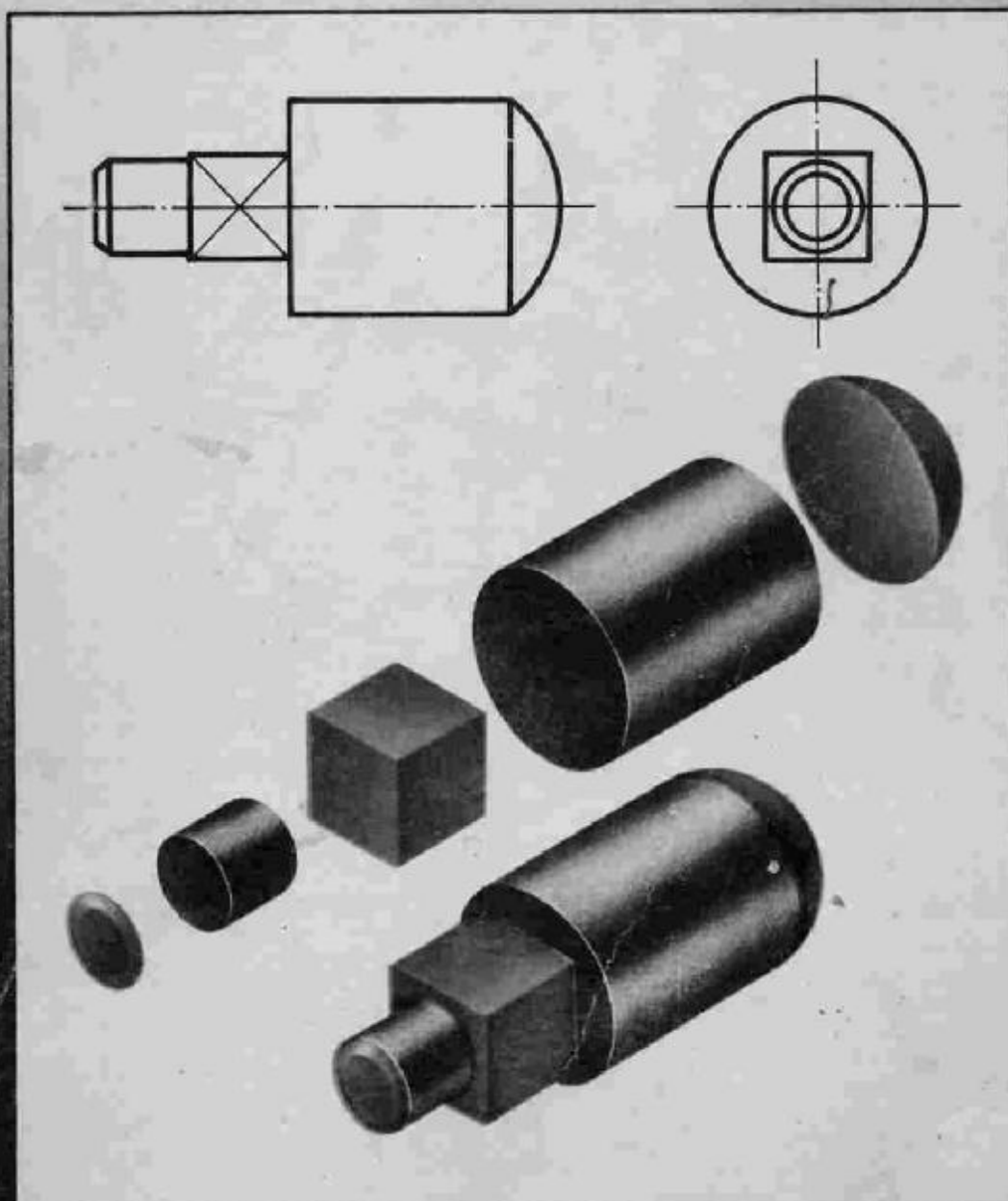




ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ



И.С. ВЫШНЕПОЛЬСКИЙ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Одобрено Ученым советом
Государственного комитета СССР
по профессионально-техническому образованию
в качестве учебника
для средних профессионально-технических училищ

80 1
4732



МОСКВА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА»
1981

БИБЛИОТЕКА
МФТИ
Проф. Соколов ул. Ленинские № 85

ВВЕДЕНИЕ В КУРС ЧЕРЧЕНИЯ



1. СОВРЕМЕННЫЙ САМОЛЕТ

Вы видите фотографию современного воздушного корабля, который, летая над облаками со сверхзвуковой скоростью, может в любую погоду перебросить пассажиров и грузы в считанные минуты в отдаленные части земного шара (рис. 1). Создание таких кораблей и других современных машин и оборудования немыслимо без хорошо организованной системы создания чертежей.

Чертеж — это язык техники.

Чертежом называют документ, содержащий изображения предмета и другие данные, необходимые для его изготовления и контроля.

Современный чертеж прошел долгий путь развития. Появление чертежей было связано со строительством укреплений, храмов, городов. Сначала чертежи делали на земле на том месте, где необходимо было вести постройку. Затем их стали выполнять на камне, глиняных плитах, пергаменте.

Попытки людей изобразить окружающие предметы предшествовали письменности.

Крупный вклад в теорию изображений внесли Леонардо да Винчи — гениальный итальянский художник и ученый эпохи Возрождения, французский геометр и архитектор Жирар Дезарг, которому удалось дать первые научные обоснования правил построения перспективы, Рэнэ Декарт, французский математик XVII в., предложивший прямоугольную систему координат, что положило начало аксонометрическим проекциям.

Огромная заслуга принадлежит французскому инженеру Гаспару Монжу, опубликовавшему в 1798 г. свой труд «На-

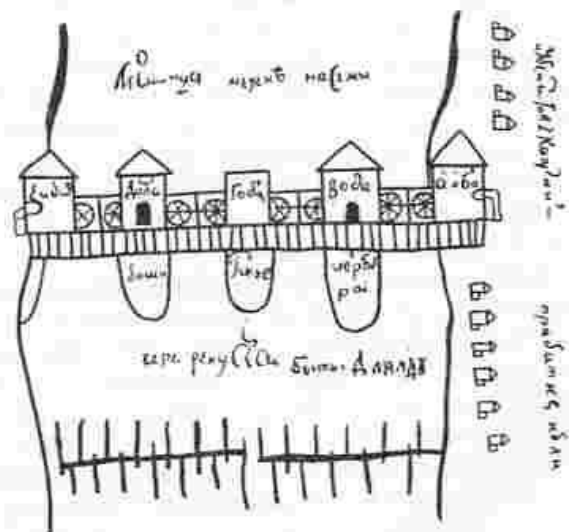
чертательная геометрия», который лег в основу проекционного черчения, используемого и в настоящее время.

Отдавая должное Гаспару Монжу, обобщившему метод прямоугольного проектирования предметов на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций, мы не должны забывать, что задолго до появления начертательной геометрии в отдельных русских чертежах уже применялись некоторые правила, которые научно обобщил Монж.

Древнейшие дошедшие до нас русские чертежи относятся к XVI в. Однако пользоваться ими стали на Руси значительно раньше.

Вначале изображения выполняли от руки, на глаз. Такой чертеж не содержал размеров, и судить по нему об изображенных предметах можно было лишь приблизительно. На рис. 2 вы видите чертеж

2. ЧЕРТЕЖ МЕЛЬНИЦЫ (XVII в.)



мельницы на реке Семь (XVII в.). Этот чертеж нуждается в словесных пояснениях, поэтому на нем сделаны различные надписи.

Постепенно чертежи становились более совершенными. На рис. 3 показан чертеж моста и башни, относящийся к XVII в. Он более точно передает очертания изображаемых сооружений и выполнен уже с помощью чертежных инструментов.

Значительного расцвета достигла русская графика во времена Петра I. До нас дошли многие кораблестроительные чертежи того времени.

Чертежами пользовались многие выдающиеся русские изобретатели и инженеры. Чертежи первой паровой машины И. И. Ползунова (XVIII в.), моста через реку Неву И. П. Кулибина (XVIII в.), чертежи первого русского паровоза Черепановых (XIX в.) выполнены с большим мастерством и глубоким пониманием правил их построения и оформления. Русские ученые внесли большой вклад в развитие инженерной графики. Основоположителем начертательной геометрии в России был профессор Я. С. Севастьянов.

Ценный вклад в науку внесли советские ученые А. И. Добряков, Н. А. Рынин, Д. И. Каргин, Н. Ф. Четверухин.

Технический прогресс, бурное развитие науки и техники в нашей стране, задача всемерного улучшения качества продукции поставили вопрос о дальнейшем развитии стандартизации, в частности стандартов на чертежи.

В нашей стране выполняется огромное количество чертежей.

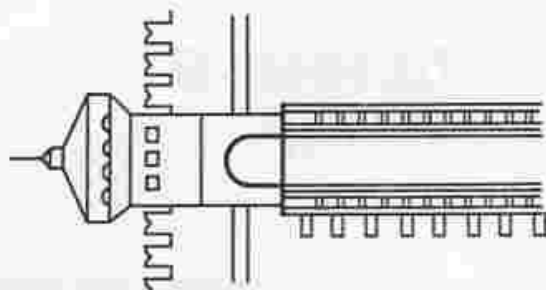
Представьте, что было бы, если каждое предприятие выполняло чертежи по-своему, не соблюдая единых правил. Такие чертежи могли быть не поняты другими. Чтобы избежать этого, в СССР в 1928 г. были приняты первые государственные стандарты, устанавливающие единые правила выполнения и оформления чертежей.

Стандартом называют документ, который устанавливает единые правила оформления чертежей и других технических документов. Государственные стандарты (сокращенно ГОСТ) обязательны для всех предприятий, организаций и отдельных лиц.

Стандарты установлены не только на чертежи, но и на многие виды продукции, выпускаемой нашими предприятиями.

Государственным стандартам присваивают определенные обозначения. Например, стандарт «Линии» обозначен так: ГОСТ 2.303—68. Цифра 2, стоящая перед точкой, указывает, что этот стандарт относится к Единой системе конструктор-

3. ЧЕРТЕЖ МОСТА И БАШНИ



ской документации (ЕСКД), число 303 указывает номер стандарта, а число 68, стоящее после черточки, год его регистрации.

Стандарты систематически пересматривают, что объясняется требованиями производства и стремлением унифицировать стандарты нашей страны со стандартами других социалистических стран.

Важное значение имеет работа по стандартизации, проводимая в рамках СЭВ.

В 1974 г. XXVIII сессия СЭВ утвердила «Положение о стандартах СЭВ» и одобрила конвенцию о применении стандартов СЭВ всеми странами — членами СЭВ.

Выпуск стандартов Совета Экономической Взаимопомощи (СТ СЭВ) имеет огромное политическое и экономическое значение для всех стран—членов СЭВ. Их уже вышло свыше тысячи.

Следует различать два основных случая введения стандартов СЭВ.

Первый случай, когда стандарты СЭВ вводятся в действие непосредственно в качестве стандартов СССР без изменений и переоформления, а соответствующие им ГОСТы отменяются. Так, например, с 01.01.78 г. введены в действие непосредственно в качестве стандартов СССР стандарты СЭВ на метрические резьбы (СТ СЭВ 180—75; СТ СЭВ 181—75; СТ СЭВ 182—75 и т. д.), а аналогичные стандарты СССР (ГОСТ 8724—58; ГОСТ 9150—59 и т. д.) с этого же времени утратили силу.

Второй случай, когда ГОСТы согласовываются со стандартами СЭВ и выпускаются с двойным обозначением. Так, например, ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76) «ЕСКД. Виды изделий»; ГОСТ 2.103—68 (СТ СЭВ 208—75) «ЕСКД. Стадии разработки» и др. В таких случаях в ГОСТах помещают сведения о соответствии их пунктов соответствующим пунктам стандартов СЭВ.

Некоторые стандарты СЭВ введены в действие непосредственно в качестве стандартов СССР, а аналогичные им ГОСТы еще не отменены. Так, например, СТ СЭВ

138—74 «ЕСКД СЭВ. Условное изображение неразъемных соединений» введен в действие непосредственно в качестве стандарта СССР с 01.01.77 г., тогда как аналогичный ГОСТ 2.313—68. «ЕСКД. Условное изображение и обозначение швов неразъемных соединений» не отменен. В таких случаях, по разъяснению ВНИИНМАШа (головной организации по разработке стандартов СЭВ), надо пользоваться ГОСТами.

Эти установки и были приняты автором при написании учебника в качестве руководящих.

Все упоминаемые в учебнике стандарты (ГОСТы и СТ СЭВ) приведены по состоянию на 01.01.79 г. Некоторые коррективы были внесены позднее и отражают состояние стандартов на 01.01.80 г.

§ 1. Способы проецирования

Изготовление деталей и сборка изделий производятся по чертежам.

Из чертежа мы узнаем, какой формы и каких размеров должна быть изображенная на нем деталь, из какого материала ее надо изготовить, с какой шероховатостью и точностью необходимо обрабатывать ее поверхности, узнаем данные о термической обработке, антикоррозионном покрытии и пр.

Чертеж содержит изображения (проекции), которые в зависимости от их содержания делятся на виды, разрезы и сечения (рис. 4).

Изображения предметов на чертежах получают проецированием.

Проецирование — это процесс построения изображения предмета на плоскости*.

Получившееся при этом изображение называют проекцией предмета.

Слово «проекция» в переводе с латинского означает «бросание вперед, вдаль». Нечто похожее на проекцию можно наблюдать, рассматривая тень, отбрасываемую предметом на поверхность стены или пола при освещении этого предмета источником света. Если параллельно стене, противоположной окну, расположить учебную тетрадь, то на стене образуется тень в виде прямоугольника.

Элементами, при помощи которых осуществляется проецирование, являются (рис. 5):

центр проецирования — точка, из которой производится проецирование;

объект проецирования — изображаемый предмет;

плоскость проекций — плоскость, на которую производится проецирование;

проецирующие лучи — воображаемые прямые, при помощи которых производится проецирование. Результатом проецирования является изображение, или проекция объекта.

Различают центральное и параллельное проецирование.

При центральном проецировании все проецирующие лучи исходят из одной точки — центра проецирования, находящегося на определенном расстоянии от плоскости проекций. На рис. 6, а за центр проецирования условно взята электрическая лампочка. Исходящие от нее световые лучи, которые условно приняты за проецирующие лучи, образуют на полу тень, аналогичную центральной проекции предмета.

Метод центрального проецирования используется при построении перспективы. Перспектива дает возможность изображать предметы такими, какими они представляются нам в природе при рассмотрении их с определенной точки зрения.

В машиностроительных чертежах центральные проекции почти не применяются. Ими пользуются в строительном черчении и в рисовании.

При параллельном проецировании все проецирующие лучи параллельны между собой. На рис. 6, б показано, как получается параллельная проекция. Центр проецирования предполагается условно удаленным в бесконечность. Тогда параллельные лучи отбросят на плоскость проекций тень, которую можно принять за параллельную проекцию изображаемого предмета.

В черчении пользуются параллельными проекциями, так как они достаточно наглядны, а выполнять их проще, чем центральные.

Если проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций прямой угол, то такие параллельные проекции называются прямоугольными (рис. 6, в).

Прямоугольные проекции называют также ортогональными. Слово «ортогональный» происходит от греческих слов «*Orthos*» — прямой и «*gonia*» — угол.

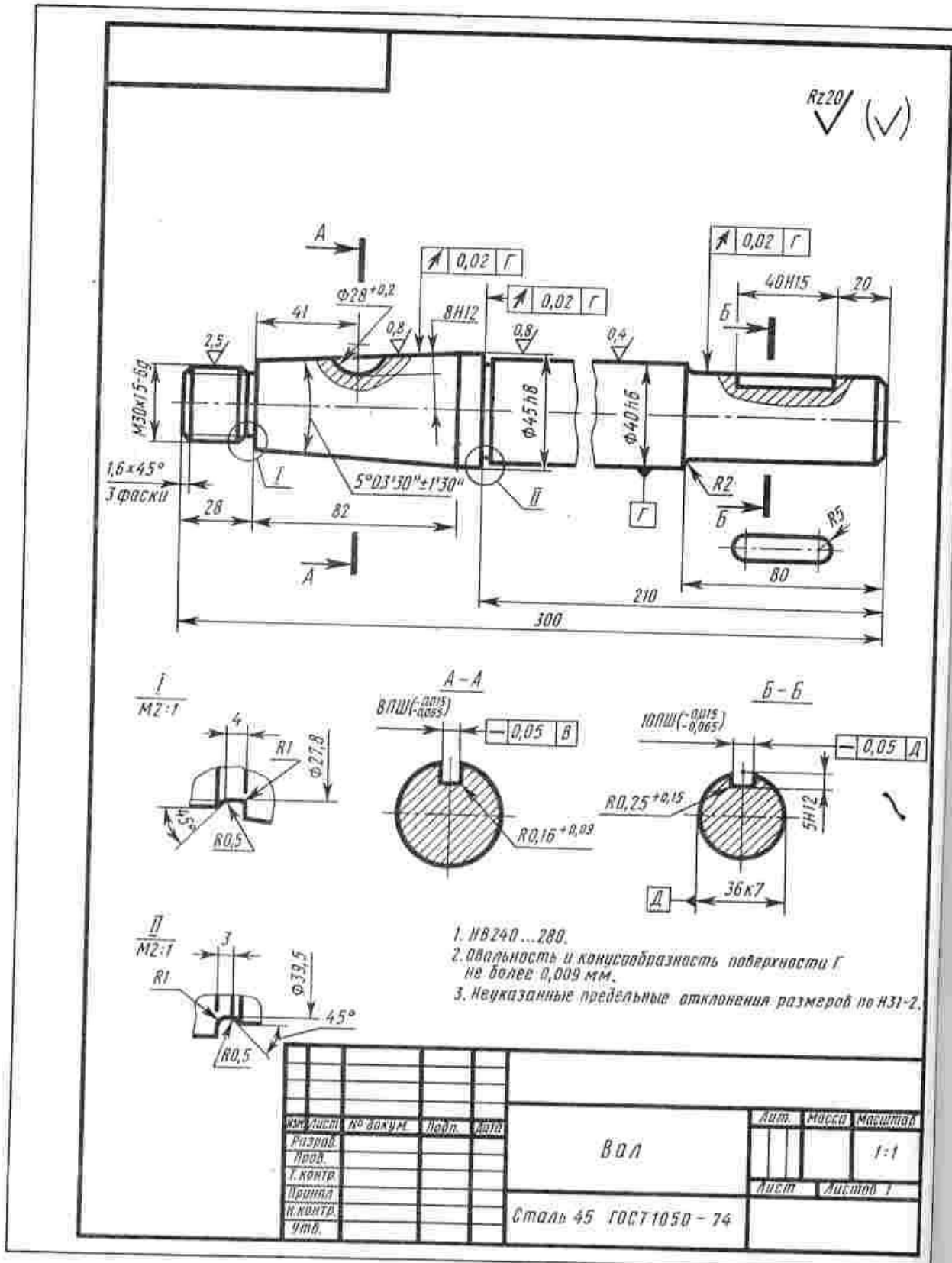
Чертежи в системе прямоугольных проекций обладают рядом преимуществ по сравнению с чертежами, выполненными другими способами изображения предме-

* В начертательной геометрии есть раздел, рассматривающий проекции не на плоскую поверхность.

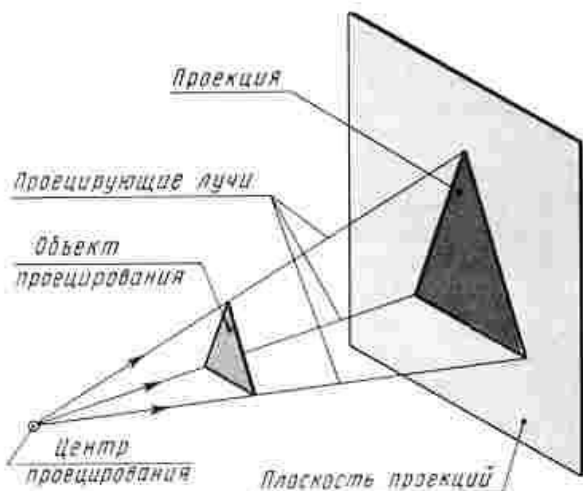
тов. Они дают достаточно полные сведения о форме и размерах предмета, так как предмет изображается с нескольких сторон. Поэтому в производственной практи-

ке пользуются чертежами, содержащими одно, два, три или более изображений предмета, полученных в результате призматического проецирования.

4. ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ

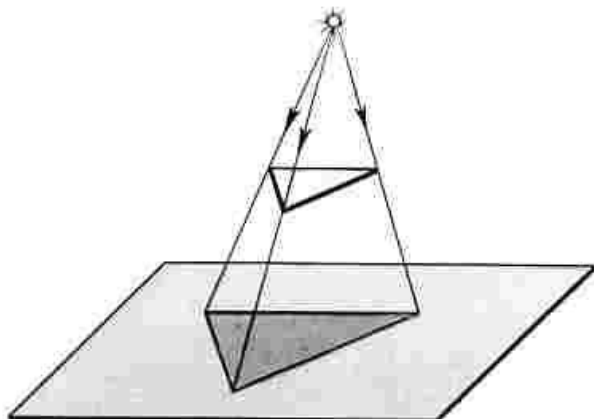


5. ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ

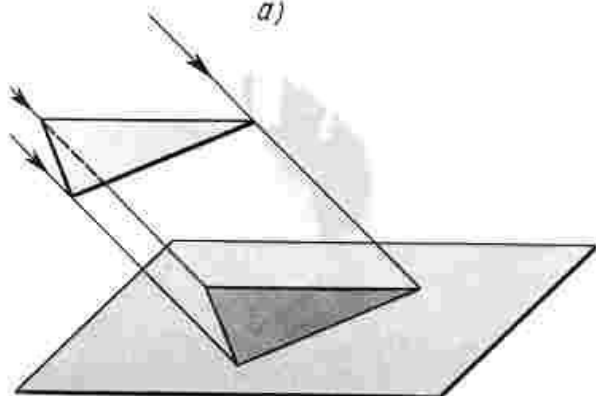


6. ПРОЕЦИРОВАНИЕ:

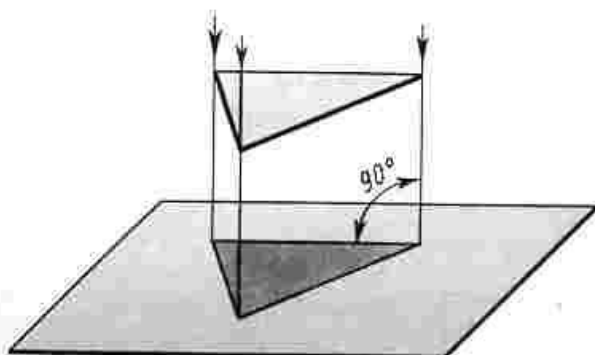
a — центральное, *б* — параллельное,
в — прямоугольное



a)



б)



в)

§ 2. Расположение видов на чертеже

В машиностроительном черчении изображение обращенной к наблюдателю видимой поверхности предмета называют видом.

Чтобы понимать чертежи, надо хорошо усвоить, как располагаются на них виды.

Названия видов зависят от того, с какой стороны смотрят на предмет (рис. 7).

Исходным является вид с переди, который также называют главным видом.

Если смотреть на предмет слева, под прямым углом к исходному положению, то получают вид слева.

Когда смотрят на предмет сверху, перпендикулярно горизонтальной плоскости, получают вид сверху.

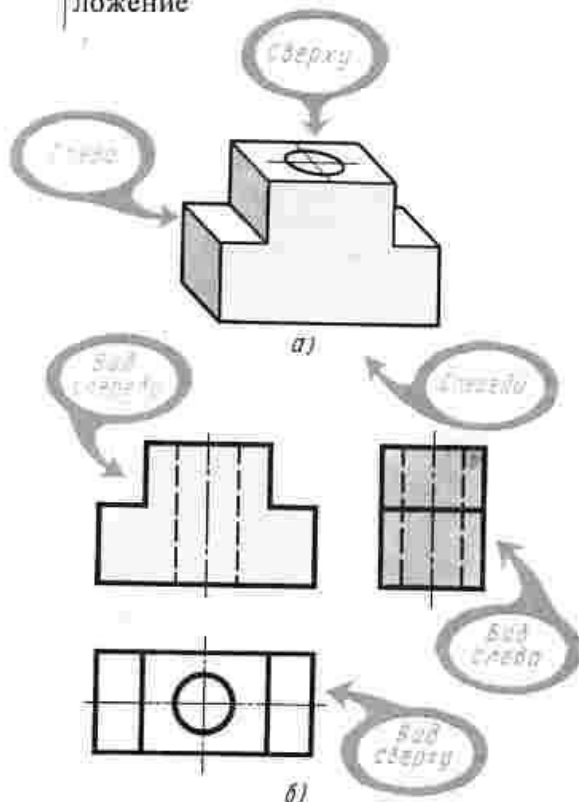
Направления, по которым смотрят на деталь, получая тот или иной вид, указаны на рис. 7, *a* стрелками с надписями.

Каждый вид занимает строго определенное место на чертеже. Вид слева располагают справа от главного вида и на одном уровне с ним, вид сверху — под главным видом (рис. 7, *б*). Нарушать это правило, располагая виды на произвольных местах, нельзя.

Зная правило расположения видов, можно представить форму предмета по его плоским изображениям. Для этого нужно

7. ВИДЫ НА ЧЕРТЕЖЕ:

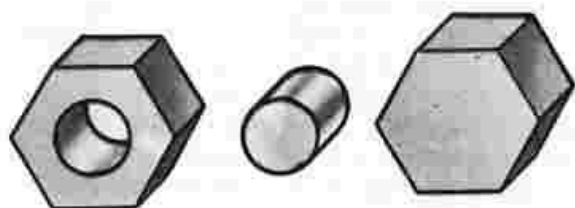
a — направление взгляда, *б* — расположение



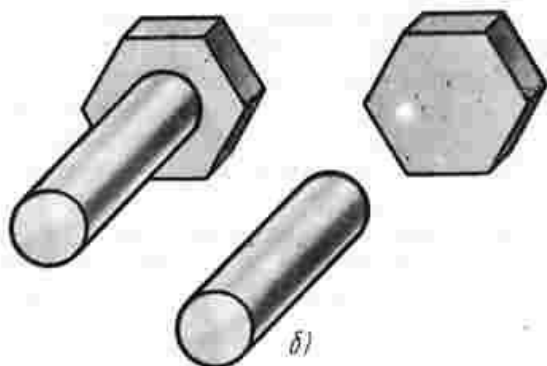
сопоставить все виды, данные на чертеже, и воссоздать в воображении объемную форму предмета.

Пониманию чертежа способствует сравнение формы детали или отдельных составляющих ее частей с геометрическими телами. О заготовке гайки, например, можно сказать, что она имеет форму шестиугольной призмы с цилиндрическим отверстием (рис. 8, а), а о заготовке болта, что ее форма складывается из цилиндрического стержня и головки в виде шестиугольной призмы (рис. 8, б).

8. СРАВНЕНИЕ ФОРМЫ ДЕТАЛИ С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ТЕЛАМИ



а)

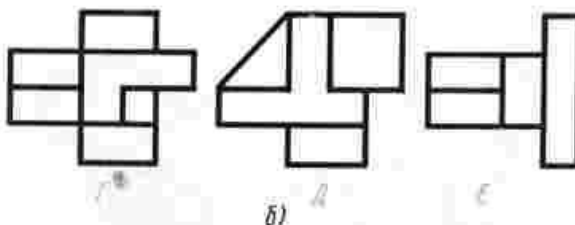


б)

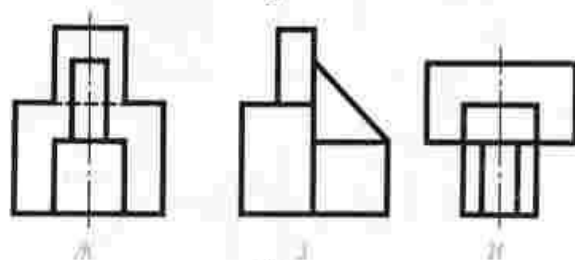
9. ЗАДАНИЕ ДЛЯ УПРАЖНЕНИЙ



а)



б)



в)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют проекцией?
2. Что в черчении называют видом?
3. Какое изображение на чертеже является основным? Как его называют?
4. В зависимости от чего дается название виду?
5. Как располагают виды на чертеже?
6. Допустимо ли произвольное расположение видов?
7. Как по отношению к плоскости проекций направлены проецирующие лучи при прямоугольном проецировании?

УПРАЖНЕНИЕ 1. На рис. 9, а—в даны по три вида деталей, но расположены они не в проекционной связи, а без какой-либо системы. Каждый из видов обозначен буквой. Запишите в своей тетради названия данных на чертеже видов и расположите буквы, которыми они помечены, так, как следует расположить эти виды на чертеже.

§ 3. Линии

Чтобы чертеж был ясен, его выполняют разными линиями, начертание и назначение которых для всех отраслей промышленности и строительства установлены ГОСТ 2.303—68.

Одни из них изображают реально существующие поверхности — видимые и невидимые контуры. Другие линии показывают размеры предмета, плоскости симметрии и т. п.; их нельзя увидеть на детали, так как это условные линии, которые не показывают реальных очертаний предмета. Ясно, что условные линии должны по начертанию отличаться от линий, изображающих существующие контуры детали.

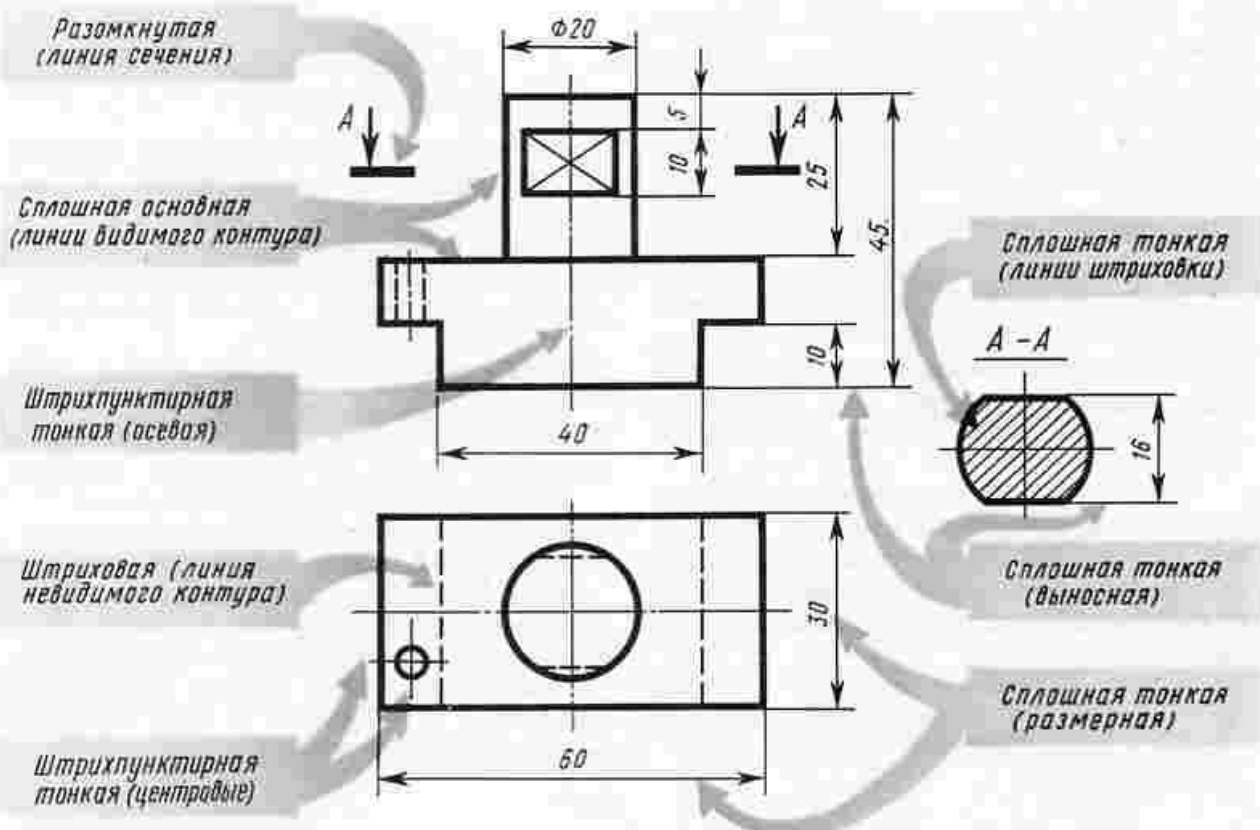
На рис. 10 встречаются основные из установленных ГОСТ 2.303—68 линий, применяемых при выполнении чертежей.

Сплошная основная линия. Для изображения видимых контуров предметов применяется линия, которая называется сплошной основной. Толщина этой линии, обозначаемая латинской буквой s , установлена стандартом в пределах от 0,6 до 1,5 мм в зависимости от величины и сложности изображения. Выбранная толщина s линии должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже.

Такой линией обведено изображение видимых очертаний предмета на рис. 10.

Штриховая линия. Для невидимых очертаний предмета применяют линию, которую называют штриховой. На рис. 10 такой линией показаны невидимые на виде сверху очертания предмета: поверхности правого и левого вырезов и двух лысок.

10. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА



Штриховая линия состоит из штрихов (черточек) одинаковой длины. Их длина установлена стандартом в пределах от 2 до 8 мм (для учебных чертежей рекомендуется 4 мм). Длина всех штрихов на одном чертеже должна быть одинаковой. Расстояние между штрихами берут от 1 до 2 мм, но одинаковое на всем чертеже. Толщина штрихов зависит от выбранной толщины сплошной основной линии и берется от $s/2$ до $s/3$. Это значит, что толщина штриховой линии в 2—3 раза тоньше основной.

Неверно называть штриховую линию пунктирной. Раньше ее чертили в виде точек. Точка по-немецки называется «пункт», отсюда и существовало название — пунктирная. Теперь это название не соответствует характеру линии.

Штрихпунктирная тонкая линия. Для проведения осевых, а также центровых линий, указывающих центры окружностей и дуг, используют линию, называемую штрихпунктирной тонкой, которая состоит из длинных тонких штрихов и точек между ними. Длина штрихов от 5 до 30 мм, расстояние между ними 3—5 мм (для учебных чертежей длину штрихов рекомендуют 20 мм). Толщина штрихпунктирной линии от $s/3$ до $s/2$.

Осевые и центровые линии концами должны выступать за контур изображения на 2—5 мм и оканчиваться штрихом, а не точкой. Положение центра окружности

определяется пересечением штрихов, как показано на рис. 10. Если диаметр окружности на чертеже менее 12 мм, то штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, заменяют сплошными (не разрывая их).

Вычерчивание деталей надо начинать с проведения осевых и центровых линий, являющихся основой чертежа. С их помощью удобно строить симметричные изображения, откладывая от них размеры, по которым вычерчивают очертания предмета.

Сплошная тонкая линия. Кроме перечисленных линий на рис. 10 помечены надписями размерные и выносные линии. Выносные линии служат для связи между изображением и размерными линиями, проведенными вне контура. Для размерных и выносных применяют линию, называемую сплошной тонкой, толщина которой от $s/3$ до $s/2$.

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии примерно на 1—5 мм.

Сплошные тонкие линии применяют также для штриховки в сечениях.

Таким образом, толщина штриховых, штрихпунктирных тонких и сплошных тонких линий берется в 2—3 раза тоньше основной линии. Итак, названия линий характеризуют их. Штриховая состоит из штрихов, штрихпунктирная — из штрихов

и точек, сплошная тонкая выполняется тоньше сплошной основной.

Разомкнутая линия. Чтобы показать, где проходят линии сечений, применяется разомкнутая линия (см. рис. 10). Толщина ее берется в пределах от s до $1\frac{1}{2}s$, а длина штрихов — от 8 до 20 мм. Для учебных чертежей толщину штрихов берут обычно в полтора раза толще сплошной основной линии, а длину штрихов — 12 мм. Штрихи разомкнутой линии не должны пересекать контур изображения. На рис. 10 разомкнутой линией показано, где проходит линия сечения $A-A$. Стрелки, показывающие направление взгляда, наносят на расстоянии 2—3 мм от внешних концов разомкнутой линии.

Толщина линий должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже, выполненных в одинаковом масштабе. При этом толщина линий зависит от выбранной толщины s сплошной основной линии.

Изложенные выше сведения о линиях сведены в табл. 1, которую полезно переписать в свою рабочую тетрадь.






Примеры правильного и неправильного нанесения линий показаны на рис. 11, $a-d$.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В зависимости от чего берется толщина штриховой, штрихпунктирной тонкой и сплошной тонкой линий?
2. Каково основное назначение следующих линий: сплошной основной, штриховой, штрихпунктирной тонкой, сплошной тонкой, разомкнутой?
3. С проведения каких линий обычно начинают выполнять чертеж?
4. Чему равна длина штрихов и расстояние между ними в штриховых линиях? в штрихпунктирных тонких линиях?
5. Какое отличие в вычерчивании центровых линий для окружности диаметра 40 и 10 мм?

УПРАЖНЕНИЕ 2. Сравните примеры правильного и неправильного проведения и расположения линий, данные на рис. 11. Запишите в тетради, в чем ошибки перечеркнутых примеров?

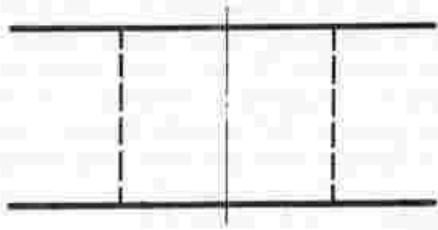
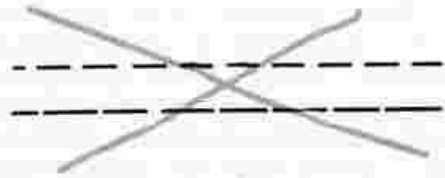
1. Линии чертежа

Наименование	Назначение (основное)	Начертание	Толщина
Сплошная основная	Линии видимого контура		$0,6 \leq s \leq 1,5$
Штриховая	Линии невидимого контура		
Штрихпунктирная тонкая	Линии осевые и центровые		От $s/2$ до $s/3$
Сплошная тонкая	Линии размерные и выносные		
Разомкнутая	Линии сечений		От s до $1\frac{1}{2}s$

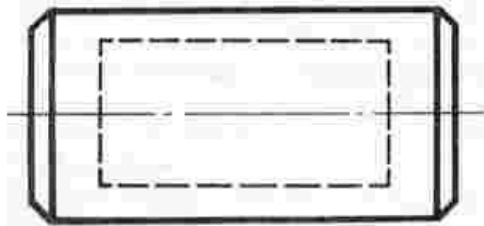
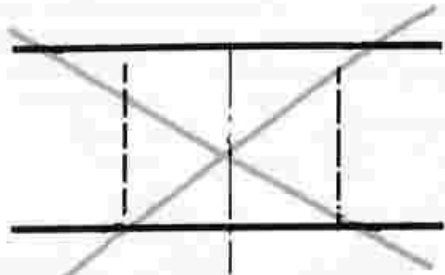
11. ПРИМЕРЫ ПРАВИЛЬНОГО И НЕВЕРНОГО ПРОВЕДЕНИЯ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛИНИЙ



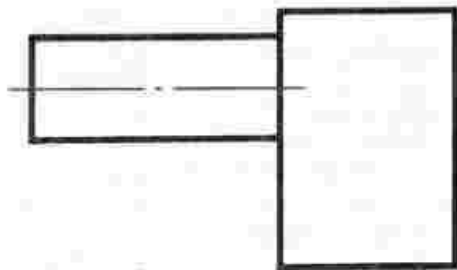
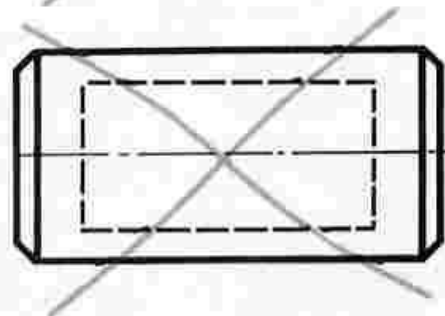
а)



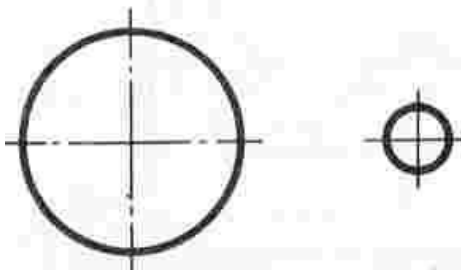
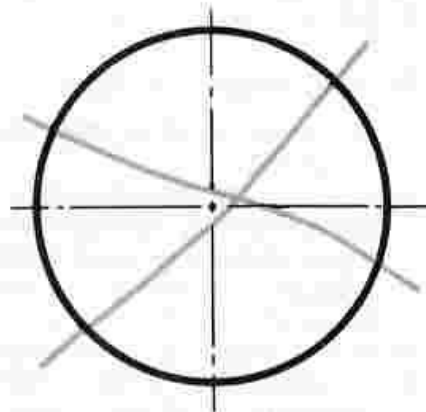
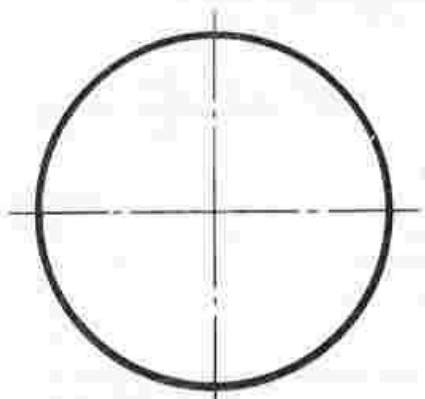
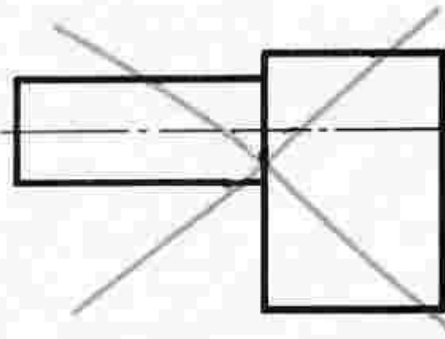
б)



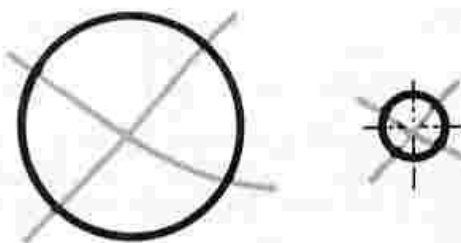
в)



г)



д)



Правильно

Неправильно

§ 4. Масштабы

Всякое изделие на чертеже вычерчивают в масштабе. Предпочтителен натуральный масштаб (1 : 1), при котором изображение по размерам не отличается от вычерчиваемого предмета. Если этого сделать нельзя, то применяют масштабы уменьшения или увеличения.

ГОСТ 2.302—68 предусмотрены следующие масштабы:

Масштабы уменьшения	1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10 и т. д.
Масштабы увеличения	2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1 и т. д.

Не предусмотренные стандартом масштабы не применяют.

Масштаб, например, 1 : 5 означает, что изображение на чертеже в 5 раз меньше величины самого предмета; и, наоборот, масштаб 2 : 1 показывает, что изображение в 2 раза больше величины предмета.

Обозначение масштаба вносится в предназначенную для этого графу основной надписи (см. § 6), содержащую сверху слово *Масштаб*, под ним записывается численное его обозначение, например 1 : 2, 1 : 5 и т. п. (буква М при этом не пишется). Когда отдельное изображение вычерчено на чертеже в другом масштабе, около этого изображения записывают масштаб с добавлением буквы М, например М 2 : 1.

Следует помнить, что какой бы масштаб ни был, на чертеже проставляют действительные размеры, т. е. размерные числа указывают натуральные размеры предмета, а не уменьшенные или увеличенные.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что означает на чертеже запись: М 1 : 2; М 1 : 1; М 2 : 1?
2. Можно ли применять масштабы; не предусмотренные стандартом?
3. Какой будет величина изображения детали по отношению к ее величине, если масштаб 1 : 1? 5 : 1?
4. Какую длину предмета надо указать на размерной линии, если длина предмета 2250 мм, масштаб изображения 1 : 10?

§ 5. Форматы

Чертежи выполняют на листах строго определенных размеров, установленных ГОСТ 2.301—68. Это облегчает их хранение.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой

линией) оригиналов, подлинников, дубликатов, копий.

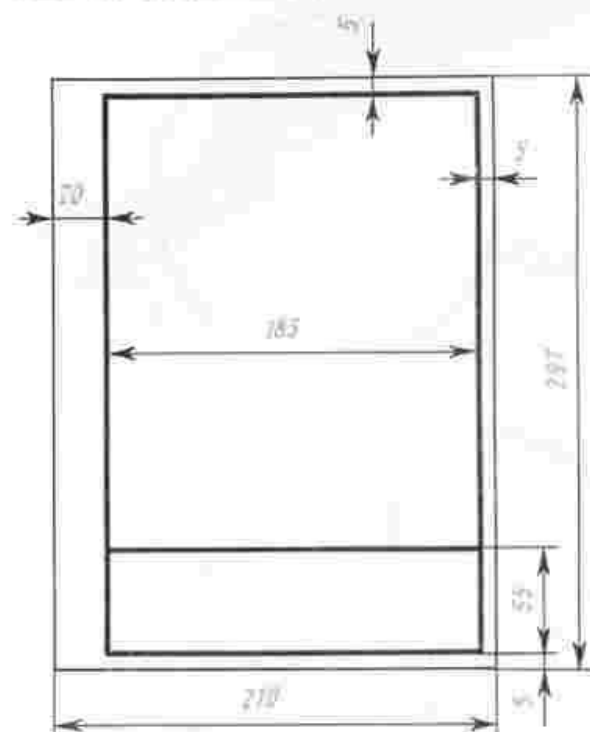
Формат с размерами сторон 1189 × 841 мм, площадь которого равна 1 м², и другие форматы, полученные путем их последовательного деления на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные. Формат чертежа обозначается двумя цифрами: первая показывает, сколько раз в одной из сторон листа содержится размер 297 мм, а вторая — сколько раз в другой стороне листа содержится размер 210 мм. Наименьшим является формат А0; его размер 297 × 210 мм. Чаще всего вы будете пользоваться форматом А1 (рис. 12).

Каждому обозначению соответствует определенный размер основного формата. Например, формату А2 соответствует размер листа 297 × 420 мм.

Ниже приведены обозначения и размеры основных форматов.

Обозначение формата	Размер сторон формата, мм	Соответствующее обозначение потребителя формата бумаги по ГОСТ 9327 (для справок)
А0	1189 × 841	А0
А1	594 × 841	А1
А2	594 × 420	А2
А3	297 × 420	А3
А4	297 × 210	А4

12. ОФОРМЛЕНИЕ ФОРМАТА А1



Произведение цифр в обозначении формата показывает количество форматов 11, содержащихся в данном. Например, формат 24 содержит $2 \times 4 = 8$ форматов 11.

Кроме основных допускается применение дополнительных форматов. Они получают увеличением сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата 11.

Каждый чертеж имеет рамку, которая ограничивает поле чертежа. Рамку проводят сплошными основными линиями: с трех сторон — на расстоянии 5 мм от края листа, а слева — на расстоянии 20 мм; широкую полосу оставляют для подшивки чертежа.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На каком расстоянии проводят рамку чертежа сверху, справа и снизу? слева?
2. Какие размеры имеет лист формата 11? формата 12?
3. Что показывают цифры в обозначении формата?
4. Сколько форматов 11 в формате 24?

§ 6. Основные надписи

На чертежах помещают основную надпись, содержащую сведения об изображенном изделии и работавших над чертежом лицах.

Основная надпись размещается вплотную к рамке чертежа в правом нижнем ее углу. Для чертежей формата 11 основная надпись всегда располагается по короткой стороне, для остальных форматов — по длинной стороне.

В некоторых обоснованных случаях допускается «вертикальное» расположение

формата. В этом случае основная надпись располагается вдоль короткой стороны.

Длина основной надписи 185 мм, высота ее для чертежей и схем 55 мм, а для текстовых документов 40 мм (для последующих листов 15 мм).

На рис. 13 показаны форма, размеры и пример заполнения основной надписи для производственных чертежей.

Внимательно прочтите основную надпись и запишите в тетради:

- а) наименование изделия;
- б) из какого материала сделана деталь;
- в) массу изделия (ее указывают в килограммах);
- г) масштаб чертежа;
- д) фамилии лиц, разработавших, проверивших и утвердивших чертеж;
- е) дату утверждения.

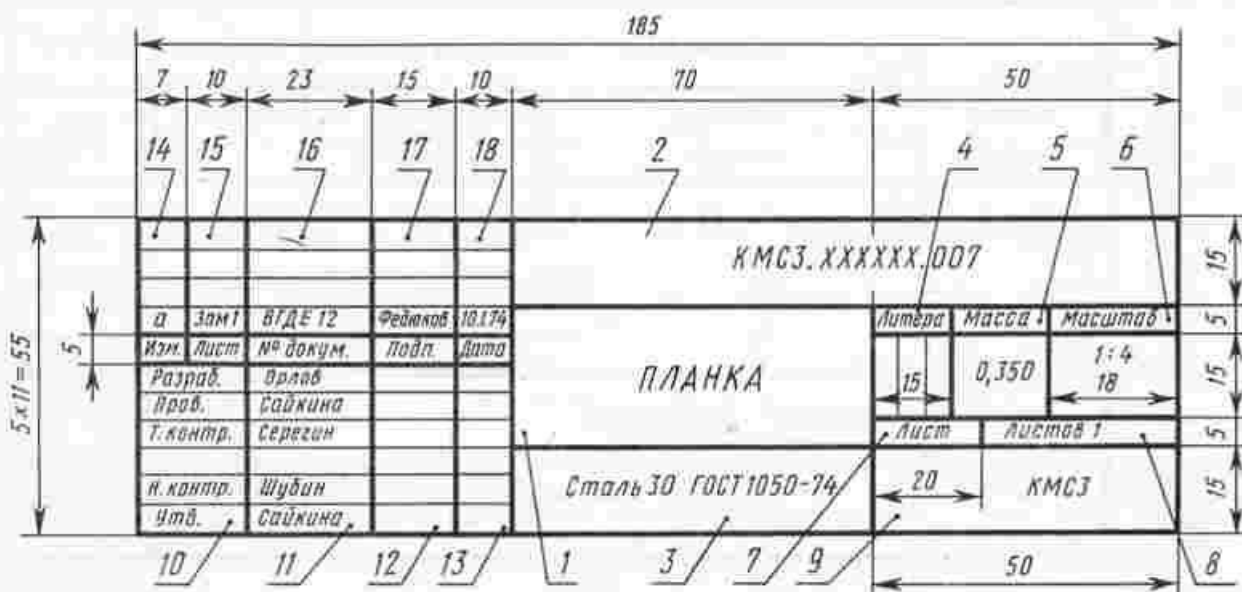
Эти сведения даны в графах, помещенных на рис. 13 и обозначенных цифрами 1; 3; 5; 6; 10—13.

При заполнении основной надписи в графе 1 указывают наименование изделия. Запись ведется в именительном падеже единственного числа. Если название состоит из двух слов и более, то первое слово должно быть именем существительным, например: *Колесо зубчатое*.

В графе, помеченной цифрой 2, указывают обозначение чертежа. Это же обозначение, повернутое на 180° , помещают в левом верхнем углу чертежа (при «вертикальном» расположении формата — в правом верхнем углу), что облегчает отыскание чертежей, не подшитых в альбом, а хранящихся россыпью.

В графе 4 проставляют литеру чертежа. Чертежам для единичного производства присваивают литеру Е, установочной серии — А, серийного или массового

13. ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЧЕРТЕЖА



производства — Б; техническое предложение имеет литеру П, эскизный проект — Э; технический проект — Т.

В графе 7 записывают порядковый номер листа. Если чертеж состоит из одного листа, то графу 7 не заполняют.

В графе 8 проставляют общее количество листов чертежей. Эту графу заполняют только на первом листе.

В графе 9 проставляют наименование или различительный индекс предприятия, выпустившего чертеж.

Графы 14—18 являются таблицей изменений. Изменения (исправления) на чертеже разрешается вносить лишь предприятию — держателю подлинника чертежа в соответствии с установленными ГОСТ 2.503—74 правилами. При этом в графе 14 проставляют литеру изменения (буквы а, б, в и т. д.), которая повторяется около внесенного на поле чертежа изменения. Заполняются также графы 15—18 (рис. 13).

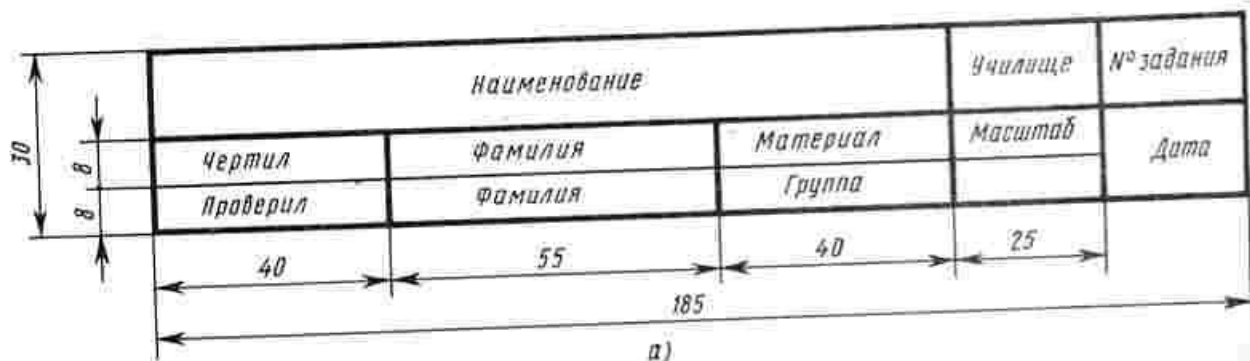
Для чертежей, выполняемых в качестве учебного задания, разрешается помещать упрощенную основную надпись, размеры и пример заполнения которой приведены на рис. 14, а, б.

Буквы и цифры в основной надписи, как и на всем чертеже, выполняют чертежным шрифтом, который для справки приведен в приложениях I.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Где на чертеже располагают основную надпись?
2. Какие основные сведения о детали указывают в основной надписи?

14. ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ ДЛЯ УЧЕБНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ



Сектор зубчатый			СПТУ № 7	№ 12
Чертил	Кузнецов	Сталь 45 ГОСТ 1050-74	Масштаб	10.XII.78
Проверил	Орлов	Гр. Ср. 15		

б)

УПРАЖНЕНИЕ 3. Перечертите в тетрадь форму и размеры упрощенной основной надписи для учебных чертежей (рис. 14, а).

§ 7. Основные сведения о нанесении размеров

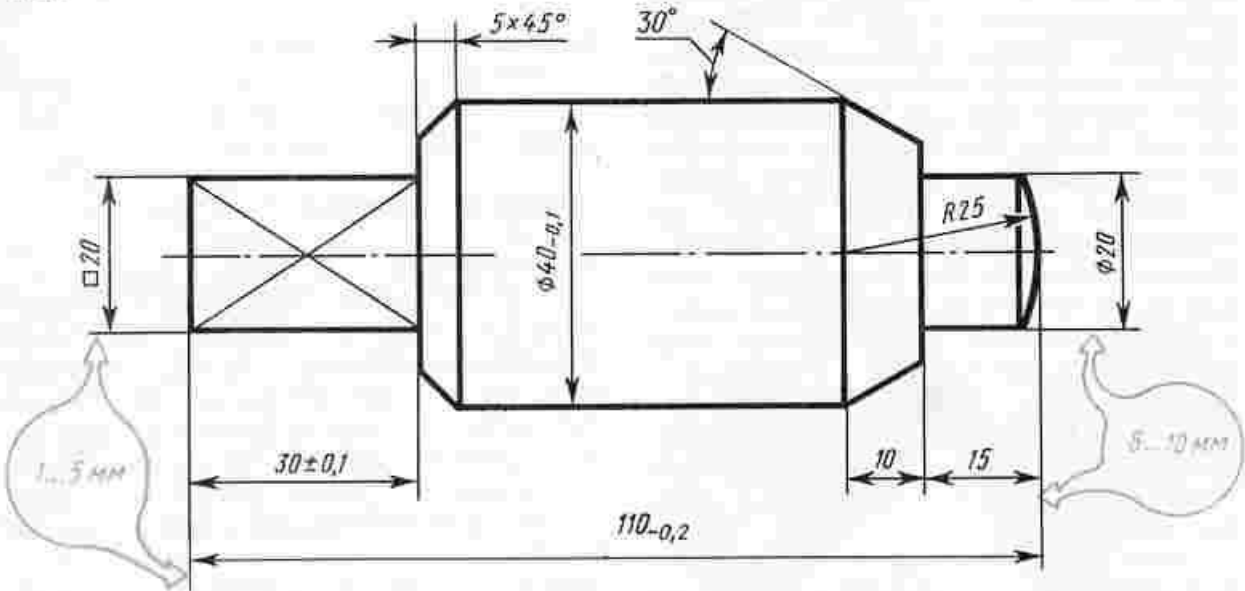
Величину изображенной детали можно определить только по размерным числам. Их наносят над размерными линиями возможно ближе к их середине (рис. 15). Размерные линии ограничивают стрелками, которые острием должны касаться выносных линий (размеры 110, 30, 15, ϕ 20 и др. на рис. 15), линий контура (размер ϕ 40) или осевых линий (см. размер ϕ 50 на рис. 22, а).

Размерную линию следует проводить параллельно отрезку, размер которого указывают по возможности вне контура изображения. Расстояния между параллельными размерными линиями и расстояния от размерной линии до параллельной ей линии контура берут от 6 до 10 мм (эти числа приведены в кружке на рис. 15).

Нельзя допускать, чтобы размерные линии пересекались с выносными или являлись продолжением линий контура, осевых, центровых и выносных. Запрещается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные в качестве размерных.

Чтобы размерные линии не пересекались с выносными, меньший размер наносят ближе к изображению, а больший — дальше (размеры 15 и 30 и размер 110 на рис. 15).

15. ПРИМЕР НАНЕСЕНИЯ РАЗМЕРОВ



Форма стрелки показана на рис. 16. Величину ее выбирают в зависимости от толщины (s) линии видимого контура; длину стрелки берут от 6 до $10s$, а ширину — примерно $2s$. Размер стрелок следует выдерживать приблизительно одинаковым на всем чертеже.

Каждый размер на чертеже указывают только один раз.

Размерные числа линейных размеров наносят в соответствии с положением размерных линий, как показано на рис. 17. Если размерная линия вертикальная, то размерное число читают справа (рис. 17, а). На наклонных размерных линиях цифры пишут так, чтобы они оказались в нормальном для чтения положении, если дать размерной линии «упасть» в горизонтальное положение, как это указано стрелками на рис. 17, б, в.

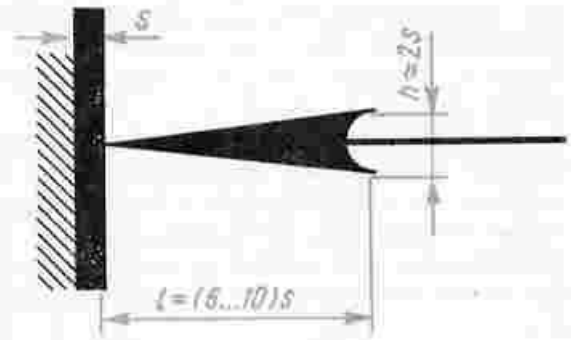
Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения (см. размеры 15, 30, R25 и др. на рис. 15).

Угловые размеры наносят, как показано на рис. 15 и 18. Их указывают в градусах ($^\circ$), минутах ($'$) и секундах ($''$), проставляя единицы измерения, например размер $40^\circ 12'$ на рис. 18. Размерную линию при этом проводят в виде дуги окружности с центром в вершине угла.

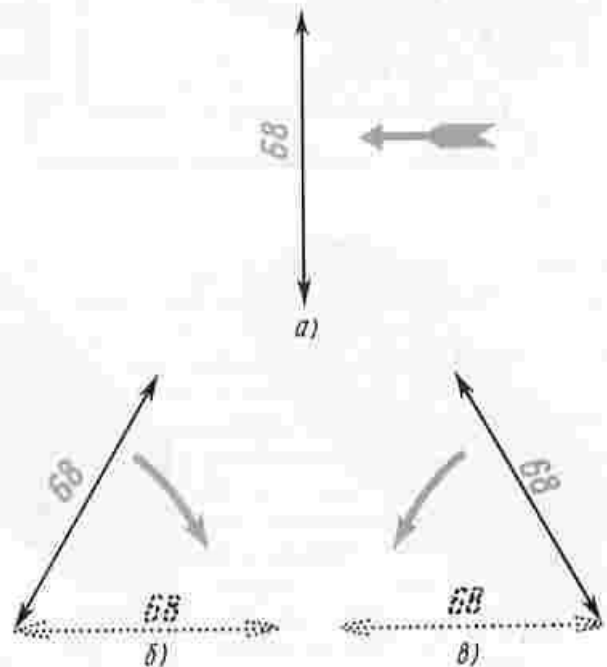
Для обозначения диаметра перед размерным числом во всех случаях наносят знак — кружок, перечеркнутый прямой линией под углом 75° . Применение и построение этого знака показано на рис. 19 и 20, а.

Для обозначения радиуса перед размерным числом всегда пишут латинскую прописную букву R (см. рис. 15 и 20, в). Стрелку наносят с одной стороны (см. рис. 15).

16. ФОРМА РАЗМЕРНОЙ СТРЕЛКИ



17. РАСПОЛОЖЕНИЕ РАЗМЕРНЫХ ЧИСЕЛ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НАКЛОНАХ РАЗМЕРНЫХ ЛИНИЙ



Размеры квадратных элементов указывают со знаком, применение и построение которого показано на рис. 20, б. Плоские поверхности квадратного выступа или отверстия отмечают тонкими пересекающимися линиями (см. рис. 15). В отдельных случаях таким же способом отмечают плоские участки на поверхности детали.

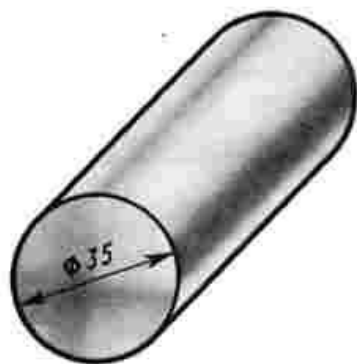
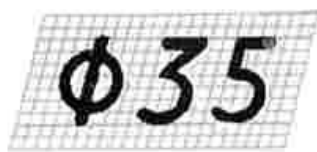
Многие детали имеют фаски — небольшие конические или пирамидальные поверхности (рис. 21). Если фаска снята под углом 45° , то ее размер записывают условной надписью, первое число которой указывает высоту фаски, а второе — величину угла, например $5 \times 45^\circ$ (см. рис. 15 и 21, а). Если фаска имеет угол, отличный от 45° , ее размер указывают по общим правилам, т. е. как приведено на рис. 21, б.

Если деталь имеет несколько одинаковых отверстий, то наносится размер одного из них, а количество отверстий указывают перед размерным числом, например *3 отв. $\phi 16$* (рис. 22).

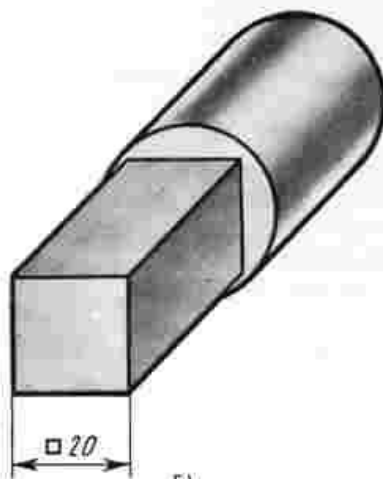
Размеры толщины или длины детали, один вид которой дан, можно наносить, как показано на рис. 22. Перед числом, указывающим толщину детали, наносят букву *s*, а перед числом, указывающим длину детали, — букву *l*.

Если для написания размерного числа внутри окружности нет места, то его выносят за пределы окружности и наносят одним из способов, показанных на рис. 19. Аналогично поступают в таких случаях при нанесении размеров радиусов и отрезков.

