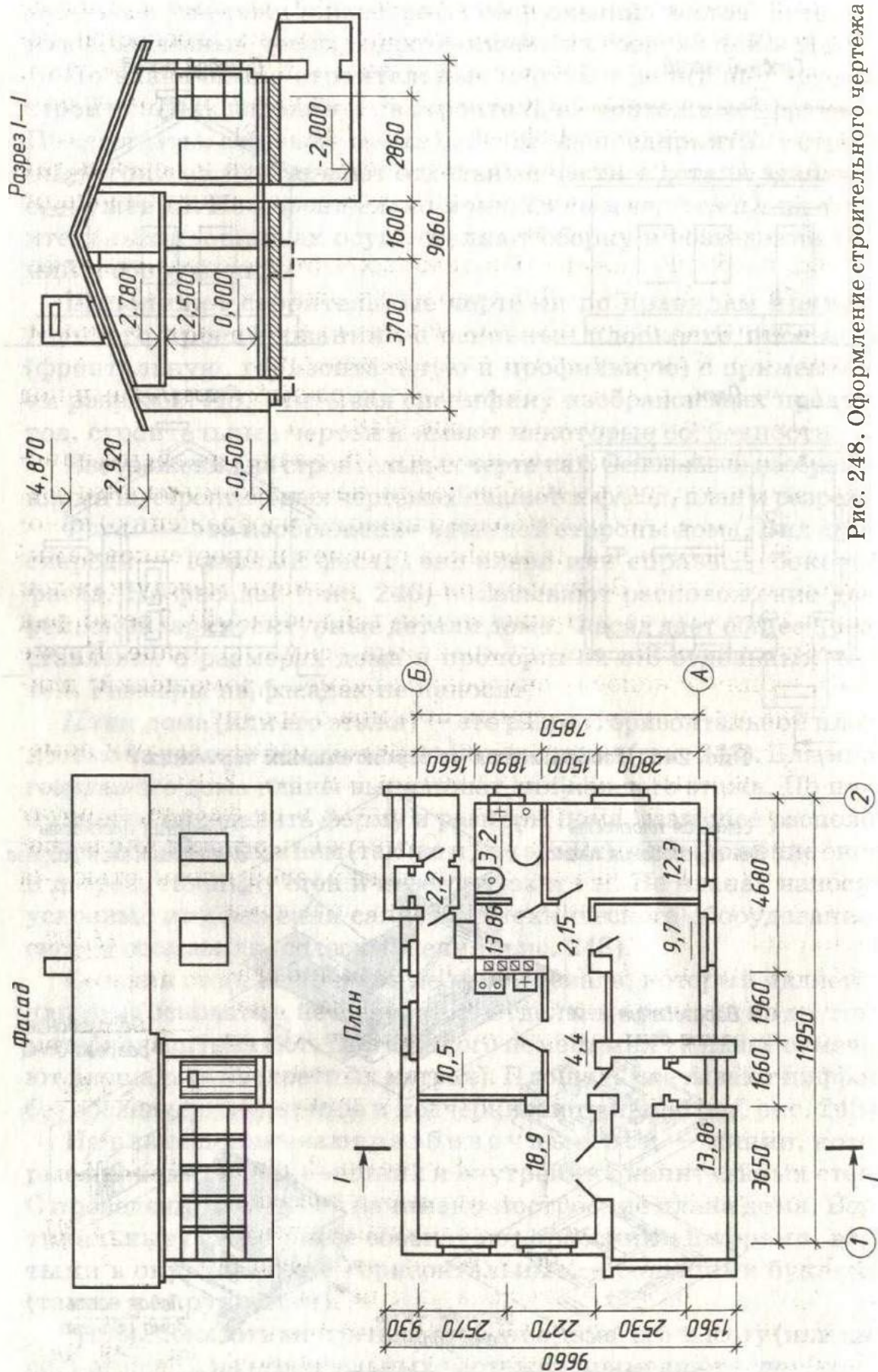


Рис. 248. Оформление строительного чертежа

ные разрезы (продольные или поперечные). Получают вертикальные разрезы с помощью вертикальных секущих плоскостей, которые, как правило, проходят по оконным и дверным проемам. Обозначение разрезов выполняют как обычно, но вместо больших букв наносят римские цифры (см. рис. 246, 248).

Обратите внимание на то, что контуры стен и перекрытий между этажами на планах и в разрезах показывают сплошной толстой основной линией.

Над изображениями строительных чертежей делают надписи по типу: «Фасад», «План второго этажа», «Разрез II—II».

Размеры на строительных чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения.

Размерные линии ограничивают короткими штрихами под углом 45° к этим линиям (см. рис. 248).

На фасадах размеры не наносят. На планах размеры наносят с внешней стороны изображения, несколькими рядами (см. рис. 248). В первом ряду (более близком к изображению) наносят размеры оконных и дверных проемов и простенков замкнутой цепочкой. Во втором ряду — размеры между каждой парой смежных осей (также замкнутой цепочкой). Третий ряд содержит размеры между крайними осями на плане. Кроме того, на плане наносят внутренние размеры помещений: длину, ширину, ширину дверных проемов и прочие.

На разрезах наносят размеры между осями, высоту помещений, оконных и дверных проемов (см. рис. 248).

Кроме размеров на разрезе, а иногда и на фасаде, наносят *высотные отметки* (рис. 249). Отметкой называют число, которое показывает высоту точки над нулевой плоскостью. За нулевую отметку принимают уровень пола дома (или первого этажа).

Отметки наносят в метрах, числа записывают на полке знака. Это число показывает, насколько выше или ниже (со знаком минус) от нулевой отметки находится уровень, указанный данной отметкой. Нулевую отметку записывают числом 0,000 (рис. 249).

Приведенные на рисунке 248 отметки 2,500 и 4,870 свидетельствуют о том, что высота помещений дома 2,5 м, а высшая точка дома имеет высоту 4,87 м. Отметка -2,000 означает, что поверхность пола в подвале ниже пола дома на 2 м.

Масштабы строительных чертежей. Поскольку здания и сооружения имеют большие

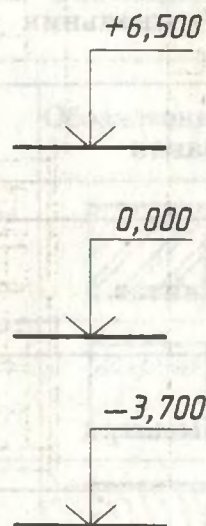


Рис. 249. Числовые отметки

Условные графические обозначения на строительных чертежах

Устройство	Обозначения	
	на плане	в разрезе
Плита кухонная газовая		
Котел водонагревательный на твердом топливе		
газовый		
электрический		
Печь отопительная на твердом топливе		
Раковина		
Мойка кухонная		
Умывальник		
Ванна		
Унитаз		
Дымоход		
Вентиляционный канал		

размеры, на строительных чертежах применяют масштабы уменьшения 1:100, 1:200, 1:400. Для небольших домов и для фасадов применяют масштаб 1:50. Это дает возможность лучше выявить на фасаде архитектурные детали. Масштабы различных изображений могут быть разными, поэтому масштаб указывают возле каждого изображения.

ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначены чертежи строительных изделий и строительно-монтажные чертежи?
2. Как называются основные изображения на строительных чертежах? Как их получают?
3. О чем можно узнать, рассматривая фасад на чертеже?
4. Что представляет собой план дома? О чем можно узнать из него?
5. Для чего на строительном чертеже применяют разрез дома?
6. Что такое высотная отметка? Что считают нулевой отметкой?