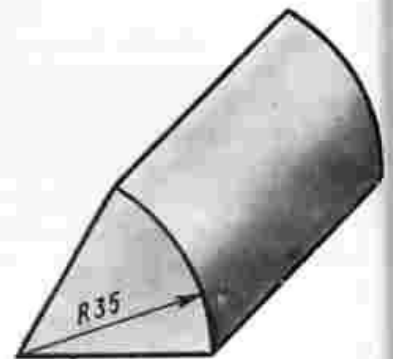
20. ПРИМЕНЕНИЕ И НАЧЕРТАНИЕ ЗНАКОВ ϕ , \square , *R*



а)

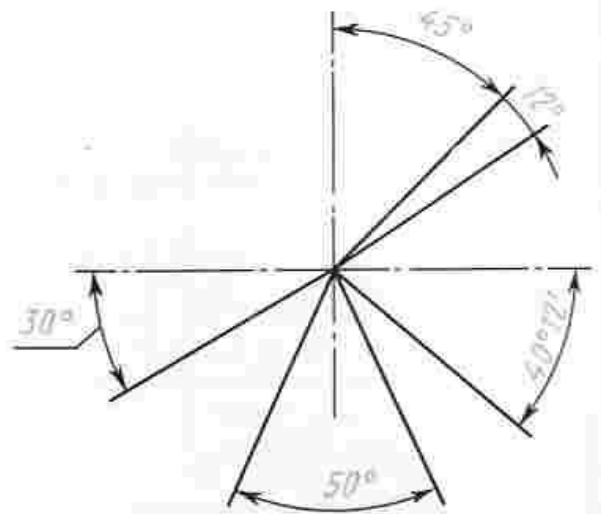


б)

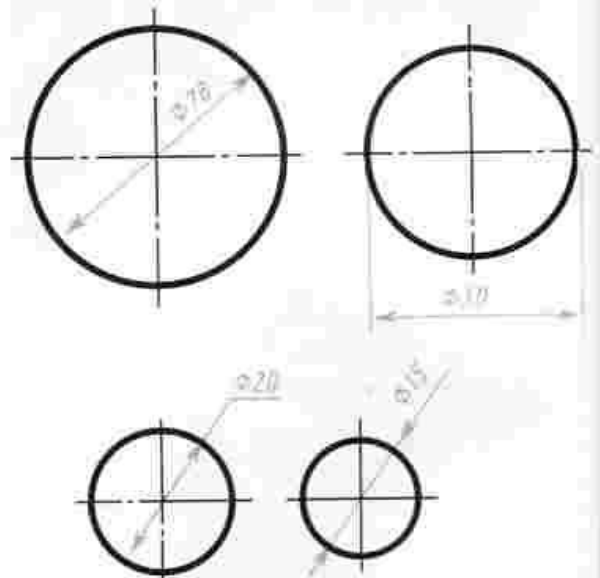


в)

18. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ УГЛОВ



19. НАНЕСЕНИЕ ЗНАКА ДИАМЕТРА



21. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ ФАСОК

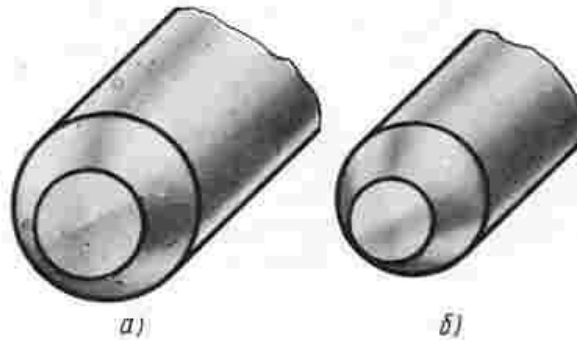
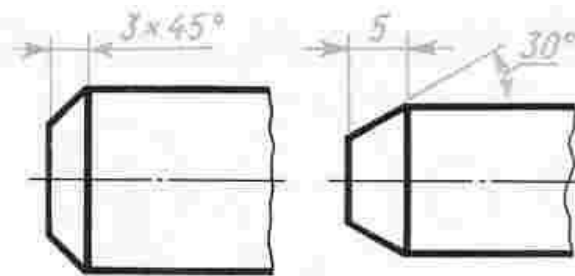
Чтобы не допустить ошибки при чтении размеров, нужно проследить за тем, где стрелками оканчивается размерная линия, относящаяся к числу, надписанному над ней.

Заметьте, как записаны размерные числа $30 \pm 0,1$; $\phi 40_{-0,1}$ и $110_{-0,2}$ на рис. 15. Так наносят предельные отклонения от заданного размера. Цифры $\pm 0,1$; $-0,2$ показывают, какую неточность по отношению к основному размеру (номинальному) можно допустить при изготовлении детали. Например, размер с предельными отклонениями $40_{-0,2}^{+0,1}$ надо понимать так: назначен основной размер (номинальный) 40 мм; допускается изготовление детали на 0,1 мм больше или на 0,2 мм меньше 40 мм. Следовательно, для определения наибольшего предельного размера нужно к 40 прибавить 0,1, а для подсчета наименьшего предельного размера нужно из 40 вычесть 0,2. Таким образом, предельные размеры подсчитывают так: $40 + 0,1 = 40,1$ мм (наибольший); $40 - 0,2 = 39,8$ мм (наименьший).

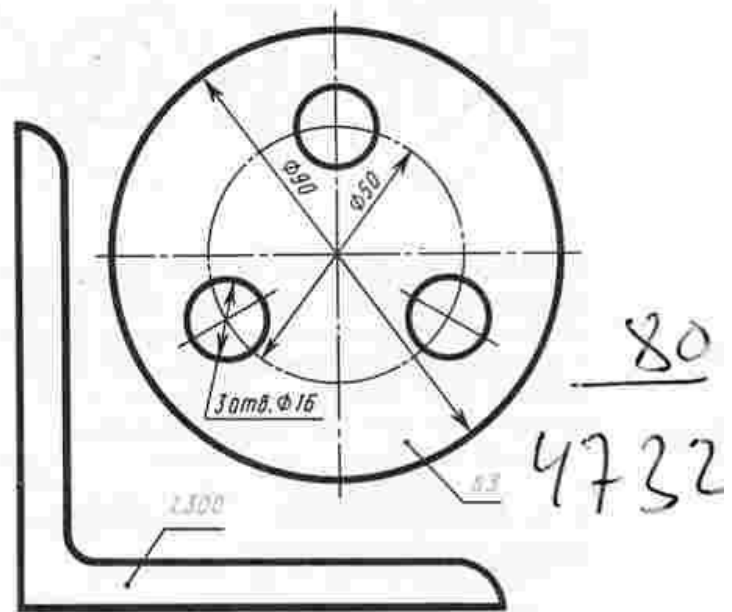
Все детали, действительный размер которых не менее 39,8 мм и не более 40,1 мм, годные.

Если нанесено только одно предельное отклонение, например $\phi 50^{+0,05}$, то второе отклонение равно нулю (на чертежах отклонения, равные нулю, не наносят). Наибольший предельный размер в этом случае будет $50 + 0,05 = 50,05$ мм, наименьший — 50 мм. Для размера $\phi 50_{-0,03}$ предельные размеры соответственно будут: 50 мм и $50 - 0,03 = 49,97$ мм.

Высота цифр предельных отклонений обычно меньше высоты цифр номинального размера. Если величина положительного и отрицательного отклонений одинакова, справа от номинального размера наносят лишь одно число со знаками « \pm », при этом высота цифр отклонения должна быть одинаковой с высотой цифр номинального размера.



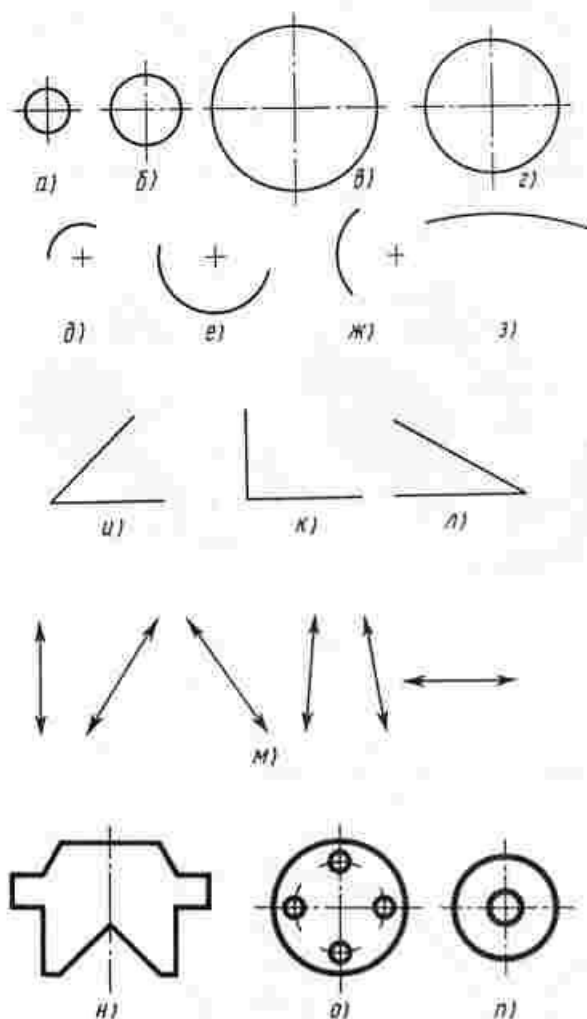
22. НАНЕСЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ПЛОСКОЙ ИЛИ ДЛИННОЙ ДЕТАЛИ



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких единицах выражают линейные размеры на машиностроительных чертежах (если единица измерения не обозначена)?
2. Что означает знак ϕ , поставленный перед размерным числом?
3. Что означает буква R, нанесенная перед размерным числом?
4. С какой стороны нужно читать размерное число, проставленное у вертикальной размерной линии?
5. Как проверить правильность нанесения размерных чисел на наклонных размерных линиях?
6. Как по отношению к размерной линии располагают размерное число?
7. Какое расстояние оставляют между контуром изображения и параллельной ему размерной линией? между параллельными размерными линиями?
8. Как понимать надпись: $5 \times 45^\circ$?
9. Что означают числа со знаком плюс или минус, проставленные после размерного числа, например $46_{-0,1}^{+0,2}$?

23. ЗАДАНИЕ ДЛЯ УПРАЖНЕНИЙ



УПРАЖНЕНИЕ 4. На рис. 23, а — п приведены окружности разных размеров, дуги, углы, различно расположенные размерные линии и изображения нескольких деталей. Перечертите их в тетрадь в масштабе 2 : 1 и нанесите их действительные размеры.

§ 8. Обозначение шероховатости поверхностей

Поверхности деталей не бывают совершенно гладкими. В процессе отливки, проката, штамповки, при механической обработке на поверхностях деталей остаются следы в виде чередующихся выступов и впадин разных размеров. Эти неровности можно рассмотреть через увеличительное стекло (лупа) или на специальных приборах.

Совокупность неровностей на рассматриваемой поверхности называется шероховатостью.

Шероховатость поверхностей оказывает заметное влияние на качество продукции. Чем поверхность более гладкая, тем меньше трение и износ деталей, тем выше

2. Классы шероховатости поверхности (ГОСТ 2789—73)

Класс шероховатости поверхности	Параметры шероховатости, мкм		Базовая длина, мм
	R_a	R_z	
1	—	От 320 до 160	8
2	—	» 160 » 80	
3	—	» 80 » 40	
4	—	От 40 до 20	2,5
5	—	» 20 » 10	
6	От 2,5 до 1,25 » 1,25 » 0,63 » 0,63 » 0,32	—	0,8
7		—	
8		—	
9	От 0,32 до 0,16 » 0,160 » 0,080 » 0,080 » 0,040 » 0,040 » 0,020	—	0,25
10		—	
11		—	
12		—	
13	—	От 0,100 до 0,050	0,08
14	—	» 0,050 » 0,025	

коэффициент полезного действия механизмов, прочность и антикоррозионная стойкость деталей, красивее внешний вид изделия. Шероховатость поверхностей деталей влияет и на герметичность их соединений. Однако при выборе необходимой степени шероховатости той или иной поверхности учитывают не только назначение детали, но и стоимость ее обработки. Эта стоимость резко возрастает при повышении точности изготовления и уменьшения шероховатости поверхностей (рис. 24).

Величину неровностей можно измерить специальными приборами (см. рис. 35, 36).

Изображение профиля поверхности называется профилограммой (рис. 25). На ней проведена средняя линия Ox .

Длина участка профиля поверхности, установленная для измерения ее шероховатости, называется базовой длиной l . Она обозначена на рис. 25 буквой l .

Для оценки шероховатости пользуются различными показателями. Остановимся на двух основных R_a и R_z , обозначающих параметры шероховатости по ГОСТ 2789—73.

Параметр Ra называется средним арифметическим отклонением профиля поверхности.

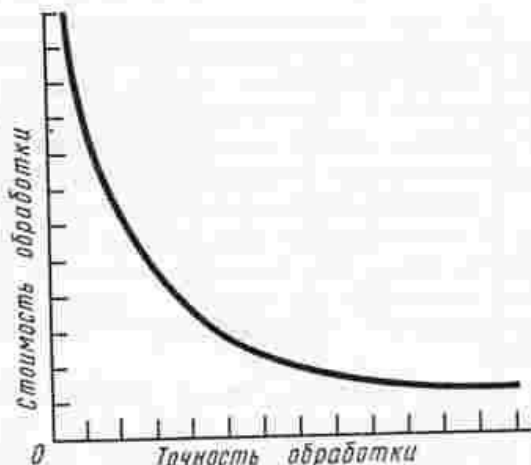
Параметр Rz называется высотой неровностей профиля по десяти точкам.

Числовые значения параметров Ra и Rz выражаются в микрометрах. По своему физическому смыслу параметр Ra характеризует высоту всех неровностей профиля, а параметр Rz — наибольших.

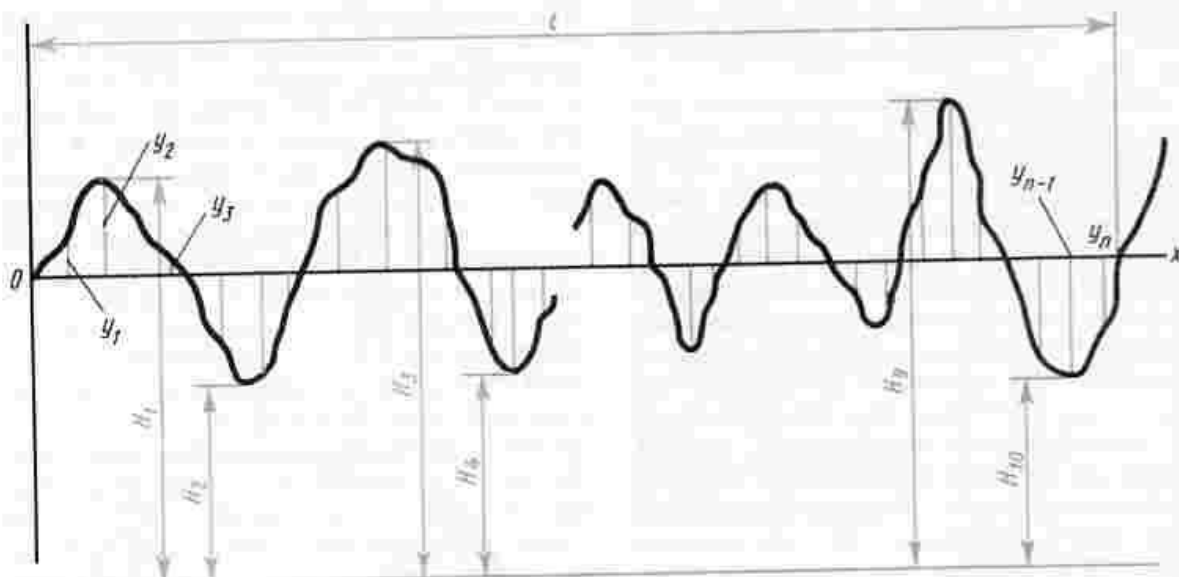
Классификацию шероховатости поверхностей производят по числовым значениям параметров Ra и Rz при нормированных базовых длинах в соответствии с табл. 2.

Обозначение шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах установлены ГОСТ 2.309—73.

24. ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ И СТЕПЕНИ ШЕРОХОВАТОСТИ НА СТОИМОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ



25. ПРОФИЛОГРАММА



Структура обозначения шероховатости поверхности показана на рис. 26.

Когда в обозначении указывают лишь значения параметра шероховатости Ra или Rz , полку знака не вводят.

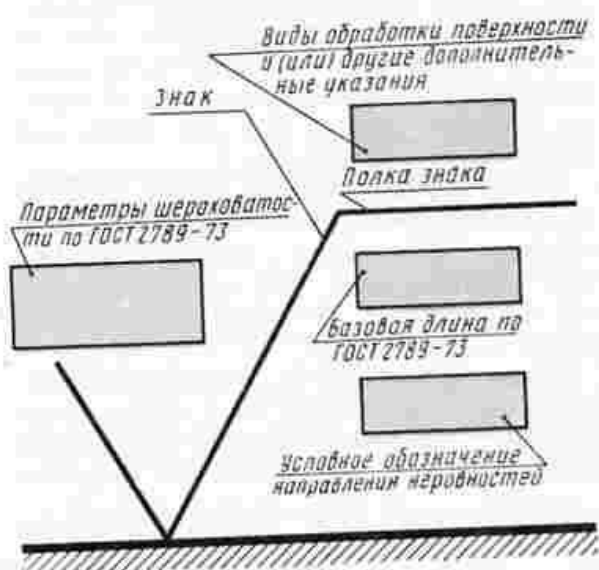
В обозначении шероховатости поверхностей применяют один из знаков, представленных на рис. 27.


В обозначении шероховатости поверхности, способ обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак \surd (рис. 27, а).


При обработке поверхности, полученной методом удаления слоя материала, применяют знак ∇ (рис. 27, б).

Поверхности, обрабатываемые без удаления слоя материала или сохраняемые в состоянии поставки, т. е. не подвергаемые дополнительной

26. СТРУКТУРА ОБОЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ



обработке, обозначают знаком  (рис. 27, в).

Высота h знаков 

должна быть приблизительно равна высоте цифр размерных чисел, высота H берется в 1,5—3 раза больше h (рис. 27, а), а толщина линий знаков приблизительно равна половине толщины основной линии.

Значение параметра шероховатости Ra и Rz проставляют над знаком; для параметра Ra — без символа, например 1,25, для параметра Rz — после символа (после буквенного обозначения), например $Rz80$.

Если базовая длина соответствует значению параметра по ГОСТ 2789—73, то в обозначении шероховатости ее не указывают.

Способ обработки поверхности указывают только в случаях, когда он является единственно применимым для получения требуемой шероховатости (рис. 28).

Знаки обозначения шероховатости должны острием касаться обрабатываемой поверхности и быть направлены к ней со стороны обработки (рис. 29). Эти знаки располагают на линиях контура, выносных линиях или на полках линий-выносок. Чтобы не ошибиться в обозначении шероховатости при различном расположении поверхностей, можно руководствоваться правилами для нанесения размерных чисел, данными в § 7 (см. рис. 17). При указании шероховатости поверхности, изображенной на чертеже вертикальной линией, обозначение читают справа (рис. 29, а). Если линия наклонна, то обозначение наносят так, чтобы оно оказалось в нормальном для чтения положении, когда линия «упадет» в горизонтальное положение (рис. 29, б).

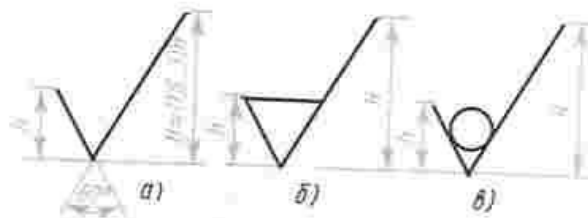
Примеры расположения знаков даны для справок на рис. 29, в. Здесь показано, как располагают знаки, когда они не имеют полки. Чтобы не ошибиться, нужно знак мысленно вращать по часовой стрелке, а цифры писать, как при различных наклонах размерных линий.

Если все поверхности детали должны иметь одинаковую шероховатость, то обозначение наносят в правый верхний угол чертежа (рис. 30), располагая его на расстоянии 5—10 мм от линий рамки.

Если шероховатость поверхностей должна быть различной, то в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение преобладающей шероховатости и рядом

ставится знак  взятый в скобки

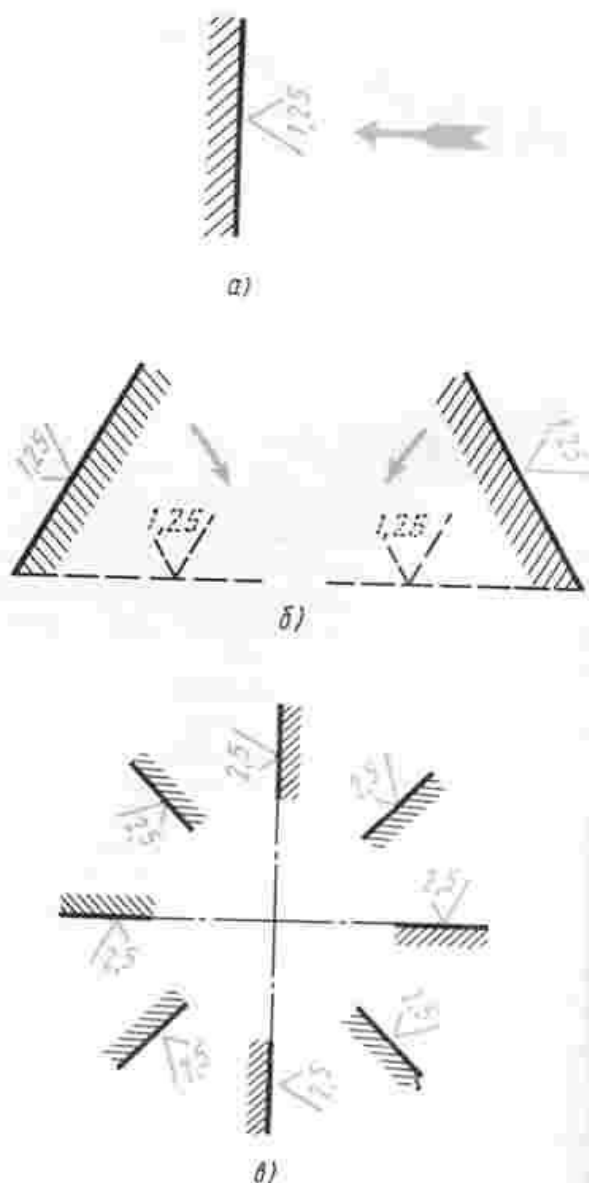
27. ФОРМА И РАЗМЕРЫ ЗНАКОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ



28. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ В СЛУЧАЕ, КОГДА СПОСОБ ОБРАБОТКИ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННЫМ



29. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ



(рис. 31). Это значит, что все поверхности, на изображениях которых не нанесены обозначения шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед скобкой.

Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображениях. Размеры и толщина линий знака перед скобкой берутся примерно в 1,5 раза больше (рис. 31).

Если часть поверхности сохраняется в состоянии поставки, то в правом верхнем углу чертежа помещают знак $\sqrt{(\checkmark)}$ (рис. 32).

Обозначение шероховатости поверхности на изображении детали располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках (рис. 32). Шероховатость поверхностей повторяющихся элементов деталей (отверстий, пазов и т. п.) наносят на чертеже один раз (рис. 31 и 32).

До 1975 г. оценка шероховатости поверхностей велась по 14 классам чистоты, а для обозначения шероховатости применялся знак в виде равностороннего треугольника, справа от которого наносилась цифра, указывающая класс.

Шероховатость поверхностей параметров от $Rz40$ до $Rz320$ получают черновым точением, сверлением, опиливанием дрочевым напильником и т. п. Шероховатость поверхностей параметров от $Rz10$ до $Rz40$ и от $Ra 1,25$ до $Ra 2,5$ можно получить чистовым точением, опиливанием личным напильником и т. п. Шероховатость поверхностей параметров от $Ra 1,25$ до $Ra 0,16$ достигают шлифованием, полированием.

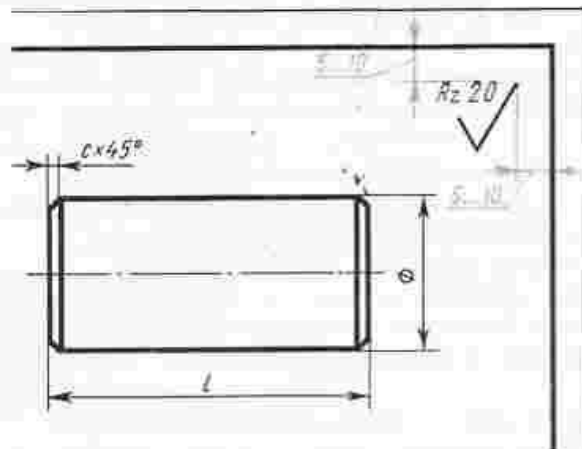
Более высокие значения параметров шероховатости получают хонингованием и другими способами.

На рис. 33 показано, какую примерно шероховатость поверхностей получают при обработке различными инструментами.

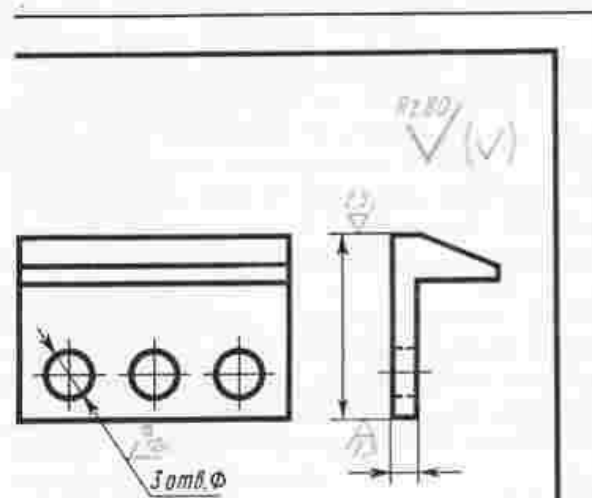
Наиболее распространенным способом оценки качества поверхностей является сравнение их с поверхностями эталонов (рис. 34). Эталоны (рабочие образцы) выпускают с шероховатостью разных параметров, полученной точением, фрезерованием, строганием, шлифованием, полированием, доводкой, выполненной на разных материалах. Чтобы легче было сравнивать сопоставляемые поверхности, пользуются лупой.

Для более точной оценки шероховатости поверхностей применяют профилометры, профилографы и интерференционные микроскопы (рис. 35). Профилометры предназначены для непосредственного по-

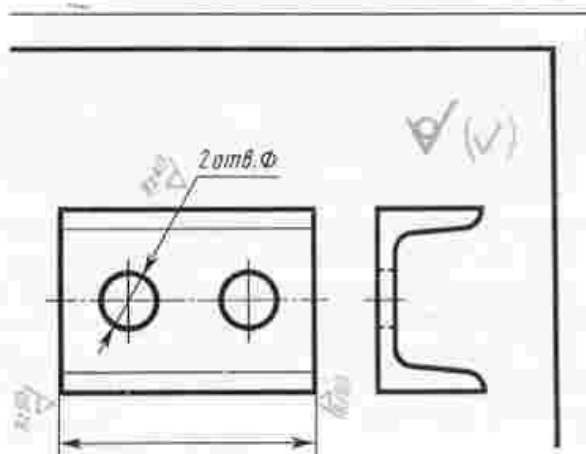
30. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ, КОГДА ВСЕ ПОВЕРХНОСТИ ИМЕЮТ ОДИНАКОВУЮ ШЕРОХОВАТОСТЬ



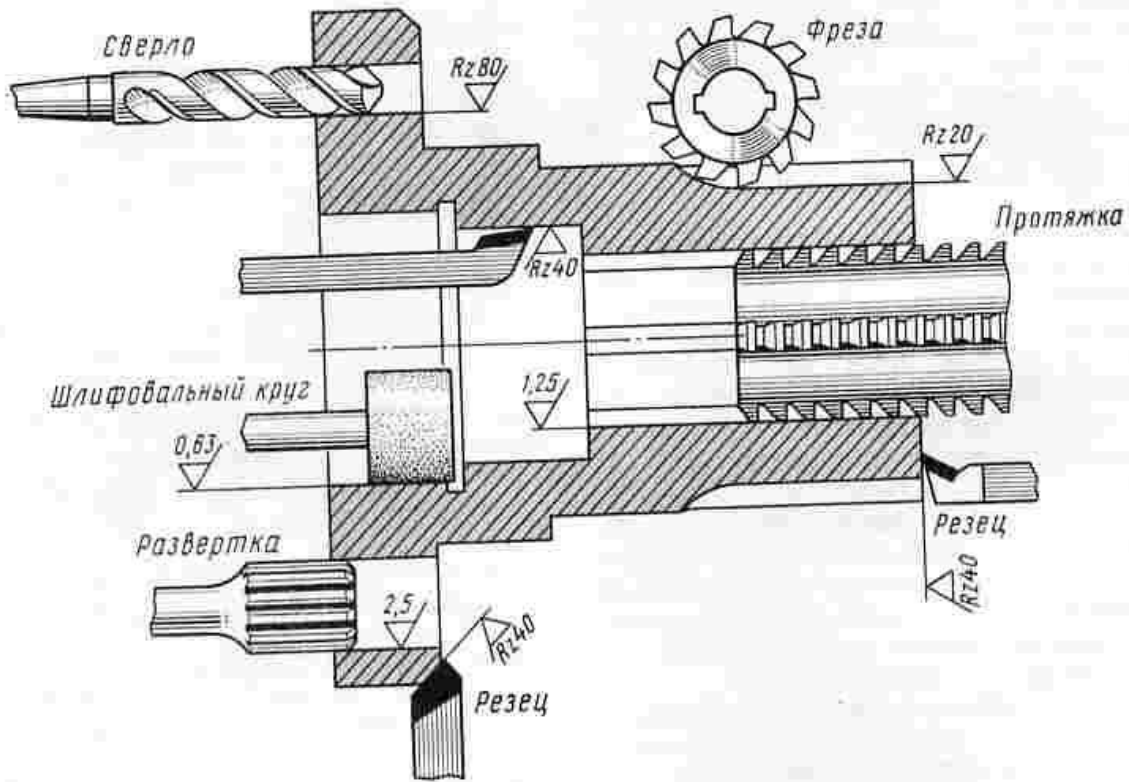
31. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ, КОГДА ВСЕ ПОВЕРХНОСТИ, КРОМЕ УКАЗАННЫХ, ИМЕЮТ ОДИНАКОВУЮ ШЕРОХОВАТОСТЬ



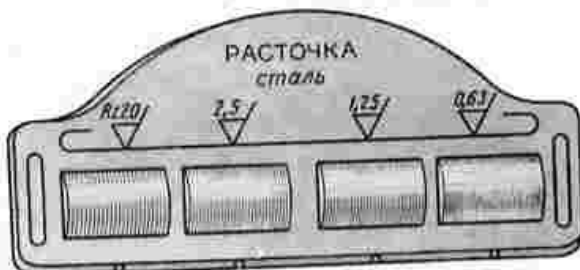
32. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ, КОГДА ВСЕ ПОВЕРХНОСТИ, КРОМЕ УКАЗАННЫХ, ОСТАЮТСЯ В СОСТОЯНИИ ПОСТАВКИ



33. ПРИМЕРНАЯ ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ПОЛУЧАЕМАЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАЗЛИЧНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

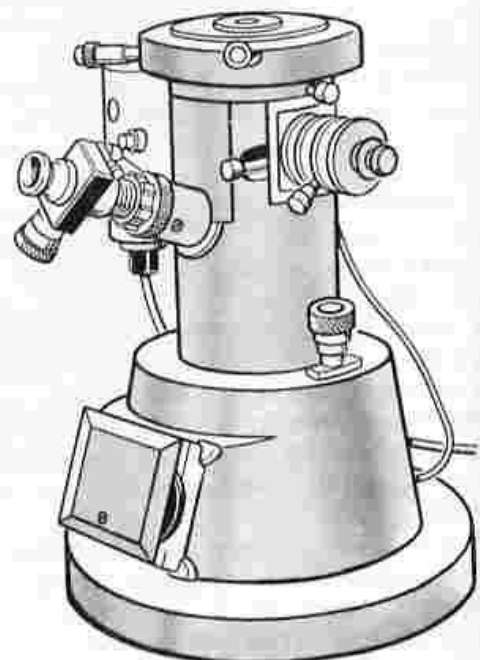


34. ЭТАЛОНЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ШЕРОХОВАТОСТИ МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ



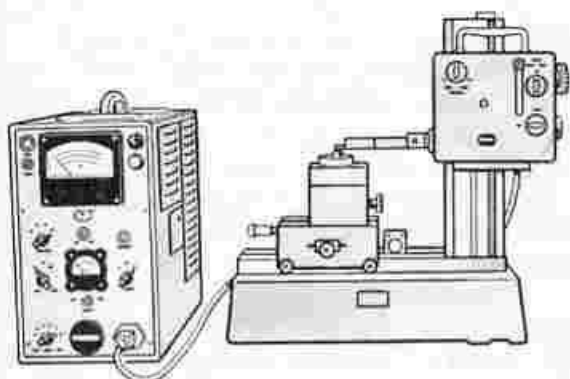
каза среднего арифметического отклонения профиля поверхности Ra . Профилографы записывают профиль поверхности в виде профилограммы. На рис. 36, а показан профилограф-профилометр, а на рис. 36, б — принцип действия этого щупового прибора.

35. ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ МИКРОСКОП

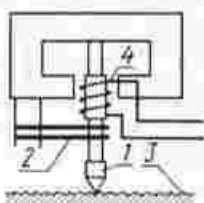


36. ШУПОВЫЕ ПРИБОРЫ:

a — профилограф-профилометр, *b* — принцип действия (1 — игла, 2 — датчик, 3 — поверхность детали, 4 — катушка)



a)



b)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких случаях на чертеже наносят знак ∇ ?
2. Что означает обозначение $Rz80 \nabla$, представленное у изображения поверхности детали?
3. Как нужно понимать знак ∇ , представляемый на чертеже?
4. В каком случае обозначение шероховатости выносят в правый угол чертежа?
5. Как следует понимать надпись $Rz80 \nabla (\nabla)$ расположенную в правом верхнем углу чертежа?
6. Каковы размеры и толщина обводки знаков, определяющих шероховатость поверхностей?
7. Как по отношению к поверхности располагают знаки обозначения шероховатости поверхностей?
8. Какими правилами можно воспользоваться для проверки правильности расположения обозначений шероховатости при различном положении линий, изображающих обозначаемые поверхности?

§ 9. Порядок чтения чертежа

Изложенный выше материал дает возможность читать несложные чертежи.

Чтение чертежа заключается в уяснении по плоским изображениям объемной формы детали и в определении ее размеров, шероховатости поверхностей и других данных, имеющих на чертеже.

Чтение чертежей рекомендуется проводить в такой последовательности.

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

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

3. Рассмотреть виды во взаимной связи и попытаться определить форму детали со всеми подробностями.

Этой задаче помогает анализ изображений. Представив по чертежу, из каких геометрических тел складывается деталь, мысленно объединяют полученные данные в единое целое.