16.2. Условные изображения и обозначения на строительных чертежах

Отдельные элементы зданий и сооружений (оконные и дверные проемы, лестничные клетки и т.п.) на строительных чертежах имеют упрощенные условные изображения. Санитарно-технические и отопительные устройства показывают условными графическими обозначениями.

Условные изображения элементов зданий. Оконные проемы на планах и разрезах показывают сплошными тонкими линиями (рис. 250, а). На месте дверных проемов в плане линий не проводят, но условно показывают полотно двери и направле-

Таблица 10

Графические обозначения материалов на сечениях

Материал	Обозначения	Материал	Обозначения
Грунт естественный		Керамика и силикатные материалы для кладки	
Камень естественный		Стекло и прочие светопропускаемые материалы	
Бетон		Древесина	

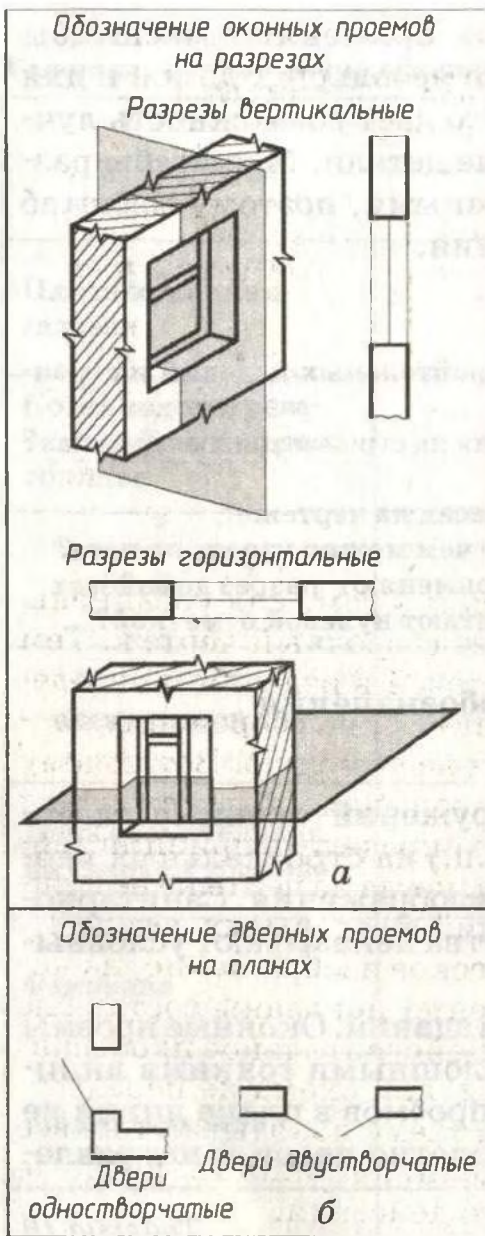


Рис. 250. Условные изображения элементов зданий

ние, куда дверь открывается (рис. 250, б). Из рисунка 250, б видно, чем отличаются изображения одно- и двустворчатых дверей. На вертикальных разрезах в местах дверных проемов наносят тонкие линии.

Условные обозначения на строительных чертежах. Обозначения санитарно-технических и отопительных устройств на чертежах жилых и общественных зданий выполняют в виде простых геометрических фигур (табл. 9). Все условные обозначения обводят сплошной тонкой линией. Выполняют их в установленном для данного чертежа масштабе.

Обозначение строительных материалов в сечениях. Графические обозначения материалов в сечениях стандартизированы. Основные из них приведены в таблице 10.

Если фигура сечения на строительном чертеже имеет небольшие размеры, то разрешается не применять графическое обозначение материала, а дать поясняющую надпись на поле чертежа.

ЗАДАНИЕ

Прочитайте приведенный на рисунке 248 строительный чертеж.

Придерживайтесь следующей последовательности чтения:

- 1) определите название здания, изображенного на чертеже;
- 2) установите, какие даны изображения (фасады, планы, разрезы);
- 3) рассмотрите совместно надписи и изображения на чертежах;
- 4) изучите взаимное расположение и конструкцию всех частей дома;
- 5) определите площадь и высоту помещений, а также общие размеры здания;
- 6) выясните размещения дверей, окон, санитарно-технического и другого оснащения в помещениях.

Ориентиром для чтения чертежа в данной последовательности могут быть вопросы к нему:

1. Какое здание изображено на рисунке?
2. Какие изображения содержит чертеж?
3. Где проходят секущие плоскости для плана и разреза?
4. Сколько комнат в доме? Какова их площадь?
5. Какова высота комнат в доме?
6. Какая общая высота дома? Чему равна глубина подвала под домом?
7. Каковы общие размеры и площадь дома, дверей в доме?
8. Сколько одностворчатых и сколько двустворчатых дверей в доме?
9. Какое отопление в доме?

17. СХЕМЫ

17.1. Общие сведения о схемах

Представление о строении изделия и о том, как соединены между собою его составные части, дает сборочный чертеж. Тем не менее, выучить взаимодействие деталей в изделии и определить, какие при этом происходят процессы, по сборочному чертежу бывает очень тяжело, а иногда и невозможно. Вот почему возникает необходимость применять упрощения многих сложных изделий в виде схем. Схемы позволяют определить принцип действия изделий и пользуются ими тогда, когда на чертеже не нужно показывать конструкцию соединений и отдельных деталей.

Схема представляет собой графическое изображение, на котором с помощью условных обозначений показаны составные части изделия и связи между ними. Действительное пространственное расположение деталей в изделии схема не передает. В отличие от сборочного чертежа, на схеме показывают не все детали, которые входят в состав изделия, а лишь те, которые нужны для объяснения принципа его действия.

Благодаря своим особенностям, схемы проще по сравнению со сборочными чертежами и по ним легче понять, как работает изделие.

В зависимости от изображенных изделий схемы делят на кинематические, гидравлические, пневматические, электрические, оптические и другие.

17.2. Кинематические схемы

Кинематическая схема — изображение, которое объясняет принцип действия механизма, который передает движение (коробки изменения скоростей металлорежущего станка или автомобиля, механизма поворота крана, редуктора лебедки, лентопротяжного механизма в магнитофоне). По кинематической схеме можно определить последовательность передачи дви-

жения от его источника (чаще всего это двигатель) к рабочему органу (шпиндель станка, барабан лебедки).

На рисунке 251 приведено наглядное изображение и кинематическую схему коробки изменения скоростей токарного станка. Все элементы коробки изменения скоростей на схеме показаны условными графическими обозначениями. В общих чертах они напоминают детали, изображенные ими. Размеры изображений элементов на схеме могут быть произвольными, но пропорциональными размерам этих элементов в натуре.

Условные обозначения для кинематических схем приведены в таблице 11. Пользуясь этой таблицей, попробуйте определить, из каких элементов состоит коробка изменения скоростей, схема которой приведена на рисунке 251.

На кинематических схемах изображают только те элементы механизма, которые принимают участие в передаче движения (валы, зубчатые колеса, муфты и другие). Схему вписывают в упрощенный контур изображения изделия, внутри которого находится показанный на схеме механизм.

Условные обозначения на кинематических схемах выполняют сплошными толстыми основными линиями. Контур изделия, в который вписывают схему, обводят сплошной тонкой линией.

Всем элементам кинематических схем присваивают порядковые номера, начиная от источника движения. Валы и оси нумеруют римскими цифрами, остальные элементы — арабскими. Порядковые номера элементов проставляют на полках линий-выносок. Под полкой указывают некоторые параметры элемента механизма (мощность и частоту вращения вала двигателя, диаметры шкивов, количество зубьев зубчатых колес).

Теперь, когда вы уже знаете, как выполняют кинематические схемы, попробуем выяснить строение и принцип действия коробки изменения скоростей, изображенной на рисунке 251, и определить, как она передает движение от двигателя к шпинделю станка.

Механизм коробки изменения скоростей состоит из трех валов *I*, *II*, *III*, зубчатых колес, фрикционной 2 и кулачковой 12 муфт и рукояток.

Зубчатые колеса 4, 6, 7 изготовлены в виде блока зубчатых колес. Они могут перемещаться вдоль вала *I* по направляющей шпонке.

Зубчатые колеса 3, 8, 9, 10 неподвижно насажены на вал *II*. Зубчатые колеса 11 и 14 свободно вращаются на валу *III*, который является шпинделем станка. Двусторонняя кулачковая муфта 12 расположена между зубчатыми колесами 11 и 14. Рукоятка 5 предназначена для передвижения зубчатых колес 4, 6, 7, а рукоятка 13 — для переключения кулачковой муфты 12.

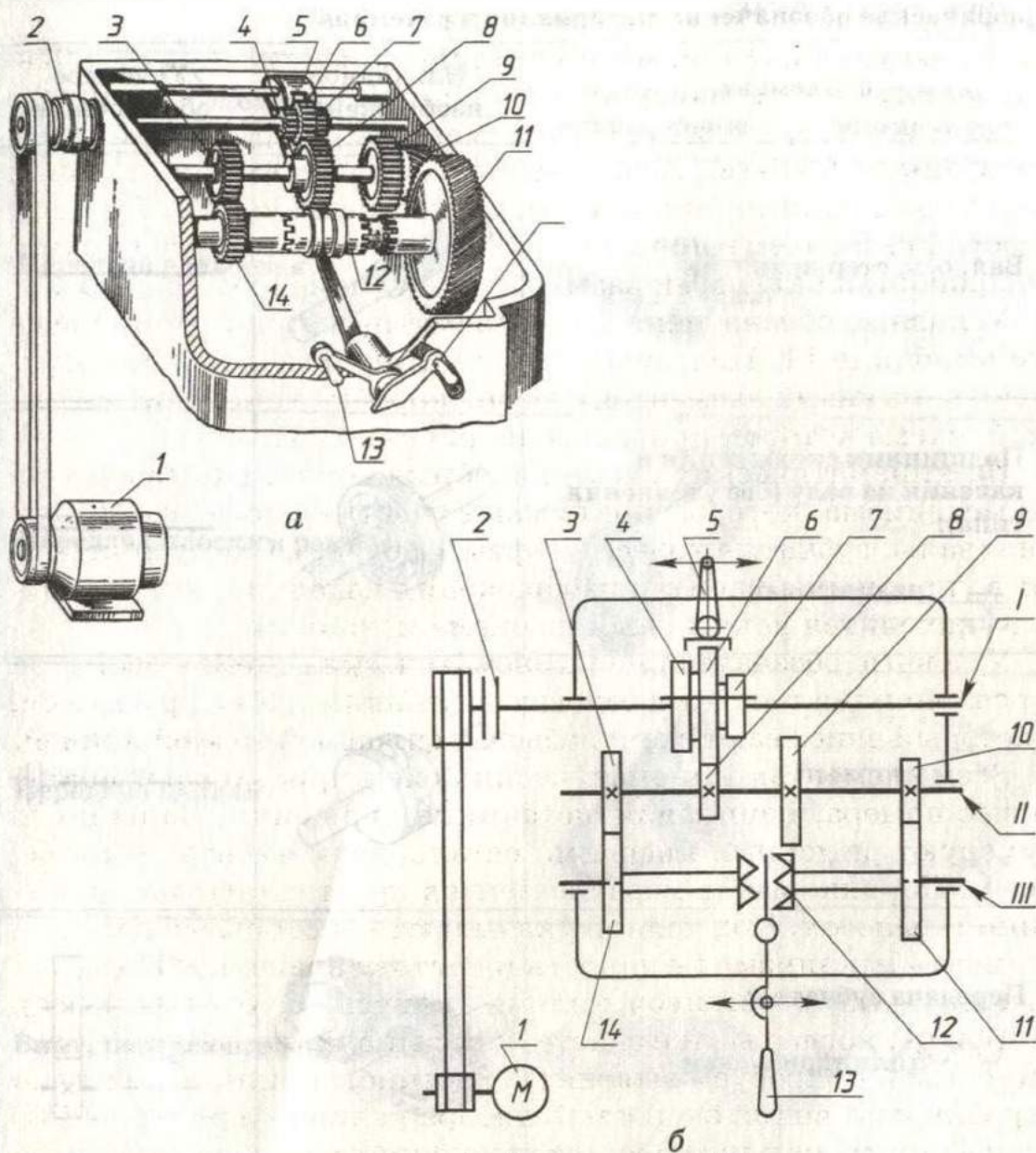
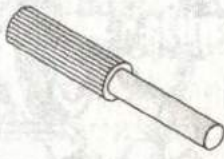



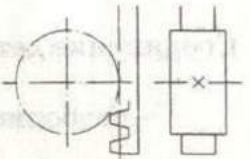

Рис. 251. Коробка изменения скоростей:
а — общий вид; *б* — кинематическая схема

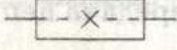
Коробка изменения скоростей получает движение от электродвигателя 1. Он соединен с механизмом коробки изменения скоростей с помощью ременной передачи и фрикционной муфты 2. Валу I передается только одна скорость вращения, так как шкивы ременной передачи одноступенчатые.

Вместе с валом I вращаются зубчатые колеса 4, 6, 7, которые, перемещаясь рукояткой 5 по направляющей шпонке, могут входить в зацепление с зубчатыми колесами вала II. Это обеспечивает образование трех пар передач из зубчатых колес: 3-4, 6-8, 7-9. Таким образом, промежуточный вал может иметь три совершенно разные скорости вращения.

Графические обозначения материалов в сечениях

Элемент	Наглядное изображение	Условное обозначение
Вал, ось, стержень		
Подшипник скольжения и качения на валу (без уточнения типа): радиальный		
упорный		
Передача зубчатая: цилиндрическая		
коническая		
Передача червячная		

Элемент	Наглядное изображение	Условное обозначение
Передача рельсовая		
Передача плоским ремнем		
Передача цепная		
Винт, передающий движение		
Пружина		
Электродвигатель		

Элемент	Наглядное изображение	Условное обозначение
Соединение детали с валом: свободное при вращении		
подвижное во время вращения		
глухое (неподвижное)		
Муфта сцепления: кулачковая односторонняя		
кулачковая двусторонняя		
фрикционная двусторонняя		

Элемент	Наглядное изображение	Условное обозначение
Шкив ступенчатый, закрепленный на валу		
Соединение валов шарнирное		
Гайка на валу, передающая движение: неразъемная		
разъемная		
Рычаг переключения		
Маховик		