4. Определить по чертежу размеры детали и ее элементов. При этом надо обращать внимание на знаки ϕ , \square , R , стоящие перед размерными числами. Как указывалось, знак ϕ означает, что данный элемент детали имеет форму тела вращения, знаком \square определяются квадратные элементы детали и т. д.

5. Установить, какова должна быть шероховатость поверхностей детали. Если на рассматриваемой поверхности отсутствуют знаки шероховатости, то следует искать указание шероховатости в правом верхнем углу чертежа.

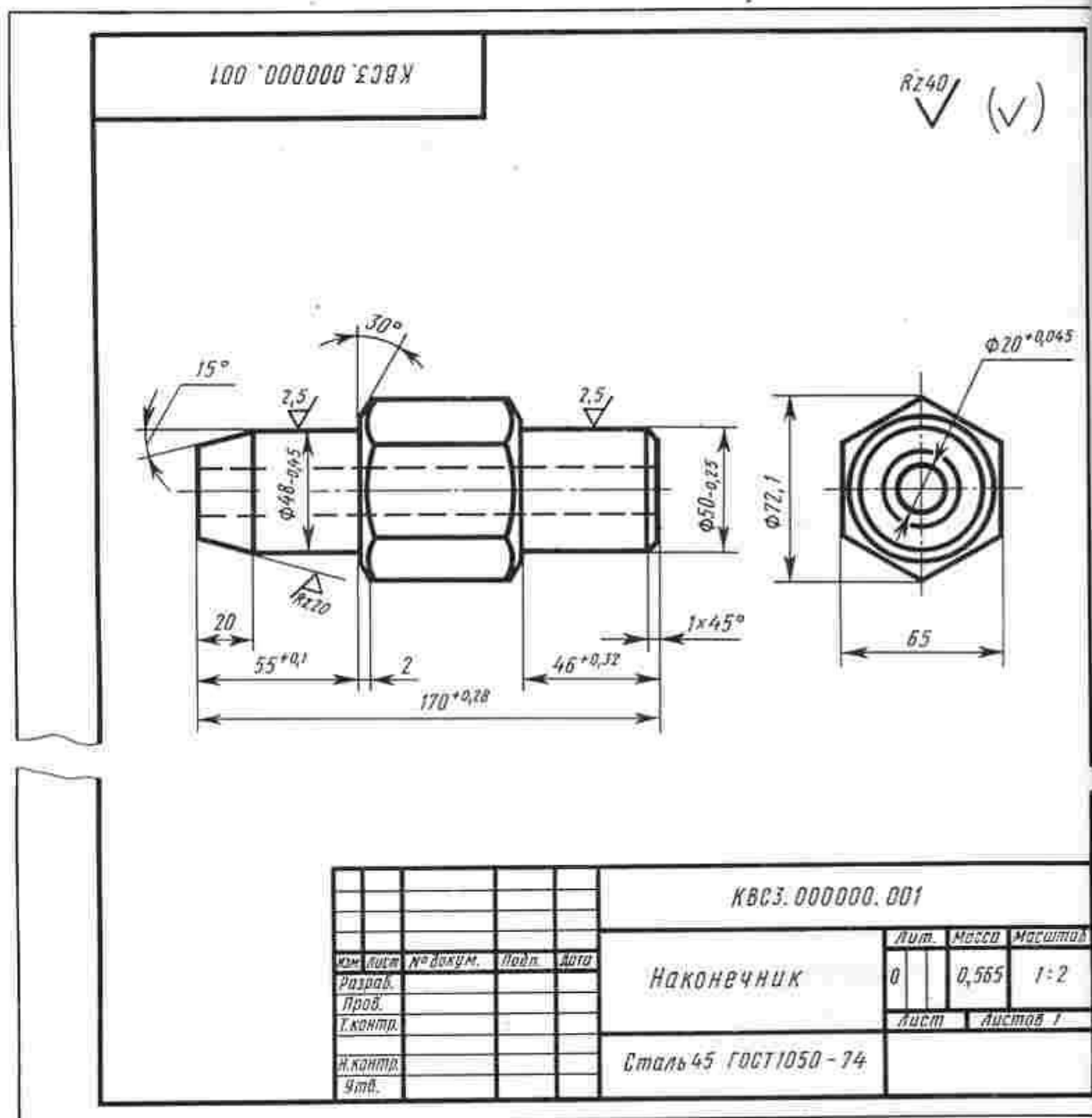
В качестве примера прочитаем чертеж наконечника (рис. 37).

Вначале приведем вопросы к чертежу, а затем ответы на них. (Вопросы расположены в последовательности, соответствующей правильному порядку чтения чертежа.)

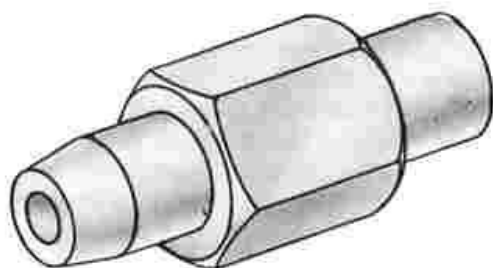
Вопросы к чертежу (рис. 37)

1. Как называется деталь?
2. В каком масштабе выполнен чертеж?
3. Из какого материала изготавливают деталь?
4. Какие виды содержит чертеж?
5. Из каких геометрических тел складывается форма детали?
6. Опишите общую форму детали.
7. Чему равны габаритные размеры и размеры отдельных частей детали?
8. Какова шероховатость поверхностей детали?

37. ЧЕРТЕЖ ДЛЯ ЧТЕНИЯ



38. НАКОНЕЧНИК



Ответы на вопросы к чертежу (рис. 37)

1. Деталь называется «Наконечник». Это мы узнаем из основной надписи.
2. Масштаб чертежа 1 : 2, т. е. изображения на чертеже в два раза меньше детали.
3. Деталь изготавливают из стали 45 (ГОСТ 1050—74).
4. Чертеж содержит два вида: главный (спереди) и вид слева, который расположен справа от главного вида и на одном уровне с ним.
5. Рассмотрим сначала крайний левый элемент. На главном виде он имеет трапециевидное очертание, на виде слева

он изображен двумя окружностями. Такие изображения может иметь усеченный конус.

Второй элемент имеет прямоугольный контур на главном виде и круглый — на виде слева, что указывает вместе со знаком \varnothing на цилиндрическую его форму.

Форма третьего элемента устанавливается тоже при сопоставлении двух его изображений. Этот элемент имеет форму шестиугольной призмы, с обоих торцов которой сняты конические фаски. Кривые линии, проведенные на главном виде, и большая окружность на виде слева получились на детали при коническом обтачивании торцов шестиугольной призмы.

При выяснении формы следующего элемента руководствуемся только его изображением на главном виде и знаком \varnothing , так как на виде слева этот элемент не показан. Прямоугольный контур, осевая линия и знак диаметра указывают на цилиндрическую форму этого элемента.

Последний справа элемент, имеющий очертание трапеции и размер $1 \times 45^\circ$, является усеченным конусом (фаской), так как очертание трапеции и размер в виде условной записи характерны для усеченного конуса.

По штриховым линиям на главном виде и меньшей окружности на виде слева можно судить, что внутри детали имеется сквозное цилиндрическое отверстие.

6. Объединив все полученные сведения, устанавливаем общую форму предмета (рис. 38). Она представляет собой сочетание усеченного конуса, цилиндра, шестиугольной призмы, цилиндра и усеченного конуса, расположенных на одной оси. Вдоль оси детали проходит цилиндрическое сквозное отверстие.

7. Габаритные размеры детали, т. е. наибольшие и наименьшие, таковы: длина 170 мм, наибольший размер шестиугольного элемента 75 мм, диаметр отверстия 20 мм (см. рис. 37).

Большой диаметр первого слева элемента 48 мм, угол 30° , длина его 20 мм, диаметр сквозного отверстия 20 мм. Диаметр следующего цилиндрического элемента равен большему диаметру конуса, а длина его определяется как разность между 55 и 20, т. е. равна 35 мм.

Два размера элемента детали, имеющего форму шестиугольной призмы, нанесены на виде слева: между параллельными гранями — 65 мм (размер «под ключ»), между двумя из ребер — 79,1 мм (диаметр описанной окружности). Длина этого элемента не указана, она определяется после того, как будут выдержаны размеры 170, 55 и 46 мм. Диаметр правого цилиндра 50 мм, а длина его 46 мм.

Большой диаметр усеченного конуса равен диаметру цилиндра, т. е. 50 мм, высота его 1 мм, а угол 45° .

Диаметр отверстия равен 20 мм.

8. Шероховатость поверхности усеченного конуса, расположенного с левого конца детали, $Rz 20$, шероховатость находящегося рядом цилиндра диаметра 48 мм $Ra 2,5$. Поверхность цилиндра диаметра 50 мм, расположенного с другого конца детали, должна быть также $Ra 2,5$. Все остальные поверхности обрабатываются с шероховатостью $Rz 40$.

Так как на других поверхностях знаков шероховатости нет, то мы судим об их обработке, взглянув на знак перед скобками в правом верхнем углу чертежа.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова последовательность чтения чертежа.
2. В каком месте чертежа находятся сведения о материале, из которого нужно изготовить деталь?

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ

§ 10. Как выполняют геометрические построения

Чтобы построить какой-либо чертеж или выполнить плоскостную разметку заготовки детали перед ее обработкой, необходимо выполнить ряд графических операций — геометрических построений.

На рис. 39 изображена плоская деталь — пластина. Чтобы построить ее чертеж или разметить на стальной полосе контур для последующего изготовления, нужно проделать на плоскости построения, основные из которых пронумерованы цифрами, записанными на стрелках-указателях. Цифрой 1 указано построение взаимно перпендикулярных линий, которое надо выполнить в нескольких местах, цифрой 2 — проведение параллельных линий, цифрой 3 — сопряжение этих параллельных линий дугой определенного радиуса, цифрой 4 — сопряжение дуги и прямой дугой заданного радиуса, который в данном случае равен 10 мм, цифрой 5 — сопряжение двух дуг дугой определенного радиуса.

В результате выполнения этих и других геометрических построений будет вычерчен контур детали.

Геометрическим построением называют способ решения задачи, при котором ответ получают графическим путем без каких-либо вычислений. Построения выполняют чертежными (или разметочными) инструментами максимально аккуратно, ибо от этого зависит точность решения.

При выполнении чертежей заданные условиями линии и все линии построения выполняют тонкими сплошными, а результаты построений — сплошными основными.

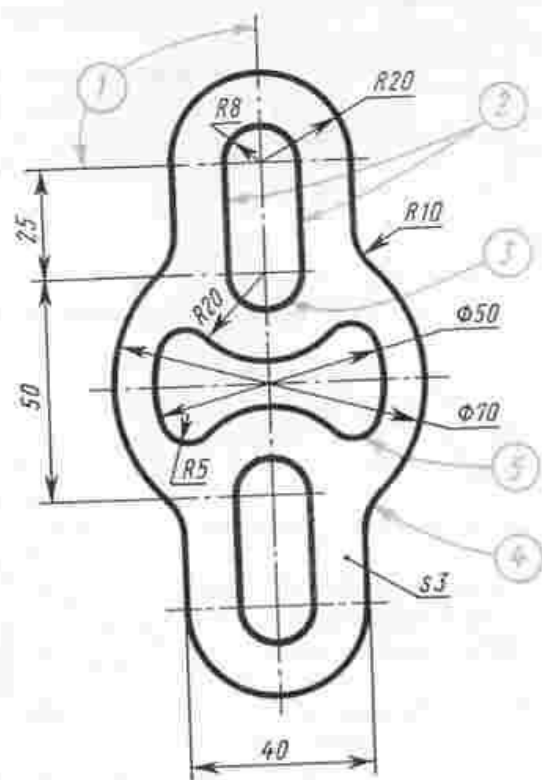
Приступая к выполнению чертежа или к разметке, нужно вначале определить, какие из геометрических построений необходимо применить в данном случае, т. е. провести анализ графического состава изображения.

Анализом графического состава изображения называют процесс расчленения выполнения че-

ртежа на отдельные графические операции.

Выявление операций, необходимых для построения чертежа, облегчает выбор способа его выполнения. Если нужно вычертить, например, пластину, изображенную на рис. 39, то анализ контура ее изображения приводит нас к выводу, что мы должны применить следующие геометрические построения, а именно: в пяти случаях проводят взаимно перпендикулярные центровые линии (цифра 1 в кружке), в четырех случаях проводят параллельные линии (цифра 2), проводят две концентри-

39. ЧЕРТЕЖ ПЛАСТИНЫ, НА КОТОРОМ ПОМЕЧЕНЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЕГО ВЫПОЛНЕНИИ



ческие окружности ($\varnothing 50$ и 70 мм), в шести случаях строят сопряжения двух параллельных прямых дугами заданного радиуса (цифра 3); в четырех местах строят сопряжения дуги и прямой дугой радиуса 10 мм (цифра 4), в четырех случаях строят сопряжение двух дуг дугой радиуса 5 мм (цифра 5 в кружке). Вспомнив, как выполняют каждое из этих построений, или повторив правила их выполнения по учебнику, необходимо применить их при вычерчивании соответствующих элементов чертежа.

При этом целесообразно выбирать рациональный способ выполнения чертежа. Выбор рационального способа решения задачи сокращает время, затрачиваемое на работу. Например, при построении равностороннего треугольника, вписанного в окружность, более рационален способ, при котором построение выполняют рейсшиной и угольником с углом 60° без предварительного определения вершин треугольника (см. рис. 49, а, б).

Менее рационален способ решения той же задачи при помощи циркуля и рейсшины с предварительным определением вершин треугольника (см. рис. 49, в).

§ 11. Деление и построение линий и углов

Построение прямых углов. Угол 90° рационально строить с помощью рейсшины и угольника (рис. 40). Для этого достаточно, проведя при помощи рейсшины линию, провести к ней перпендикулярную при помощи угольника (рис. 40, а). Удобно восстановить перпендикуляр к наклонной линии, совместив с ней катет (или гипотенузу) угольника, приложив к его гипотенузе (или катету) линейку, и передвинуть угольник, как показано на рис. 40, б, или, повернув его, как на рис. 40, в. В обоих случаях линейку необходимо плотно прижимать к листу и не изменять ее положение.

Построение тупых и острых углов. Рациональные способы построения углов 120 , 30 и 150 , 60 и 120 , 15 и 165 , 75 и 105 , 45 и 135° приведены на рис. 41, где показаны положения угольников для построения этих углов.

Деление угла на две равные части. Из вершины угла описывают дугу окружности произвольного радиуса (рис. 42). Из точек M и N пересечения дуги со сторонами угла раствором циркуля, большим половины дуги MN , делают две пересекающиеся в точке A засечки.

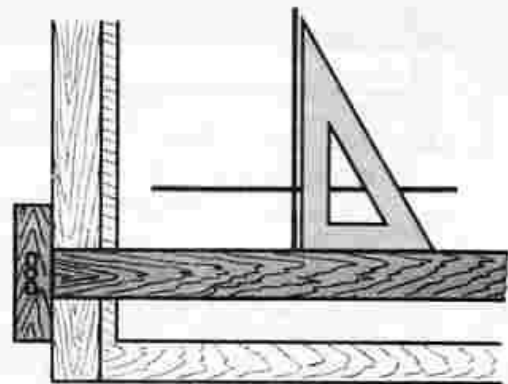
Через полученную точку A и вершину угла проводят прямую линию (биссектрису угла).

Деление прямого угла на три равные части. Из вершины прямого угла описывают дугу окружности произвольного радиуса (рис. 43). Не меняя раствора циркуля, делают засечки из точек пересечения дуги со сторонами угла. Через полученные точки M и N и вершину угла проводят прямые.

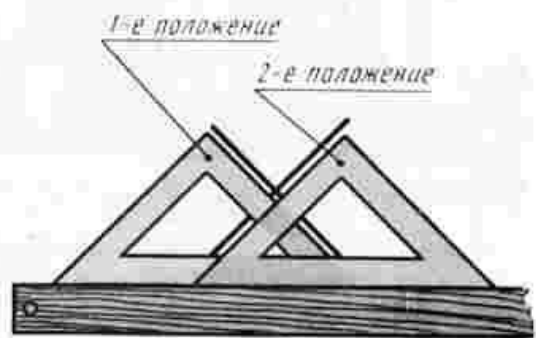
Этим способом можно делить на три равные части только прямые углы.

Построение угла, равного данному. Из вершины O заданного угла проводят дугу произвольного радиуса R , пересекающую сторону угла в точках M и N (рис. 44, а). Затем проводят отрезок прямой, который будет служить одной из сторон нового угла. Из точки O_1 на этой прямой тем же радиусом R проводят дугу, получая точку N_1 (рис. 44, б). Из этой точки описывают дугу радиусом R_1 , равным хорде MN . Пересечение дуг дает точку M_1 , которую

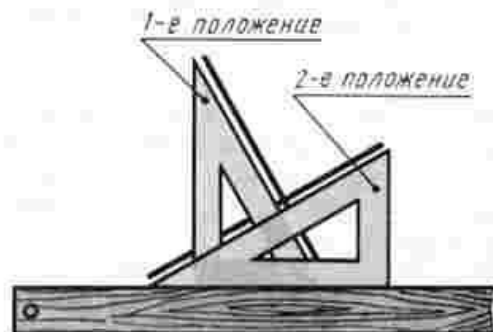
40. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРЯМЫХ УГЛОВ РЕЙСШИНОЙ И УГОЛЬНИКАМИ



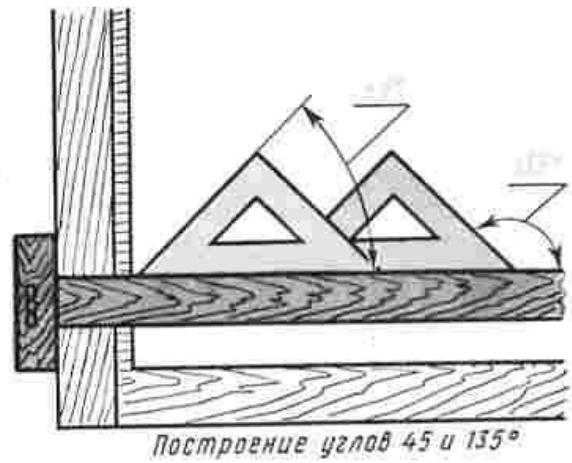
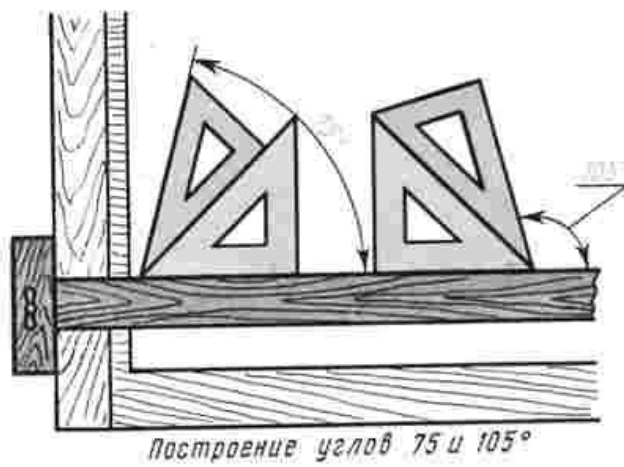
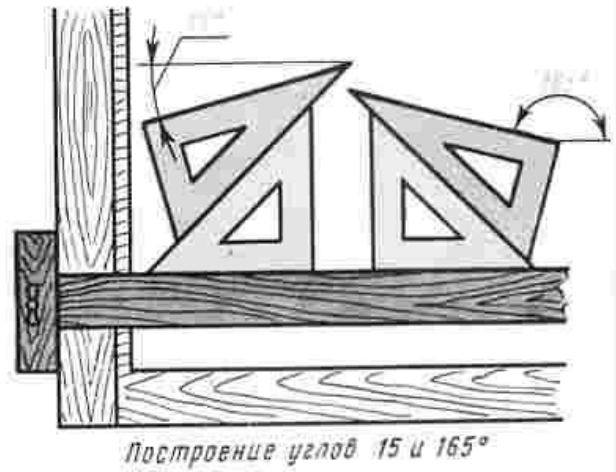
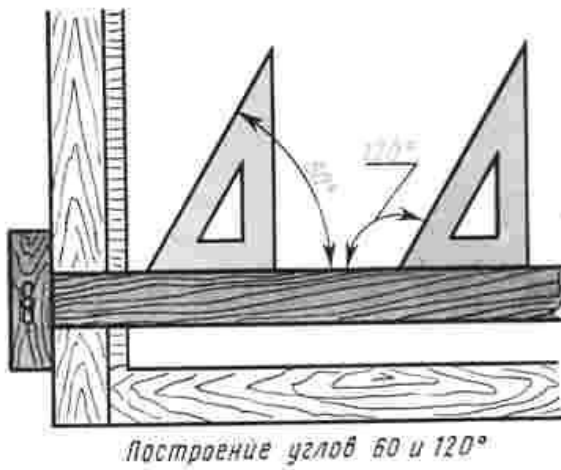
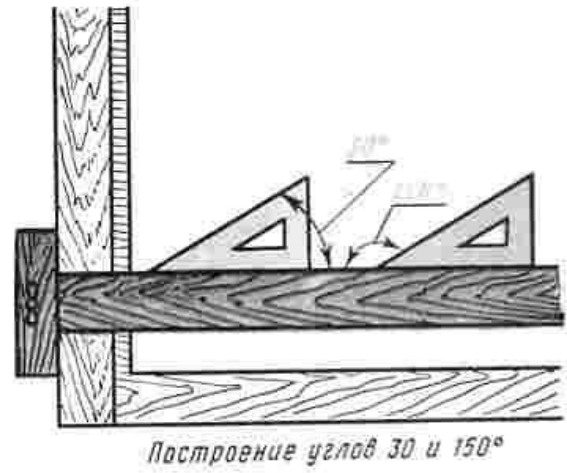
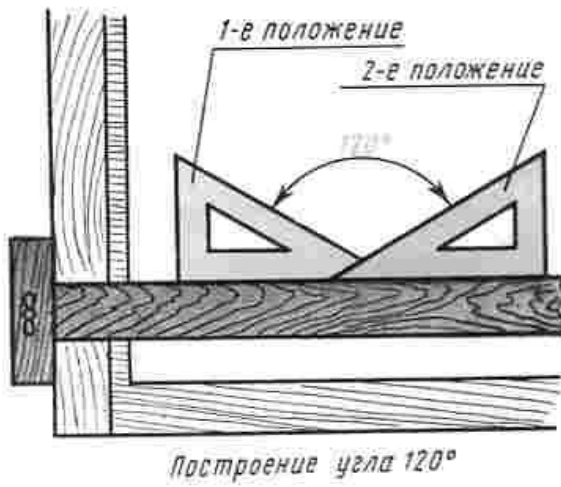
а)



б)

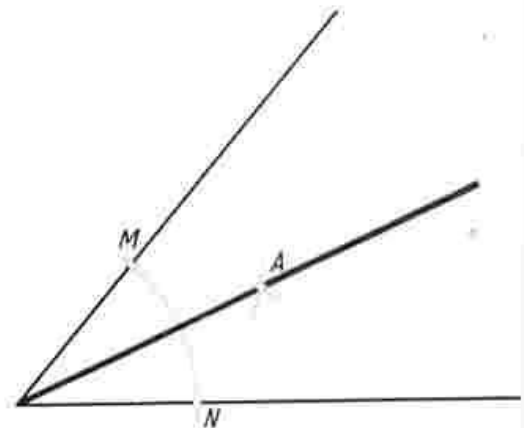


в)

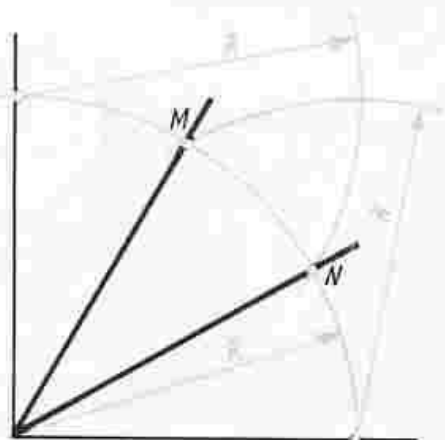


41. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ОСТРЫХ И ТУПЫХ УГЛОВ РЕЙШИННОЙ И УГОЛЬНИКАМИ

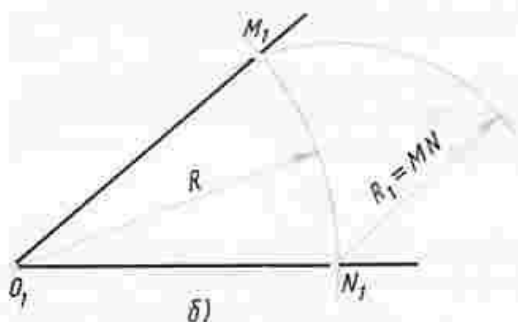
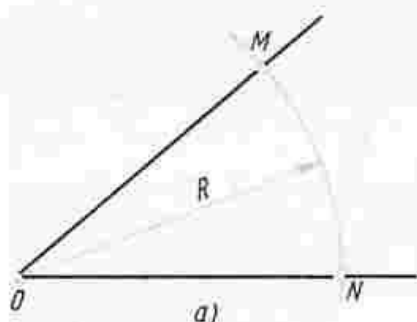
42. СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ УГЛА НА ДВЕ РАВНЫЕ ЧАСТИ



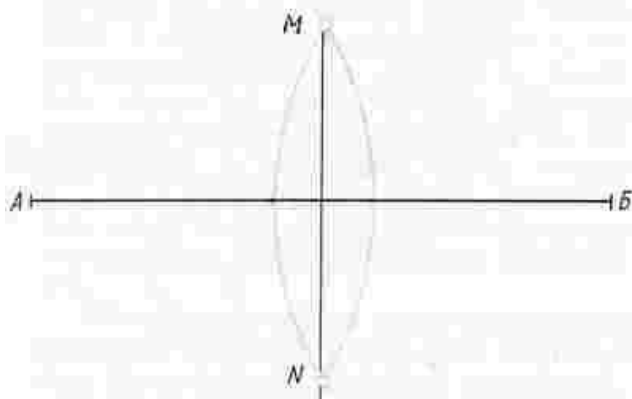
- 43.** СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ ПРЯМОГО УГЛА НА ТРИ РАВНЫЕ ЧАСТИ ПРИ ПОМОЩИ ЦИРКУЛЯ



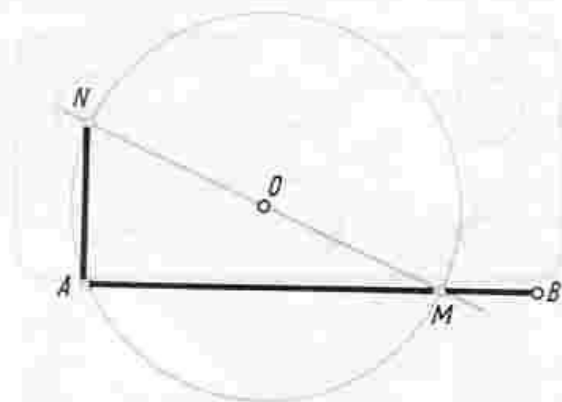
- 44.** ПОСТРОЕНИЕ УГЛА, РАВНОГО ДАННОМУ



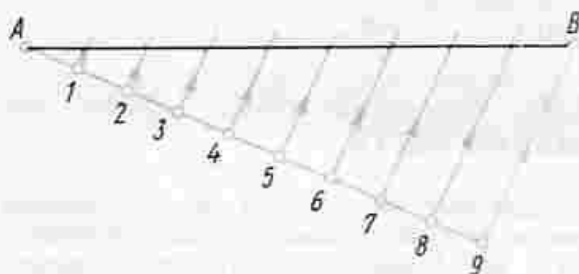
- 45.** СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ ПОПОЛАМ



- 46.** СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРПЕНДИКУЛЯРА В КОНЦЕ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ



- 47.** СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ НА ЛЮБОЕ ЧИСЛО РАВНЫХ ЧАСТЕЙ



соединяют прямой с вершиной нового угла (рис. 44, б).

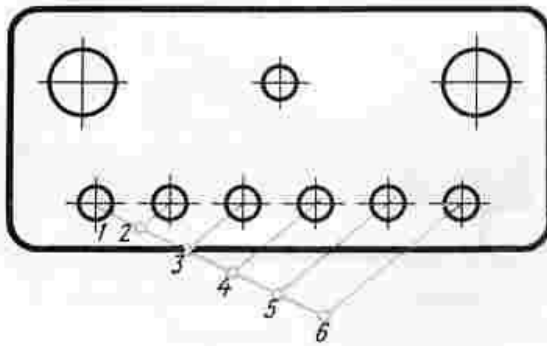
Деление отрезка прямой на две равные части. Из концов заданного отрезка раствором циркуля, бóльшим половины его длины, описывают дуги (рис. 45). Прямая, соединяющая полученные точки M и N , делит отрезок на две равные части и перпендикулярна ему.

Построение перпендикуляра в конце отрезка прямой. Из произвольной точки O , взятой над отрезком AB , описывают окружность, проходящую через точку A (конец отрезка прямой) и пересекающую прямую в точке M (рис. 46).

Через полученную точку M и центр O окружности проводят прямую до встречи с противоположной стороной окружности в точке N . Точку N соединяют прямой с точкой A .

Деление отрезка прямой на любое число равных частей. Из любого конца отрезка, например из точки A , проводят под острым углом к нему прямую линию. На ней циркулем-измерителем откладывают нужное число равных отрезков произвольной величины (рис. 47). Последнюю точку соединяют со вторым концом заданного отрезка (с точкой B). Из всех точек деления при помощи линейки и угольника проводят прямые, параллель-

48. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ПОСТРОЕНИЙ, ПРИВЕДЕННЫХ НА РИС. 47



ные прямой $9B$, которые и разделят отрезок AB на заданное число равных частей.

На рис. 48 показано, как применить это построение для разметки центров отверстий, равномерно расположенных на прямой.

§ 12. Деление окружности на равные части

Деление окружности на три равные части. Устанавливают угольник с углами 30 и 60° большим катетом параллельно одной из центральных линий. Вдоль гипотенузы из точки 1 (первое деление) проводят хорду (рис. 49, *a*), получая второе деление — точку 2 . Перевернув угольник и проведя вторую хорду, получают третье деление — точку 3 (рис. 49, *б*). Соединив точки 2 и 3 и 3 и 1 прямыми, получают равносторонний треугольник.

Ту же задачу можно решить с помощью циркуля. Поставив опорную ножку циркуля в нижнюю или верхнюю концевую точку диаметра (рис. 49, *в*), описывают дугу, радиус которой равен радиусу R окружности. Получают первое и второе деления. Третье деление находится на противоположном конце диаметра.

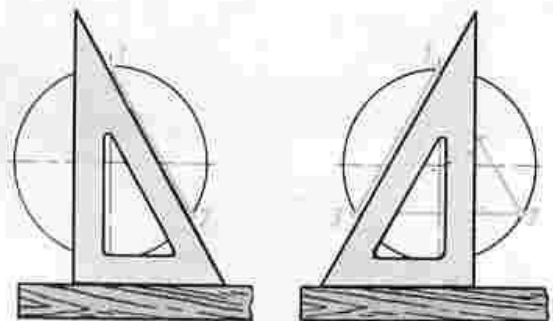
Деление окружности на шесть равных частей. Раствор циркуля устанавливают равным радиусу R окружности. Из противоположных концов одного из диаметров окружности (из точек $1, 4$) описывают дуги (рис. 50, *a, б*). Точки $1, 2, 3, 4, 5, 6$ делят окружность на шесть равных частей. Соединив их прямыми, получают правильный шестиугольник (рис. 50, *б*).

Ту же задачу можно выполнить при помощи линейки и угольника с углами 30 и 60° (рис. 51). Гипотенуза угольника при этом должна проходить через центр окружности.