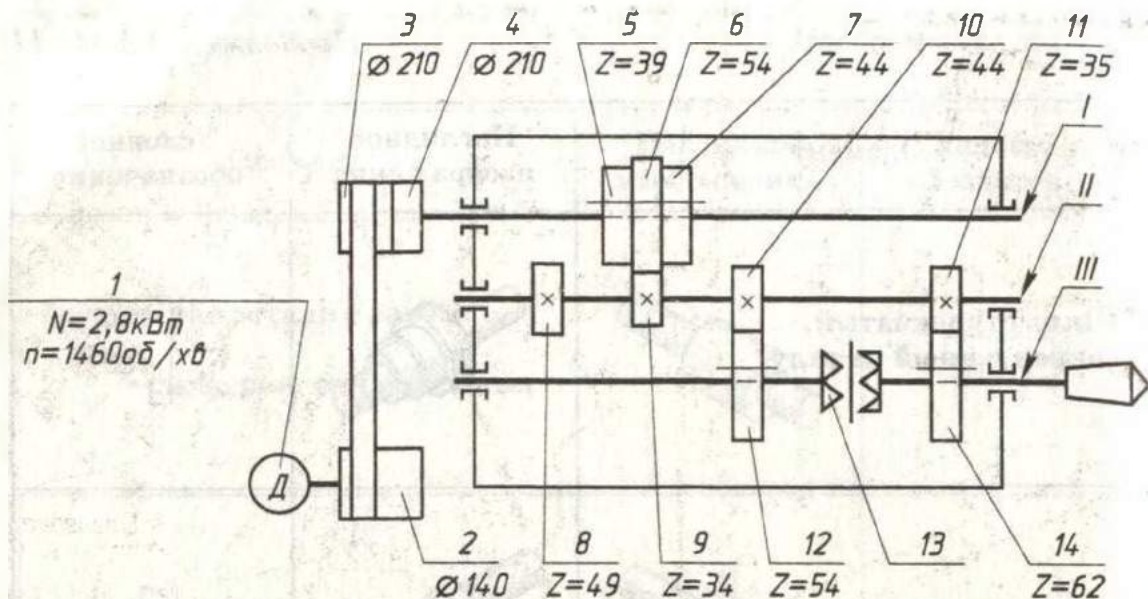


Рис. 252. Кинематическая схема

Зубчатые колеса 3 и 10 находятся в постоянном зацеплении с колесами 11 и 14, которые свободно насажены на вал III. Если кулачковая муфта 12 находится в нейтральном положении, шпиндель станка не вращается. Если передвижением влево или вправо вдоль направляющей шпонки включить муфту, шпиндель получит вращение от зубчатого колеса 14 или 11.

Такую последовательность изучения строения механизма и передачи им движения называют чтением кинематической схемы.

ВОПРОСЫ

1. Чем схема отличается от сборочного чертежа?
2. Какая роль условных обозначений на схемах?
3. Все ли элементы, входящие в изделие, обозначают на схемах?
4. О чем можно узнать из кинематической схемы изделия?

ЗАДАНИЕ

По рассмотренной в этом параграфе последовательности прочитайте кинематическую схему механизма, приведенную на рисунке 252.

17.3. Электрические схемы

Электрическая схема — это изображения элементов электротехнического изделия или электрической сети и связей между ними. С помощью электрических схем объясняют строение радиоприемников и телевизоров, телефонных аппаратов, ЭВМ, систем электрического питания в автомобилях; на электрической схеме можно показать электросеть жилого дома или населенного пункта и т.п.. По электрической схеме можно определить последовательность прохождения тока в цепях, образованных совокупностью элементов схемы, и понять работу этих элементов и изделия в целом.

Пример электрической схемы приведен на рисунке 253. Она содержит условные графические обозначения элементов изделия, соединенных друг с другом линиями, которые отображают электрические связи между этими элементами.

На электрических схемах изображают только те элементы изделия или сети, которые объясняют электрические процессы в них. Расположение деталей на схеме может отличаться от принятого в изделии. На схеме детали располагают так, как это удобно для их изображения. Следует лишь учитывать и сохранять последовательность прохождения тока.

На электрических схемах применяют условные обозначения, приведенные в таблице 12. Эти обозначения имеют простые очертания. Чтобы легко было ими пользоваться, каждая из них имеет характерные особенности изображаемого элемента. Условные обозначения электрических схем не отображают размеров самих элементов, а только определяют их вид (конденсатор, резистор, измерительный прибор, выключатель и т.д.) Одним знаком обозначают и маленький по размерам и параметрам элемент, и большой.

Кроме графических обозначений, все элементы схемы имеют позиционные обозначения, которые располагают сверху или справа от них. Позиционное обозначение состоит из одной или двух больших латинских букв и цифры. Буквы показывают вид элемента: *C* — конденсаторы, *R* — резисторы, *VD* — диоды, *VT* — транзисторы, *L* — катушки индуктивности, *BA* — громкоговорители, *EL* — лампы накаливания, *G* — источники питания, *UG* — блоки элементов питания, *S* — выключатели, *FU* — предохранители плавкие, *TU* — трансформаторы и т.д. Цифра в позиционном обозначении указывает порядковый номер элемента на схеме. Порядковые номера для всех элементов с одинаковыми обозначениями записывают последовательно слева направо или сверху вниз, учитывая их расположение на схеме, например: *R1*, *R2*, *R3*...

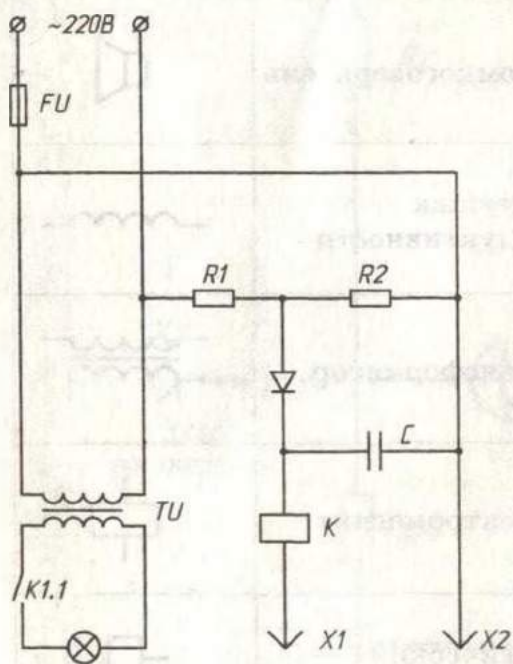


Рис. 253. Электрическая схема

Геометрические элементы условных обозначений на электри-

Условные обозначения на электрических схемах

Элемент	Условное обозначение	Элемент	Условное обозначение
Линия электрической связи		Транзистор	
Контакты разъёмного соединения: штырь		Фотоэлемент	
гнездо		Источник питания	
Выключатель		Измерительный прибор: амперметр	
Предохранитель плавкий		вольтметр	
Лампа накаливания		Электрический звонок	
Резистор: постоян- ный		Громкоговоритель	
перемен- ный		Катушка индуктивности	
Конденсатор: постоян- ной ем- кости		Трансформатор	
перемен- ной ем- кости		Электромагнит	
Диод		Логический элемент	

ческих схемах выполняют сплошной толстой основной линией. Ею же проводят линии электрической связи. Отдельные элементы схем (например, сердечник трансформатора) выполняют утолщенной линией, в два раза толще сплошной толстой основной. Соединение проводников электрического тока обозначают зачерненной точкой.

ВОПРОСЫ

1. О чем можно узнать из электрической схемы?
2. Можно ли по условным обозначениям на электрической схеме определить размер изображенного элемента?
3. Отличаются ли между собою графические обозначения элементов электрических схем, если они принадлежат к одному виду, но имеют разные форму и размеры?
4. Для чего делают позиционные обозначения на электрических схемах?
5. Как отличить на электрической схеме проводники, которые пересекаются, от проводников, которые соединяются?

ЗАДАНИЕ

Пользуясь таблицей условных обозначений, прочитайте электрическую схему, приведенную на рисунке 254.

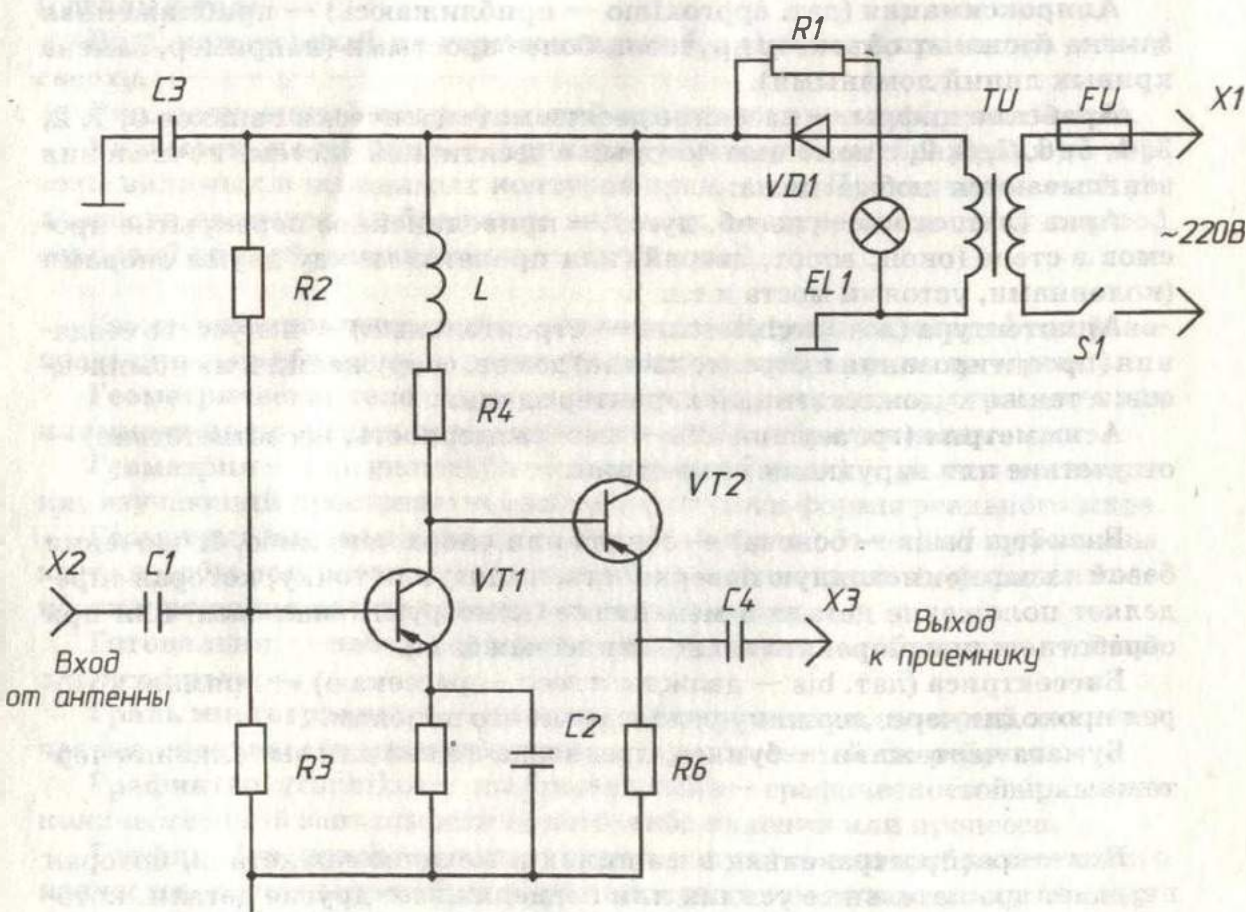


Рис. 254. Электрическая схема

Аббревиатура (лат. abbrevio — сокращаю) — сложносокращенное слово, образованное из первых букв словосочетания (например, ЭВМ — электронно-вычислительная машина) или начальных слов.

Абрис — очертание предмета, нанесенное с помощью линий.

Абсцисса (лат. abscissa — отрезанная) — координата точки по оси x в декартовой системе координат, которая определяет ее положение на плоскости или в пространстве.

Аксонометрия (гр. axon — ось и metreo — измеряю) — способ изображения предметов на плоскости, суть которого состоит в параллельном проецировании на какую-либо плоскость предмета вместе с избранной системой координат.

Алгоритм (лат. algorithmus, что связано с именем узбекского ученого IX столетия Аль-Хорезми) — система правил, которая определяет действия или операции, на основе последовательного выполнения которых происходит решение поставленной задачи.

Анализ графического состава изображения — определение геометрических построений, необходимых для построения контура изображения.

Аналогия (гр. analogia — соответствие) — подобие, сходство между предметами по определенным признакам.

Аппликата (лат. applicatus — приложенный) — координата точки по оси z в декартовой системе координат, которая определяет ее положение в пространстве.

Аппроксимация (лат. appproximo — приближаюсь) — приближенная замена сложных объектов другими, более простыми (например, замена кривых линий ломаными).

Арабские цифры — название десяти математических знаков 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, с помощью которых в десятичной системе исчисления записываются любые числа.

Арка (лат. arcus — изгиб, дуга) — криволинейное перекрытие проемов в стене (окон, ворот, дверей) или пролетов между двумя опорами (колоннами, устоями моста и т.п.).

Архитектура (лат. architectura — строительный) — искусство создания (проектирования и строительства) домов, сооружений и их комплексов, а также художественный характер здания.

Асимметрия (гр. asymmetria — несоразмерность, несоответствие) — отсутствие или нарушение симметрии.

База (гр. basis — основа) — основа или опора чего-либо. В черчении базой называют исходную поверхность, линию или точку, которая определяет положение детали в механизме (конструктивная база) или при обработке или измерении (технологическая база).

Биссектриса (лат. bis — дважды и seco — рассекаю) — прямая, которая проходит через вершину угла и делит его пополам.

Бумага чертежная — бумага, предназначенная для выполнения чертежных работ.

Вал — распространенная в машинах и механизмах деталь, которая передает вращательные усилия или поддерживает другие детали, которые вращаются на нем или вместе с ним (зубчатые колеса, шкивы, звездочки и т.п.).

Ватман (от имени собственника английской бумажной фабрики Whatman) — плотная бумага высшего качества для выполнения чертежей.

Вектор — (лат. vector — тот, что несет) — отрезок прямой, имеющий определенное направление (направленный отрезок), которое указывает стрелкой на его конце.

Величина — обобщенное понятие таких конкретных понятий (длины, площади, объема, веса), которые можно выразить положительными однородными величинами, избранными за единицу измерения.

Взаимозаменяемость — способность одноименных и однотипных деталей занимать свое место в изделии в процессе его сборки или во время ремонта без дополнительной обработки, подгонки или регулирования.

Вид — изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Вид главный — изображение предмета на фронтальной плоскости проекций, которое дает наиболее полное представление о его форме и размерах.

Вид дополнительный — изображение предмета или его части, образованное на плоскости, которая не параллельна основным плоскостям проекций.

Вид местный — изображение отдельной, ограниченной части поверхности предмета.

Вид основной — вид, образованный на одной из основных плоскостей проекций (горизонтальной, фронтальной или профильной).

Вид, полученный на фронтальной плоскости проекций — *вид спереди* (главный вид).

Вид, полученный на горизонтальной плоскости проекций — *вид сверху*.