Деление окружности на восемь равных частей. Точки $1, 3, 5, 7$ лежат на пересечении центральных линий с окружно-

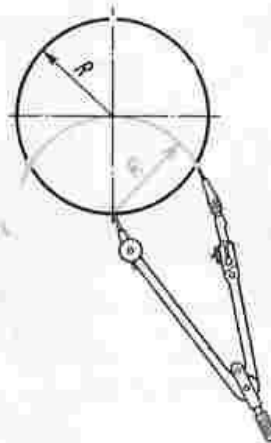
49. СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ ОКРУЖНОСТИ НА ТРИ РАВНЫЕ ЧАСТИ:

a — с помощью угольника, *б* — с помощью циркуля



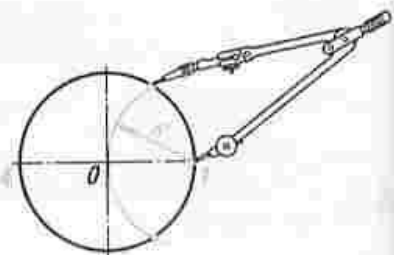
a)

б)

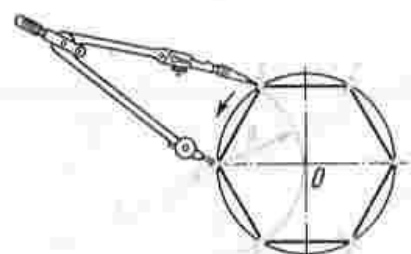


в)

50. СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ ОКРУЖНОСТИ НА ШЕСТЬ РАВНЫХ ЧАСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЦИРКУЛЯ

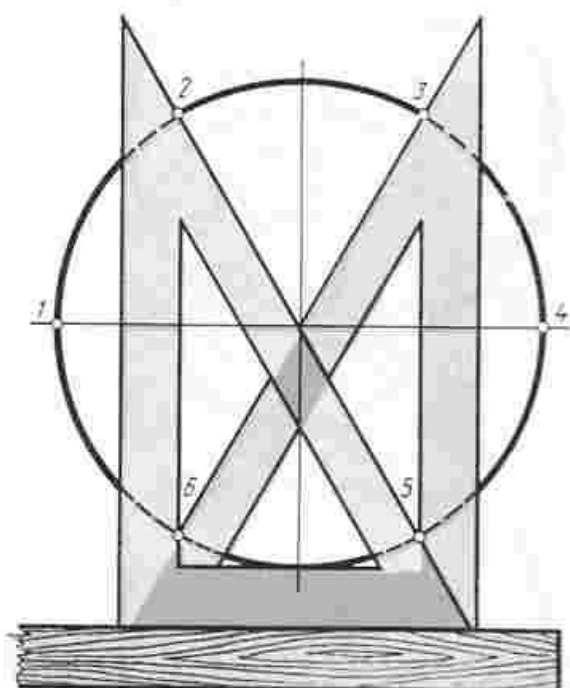


a)

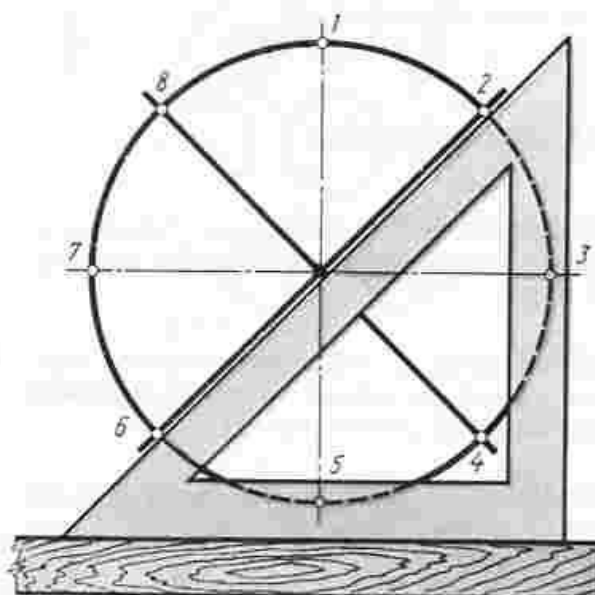


б)

51. СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ ОКРУЖНОСТИ НА ШЕСТЬ РАВНЫХ ЧАСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ УГОЛЬНИКА



52. СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ ОКРУЖНОСТИ НА ВОСЕМЬ РАВНЫХ ЧАСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ УГОЛЬНИКА



стью (рис. 52). Еще четыре точки находят с помощью угольника с углами 45° . При получении точек 2, 4, 6, 8 гипотенуза угольника должна проходить через центр окружности.

Деление окружности на любое число равных частей. Для деления окружности на любое число равных частей пользуются коэффициентами, приведенными в табл. 3.

Длину l хорды, которую откладывают на заданной окружности, определяют по формуле

$$l = dk,$$

где l — длина хорды, d — диаметр заданной окружности, k — коэффициент, определяемый по табл. 3.

Чтобы разделить окружность заданного диаметра 90 мм, например, на 21 часть, поступают следующим образом.

В первой графе табл. 3 находят число делений n , т. е. 21. Из второй графы табл. 3 выписывают коэффициент k , соответствующий числу делений n . В данном случае он равен 0,14904. Диаметр заданной окружности умножают на коэффициент и получают длину хорды $l = dk = 90 \times 0,14904 \approx 13,4$ мм. Полученную длину хорды откладывают циркулем-измерителем 21 раз на заданной окружности.

Нахождение центра дуги и определение величины радиуса. Задана дуга окружности, центр и радиус которой неизвестны.

3. Коэффициенты для деления окружностей

Число делений n	Коэффициент k
3	0,86603
4	0,70711
5	0,58779
6	0,50000
7	0,43388
8	0,38268
9	0,34202
10	0,30902
11	0,28173
12	0,25882
13	0,23932
14	0,22252
15	0,20791
16	0,19509
17	0,18375
18	0,17365
19	0,16460
20	0,15643
21	0,14904
22	0,14232
23	0,13617
24	0,13053
25	0,12533

Для их определения нужно провести две непараллельные хорды (рис. 53, а) и восставить перпендикуляры к серединам хорд (рис. 53, б). Центр O дуги находится на пересечении этих перпендикуляров.

1. Что называют анализом графического состава изображений?
2. Для чего нужен анализ графического состава изображения?
3. Какими линиями выполняют вспомогательные построения?

ЗАДАНИЯ К § 10 И 11

УПРАЖНЕНИЕ 5. С помощью линейки и угольников постройте углы 30, 60, 120, 75, 15 и 105°.

УПРАЖНЕНИЕ 6. Разделите отрезок прямой на четыре равные части; на 8 равных частей; на 12 равных частей.

УПРАЖНЕНИЕ 7. Разделите тупой угол на четыре равные части.

УПРАЖНЕНИЕ 8. Разделите прямой угол на три равные части с помощью циркуля и линейки. Постройте угол 30°. Разделите окружность на три равные части.

УПРАЖНЕНИЕ 9. При помощи угольника и линейки разделите окружность на шесть равных частей (на 12). То же самое сделайте с помощью циркуля.

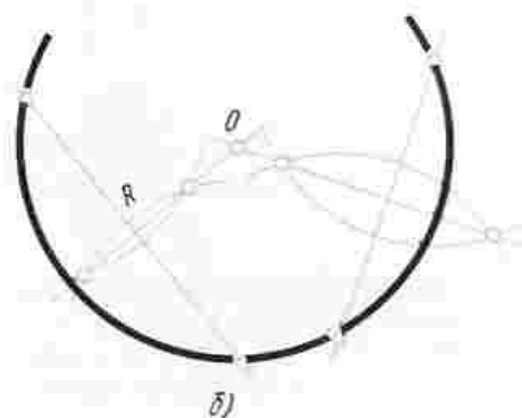
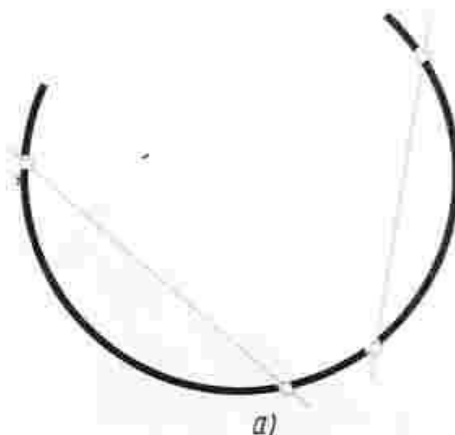
УПРАЖНЕНИЕ 10. Разделите окружность на восемь равных частей наиболее рациональным способом.

УПРАЖНЕНИЕ 11. Подсчитайте, чему равна длина хорды при делении окружности диаметра 100 мм на пять равных частей; окружности диаметра 120 мм на 14 равных частей; окружности диаметра 200 мм на 19 равных частей.

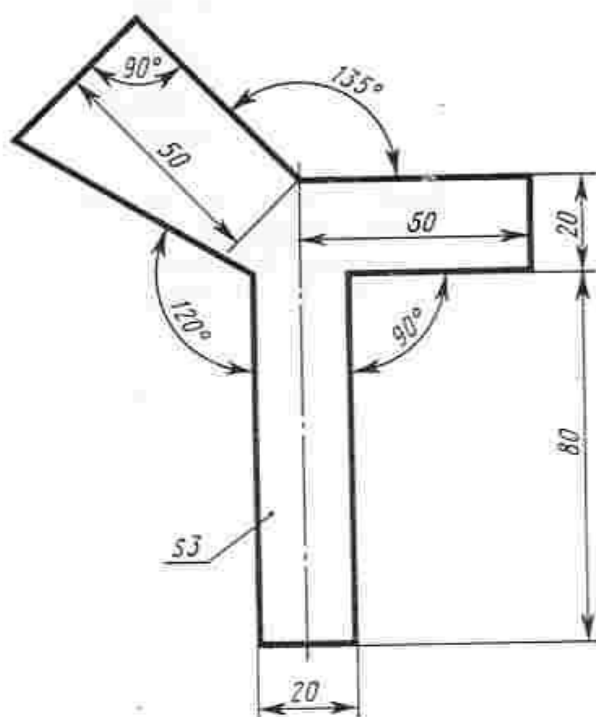
УПРАЖНЕНИЕ 12. Вычертите чертеж угольника (рис. 54). Нанесите размеры.

УПРАЖНЕНИЕ 13. Выполните один из чертежей прокладок, приведенных на рис. 55, а—е, применив способы деления окружности на равные части. Нанесите размеры.

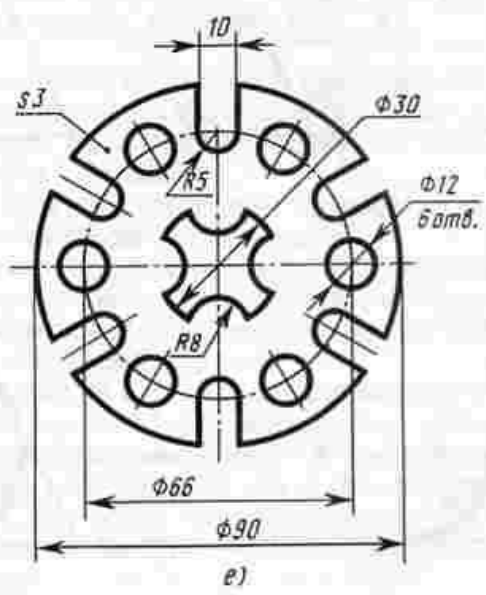
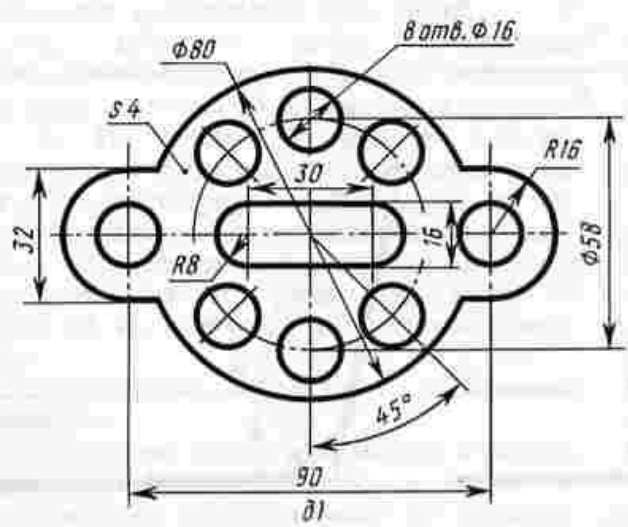
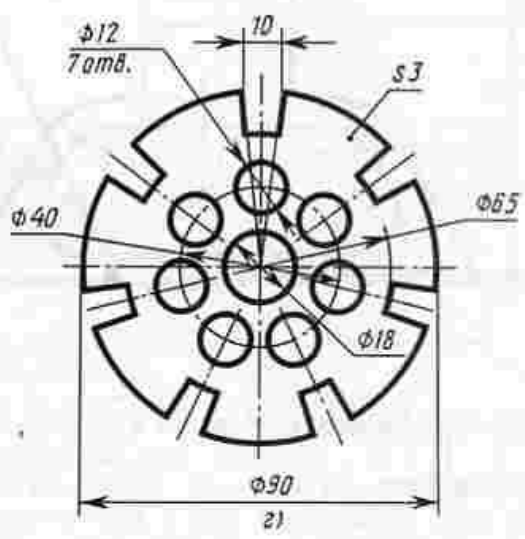
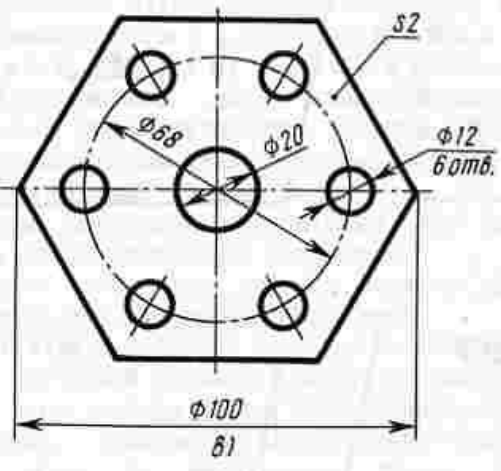
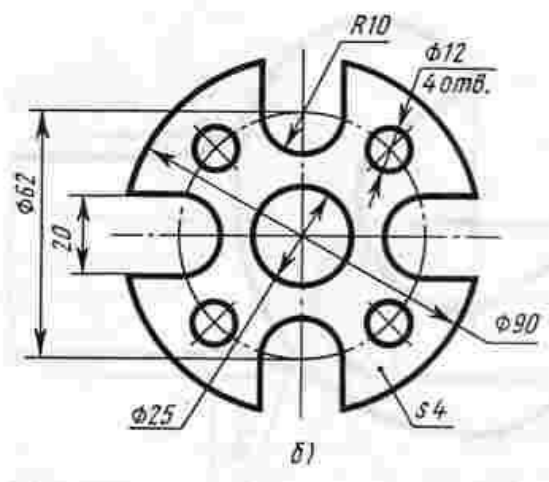
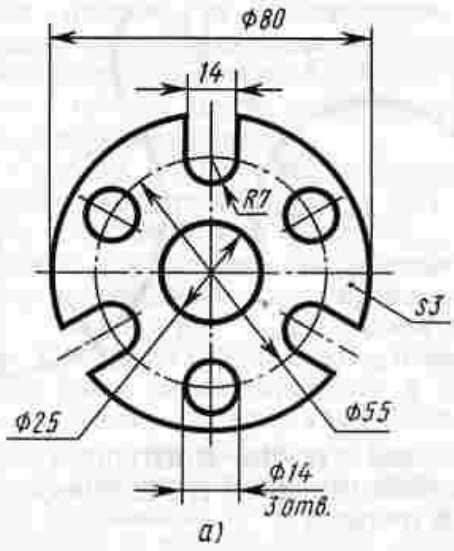
53. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРА ДУГИ



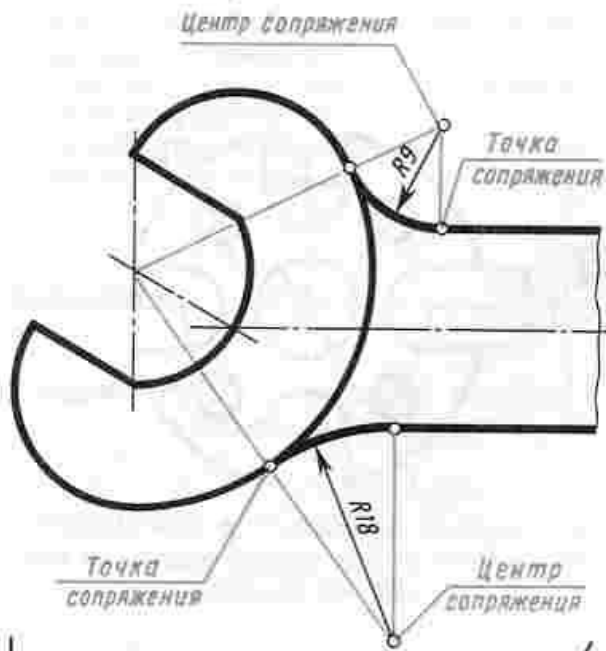
54. ЗАДАНИЕ ДЛЯ УПРАЖНЕНИЙ



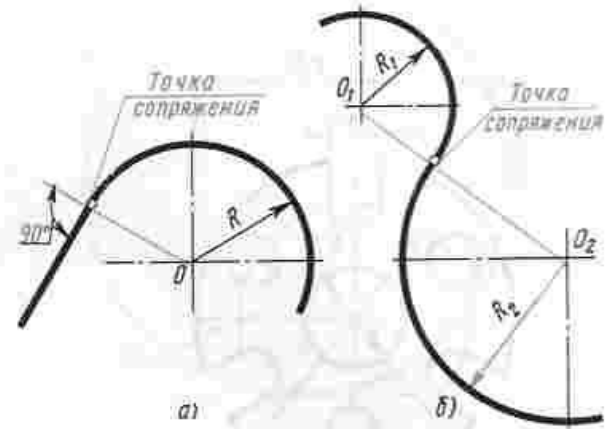
55. ЗАДАНИЯ ДЛЯ УПРАЖНЕНИЙ



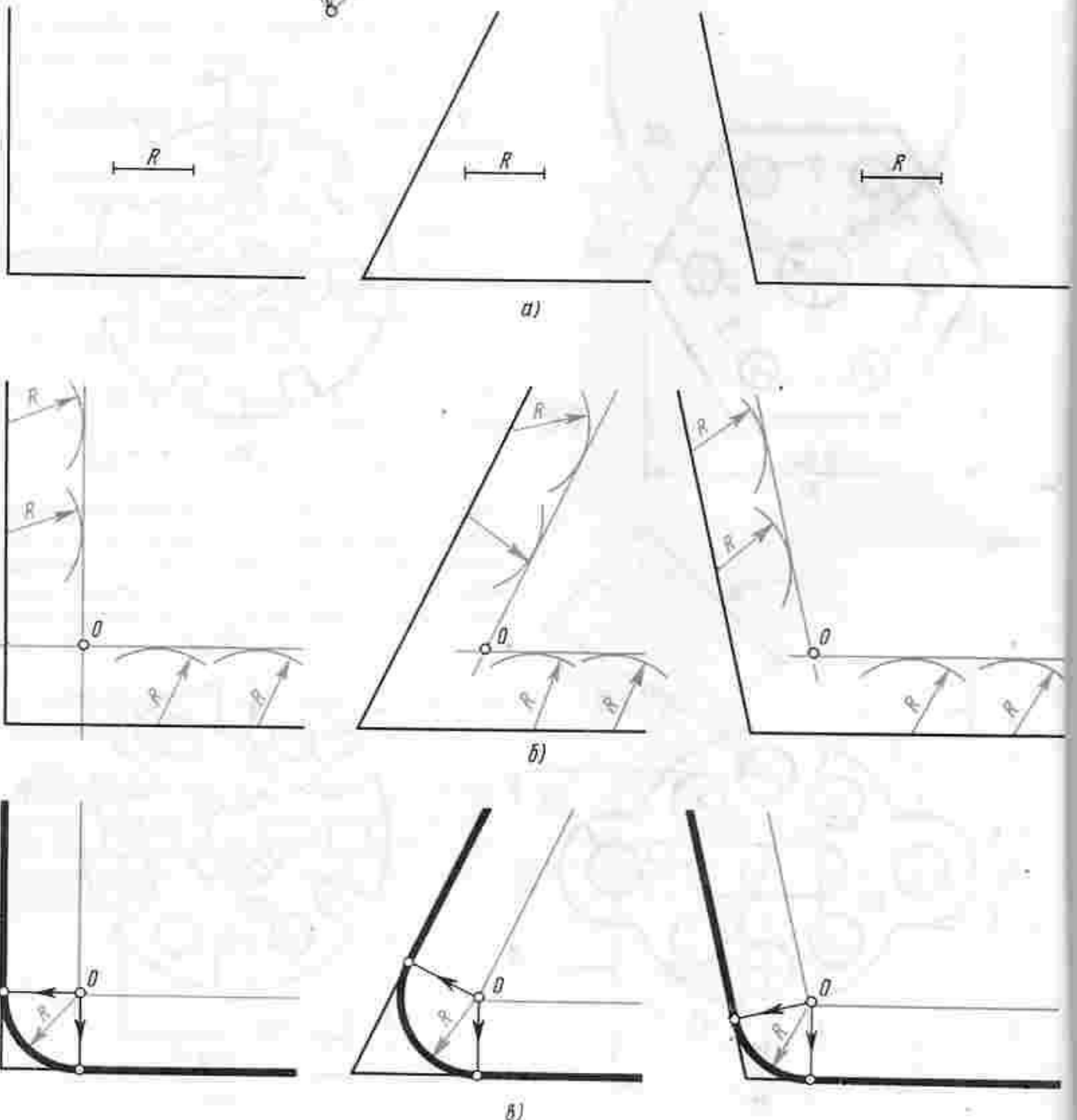
56. ЭЛЕМЕНТЫ СОПРЯЖЕНИЙ



57. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧКИ СОПРЯЖЕНИЯ



58. ОБЩИЙ СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЯ ДВУХ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ПРЯМЫХ



§ 13. Сопряжение

При выполнении машиностроительных чертежей, а также при разметке заготовок деталей на производстве часто приходится плавно соединять прямые линии с дугами окружностей или дугу окружности с дугами других окружностей, т. е. выполнять сопряжение.

Сопряжением называют плавный переход прямой линии в дугу окружности или одной дуги в другую.

Для построения сопряжений надо найти центры, из которых проводят дуги, т. е. центры сопряжений (рис. 56). Затем нужно найти точки, в которых одна линия переходит в другую, т. е. точки сопряжений. При построении чертежа сопрягающиеся линии нужно доводить точно до этих точек. Точка сопряжения дуги окружности и прямой лежит на перпендикуляре, опущенном из центра дуги на сопрягаемую прямую (рис. 57, а), или на линии, соединяющей центры сопрягаемых дуг (рис. 57, б). Следовательно, для построения любого сопряжения дугой заданного радиуса нужно найти центр сопряжения и точку (точки) сопряжения.

Сопряжение двух пересекающихся прямых дугой заданного радиуса. Даны пересекающиеся под прямым, острым и тупым углами прямые линии (рис. 58, а). Нужно построить сопряжения этих прямых дугой заданного радиуса R .

Для всех трех случаев можно применять общий способ построения.

1. Находят точку O — центр сопряжения, который должен лежать на расстоянии R от сторон угла в точке пересечения прямых, проходящих параллельно сторонам угла на расстоянии R от них (рис. 58, б).

Для проведения прямых, параллельных сторонам угла, из произвольных точек, взятых на прямых, раствором циркуля, равным R , делают засечки и к ним проводят касательные (рис. 58, б).

2. Находят точки сопряжений (рис. 58, в). Для этого опускают перпендикуляры из точки O на заданные прямые.

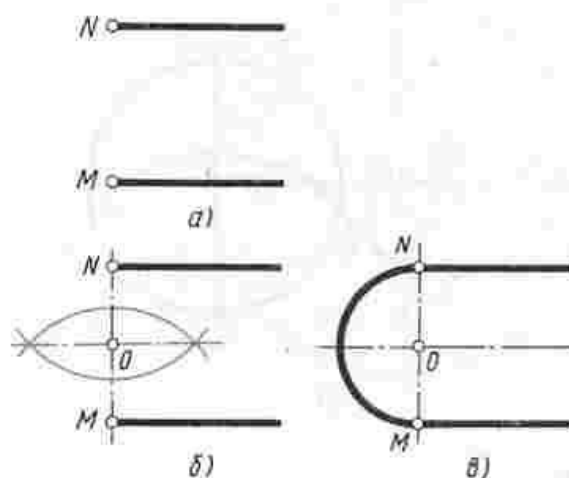
3. Из точки O как из центра описывают дугу заданного радиуса R между точками сопряжений (рис. 58, в).

Сопряжение двух параллельных прямых. Заданы две параллельные прямые и на одной из них точка сопряжения M (рис. 59, а). Требуется построить сопряжение.

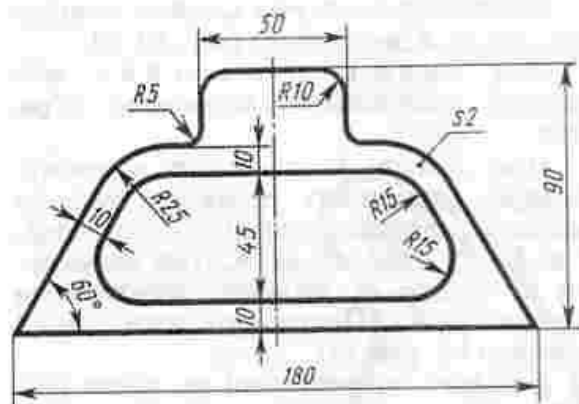
Построение выполняют следующим образом:

1) находят центр сопряжения и радиус дуги (рис. 59, б). Для этого из точки M восстанавливают перпендикуляр до пересече-

59. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ



60. ЗАДАНИЕ ДЛЯ УПРАЖНЕНИЙ



ния с прямой в точке N . Отрезок MN делят пополам (см. рис. 45);

2) из точки O — центра сопряжения радиусом $OM = ON$ описывают дугу до точек сопряжения M и N (рис. 59, в).

УПРАЖНЕНИЕ 14. Выполните чертеж шаблона (рис. 60), применив правила построения сопряжений. Линии построенные не стирайте. Масштаб 1:1.

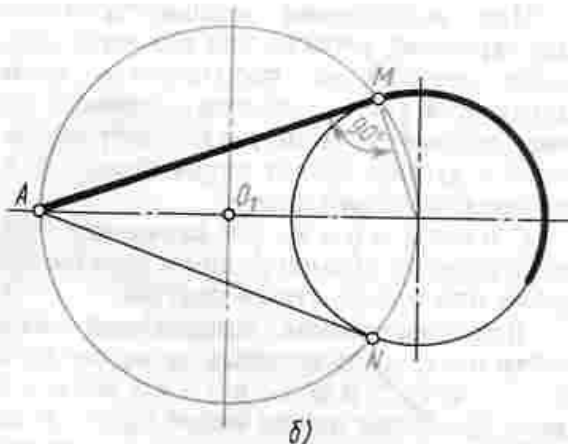
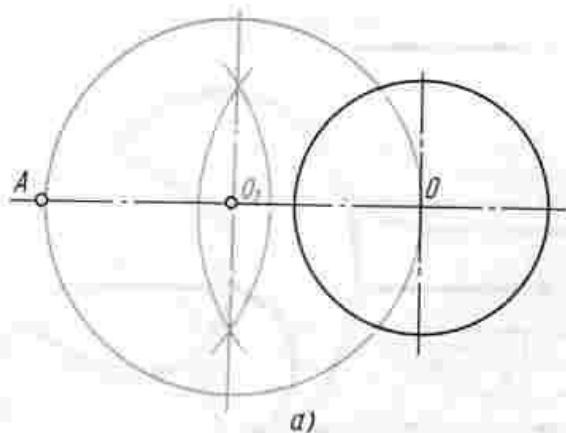
Проведение касательной к окружности. Задана окружность с центром O и точка A . Требуется провести из точки A касательную к окружности.

1. Точку A соединяют прямой с заданным центром O окружности.

Строят вспомогательную окружность диаметром, равным OA (рис. 61, а). Чтобы найти центр O_1 , делят отрезок OA пополам (см. рис. 45).

2. Точки M и N пересечения вспомогательной окружности с заданной — искомые точки касания. Точку A соединяют прямыми с точками M или N (рис. 61, б). Прямая AM будет перпендикулярна прямой OM , так как угол AMO опирается на диаметр.

61. ПРОВЕДЕНИЕ КАСАТЕЛЬНОЙ К ОКРУЖНОСТИ



Проведение прямой, касательной к двум окружностям. Заданы две окружности радиусов R и R_1 . Требуется построить прямую, касательную к ним.

Различают два случая касания: внешнее (рис. 62, б) и внутреннее (рис. 62, в).

При внешнем касании построение выполняют следующим образом:

1) из центра O проводят вспомогательную окружность радиусом, равным разности радиусов заданных окружностей, т. е. $R - R_1$ (рис. 62, а). К этой окружности из центра O_1 проводят касательную прямую O_1N . Построение касательной показано на рис. 61;

2) радиус, проведенный из точки O в точку N , продолжают до пересечения в точке M с заданной окружностью радиуса R . Параллельно радиусу OM проводят радиус O_1P меньшей окружности. Прямая, соединяющая точки сопряжений M и P , — касательная к заданным окружностям (рис. 62, б).

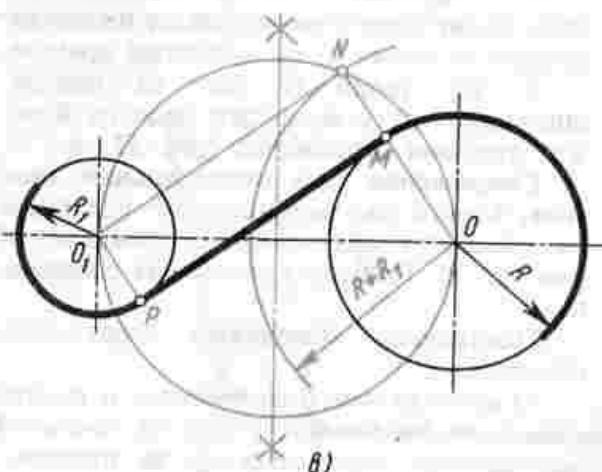
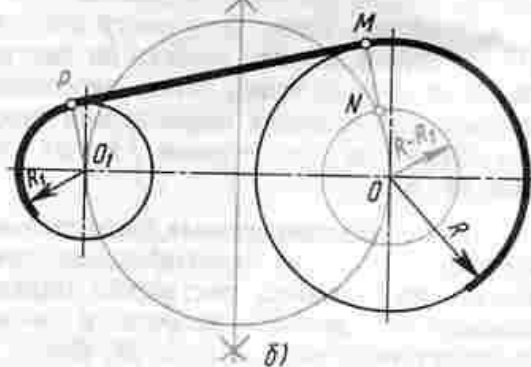
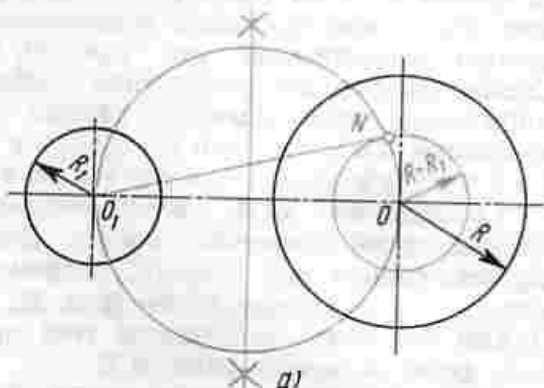
При внутреннем касании построение проводят аналогично, но вспомогательную окружность проводят радиусом, равным сумме радиусов $R + R_1$ (рис. 62, в). Затем из центра O_1 проводят касательную к вспомогательной окружности (см. рис. 61). Точку N соединяют радиусом с центром O . Параллельно радиусу ON проводят радиус O_1P меньшей окружности. Искомая касательная проходит через точки сопряжений M и P .

Сопряжения дуги и прямой линии дугой заданного радиуса. Заданы дуга окружности радиуса R и прямая. Требуется соединить их дугой, имеющей радиус R_1 .

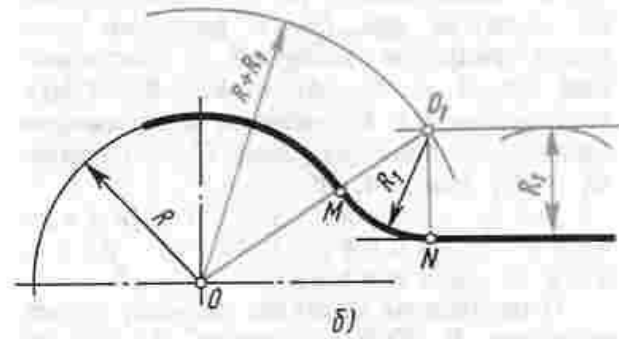
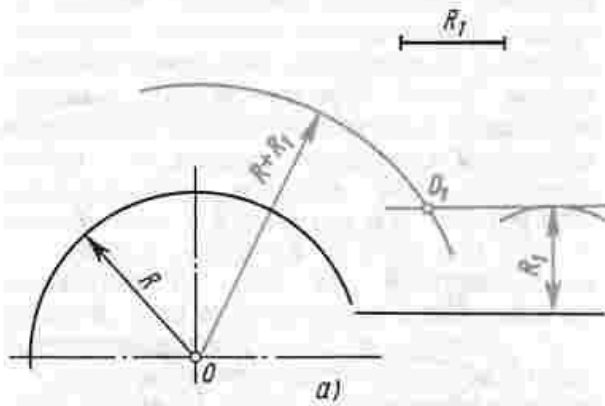
1. Находят центр сопряжения (рис. 63, а), который должен находиться на расстоянии R_1 от дуги и от прямой. Поэтому проводят вспомогательную прямую, параллельную заданной прямой, на расстоянии, равном радиусу сопрягающей

62. ПРОВЕДЕНИЕ КАСАТЕЛЬНОЙ К ДВУМ ОКРУЖНОСТЯМ:

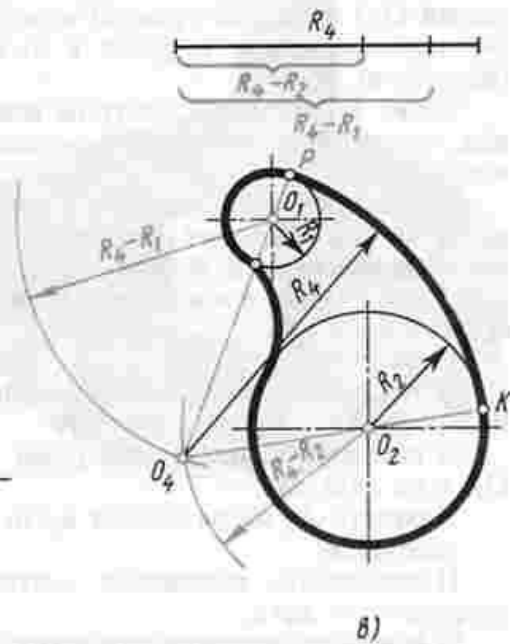
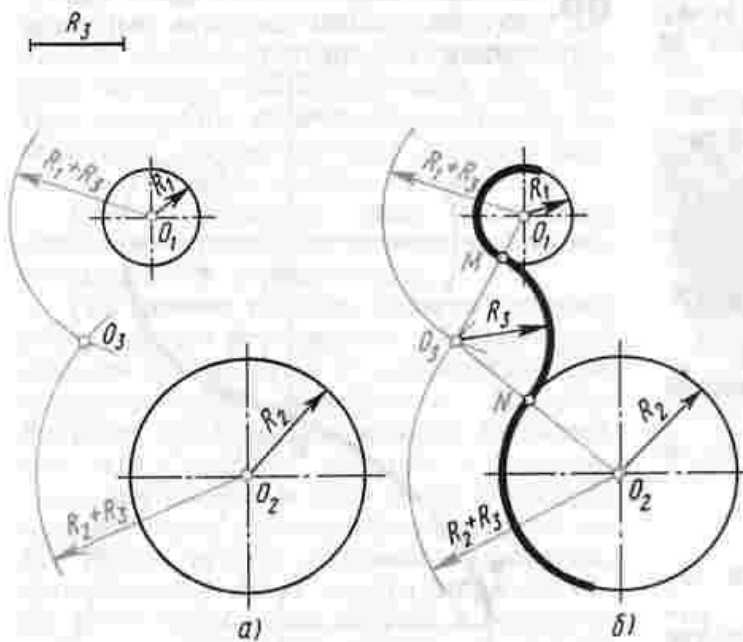
а, б — внешнее касание, в — внутреннее касание



63. СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЯ ОКРУЖНОСТИ И ПРЯМОЙ



64. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ ДВУХ ДУГ ОКРУЖНОСТЕЙ: а, б — внешнее касание, в — внутреннее касание



дуги R_1 (рис. 63, а). Раствором циркуля, равным сумме заданных радиусов $R + R_1$, описывают из центра O дугу до пересечения с вспомогательной прямой. Полученная точка O_1 — центр сопряжения.