Вид, полученный на профильной плоскости проекций — *вид слева*.

Видимость на чертеже — принятая условность изображения на чертеже видимых и невидимых контуров предметов. Проявлением этой условности является изображение видимых контуров сплошной толстой основной линией, а невидимых — штриховой.

Геометрическое построение — совокупность графических действий, направленных на образование элемента контура изображения на чертеже.

Геометрическое тело — замкнутая часть пространства, ограниченная плоскими или другими поверхностями или их объединением.

Геометрия — (гр. geometria — измерение Земли) — раздел математики, изучающий пространственные отношения и формы реального мира.

Геометрия начертательная — наука, которая объясняет и обосновывает способы построения изображений пространственных форм на плоскости и решения на ней пространственных задач.

Готовальня — набор чертежных инструментов, собранных в специальном футляре.

Грань многогранника — плоский многоугольник, который является частью поверхности многогранника и ограниченный его ребрами.

График (гр. graphikos — изображенный) — графическое изображение количественной зависимости какого-либо явления или процесса.

Графика (гр. grapho — пишу, черчу, рисую) — вид изобразительного искусства, основным изобразительным средством которого является рисунок, выполненный на бумаге карандашом штрихами и линиями без применения красок.

Графический (гр. graphikos — изображенный) — начерченный, представленный в виде чертежа или рисунка.

Декартова система координат — прямоугольная система координат, предназначенная для определения положения точки на плоскости (система двух координат) или в пространстве (система трех координат), в которой масштабы по всем осям одинаковые.

Деталирование — процесс разработки и выполнения рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу изделия.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

Диметрия — аксонометрическая проекция с коэффициентами искажения, одинаковыми по двум осям.

Диагональ (гр. diagonios — проведенный от угла к углу) — отрезок прямой, который соединяет две несмежные вершины многоугольника.

Диаметр (гр. diametros — поперечник окружности) — наибольшее расстояние между двумя точками окружности. Измеряется отрезком прямой, которая соединяет эти точки и проходит через центр окружности.

Дюйм (гол. duim — большой палец) — единица длины в английской и американской системах мер. Один дюйм равен 25,4 мм.

Зазор — положительная разность между двумя сопряженными поверхностями деталей, которая обеспечивает возможность их относительно-го перемещения в соединении.

Измерение — нахождение значения физической величины опытным путем с помощью предназначенных для этого измерительных средств.

Измерение размера — нахождение числового значения линейной или угловой величины при помощи измерительного средства.

Изделие — предмет или набор предметов, которые подлежат изготовлению на предприятии.

Изображение — графическое отображение формы предмета в определенном масштабе, выполненное установленным способом проецирования, и предназначенное для определения нужных геометрических свойств предмета.

Изображение главное — изображение предмета, образованное на фронтальной плоскости проекций.

Изображение наглядное — изображение, предназначенное давать целостное пространственное представление об объемном предмете.

Изометрия — аксонометрическая проекция с коэффициентами искажения, одинаковыми по всем трем осям.

Карандаш (тюрк. кара — черный, даш — камень) — графитовый стержень в специальной оправе для проведения линий и нанесения надписей на бумаге.

Касательная — прямая, имеющая с замкнутой кривой лишь одну общую точку.

Касательная к окружности — прямая, которая проходит через точку окружности перпендикулярно к радиусу, проведенному к этой точке.

Квадрат — прямоугольник, у которого все стороны равны.

Компоновка чертежа — рациональное расположение изображений на поле чертежа для наиболее полного и равномерного использования его площади.

Компоновать — образовывать из отдельных частей целесообразное объединение.

Конструкция (лат. *constructio* — построение, складывание) — построение, взаимное расположение частей изделия, его состав.

Конструирование — создание конструкции изделия в соответствии с проектом или расчетами.

Контур (франц. *contour* — очертание) — очертание какого-либо предмета, линия, которой очерчивают форму.

Контур изображения — совокупность геометрических элементов, которые очерчивают определенное изображение на чертеже.

Конус круговой — геометрическое тело, ограниченное замкнутой конической поверхностью и круглой основой, которая пересекает все ее образующие.

Конусность — отношение диаметра основания прямого конуса к его высоте, а для срезанного конуса — отношение разности диаметров окружности оснований к высоте (расстояния между центрами этих оснований).

Конфигурация (лат. *configuratio* — очертание формы, размещение) — внешний вид, очертание, а также взаимное расположение каких-либо предметов или их частей.

Координата (лат. *co* — вместе и *ordinatus* — упорядоченный, определенный) — число, определяющее положение точки на прямой, плоскости, в пространстве.

Копия — точное воспроизведение какого-либо документа или изображения (графического, текстового и т.п.).

Коэффициент искажения — отношение длины проекции отрезка к действительной длине этого отрезка.

Круг — часть плоскости, ограниченная окружностью, в которой находится его центр.

Куб — правильный многогранник, поверхность которого образуют шесть квадратов.

Лекало — чертежный инструмент в виде фигурной линейки для проведения или проверки на чертежах кривых линий.

Линии построения — линии, которыми предварительно выполняют графические построения изображений на чертежах.

Линейка — чертежный инструмент, с помощью которого проводят линии на плоскости и выполняют линейные измерения.

Линия (лат. *linea* — льняная нить) — множество всех последовательных положений точки, которая движется. По определению Эвклида, «линия — это длина без ширины».

Линия кривая — траектория непрерывно движущейся точки в постоянно изменяющемся направлении.

Линия ломаная — линия, составленная из отрезков прямых линий, не принадлежащих одной прямой.

Линия лекальная — линия сменной кривизны, которую проводят с помощью лекала.

Линия плоская — линия, у которой все точки принадлежат одной плоскости.

Линия проекционной связи — линия, которая соединяет проекции точек на видах чертежа.

Линия прямая — линия, в которой движущаяся точка имеет неизменное прямолинейное направление движения.

Луч — часть прямой, ограниченная с одной стороны точкой (полупрямая).

Луч проецирующий — мысленный луч, проведенный через объект проецирования в направлении плоскости проекций к встрече с ней.

Макет — объемное средство обучения, которое отображает только внешний вид натуральных объектов, не объясняя их внутреннего содержания.

Масштаб — отношение размеров изображенного на чертеже предмета к его действительным размерам.

Многогранник — геометрическое тело, со всех сторон ограниченное плоскими многоугольниками — гранями.

Многоугольник — фигура, ограниченная плоской замкнутой ломаной линией.

Нанесение размеров — проведение выносных и размерных линий и нанесение размерных чисел соответственно существующим требованиям и правилам.

Наглядность — особенность графического изображения, позволяющая легко представить изображаемый предмет.

Образующая — линия, которая, перемещаясь в пространстве, образует какую-либо поверхность.

Объект — фрагмент реальности, на которую направлена активность связанного с нею субъекта.

Овал — выпуклая геометрическая фигура, ограниченная попарно сопряженными дугами окружностей, центры которых находятся внутри фигуры.

Округление — плавный переход по дуге окружности от одного элемента контура изображения к другому.

Окружности концентрические — окружности различных радиусов, описанные из одного центра.

Окружность — плоская замкнутая кривая, все точки которой одинаково отдалены от ее центра.

Отрезок — часть прямой, ограниченная с обеих сторон (обозначают большими буквами, поставленными возле его концов, например *AB*).

Ось вращения — неподвижная прямая линия, вокруг которой вращается образующая поверхности вращения.

Ось проекций — линия пересечения двух взаимно перпендикулярных плоскостей проекций.

Ордината (лат. *ordinatus* — упорядоченный) — координата точки по оси *y* в декартовой системе координат, которая определяет ее положение на плоскости или в пространстве.

Оригинал (лат. *originalis* — первоначальный) — подлинный документ (текстовый, графический), предназначенный для воспроизведения в копиях.

Основная надпись (угловой штамп) — таблица установленной формы, расположенная в правом нижнем углу рамки чертежа, в которую заносят сведения о лицах, имеющих отношение к выполнению чертежа, название изображенного на чертеже изделия и некоторые другие данные, необходимые для лучшего понимания чертежа.

Очертание поверхности — внешний контур поверхности на ее проекции.

Параллелепипед — призма, основой которой является параллелограмм (в частности квадрат, ромб, прямоугольник).

Параллелепипед прямоугольный — параллелепипед, у которого боковые ребра перпендикулярны к плоскости основы.

Параллелограмм — четырехугольник, у которого противоположные стороны параллельны.

Параллельные прямые — прямые, которые лежат в одной плоскости и не пересекаются (то есть не имеют общих точек).

Периметр (гр. *perimetreō* — измеряю вокруг) — длина замкнутого контура, например, сумма всех сторон многоугольника.

Перпендикулярные прямые — прямые, которые пересекаются под прямым углом.

Перспектива (франц. *perspective* — смотрю насквозь, ясно вижу) — система изображения предметов на плоскости способом центрального проецирования.

Пирамида (гр. *pyramidos*) — многогранник, одна грань которого (основание) есть многоугольник, а все другие грани (боковые) — треугольники, имеющие общую вершину. По количеству углов основания различают пирамиды треугольные, четырехугольные и т.д.

Пирамида усеченная — часть пирамиды, заключенная между ее основанием и секущей плоскостью, параллельной основанию.

Планиметрия — раздел элементарной геометрии, в котором изучаются свойства фигур, лежащих в плоскости.

Плоский предмет — предмет, который имеет незначительную толщину (высоту), которая во много раз меньше, чем его длина и ширина.

Площадь — одна из количественных характеристик плоских геометрических фигур и поверхностей. Площадь любой плоской фигуры определяется как часть плоскости, ограниченная плоской замкнутой линией.

Плоскость — простейшая поверхность, положение которой в пространстве определяется тремя точками, которые не лежат на одной прямой.

Плоскость проекций — плоскость, на которой получают проекцию.

Плоскость секущая — мысленная плоскость, которой условно рассекают предмет в том месте, где необходимо определить его форму.

Поверхность — множество всех последовательных положений линии, которая движется. В общем случае поверхность можно рассматривать как общую часть двух смежных частей пространства или как границу геометрического тела. По определению Эвклида, «поверхность есть то, что имеет только длину и ширину».

Поле чертежа — место внутри рамки чертежа.

Призма (гр. *prisma* — распиленная) — многогранник, две грани которого (основания) являются равными многоугольниками с соответственно параллельными сторонами, а все остальные грани (боковые) — параллелограммами. По количеству боковых граней призмы разделяют на трехгранные, четырехгранные и т.д.

Призма прямая — призма, у которой боковые грани перпендикулярны к основанию.

Проекция — изображение пространственной формы, полученное проецированием его на какую-либо поверхность.

Проекция аксонометрическая — наглядное изображение, полученное на основе параллельного проецирования предмета вместе с избранной системой координат на какую-либо плоскость.

Проекция прямоугольная — проекция объемного предмета на плоскости, полученная прямоугольным проецированием.

Проецирование — процесс образования изображения пространственной формы на любой поверхности с помощью световых или мысленных зрительных (проецирующих) лучей.

Проецирование центральное — способ проецирования, при котором все проецирующие лучи выходят с одной точки — центра проецирования.

Проецирование параллельное — способ проецирования, при котором все проецирующие лучи параллельные между собою и одновременно параллельные определенному направлению проецирования.

Проецирование прямоугольное — вид параллельного проецирования, при котором направление проецирования перпендикулярно к плоскости проекций.

Прямоугольник — параллелограмм, у которого все углы прямые.

Пятиугольник — плоская фигура, ограниченная замкнутой ломаной линией, состоящей из пяти отрезков прямой.

Рамка чертежа — расположенный на определенном расстоянии от края листа прямоугольник, который ограничивает место выполнения чертежа.

Развертка многогранника — совокупность многоугольников, соответственно равных граням многогранника, совмещенных с одной плоскостью.

Развертка поверхности — плоская фигура, которая получается, если поверхность тела разрезать вдоль какой-то линии и совместить с плоскостью.

Размер — количественное выражение линейной или угловой величины.

Размеры на чертеже — числовые данные в определенной системе единиц, которые характеризуют линейные и угловые величины изображенного изделия и его элементов и не зависят от масштаба и точности выполнения чертежа.

Разметка — нанесение на заготовку плоской детали контуров ее изображения, осевых, центровых и других линий и знаков.

Разрыв — условный способ сокращения на чертежах изображений длинных изделий.

Разрез — изображение предмета, мысленно рассеченного секущей плоскостью, на котором изображают то, что находится в секущей плоскости и за ней.

Рейшина (нем. *reiben* — чертить и *schiene* — рельс) — специальная чертежная линейка для выполнения геометрических построений, которая обеспечивает высокую точность проведения параллельных линий.

Рисунок технический — наглядное (аксонометрическое) изображение предмета, выполненное от руки, с соблюдением его пропорций в размерах на глаз.

Резьба — образованные на внешней или внутренней поверхности детали одинаковые по форме и размерам винтовые выступы и канавки.

Ромб — параллелограмм, у которого все стороны одинаковые.

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой с помощью сборочных операций.

Сборочные чертежи — графический документ, который содержит изображение сборочной единицы и прочие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля.

Сегмент (лат. segmentum — отрезок, полоса) — плоская фигура, ограниченная дугой кривой и хордой, которая стягивает ее концы.

Сегмент круговой — часть круга, ограниченная дугой его окружности и хордой, которая стягивает эту дугу.

Сектор (лат. sector — тот, что рассекает) — часть плоской фигуры, ограниченная двумя полупрямыми, которые выходят из внутренней точки фигуры, и дугой контура.

Сектор круговой — часть круга, ограниченная двумя его радиусами и дугой окружности этого круга.

Сечение — изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью. На сечении показывают только то, что находится непосредственно в секущей плоскости.

Символ (гр. symbolon — знак, примета, признак) — условное обозначение какого-либо предмета, величины или явления (символы математические, химические, логические, графические и т.п.).

Симметрия (гр. symmetria — соразмерность) — свойство геометрических фигур, которое состоит в четком соответствии расположения их парных частей относительно некоторой средней (центральной) линии.

Соединение деталей — несколько деталей, скрепленных между собой определенным способом с целью образования некоторой части изделия.

Соединение неразъемное — соединение деталей, которое не предусматривает возможности их разъединения без повреждения или разрушения самих деталей или элементов, которые их соединяют.

Соединение разъемное — соединение деталей, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения или разрушения самих деталей и элементов, которые их соединяют.

Сопряжение линий — плавный переход между двумя линиями (между двумя прямыми, между прямой и дугой или между двумя дугами) в виде дуги окружности.

Спецификация — технический документ в виде таблицы, в котором приводится перечень частей сборочной единицы.

Стандарт (англ. standard — норма, образец, уровень, качество) — нормативно-технический документ, который устанавливает единые обязательные требования к чему-либо (например, требования к выполнению и оформлению чертежей).