2. По общему правилу находят точки сопряжения (рис. 63, б): соединяют прямой центры сопрягаемых дуг O_1 и O и опускают из центра сопряжения O_1 перпендикуляр на заданную прямую.

3. Из центра сопряжения O_1 между точками сопряжения M и N проводят дугу, радиус которой равен R_1 (рис. 63, б).

Сопряжение двух дуг дугой заданного радиуса. Заданы две дуги, радиусы которых R_1 и R_2 . Требуется построить сопряжение дугой, радиус которой задан.

Различают три случая касания: внешнее (рис. 64, б), внутреннее (рис. 64, в) и

смешанное (см. рис. 66). Во всех случаях центры сопряжений должны быть расположены от заданных дуг на расстоянии, равном радиусу дуги сопряжения.

Построение выполняют следующим образом.

Для внешнего касания:

1) из центров O_1 и O_2 раствором циркуля, равным сумме радиусов заданной и сопрягающей дуг, проводят вспомогательные дуги (рис. 64, а); радиус дуги, проведенной из центра O_1 , равен $R_1 + R_3$; а радиус дуги, проведенной из центра O_2 , равен $R_2 + R_3$. На пересечении вспомогательных дуг расположен центр сопряжения — точка O_3 ;

2) соединив прямыми точку O_1 с точкой O_3 и точку O_2 с точкой O_3 , находят точки сопряжения M и N (рис. 64, б);

3) из точки O_3 раствором циркуля, равным R_3 , между точками M и N описывают сопрягающую дугу.

Для внутреннего касания выполняют те же построения, но радиусы дуг берут равными разности радиусов заданной и сопрягающей дуг, т. е. $R_4 - R_1$ и $R_4 - R_2$. Точки сопряжения P и K лежат на продолжении линий, соединяющих точку O_4 с точками O_1 и O_2 (рис. 64, в).

Для смешанного (внешнего и внутреннего) касания (1-й случай):

1) раствором циркуля, равным сумме радиусов R_1 и R_3 , из точки O_1 как из центра проводят дугу (рис. 65, а);

2) раствором циркуля, равным разности радиусов R_2 и R_3 , из точки O_2 проводят вторую дугу, пересекающуюся с первой в точке O_3 (рис. 65, б);

3) из точки O_1 проводят прямую линию до точки O_3 , из второго центра (точка O_2) проводят прямую через точку O_3 до пересечения с дугой в точке M (рис. 65, в).

Точка O_3 является центром сопряжения, точки M и N — точками сопряжения;

4) поставив ножку циркуля в точку O_3 , радиусом R_3 проводят дугу между точками сопряжения M и N (рис. 65, г).

Для смешанного касания (2-й случай):

задано:

1) две сопрягаемые дуги окружностей радиусов R_1 и R_2 (рис. 66);

2) расстояние между центрами O_1 и O_2 этих двух дуг;

3) радиус R_3 сопрягающей дуги; требуется:

1) определить положение центра O_3 сопрягающей дуги;

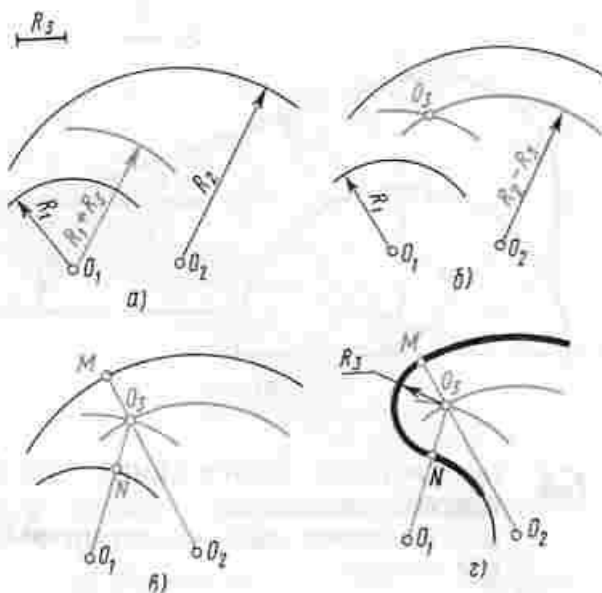
2) найти на сопрягаемых дугах точки сопряжения;

3) провести дугу сопряжения.

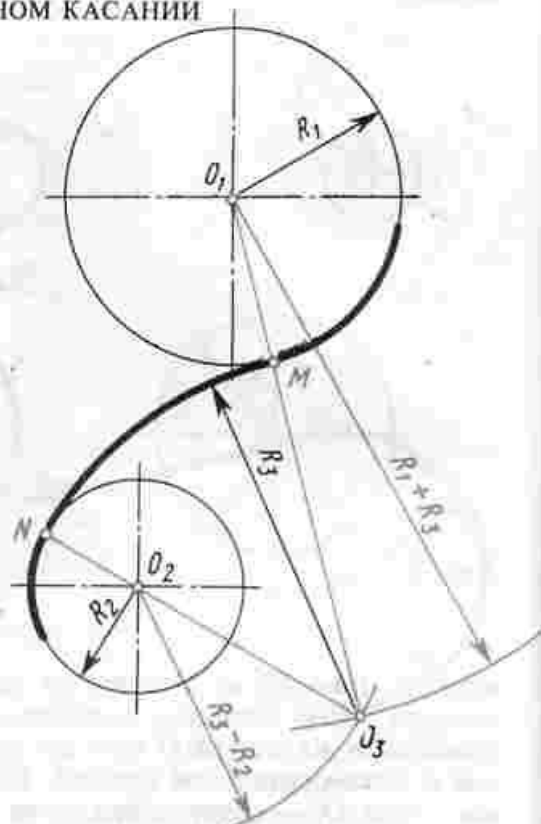
Последовательность построения. Откладывают заданные расстояния между центрами O_1 и O_2 . Из центра O_1 проводят вспомогательную дугу радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги радиуса R_1 и сопрягающей дуги радиуса R_3 , а из центра O_2 проводят вторую вспомогательную дугу радиусом, равным разности радиусов R_3 и R_2 , до пересечения с первой вспомогательной дугой в точке O_3 , которая будет искомым центром сопрягающей дуги (рис. 66).

Точки сопряжения находят по общему правилу, соединяя прямыми центры дуг O_3 и O_1 ; O_3 и O_2 . На пересечении этих прямых с дугами соответствующих окружностей находят точки M и N .

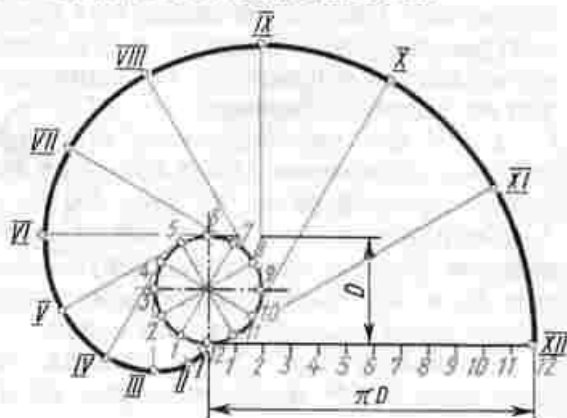
65. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ ДВУХ ДУГ ОКРУЖНОСТЕЙ ПРИ ВНЕШНЕМ И ВНУТРЕННЕМ КАСАНИИ



66. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ ДВУХ ДУГ ОКРУЖНОСТЕЙ ПРИ СМЕШАННОМ КАСАНИИ



67. ЭВОЛЬВЕНТА ОКРУЖНОСТИ



§ 14. Лекальные кривые

В технике встречаются детали, поверхности которых очерчены кривыми линиями: эллипсом, эвольвентной окружностью, спиралью Архимеда и многими другими. Такие кривые линии нельзя вычертить циркулем, поэтому отдельные точки этих кривых соединяют плавными линиями при помощи лекал. Отсюда название — лекальные кривые.

Эвольвента окружности приведена на рис. 67. Каждая точка прямой, если ее катить без скольжения по окружности, описывает эвольвенту.

Рабочие поверхности зубьев большинства зубчатых колес имеют эвольвентное очертание (рис. 68).

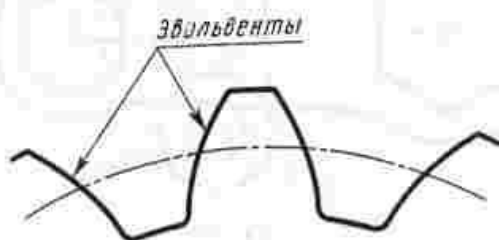
Спираль Архимеда изображена на рис. 69. Это плоская кривая, которую описывает точка, равномерно движущаяся от центра O по вращающемуся радиусу.

По спирали Архимеда нарезают канавку, в которую входят выступы кулачков самоцентрирующего трехкулачкового патрона токарного станка (рис. 70). При вращении конической шестерни, на обратной стороне которой нарезана спиральная канавка, кулачки сжимаются.

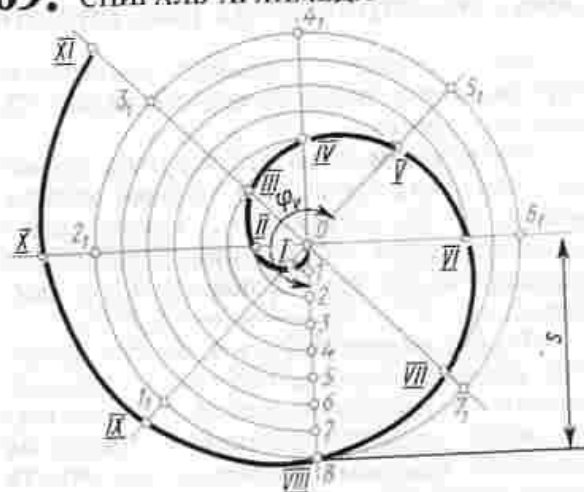
При выполнении этих (и других) лекальных кривых на чертеже нужно воспользоваться справочником.

Построение эллипса. Размеры эллипса определяются величиной его большой AB и малой CD осей (рис. 71). Описывают две concentric окружности. Диаметр большей равен длине эллипса (большой оси AB), диаметр меньшей — ширине эллипса (малой оси CD). Делят большую окружность на равные части, например на 12. Точки деления соединяют прямыми, проходящими через центр окружностей. Из точек пересечения прямых с окружностями проводят линии, параллельные осям эллипса, как показано на рисунке. При взаимном пересечении этих линий получают точки, принадлежащие эллипсу, которые, соединив предварительно от руки тонкой плавной кривой, обводят при помощи лекала (рис. 71).

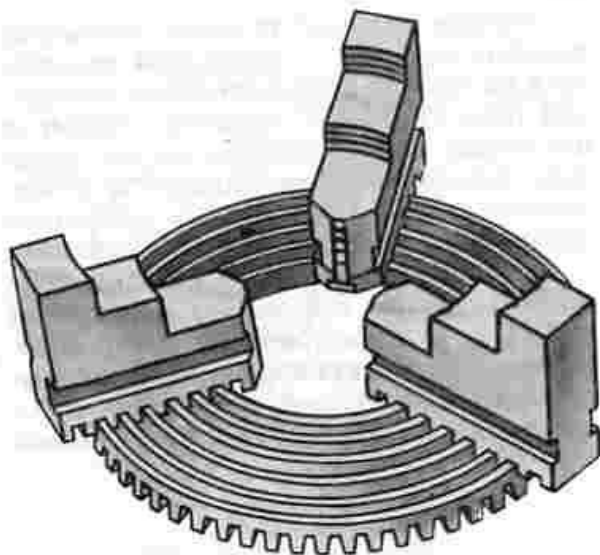
68. ЗУБЬЯ ЭВОЛЬВЕНТНОГО ПРОФИЛЯ



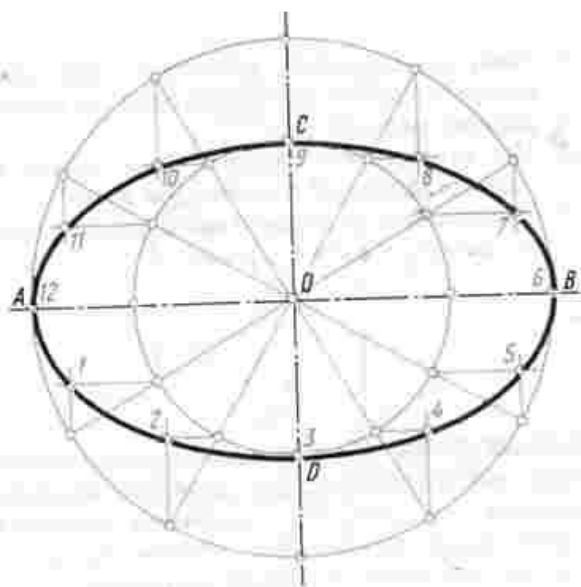
69. СПИРАЛЬ АРХИМЕДА



70. ДЕТАЛИ ТОКАРНОГО ПАТРОНА, СОДЕРЖАЩИЕ СПИРАЛЬ АРХИМЕДА



71. СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЛИПСА



§ 15. Практическое применение геометрических построений

Вы получили задание: выполнить чертеж ключа, представленного на рис. 72. Как это сделать?

Прежде чем начинать чертить, проводят анализ графического состава изображения, чтобы установить, какие случаи геометрических построений необходимо применить. На рис. 72 показаны эти построения.

Чтобы вычертить ключ, нужно провести взаимно перпендикулярные прямые, описать окружности, построить шестиугольники, соединив верхние и нижние их вершины прямыми линиями, выполнить сопряжения дуг и прямых дугами заданного радиуса.

Какова последовательность этой работы?

Вначале проводят те линии, положение которых определено заданными размерами и не требует дополнительных построений (рис. 73, а), т. е. проводят осевые и центровые линии, описывают по заданным размерам четыре окружности и соединяют концы вертикальных диаметров меньших окружностей прямыми линиями.

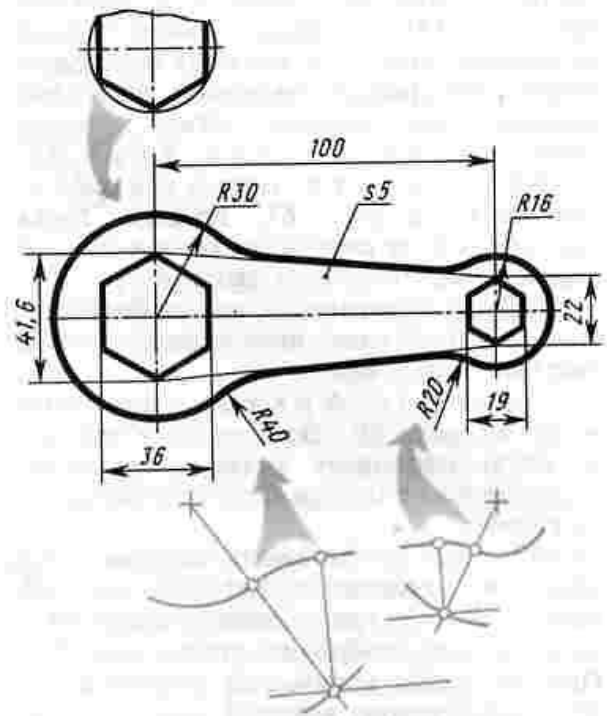
Дальнейшая работа по выполнению чертежа требует применения изложенных в § 11 и 12 геометрических построений. В данном случае нужно построить шестиугольники и выполнить сопряжения дуг с прямыми (рис. 73, б). Это и будет второй этап работы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

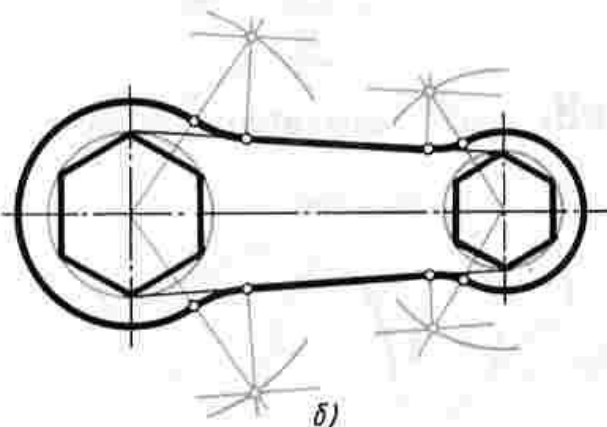
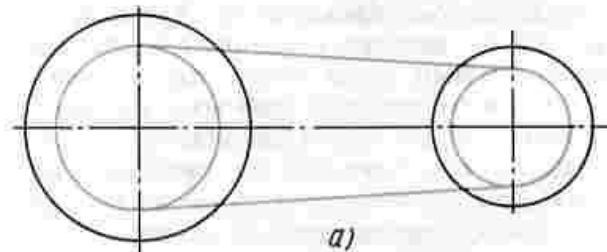
1. Чему должен быть равен раствор циркуля при делении окружности на шесть равных частей?
2. Как определить построением центр и радиус заданной графически дуги?
3. В каком месте должна находиться точка сопряжения дуги с дугой?

УПРАЖНЕНИЕ 15. По заданию преподавателя выполните чертежи деталей, изображенных на рис. 74, применив правила построения сопряжений. Линии построений не стирайте. Нанесите размеры.

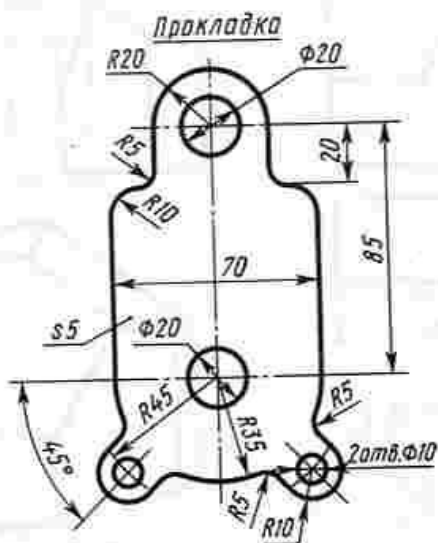
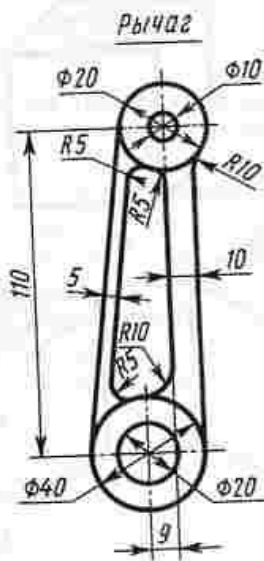
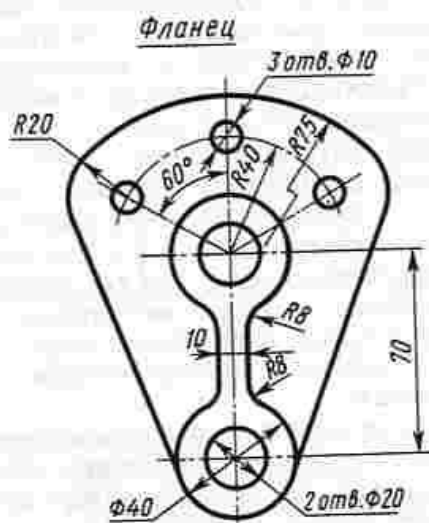
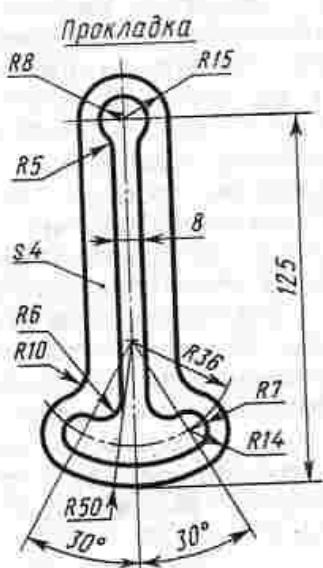
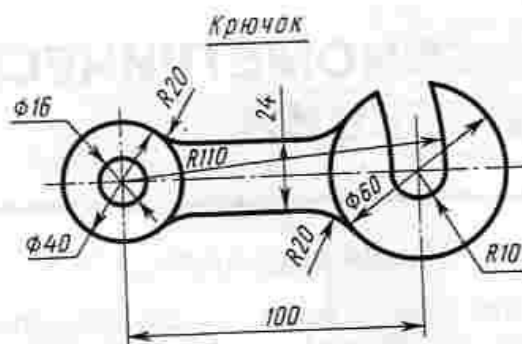
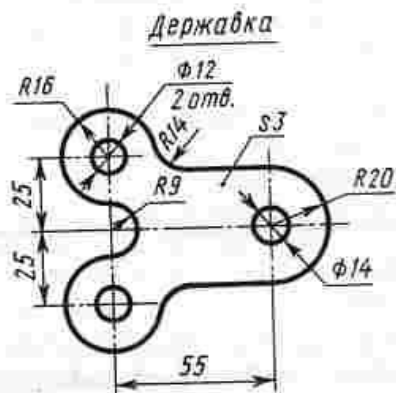
72. АНАЛИЗ КОНТУРА ИЗОБРАЖЕНИЯ КЛЮЧА



73. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ ПРИ ВЫЧЕРЧИВАНИИ КЛЮЧА



74. ЗАДАНИЯ ДЛЯ УПРАЖНЕНИЙ



АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

§ 16. Общие сведения

При помощи параллельного проецирования, о котором говорилось в гл. I, получают и один из видов наглядных изображений предметов — аксонометрические проекции.

Аксонометрические проекции получают, если изображаемый предмет вместе с осями координат, к которым он отнесен, при помощи параллельных лучей проецируют на одну плоскость (см. рис. 77). Плоскость проекций в этом случае называется картинной плоскостью.

Слово «аксонометрия» — греческое. Оно состоит из двух слов: «аксон» — ось и «metreo» — измеряю. Перевод этого слова означает измерение по осям, или измерение параллельно осям, так как размеры изображаемого предмета на чертеже откладывают только параллельно осям x , y , z , называемым аксонометрическими осями координат.

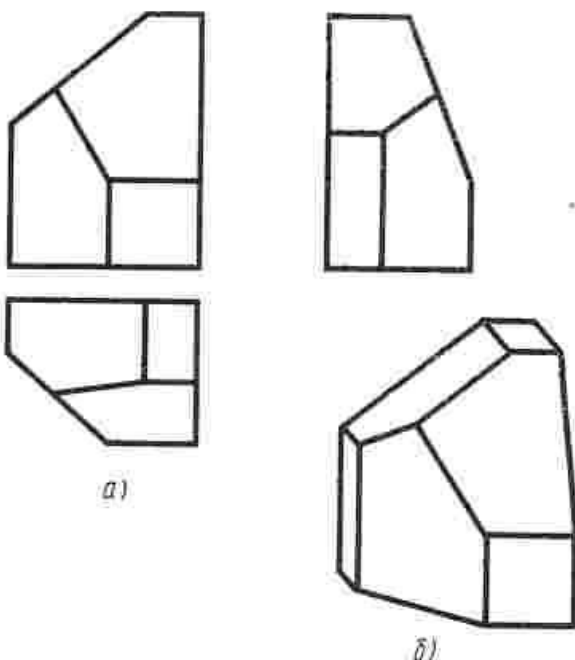
Аксонометрические проекции применяют для пояснения чертежей машин, механизмов и их деталей. Они позволяют легко представить форму изображенного пред-

мета. Это видно из сравнения чертежа, содержащего три вида параллелепипеда со срезами (рис. 75, *а*), с его аксонометрической проекцией (рис. 75, *б*). Без аксонометрической проекции трудно представить форму изображенного предмета.

На основе аксонометрических проекций выполняют технические рисунки.

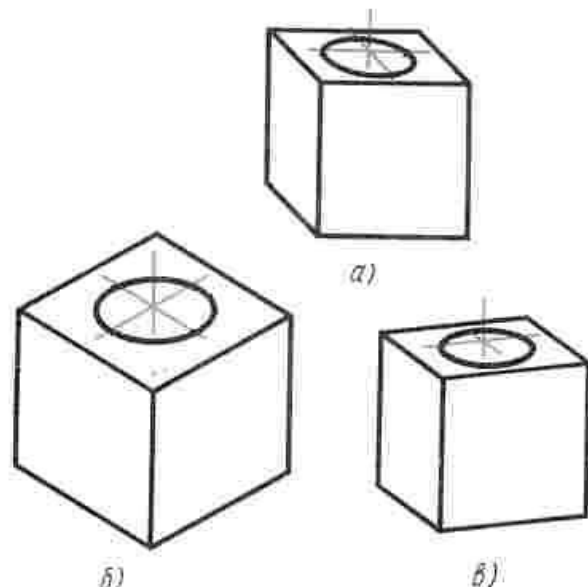
В зависимости от наклона осей координат, к которым отнесен изображаемый предмет, к картинной плоскости и угла, составляемого проецирующими лучами с этой плоскостью, образуются различные аксонометрические проекции. Если проецирующие лучи перпендикулярны картинной плоскости, то проекция называется прямоугольной. Если проецирующие лучи наклонены к ней, то проекция называется косоугольной. Мы рассмотрим наиболее употребляемые в технике следующие виды аксонометрических проекций (ГОСТ 2.317—69): из косоугольных — фронтальную диметрическую (рис. 76, *а*), из прямоугольных — изометрическую (рис. 76, *б*) и диметрическую (рис. 76, *в*).

75. СРАВНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА В ТРЕХ ВИДАХ И АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ



76. РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ:

а — фронтальная диметрическая, *б* — изометрическая, *в* — диметрическая



§ 17. Фронтальная диметрическая проекция

Образование фронтальной диметрической проекции. На рис. 77 показан способ образования фронтальной диметрической проекции. Куб с осями координат x_0, y_0, z_0 расположен перед фронтальной плоскостью V (картинной) так, что его передняя и задняя грани параллельны ей. Проецируя куб параллельными лучами, направленными под острым углом к плоскости V , получаем на ней изображение куба и осей x, y, z во фронтальной диметрической проекции.

Построение фронтальной диметрической проекции начинается с вычерчивания аксонометрических осей x, y, z , которые располагаются, как показано на рис. 78, под определенными углами и исходят из одной точки O — начала аксонометрических координат*. Одна из осей расположена горизонтально и обозначается латинской буквой x , вторая направлена вертикально вверх и обозначается буквой z , третья проходит под углом 45° к горизонтальной оси и обозначается буквой y . Чтобы провести ось y под углом 45° , достаточно разделить диагональ квадратной клетки школьной тетради, если аксонометрия выполняется на бумаге, разлинованной в клетку. Эту ось можно провести, разделив угол 90° пополам циркулем и линейкой, или при помощи равнобедренного треугольника с углами 45° .

По направлению осей x и z откладывают истинные величины размеров предмета. Размеры по оси y и направлениям, ей параллельным, сокращают наполовину. Это соответствует кажущемуся сокращению длины удаляющихся от нас предметов, а ось y как раз и предполагает «уходящей вдаль».

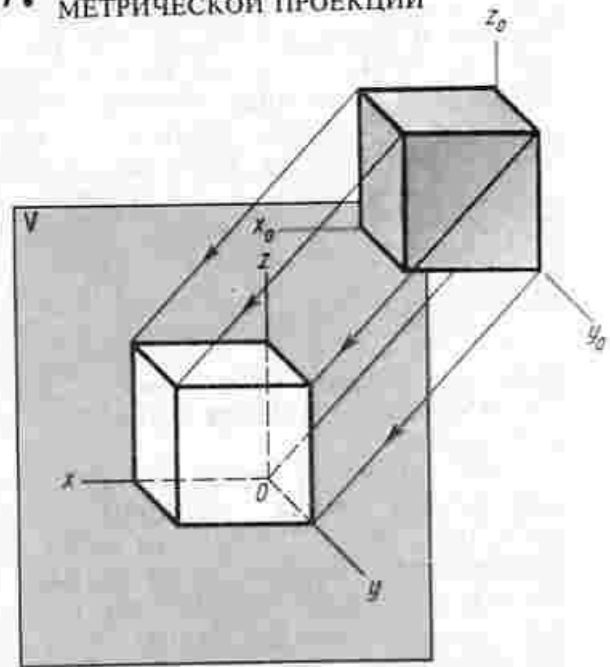
УПРАЖНЕНИЕ 16. Постройте оси фронтальной диметрической проекции: а) с помощью треугольника, б) с помощью циркуля и линейки.

Порядок построения фронтальных диметрических проекций. Рассмотрим последовательность построения фронтальной диметрической проекции призмы со срезом, три вида которой даны на рис. 79, а.

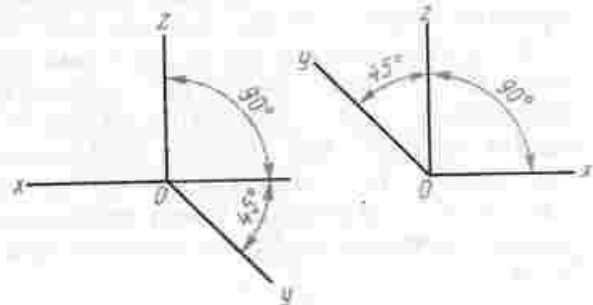
Вначале проводят оси (рис. 79, б). Затем в плоскости xOz строят изображение передней грани (рис. 79, в). При этом все отрезки вертикальных прямых линий проводят параллельно оси z , а отрезки горизонтальных прямых — параллельно оси x . Чтобы выполнить построение, от точки O по оси x откладывают ширину

* O — первая буква латинского слова «origo», что означает начало.

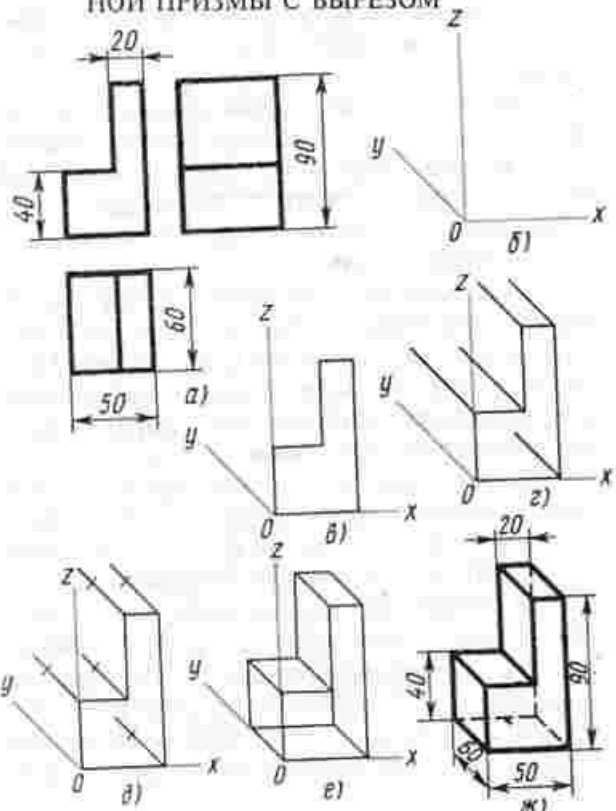
77. ОБРАЗОВАНИЕ ФРОНТАЛЬНОЙ ДИМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ



78. ОСИ ФРОНТАЛЬНОЙ ДИМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ



79. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ФРОНТАЛЬНОЙ ДИМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЫ С ВЫРЕЗОМ



предмета — размер 50 мм. Затем из конца отложенного отрезка восстанавливают перпендикуляр и откладывают на нем размер высоты (90 мм), так как высота параллельна оси z . Верхняя сторона фигуры параллельна нижней, поэтому из конца полученного отрезка проводят прямую, параллельную оси x , и откладывают на ней соответствующий размер (20 мм). Из полученной точки проводят линию, параллельную оси z . От точки O по оси z откладывают высоту предмета до среза, равную 40 мм, и из полученной точки проводят линию, параллельную оси x . Таким образом, передняя грань предмета изображена.