Стереометрия — раздел элементарной геометрии, в котором изучаются свойства пространственных фигур.

Стрелка — острое окончание размерной или указательной линии на чертеже.

Сфера — шаровая поверхность, все точки которой одинаково удалены от одной точки — центра сферы.

Схема техническая — графический документ, на котором показаны в виде условных изображений и обозначений составные части изделия и связи между ними.

Технический рисунок — наглядное (аксонометрическое) изображение предметов, построенное от руки, без применения чертежных инструментов, в глазомерном масштабе.

Топография — прикладной раздел геодезии, которая изучает методы съемки местности с целью изображения ее на плане.

Транспортир — чертежный инструмент, предназначенный для измерения и построения углов на чертеже.

Трапеция — четырехугольник, у которого две противоположные стороны параллельны (основание), а две другие — не параллельны (боковые стороны).

Трапеция равносторонняя — трапеция, у которой боковые стороны одинаковые.

Трафарет — пластинка из металла или пластмассы, в которой прорезаны фигуры, буквы, символы и т.п., предназначенные для воспроизведения.

Треугольник — часть плоскости, ограниченная тремя отрезками прямых (стороны треугольника), которые попарно имеют один общий конец (вершины треугольника).

Треугольник остроугольный — треугольник, у которого все углы острые.

Треугольник равнобедренный — треугольник, у которого две стороны одинаковые.

Треугольник равносторонний — треугольник, у которого все стороны одинаковые.

Треугольник прямоугольный — треугольник, у которого один угол прямой.

Треугольник тупоугольный — треугольник, у которого один угол тупой.

Угол двугранный — фигура, образованная двумя полуплоскостями (гранями), которые выходят из общей прямой (ребра).

Угол плоский — фигура, образованная двумя лучами (сторонами), выходящими из одной точки (вершины).

Угольник — чертежный инструмент в виде плоского прямоугольного треугольника для проведения линий и построения углов на чертеже.

Фигура (лат. figura) — внешнее очертание, вид, форма предмета.

Фигура геометрическая — конкретно определенная совокупность точек, линий или поверхностей (например, треугольник, трапеция, пирамида и т.п.).

Фигура плоская — фигура, все точки которой принадлежат одной плоскости.

Формат чертежа — установленные размеры листа чертежной бумаги.

Хорда (гр. chorde — струна) — отрезок прямой, которая соединяет две произвольных точки кривой линии.

Цилиндр (гр. kyliindros — катаю, кручу) — геометрическое тело, ограниченное замкнутой цилиндрической поверхностью и двумя параллельными круглыми основаниями, расстояние между которыми называют высотой цилиндра.

Цилиндр наклонный — цилиндр, у которого образующие не перпендикулярны к его основанию.

Цилиндр прямой — цилиндр, у которого образующие перпендикулярны к его основанию.

Циркуль круговой (лат. circulus — круг, окружность) — чертежный инструмент для проведения окружностей заданных размеров.

Чертеж — технический документ, который содержит графические изображения, символы и предназначенный для точного отображения су-

ественных пространственных признаков объекта (внешнего вида, строения, размеров и т.п.).

Чертеж детали — графический документ, который содержит изображение детали и все другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Чертеж сборочный — графический документ, который содержит изображение сборочной единицы и прочие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Чертежная принадлежность — инструменты и устройства для выполнения чертежно-графических работ.

Четырехугольник — плоская фигура, образованная замкнутой линией, которая состоит из четырех звеньев.

Шаблон (нем. schablone — образец) — инструмент в виде плоской пластины определенной формы и размеров (иногда с проемами), предназначенный для проведения кривых линий или некоторых сложных контуров на чертежах.

Шестиугольник — плоский многоугольник, который имеет шесть сторон.

Шестиугольник правильный — шестиугольник, у которого все стороны и углы равны.

Шрифт чертежный — упорядоченная совокупность букв, цифр и знаков, предназначенных для выполнения надписей и обозначений на всех видах чертежей и технических документах.

Штриховка — условное графическое обозначение материалов на чертеже с помощью линий и штрихов.

Элемент детали — часть детали определенной формы и конструкции, предназначенная для выполнения определенной функции. К наиболее распространенным элементам деталей принадлежат фаски, канавки, проточки, пазы, буртики, плоские грани, рифление и т.п.

Эллипс (гр. elleipsis — недостаток) — плоская замкнутая кривая в виде овала.

Эскиз — графический документ временного пользования, выполненный от руки без использования чертежных инструментов, в глазомерном масштабе с сохранением приблизительной пропорциональности элементов изображаемого предмета и соблюдением правил выполнения и оформления чертежей.

СОДЕРЖАНИЕ

Вступление	3
1. Общие требования к оформлению чертежей	5
1.1. Правила оформления чертежей	5
1.2. Линии чертежа	7
1.3. Надписи на чертежах	10
2. Геометрические построения на чертежах	14
2.1. Анализ графического состава изображения	14
2.2. Проведение параллельных и перпендикулярных прямых. Построение углов	15
2.3. Деление отрезков и углов на равные части	19
2.4. Деление окружности на равные части	21
3. Чертежи плоских предметов	24
3.1. Изображение плоских предметов	24
3.2. Размеры на чертежах	29
3.3. Эскиз предмета	36
4. Чертежи в системе прямоугольных проекций	40
4.1. Методы проецирования	40
4.2. Прямоугольное проецирование	42
4.3. Виды	56
5. Выполнение и чтение чертежей	61
5.1. Последовательность построения видов	61
5.2. Нанесение размеров	68
5.3. Сопряжения	71
5.4. Чтение чертежей	78
6. Аксонометрические проекции. Технический рисунок	100
6.1. Образование аксонометрических проекций	100
6.2. Построение аксонометрических проекций	103
6.3. Технический рисунок	109
7. Сечения	112
7.1. Понятие о сечении	112
7.2. Выполнение и обозначение сечений	114
7.3. Некоторые условности выполнения сечений	120
8. Разрезы	122
8.1. Понятие о разрезе	122
8.2. Виды разрезов	126
8.3. Обозначение разрезов	135
8.4. Соединение вида с разрезом	139

9. Выбор изображений на чертежах	143
9.1. Обобщенное понятие об изображении	143
9.2. Выбор количества изображений	144
9.3. Выбор главного изображения	149
10. Некоторые дополнительные сведения, необходимые для выполнения и чтения чертежей	149
10.1. Условности и упрощения на чертежах	149
10.2. Дополнительные и местные виды	151
10.3. Компоновка изображений на чертеже	153
11. Сборочные чертежи	159
11.1. Назначение и особенности сборочных чертежей	159
11.2. Основные элементы сборочного чертежа	161
12. Изображение соединений на сборочных чертежах	165
12.1. Виды соединений	165
12.2. Чертежи резьбовых соединений	165
12.3. Чертежи шпоночных и штифтовых соединений	176
12.4. Чертежи неразъемных соединений	181
13. Чтение сборочных чертежей	183
13.1. Порядок чтения сборочных чертежей	183
13.2. Условности и упрощения на сборочных чертежах.	186
14. Детализирование сборочных чертежей	195
14.1. Понятие о детализировании	195
14.2. Последовательность детализирования	199
14.3. Выполнение детализирования	199
15. Топографические чертежи	204
16. Строительные чертежи	207
16.1. Общие сведения о строительных чертежах	207
16.2. Условные изображения и обозначения на строительных чертежах	215
17. Схемы	217
17.1. Общие сведения о схемах	217
17.2. Кинематические схемы	217
17.3. Электрические схемы	224
Терминологический словарь	228