Затем проводят линии, соответствующие ребрам детали, уходящим от нас вдаль (рис. 79, z). Так как эти ребра перпендикулярны передней грани призмы, их вычерчивают параллельными оси y . Ось y показывает на чертеже направление, перпендикулярное плоскости xOz . Поэтому толщину предмета откладывают на прямой, параллельной оси y , т. е. под углом 45° . Длина всех ребер одинакова, так как передняя грань призмы параллельна задней. На всех прямых, расположенных под углом 45° , нужно было бы отложить одинаковые отрезки длиной по 60 мм. Но так как по оси y все размеры сокращают наполовину, то откладывают по 30 мм (рис. 79, d). Полученные точки последовательно соединяют прямыми линиями (рис. 79, e).

Построение легко проверить. Ребра, ограничивающие заднюю грань, параллельны соответствующим ребрам передней грани. Следовательно, и на чертеже они должны быть взаимно параллельны. Если этого не получилось, проекция построена неверно.

Так как ребра, ограничивающие заднюю грань, параллельны соответствующим ребрам передней грани, то размер 30 мм можно отложить лишь один раз, после чего провести линии, ограничивающие заднюю грань.

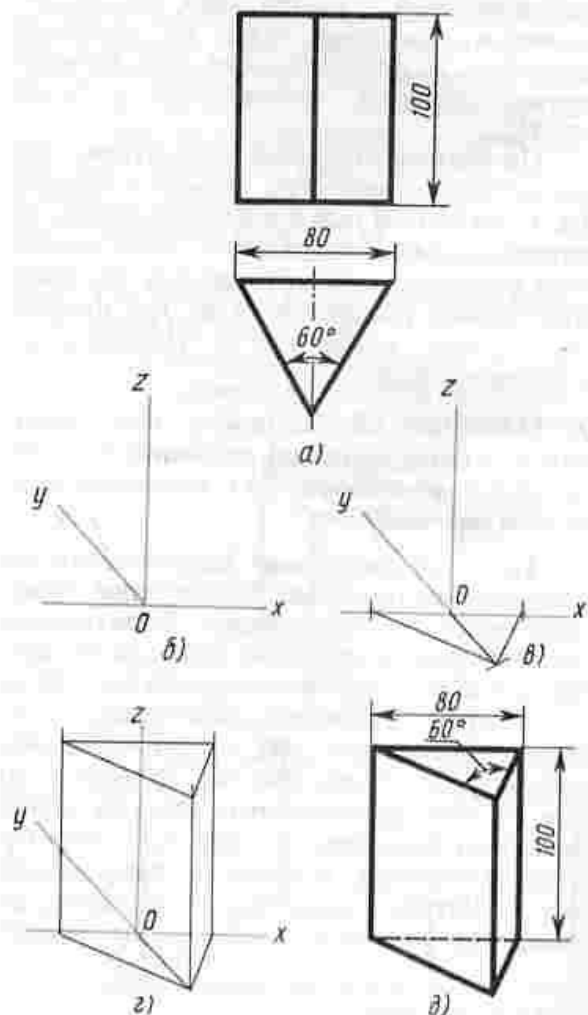
Штриховыми линиями изображают невидимые ребра, обводят видимый контур и наносят размеры (рис. 79, $ж$). Размерные и выносные линии в наглядных изображениях располагают параллельно аксонометрическим осям.

Рассмотрим построение фронтальной диметрической проекции правильной треугольной призмы, два вида которой даны на рис. 80, a . Построение проведено следующим образом. Вычерчены оси (рис. 80, b). Затем построена фигура основания призмы — равносторонний треугольник (рис. 80, $в$). Для этого по оси x в обе стороны от точки O отложено по половине длины стороны основания: отрезки пря-

мых по 40 мм. От точки O по оси y отложен отрезок, равный половине высоты треугольника. Три полученные точки соединены прямыми, которые образовали аксонометрическое изображение равностороннего треугольника. Затем из вершин полученного треугольника проведены линии, изображающие вертикальные ребра призмы (рис. 80, z). На одном из них отложена высота вычерчиваемого тела, равная 100 мм. Ребра верхнего основания проведены параллельно соответствующим ребрам нижнего основания, как это имеет место в действительности. Невидимое ребро проведено штриховой линией, обведен видимый контур и проставлены размеры (рис. 80, d).

Построение фронтальной диметрической проекции правильной шестиугольной призмы выполнено так (рис. 81, a). В окружность с центром в точке O пересечения осей вписан шестиугольник (рис. 81, b) со стороной, длина которой равна 40 мм. Ребра, уходящие вдаль, проведены под углом 45° , т. е. параллельно оси y (рис. 81, $в$). На одном из ребер отложен

80. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ФРОНТАЛЬНОЙ ДИМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ТРЕУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЫ



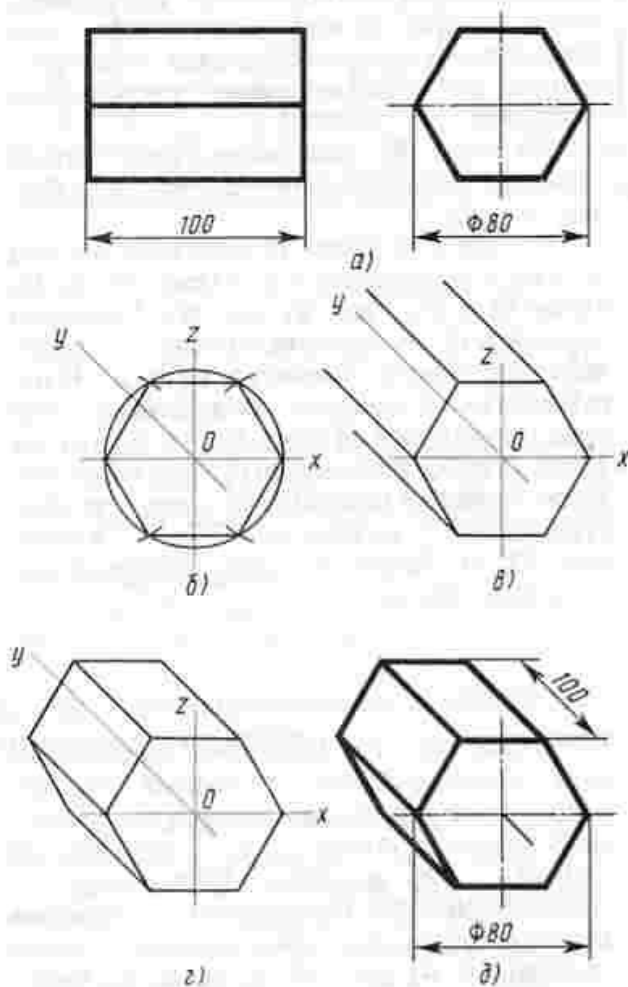
сокращенный вдвое размер высоты, равный 70 мм, и на этом расстоянии проведены параллельные сторонам шестиугольника прямые, изображающие видимые ребра основания призмы (рис. 81, з), затем обведен видимый контур и поставлены размеры (рис. 81, д).

Фронтальную диметрическую проекцию правильной четырехугольной пирамиды, два вида которой представлены на рис. 82, а, легко вычерчивать начиная с фигуры основания. Для этого откладывают по оси x полный размер стороны основания пирамиды, а по оси y — размер, сокращенный вдвое (рис. 82, б). Через полученные точки проводят отрезки прямых линий, параллельные осям x и y , получая фронтальную диметрическую проекцию квадрата, являющегося основанием пирамиды.

По оси z от точки O откладывают высоту пирамиды и полученную точку соединяют с вершинами основания (рис. 82, в). Затем обводят видимый и невидимый контуры (рис. 82, г).

Как видно из построения, высота

81. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ФРОНТАЛЬНОЙ ДИМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ШЕСТИУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЫ

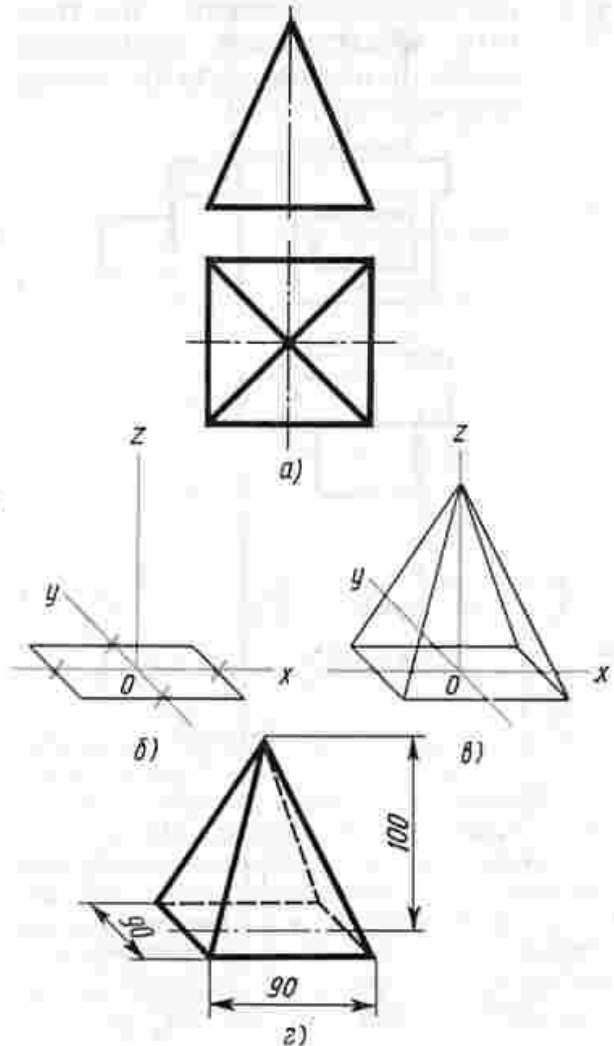


пирамиды совпадает с осью z . Такое положение изображаемого объекта, когда его высота, сторона основания, боковые ребра и другие элементы параллельны осям x , y , z , соответственно является предпочтительным, так как это облегчает построение аксонометрических проекций.

Вычерчивание наглядного изображения детали, имеющей выступ (рис. 83, а), имеет свои особенности. В этом случае важно выбрать правильный порядок выполнения чертежа. Построение не следует начинать с выступа, лучше сначала вычертить тело детали, а затем пристроить выступ, как это сделано на рис. 83, б—д.

Рассмотрев несколько случаев построения фронтальных диметрических проекций разных деталей, можно сделать вывод, что выбор последовательности построения наглядного изображения зависит от формы детали. В одних случаях целесообразно начинать чертить с изображения передней грани, в других — с основания предмета, иногда — с задней грани. Но во всех случаях необходимо придерживаться следующих правил:

82. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ФРОНТАЛЬНОЙ ДИМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНОЙ ПИРАМИДЫ



параллельно оси y ;

параллельные * элементы предметов сохранять параллельными и в аксонометрической проекции;

все отрезки прямых линий, которые в натуре имели направление, параллельное осям x , y или z , оставлять параллельными тем же осям и в наглядном изображении.

Располагать изображаемый объект целесообразно так, чтобы основные его элементы совпадали с осями проекций.

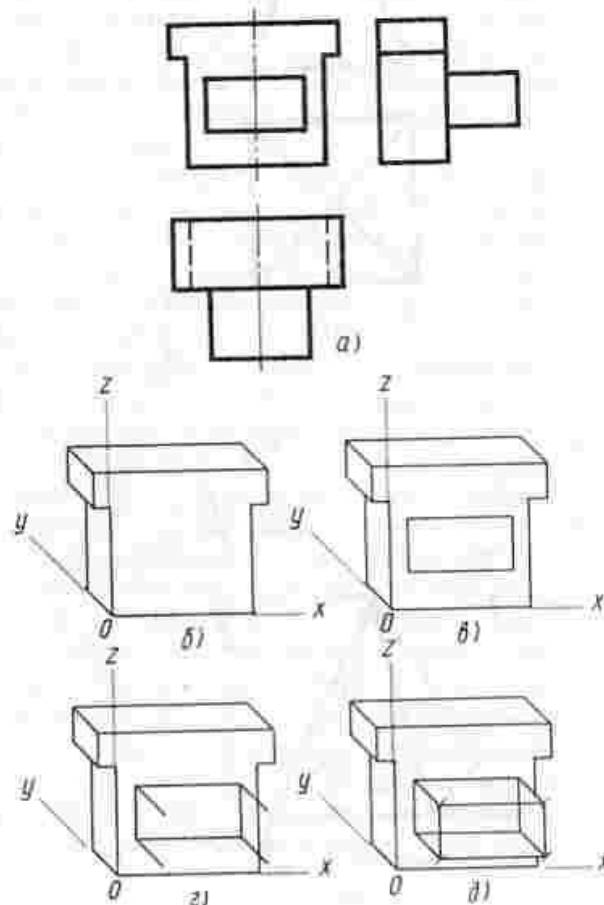
УПРАЖНЕНИЕ 17. Вычертите фронтальную диметрическую проекцию прямоугольного параллелепипеда, имеющего размеры спичечной коробки.

УПРАЖНЕНИЕ 18. Вычертите фронтальную диметрическую проекцию треугольной призмы, изображенной на рис. 80, а. Призму расположите горизонтально, треугольным основанием к себе.

УПРАЖНЕНИЕ 19. Вычертите фронтальную диметрическую проекцию шестиугольной призмы, представленной на рис. 81, а.

УПРАЖНЕНИЕ 20. Вычертите фронтальную диметрическую проекцию детали, представленной на рис. 83, а, соблюдая предложенный порядок построения.

83. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ФРОНТАЛЬНОЙ ДИМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ДЕТАЛИ, ИМЕЮЩЕЙ ВЫСТУП



Стеи во фронтальной диметрической проекции

В предыдущем параграфе рассмотрены способы построения фронтальных диметрических проекций предметов, ограниченных поверхностями вращения. Однако в большинстве деталей такие элементы отсутствуют. Рассмотрим, как во фронтальной диметрической проекции изображаются окружности, плоскости которых перпендикулярны осям.

На рис. 84 вычерчено изображение куба с вписанными в его грани окружностями. Передняя грань куба, параллельная картинной плоскости, проецируется в квадрат, а окружность, вписанная в него, изображается в виде эллипса, т. е. описывается циркулем. Боковые грани куба проецируются в параллелограммы. Окружности, вписанные в них, проецируются в эллипсы. Обычно при выполнении наглядных изображений вместо эллипсов вычерчивают овалы, построить которые проще. Овалы, о которых идет речь, представляют собой замкнутые кривые, составленные из дуг окружностей.

Изложенное позволяет сделать фронтальную проекцию тел целесообразно использовать в тех случаях, когда деталь можно расположить так, чтобы окружности изображались в виде эллипсов, следовательно, их можно вычерчивать циркулем.

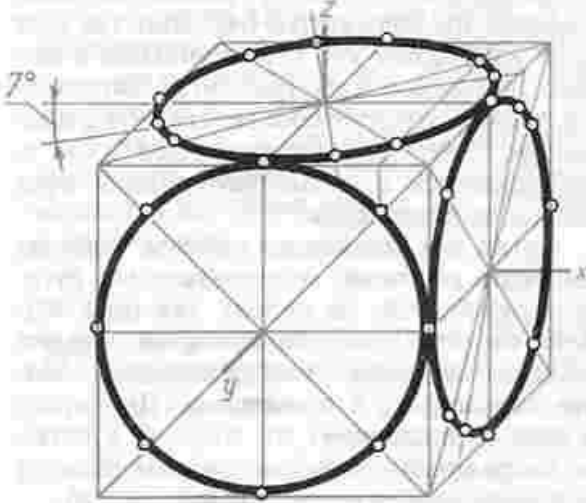
На рис. 85 построена фронтальная диметрическая проекция втулки, расположенной подобно рис. 83, а.

По оси y от точки O отложим отрезок OO_1 , сокращенный вдвое (рис. 85, б), как из центров окружностей радиусами, равными половине наружного диаметра втулки, проведены касательные параллельные оси y (рис. 85, в). Точки O и O_1 описаны окружностями, равными половине размера отверстия во втулке (рис. 85, г). Затем обведен контур (рис. 85, д).

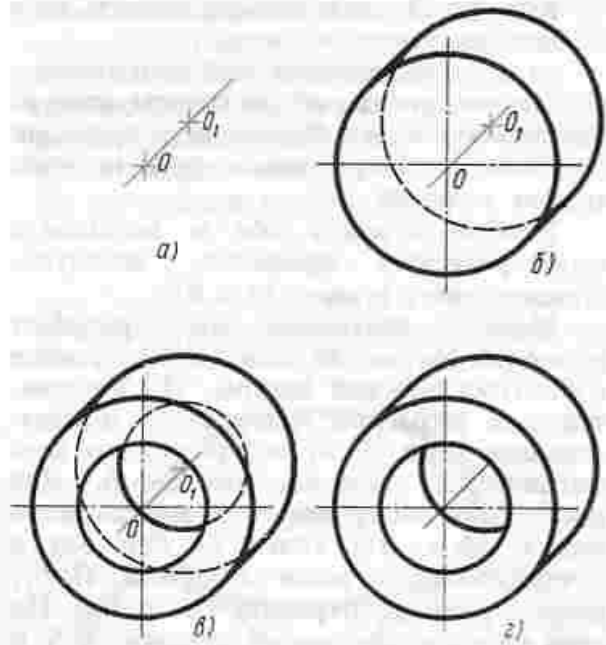
УПРАЖНЕНИЕ 21. Вычертите фронтальную диметрическую проекцию втулки, расположив ось втулки по оси z . Диаметр втулки — 120, диаметр отверстия — 90, высота — 90.

УПРАЖНЕНИЕ 22. Вычертите фронтальную диметрическую проекцию детали, представленной на рис. 86, а, б, соблюдая размеры.

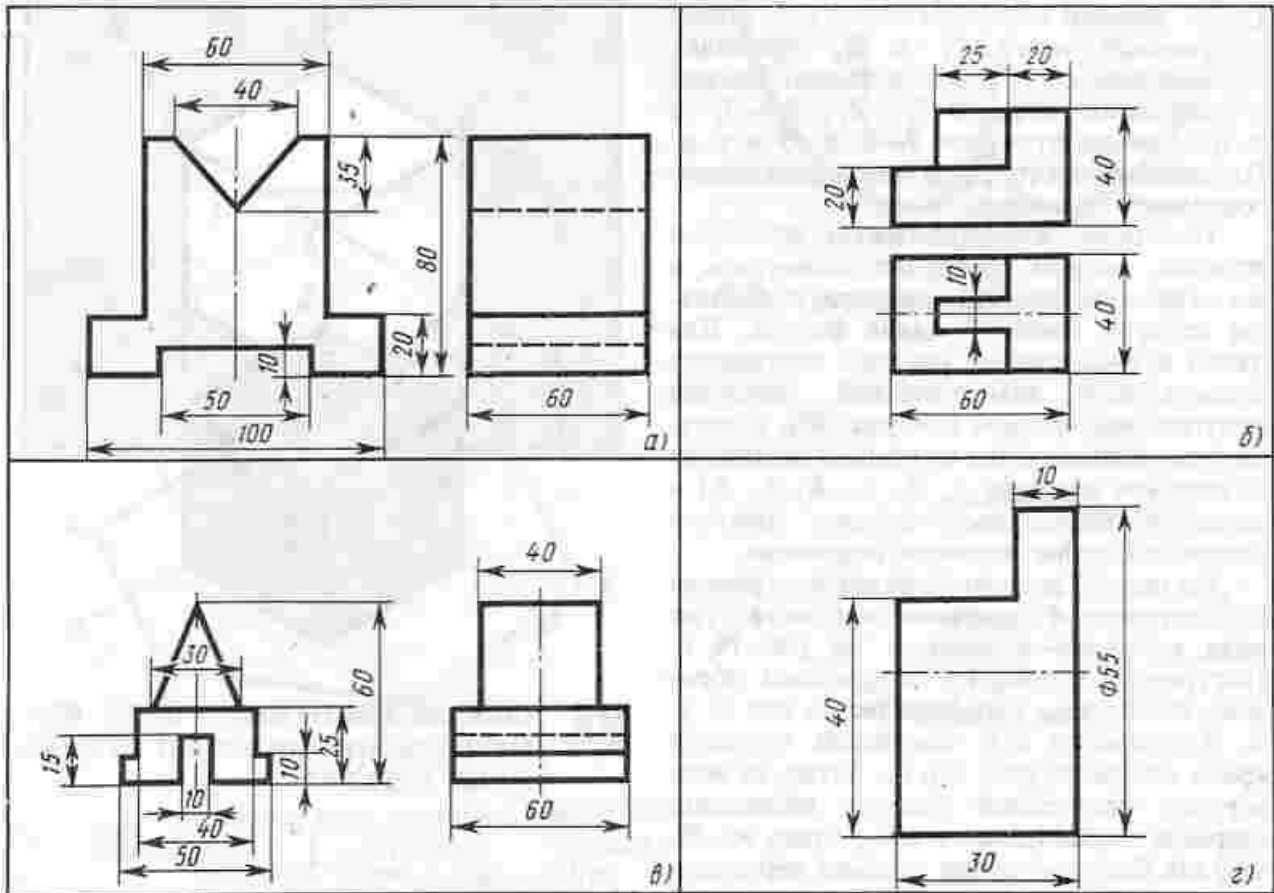
84. ФРОНТАЛЬНЫЕ ДИМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ОКРУЖНОСТЕЙ, ВПИСАННЫХ В ГРАНИ КУБА



85. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ФРОНТАЛЬНОЙ ДИМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ВТУЛКИ



86. ЗАДАНИЯ НА ПОСТРОЕНИЕ ФРОНТАЛЬНЫХ ДИМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ



§ 19. Прямоугольная изометрическая проекция

Образование изометрической проекции. Если куб расположить так, чтобы три его грани были наклонены под одинаковым углом к картинной плоскости, и процировать куб на эту плоскость при помощи лучей, направленных к ней под прямым

углом, то образуется изометрическая проекция (рис. 87).

«Изометрия» (греческ.) — равное измерение. При вычерчивании изометрической проекции размеры по всем трем осям для простоты построения откладываются без сокращения, т. е. натуральные.

Расположение осей x , y , z в изометрической проекции и способ их построения показаны на рис. 88. Ось z проводят

вертикально, а оси x и y — под углом 30° к горизонтали.

Чтобы построить ось при помощи циркуля и линейки, нужно:

из точки O , как из центра, описать дугу любого радиуса;

из точки пересечения этой дуги с осью z сделать на дуге тем же раствором циркуля две засечки; точку O соединить прямыми линиями с полученными при помощи засечек точками.

Удобно строить оси и выполнять изометрическую проекцию, пользуясь угольниками с углами 30 и 60° .

Порядок построения изометрических проекций. На рис. 89 показано построение изометрии плоской фигуры. По действительным размерам правильного шестиугольника (рис. 89, а) построена его изометрическая проекция (рис. 89, б). Для построения вычерчивают изометрические оси x , y , z . Из точки O_1 по оси x откладывают отрезки $O_1 1_1$ и $O_1 4_1$, равные размеру отрезков $O1$ и $O4$. По этой же оси откладывают отрезки $O_1 7_1$ и $O_1 8_1$, равные отрезкам $O7$ и $O8$. Через полученные точки 7_1 и 8_1 проводят параллельно оси y прямые линии. На них откладывают отрезки $7_1 - 2_1$, $8_1 - 3_1$ и т. д., равные отрезкам $7-2$, $8-3$ и т. д. Найденные шесть точек последовательно соединяют прямыми.

Построив изометрическую проекцию плоской фигуры, нетрудно вычертить и наглядное изображение призмы, основанием которой является такая фигура. Для этого нужно, так же как при построении фронтальной диметрической проекции треугольной призмы (см. рис. 80), вставить перпендикуляры из вершин основания (в примере из точек $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1$) и провести параллельно ребрам нижнего основания ребра верхнего основания.

На рис. 90 показан порядок построения изометрической проекции предмета, три вида которого приведены на рис. 79, а. Построение проведено следующим образом. Вычерчены изометрические оси x , y , z . В плоскости xOz построена передняя грань предмета (рис. 90, а). Затем из всех вершин полученной фигуры проведены прямые, параллельные оси y (рис. 90, б), так как боковые ребра призмы перпендикулярны передней грани. По оси y отложен отрезок 60 мм и проведены линии, параллельные ребрам передней грани. После этого обведен видимый контур и проставлены размеры (рис. 90, в).

УПРАЖНЕНИЕ 23. Вычертите изометрическую проекцию куба со стороной 40 мм.

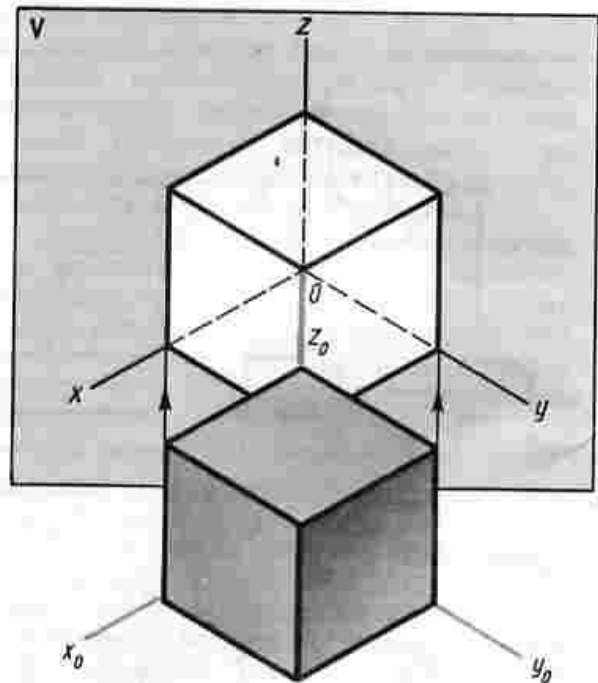
УПРАЖНЕНИЕ 24. Вычертите изометрическую проекцию детали, представленной на рис. 83, а, по размерам, которые определите обмериванием чертежа. Масштаб $2:1$.

§ 20. Построение изометрической проекции окружностей

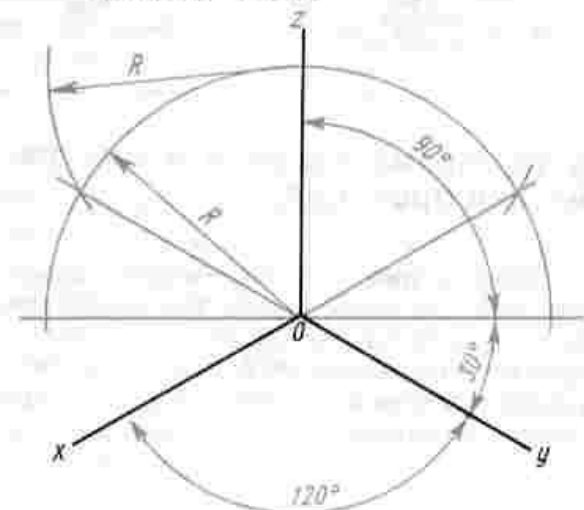
Рассмотрим, как в изометрической проекции изображаются окружности. Для этого изобразим куб с вписанными в его грани окружностями (рис. 91). Окружности, расположенные соответственно в плоскостях, перпендикулярных осям x , y , z , изображаются в изометрии в виде трех одинаковых эллипсов.

Когда для упрощения работы эллипсы заменяют овалами, очерчиваемыми дугами окружностей, их строят так (рис. 92). Вычерчивают ромб, в который должен вписываться овал, изображающий данную окружность в изометрии. Для этого на осях откладывают от точки O в четырех направлениях отрезки, равные радиусу изображаемой окружности (рис. 92, а).

87. ОБРАЗОВАНИЕ ИЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ



88. СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ ОСЕЙ ИЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ПРИ ПОМОЩИ ЦИРКУЛЯ



Через полученные точки a, b, c, d проводят прямые, образующие ромб. Его стороны равны диаметру изображаемой окружности.

Из вершин тупых углов (точек A и B) описывают между точками a и b , а также c и d дуги радиусом R , равным длине прямых Va или Vb (рис. 92, б).

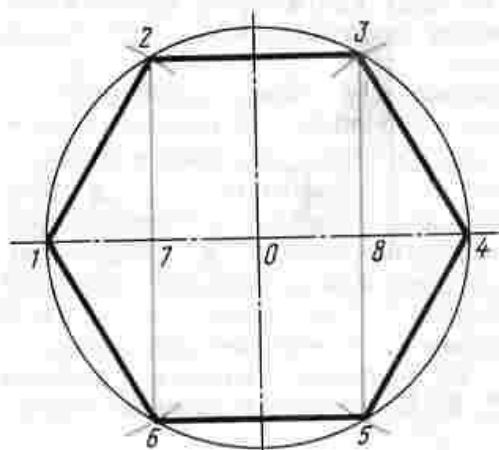
Точки C и D , лежащие на пересечении диагонали ромба с прямыми Va и Vb , являются центрами малых дуг, сопрягающих большие.

Малые дуги описывают радиусом R_1 , равным отрезку Ca (Db).

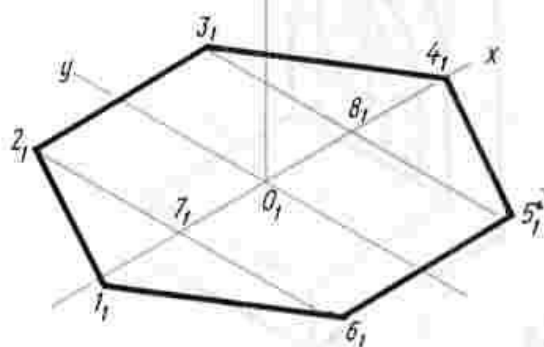
УПРАЖНЕНИЕ 25. Постройте овал, заменяющий изображение в изометрии окружности диаметром 60 мм, расположенной в плоскости, перпендикулярной оси z . Линии построения не стирайте.

УПРАЖНЕНИЕ 26. Вычертите в изометрической проекции куб с вписанными в его грани окружностями диаметром 70 мм, как это сделано на рис. 91.

89. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ПРАВИЛЬНОГО ШЕСТИУГОЛЬНИКА

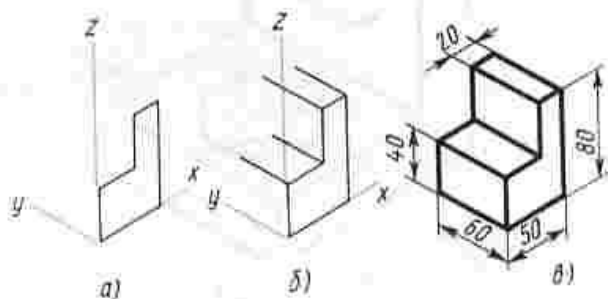


a)



б)

90. ПОРЯДОК ПОСТРОЕНИЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЫ СО СРЕЗОМ

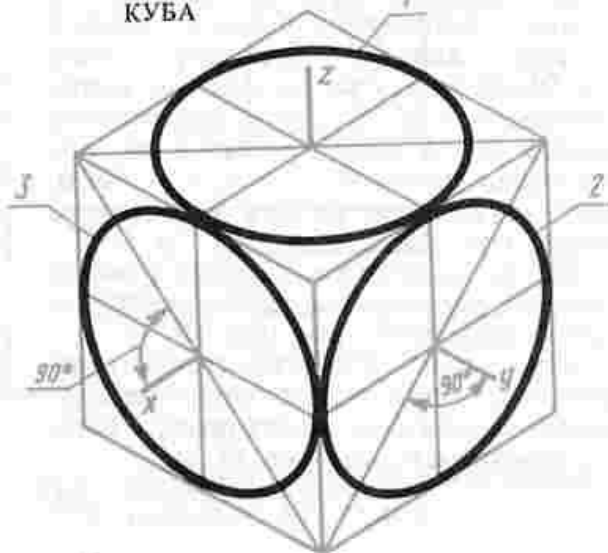


a)

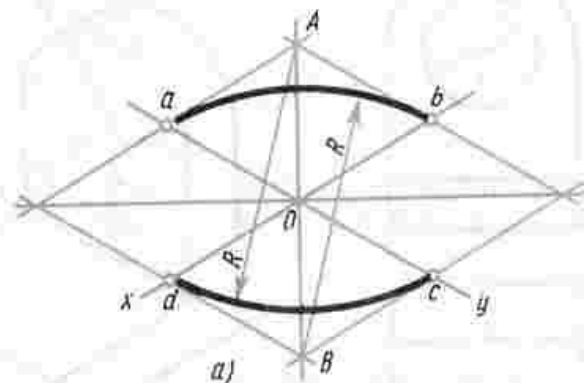
б)

в)

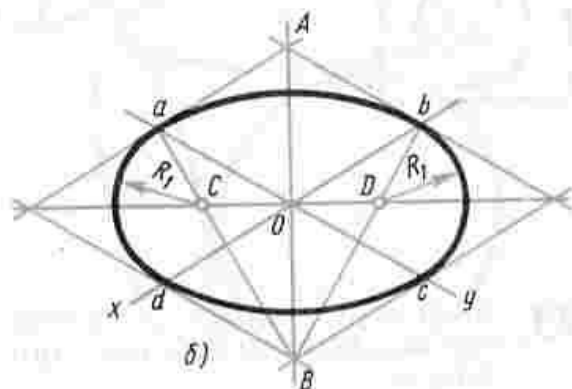
91. ИЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ОКРУЖНОСТЕЙ, ВПИСАННЫХ В ГРАНИ КУБА



92. ПОСТРОЕНИЕ ОВАЛА



a)



б)

§ 21. Построение изометрических проекций деталей

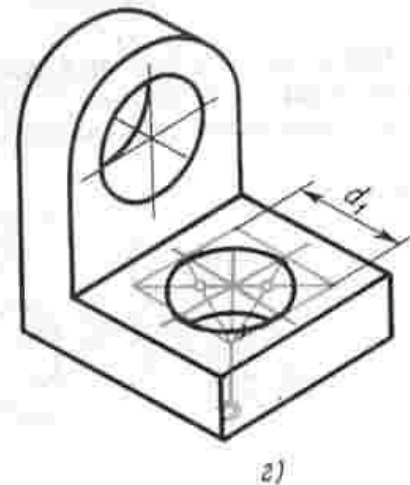
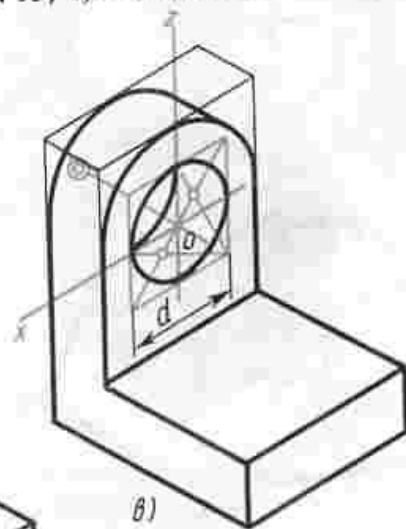
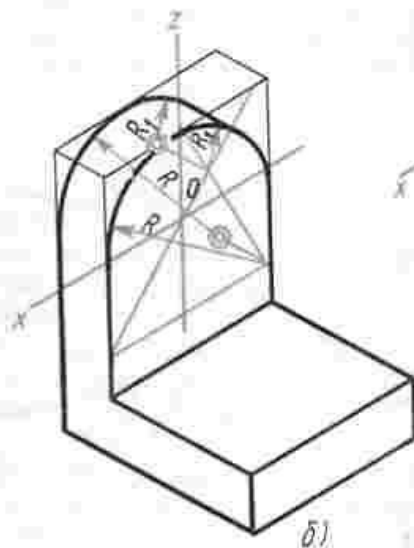
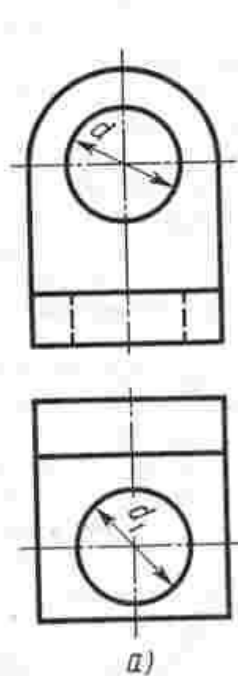
В качестве примера рассмотренных выше построений покажем, как вычертить изометрическую проекцию детали, два вида которой даны на рис. 93, а.

Построение проводят в следующем порядке. Сначала вычерчивают исходную форму детали — угольник. Затем строят овалы, изображающие полукруг (рис. 93, б) и окружности (рис. 93, в).

Для этого на вертикально расположенной плоскости находят точку O — центр окружности и полукруга. Через точку O проводят изометрические оси x и z . Таким построением получают ромб, в который вписана половина овала (рис. 93, б). Овалы на параллельно расположенных плоскостях строят перенесением центров дуг на отрезок, равный расстоянию между данными плоскостями. Двойными кружочками на рис. 93 показаны центры этих дуг.

На тех же осях x и z строят ромб со стороной, равной диаметру окружности d . В ромб вписывают овал (рис. 93, в).

Находят центр окружности на горизонтально расположенной грани, проводят изометрические оси, строят ромб, в который вписывают овал (рис. 93, г).



93. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ДЕТАЛИ

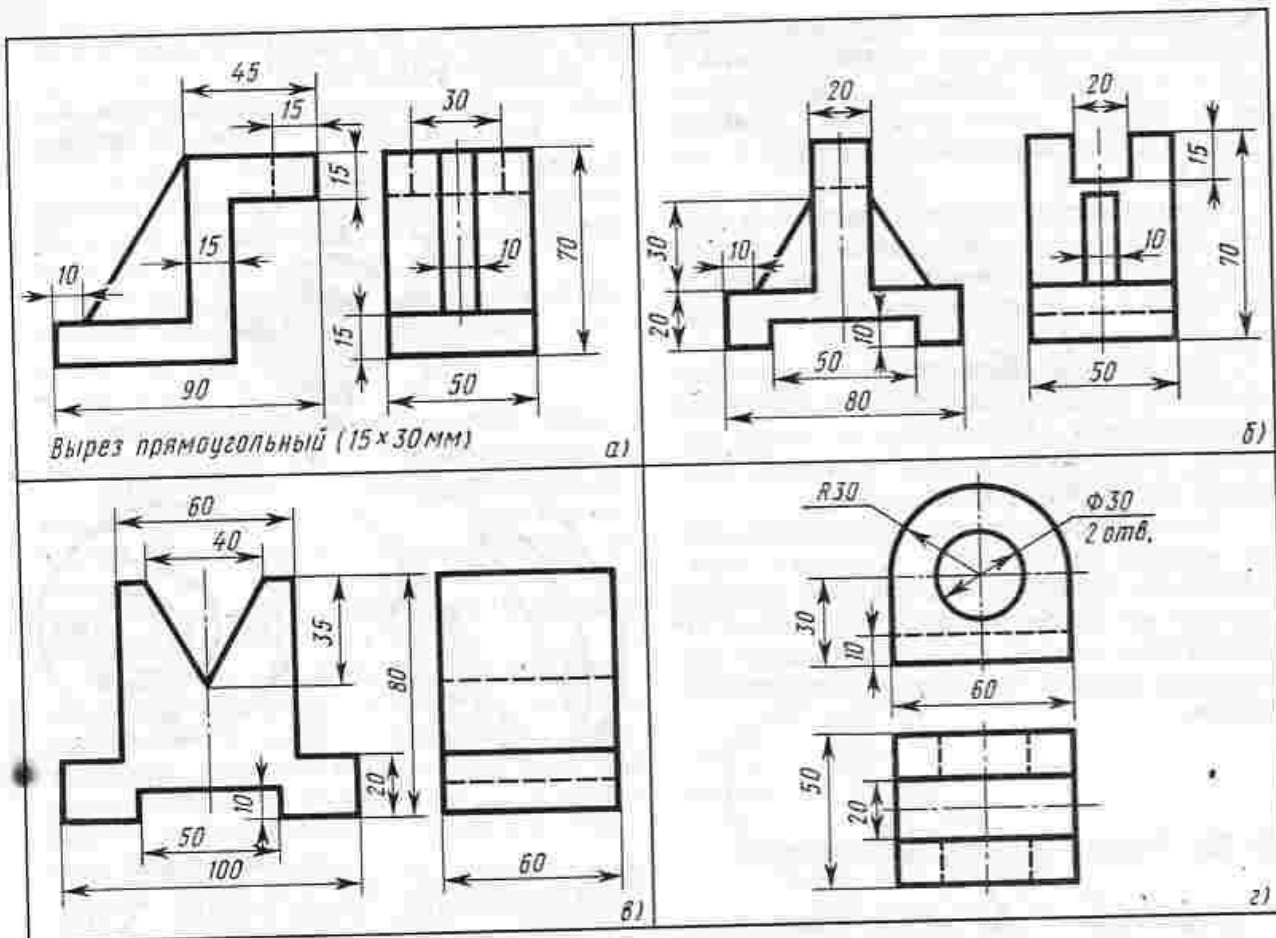
УПРАЖНЕНИЕ 27. Постройте изометрическую проекцию вертикально расположенной правильной треугольной призмы со стороной 50 мм и высотой 35 мм, имеющей сквозное цилиндрическое отверстие диаметром 21 мм, ось которого проходит через центры оснований.

УПРАЖНЕНИЕ 28. Вычертите изометрические проекции деталей, изображенных на рис. 94, а, б, в, г. Нанесите размеры, указанные на чертежах.

§ 22. Понятие о диметрической прямоугольной проекции

Прямоугольная диметрическая проекция по виду получаемого изображения напоминает фронтальную диметрическую проекцию.

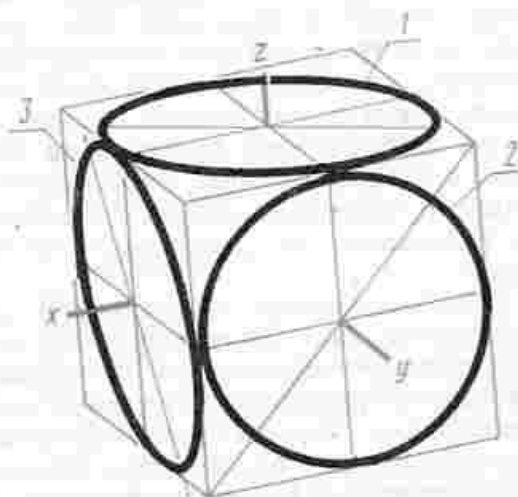
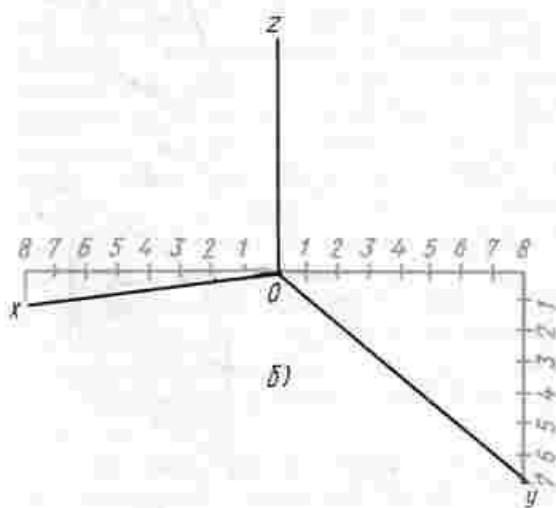
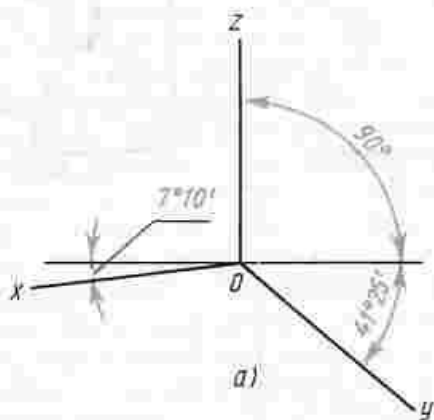
Расположение осей диметрической проекции и способ их построения приведены на рис. 95. Ось z проводят вертикально, ось x — под углом около 7° к горизонтали, а ось y образует с горизонталью угол приблизительно в 41° (рис. 95, а). Построить оси можно, пользуясь линейкой и циркулем. Для этого из точки O откладывают по горизонтали вправо и влево по восемь равных делений (рис. 95, б). Из конечных точек последних



94. ЗАДАНИЯ НА ПОСТРОЕНИЕ ИЗОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

95. ОСИ ДИМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

96. ДИМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ОКРУЖНОСТЕЙ, ВПИСАННЫХ В ГРАНИ КУБА



делений восстанавливают перпендикуляры. Высота их равна: для перпендикуляра к оси x — одному делению, а перпендикуляра к оси y — семи делениям. Крайние точки перпендикуляров соединяют с точкой O .

При вычерчивании диметрической проекции, как и при построении фронтальной, размеры по оси y сокращают в два раза, а по осям x и z откладывают без сокращений.

На рис. 96 показана диметрическая проекция куба с вписанными в его грани окружностями. Как видно из этого рисунка, окружности в диметрической проекции изображаются эллипсами.

Большая ось эллипса, расположенного на верхней грани куба, проходит горизонтально, большая ось эллипса, находящегося на боковой грани, составляет с вертикалью угол 7° . Большая и малая оси третьего эллипса проходят по диагоналям ромба.

§ 23. Техническое рисование

Техническим рисованием называется выполнение аксонометрического изображения предмета на глаз и от руки. Этим способом пользуются в тех случаях, когда нужно быстро и наглядно показать на бумаге форму предмета. Обычно в этом возникает необходимость при конструировании, изобретательстве и рационализации, а также при обучении чтению чертежей, когда при помощи технического рисунка нужно пояснить форму детали, представленной на чертеже.

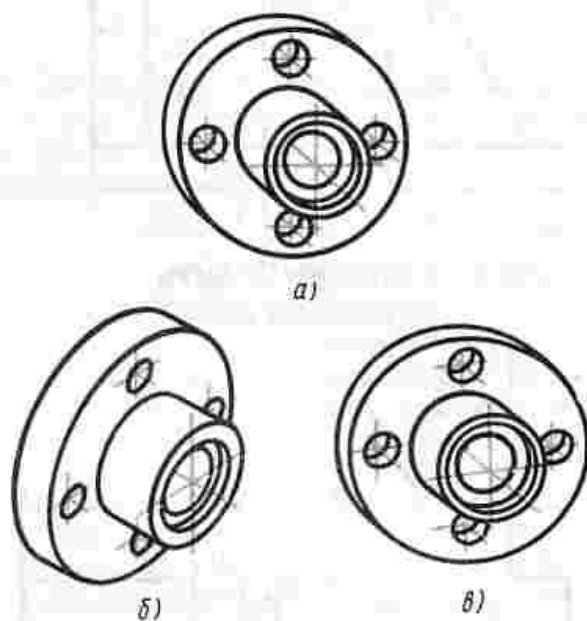
Выполняя технический рисунок, придерживаются правил построения аксонометрических проекций: под теми же углами располагают оси, так же сокращают размеры по осям, соблюдают форму эллипсов и последовательность построения.

Выбор вида аксонометрической проекции. Выбор фронтальной диметрической, изометрической или диметрической проекции, на основе которой будет выполнен технический рисунок, зависит от формы изображаемой детали. При этом нужно стремиться к тому, чтобы рисунок возможно проще выполнялся, а изображение получилось бы достаточно наглядным.

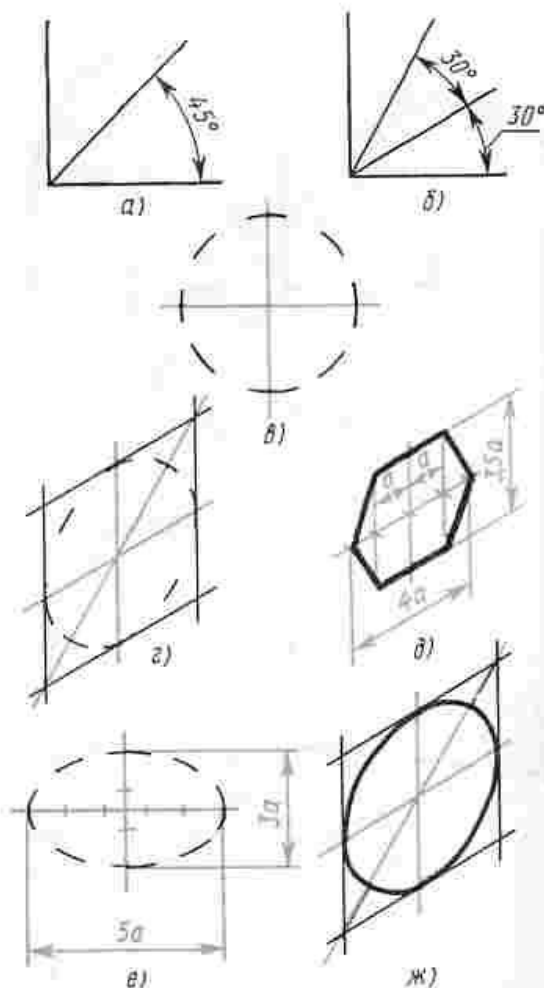
При выполнении фронтальной диметрической проекции окружности и другие элементы изображаются без искажений, если они располагаются в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций (см. рис. 81, 84, 85). Поэтому фронтальной диметрической проекцией це-

97. РАЗЛИЧНЫЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ФЛАНЦА:

a — фронтальная диметрическая, b — изометрическая, $в$ — диметрическая



98. ПОСТРОЕНИЯ, ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РИСУНКОВ



лесообразно пользоваться, когда все или большая часть окружностей располагаются в плоскостях, параллельных указанной.

Изометрическое изображение деталей предпочтительнее применять в тех случаях, когда цилиндрические элементы имеются на разных сторонах детали.

О преимуществах и недостатках разных видов аксонометрических проекций можно судить, сравнивая рис. 97, а, б, в.

Недостатком изометрической проекции является то, что изображение предмета, вычерченного без сокращения размеров, получается несколько больше его натуральной величины. Преимущество ее состоит в том, что эллипсы во всех плоскостях строятся одинаково и сравнительно просто.

Преимуществами фронтальной диметрической проекции являются легкость построения ее осей и возможность вычерчивать циркулем окружности, если они расположены, как на рис. 97, а, т. е. в плоскости, любые фигуры которой проецируются без искажения.

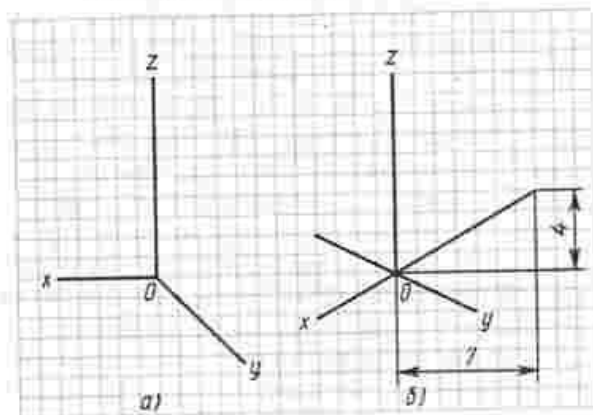
Для успешного выполнения технических рисунков важно научиться проводить от руки прямые под углом 30° и 45° , рисовать окружности, шестиугольники и эллипсы.

Способы, облегчающие зарисовку. На рис. 98 приведены способы, облегчающие зарисовку от руки и на глаз этих углов и фигур. Чтобы построить на глаз угол 45° , достаточно разделить прямой угол пополам (рис. 98, а). Для построения угла 30° нужно прямой угол разделить на три равные части (рис. 98, б). Окружность нетрудно описать, если выполнить построения, представленные на рис. 98, в, г. Правильный шестиугольник в изометрии (рис. 98, д) можно нарисовать, если на оси, расположенной под углом 30° , отложить четыре равных отрезка ($4a$), а на вертикальной оси — примерно 3,5 таких же отрезка. Это позволит наметить вершины шестиугольника, сторона которого будет равна $2a$. Следовательно, отрезок a , при помощи которого проведено построение, берется равным половине стороны изображаемого шестиугольника. Чтобы построить эллипс (рис. 98, е, ж), нужно длину большой оси разделить на пять примерно равных отрезков. Тогда малая ось составит три таких отрезка.

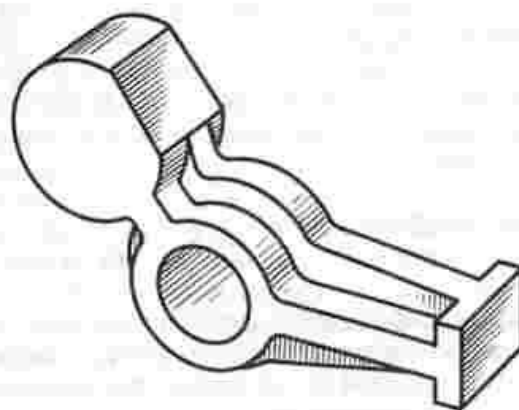
Если технический рисунок выполняется на бумаге, разлинованной в клетку, то аксонометрические оси удобно строить по соотношению клеток, как показано на рис. 99.

На рис. 99, а проведены оси для фронтальной диметрической проекции.

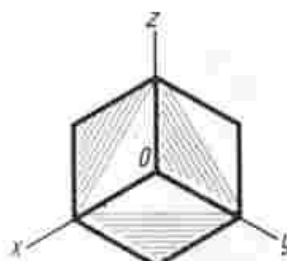
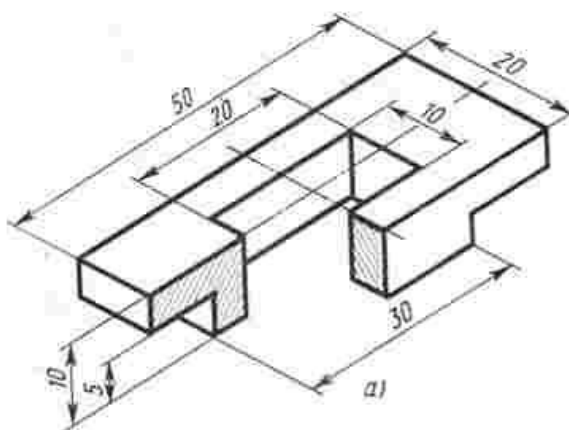
99. ПРОВЕДЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ОСЕЙ НА БУМАГЕ, РАЗЛИНОВАННОЙ В КЛЕТКУ



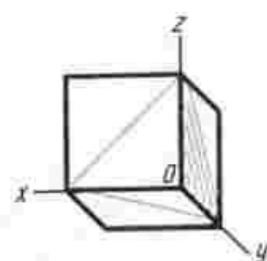
100. ИЗОБРАЖЕНИЕ ДЕТАЛИ С УПРОЩЕННОЙ ШТРИХОВКОЙ



101. РАЗРЕЗЫ В АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ



Для изометрической проекции



Для фронтальной диметрической проекции

Угол 45° получается в результате проведения диагонали квадрата.

На рис. 99, б приведен способ построения осей изометрической проекции. Соотношение катетов прямоугольного треугольника $7 : 4$ дает угол, близкий 30° .

Технические рисунки становятся более наглядными, если на них нанести штриховку. Выполняя штриховку, предполагают, что свет падает на предмет слева и сверху. Освещенные поверхности остаются светлыми, а теневые покрываются более частой штриховкой. Можно для выявления рельефности форм предмета накладывать штриховку не по всей поверхности детали, а только в местах, подчеркивающих образование цилиндрических, конических и других элементов (рис. 100).

Для выявления внутренних очертаний предметов при построении аксонометрических проекций и технических рисунков применяют разрезы (рис. 101, а). При этом рассеченное место заштриховывают так, как показано на рис. 101, б. Разрезы выполняют плоскостями, параллельными плоскостям проекций.

УПРАЖНЕНИЕ 29. Проведите от руки прямые линии под углами 30° , 45° и 60° к горизонтали.

УПРАЖНЕНИЕ 30. Нарисуйте по три эллипса, изображающих в изометрии окружности, плоскости которых расположены

соответственно перпендикулярно осям X , Y , Z .

УПРАЖНЕНИЕ 31. Выполните технический рисунок куба со стороной, равной 40 мм.

УПРАЖНЕНИЕ 32. Выполните технические рисунки деталей по чертежам, приведенным на рис. 86 и 94.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как располагаются оси фронтальной диметрической проекции? По какой оси сокращаются размеры?
2. Какова последовательность построения фронтальной диметрической проекции?
3. В какие фигуры проецируются во фронтальной диметрической проекции окружности, вписанные в грани куба? Как это влияет на выбор положения детали для проецирования?
4. Как располагаются оси изометрической проекции? Производятся ли сокращение размеров по ее осям?
5. Как строят овалы, заменяющие эллипсы в изометрии?
6. Что называют техническим рисованием?
7. Как располагаются аксонометрические оси при выполнении технических рисунков?

ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

§ 24. Прямоугольное проецирование

В гл. I указывалось, что когда проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций прямой угол, то такие параллельные проекции называются прямоугольными*.

Чертежи в системе прямоугольных проекций дают достаточно полные сведения о предмете, так как он изображается с нескольких сторон. Чертежи, выполняемые методом прямоугольного проецирования, легче строить, чем аксонометрические изображения. Прямоугольные проекции дают, как правило, ясное представление о форме и размерах предмета. Поэтому в производственной практике пользуются чертежами, содержащими два, три или более изображений, полученными в результате прямоугольного проецирования.

Предмет, имеющий плоские поверхности, ограничивается вершинами, ребрами, гранями (рис. 102).

Следовательно, для того чтобы научиться изображать на чертежах различные предметы, необходимо знать, как в прямоугольных проекциях изобразятся вершины (точки), ребра (отрезки прямых линий), грани (отсеки плоскости).

Чтобы понять, как получается прямоугольная проекция предмета, поместим лист плотной бумаги параллельно стене, против окна. Эту стену примем за плоскость проекций. Параллельные лучи света из окна падают на стену и предмет перпендикулярно.

Лучи показаны на рис. 103 тонкими линиями со стрелками. От листа бумаги на стене образуется тень, которую можно принять за его проекцию (рис. 103, а). Нетрудно заметить, что проекция в этом случае по контуру и размерам соответствует объекту проецирования — листу

бумаги. Если лист поворачивать вокруг его высоты AD , то можно заметить, как тень будет все более сокращаться по ширине (линии $a'b'$ и $c'd'$ на рис. 103, б). Когда лист бумаги займет положение, перпендикулярное стене, его изображение превратится в линию (рис. 103, в).

При этом можно заметить, что высота предмета все время изображалась в натуральную величину, т. е. не изменялась длина отрезков $a'd'$ и $b'c'$.

Из подобного опыта можно сделать следующие важные выводы. При прямоугольном проецировании:

плоская фигура, параллельная плоскости проекций, изображается на ней в натуральную величину (рис. 103, а);

плоская фигура, наклонная к плоскости проекций, изображается на ней с искажением размеров (рис. 103, б);

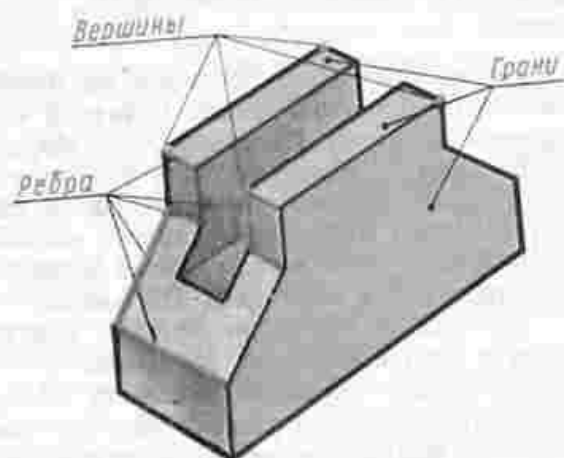
плоская фигура, перпендикулярная плоскости проекции, изображается на ней в виде отрезка прямой (рис. 103, в).

Эти выводы относятся к изображению плоских фигур (граней предметов).

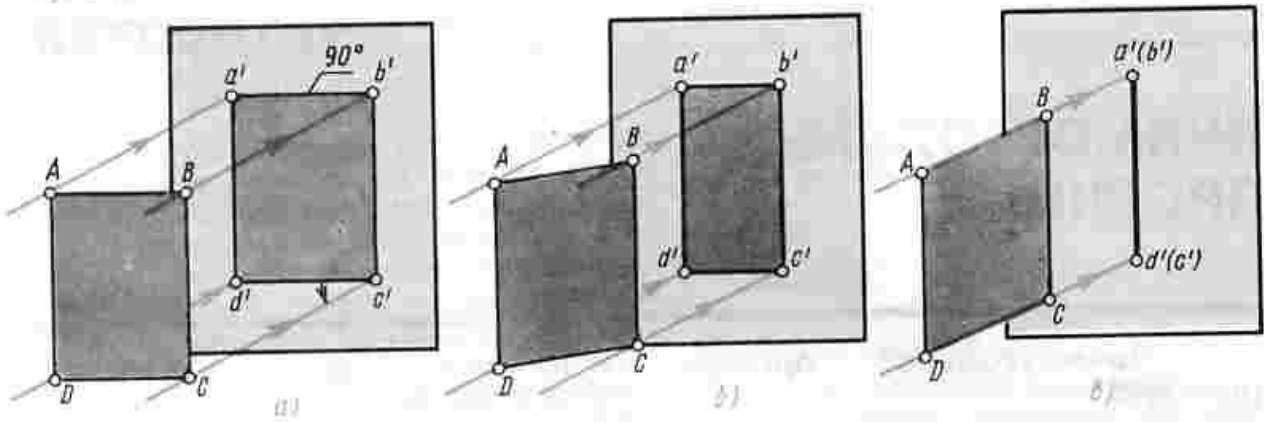
А как в прямоугольных проекциях изображаются ребра предметов, т. е. линии?

Отрезок прямой, параллельной пло-

102. ПРЕДМЕТ КАК СОВОКУПНОСТЬ ГРАНЕЙ, РЕБЕР, ВЕРШИН



* Под термином «прямоугольные» подразумеваются проекции Монжа. Прямоугольными они названы условно, так как и в аксонометрическом проецировании встречаются прямоугольные проекции.



скости проекций, изображается на ней в натуральную величину (см. отрезки AD и BC на рис. 103, a , b , $в$ и отрезки AB и CD на рис. 103, a);

отрезок прямой, наклонной к плоскости проекций, изображается на ней искаженным (см. отрезки AB и CD на рис. 103, $б$);

отрезок прямой, перпендикулярный плоскости проекций, изображается на ней точкой (см. отрезки AB и CD , перпендикулярно расположенные к плоскости проекций, на рис. 103, $в$);

проекцией точки является основание перпендикуляра, опущенного из данной точки в пространстве на плоскость проекции, т. е. точкой (см. точки a' , b' , c' , d' , которые являются проекциями точек A , B , C , D).

При проектировании точки в пространстве обозначают заглавными (прописными) латинскими буквами A , B , C , D и т. д., а проекции точек — соответствующими малыми (строчными) буквами a , b , c , d и т. д.

Из двух совпадающих на чертеже точек (рис. 103, $в$) одна является изображением видимой вершины, другая невидимой (закрытой). Обозначение проекций невидимых вершин обычно берут в скобки.

§ 25. Плоскости проекций

По изображению предмета на одной плоскости проекций нельзя судить о его форме и размерах. Предметы, показанные на рис. 104 — прямоугольная пластинка, треугольная призма, прямоугольный параллелепипед и параллелепипед с частью цилиндра, — дают в этом случае одинаковые проекции в виде прямоугольника.

По одной проекции можно судить лишь о двух измерениях предмета.

Но и две проекции предмета часто недостаточно полно отображают его форму. Так, например, две проекции прямоу-

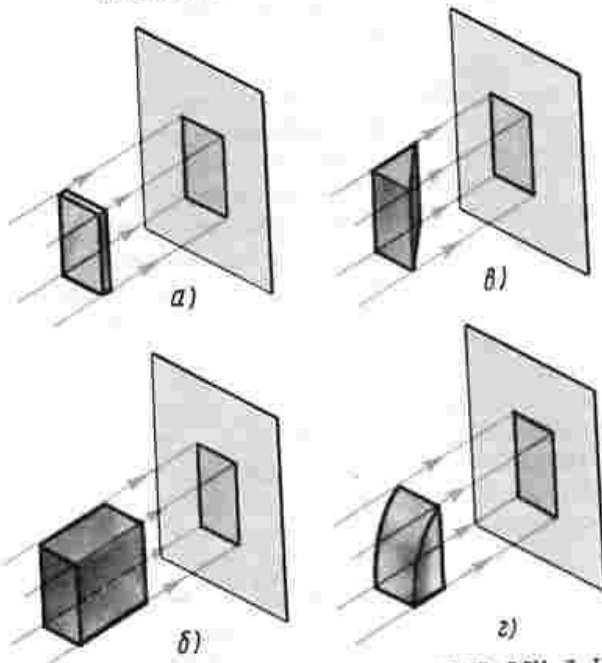
гольного параллелепипеда (рис. 104, a , $б$) неоднозначно отображают его форму. Такие две проекции могут иметь и треугольная призма (рис. 104, $в$), и призма с закруглением (рис. 104, $з$) и т. д.

Чтобы получить полное представление о форме и размерах предмета, его нужно спроецировать на две, три или более плоскостей. Для того чтобы процесс проектирования осуществлялся проще, эти плоскости располагают взаимно перпендикулярно. Таким образом, три плоскости образуют прямой трехгранный угол (рис. 105, a). Каждой плоскости дано название и обозначение (рис. 105, a , $б$).

Вертикальная плоскость, расположенная прямо перед нами, называется фронтальной плоскостью проекций. Она обозначается латинской буквой V . Под прямым углом к ней горизонтально располагается плоскость проекций, называемая горизонтальной плоскостью. Она обозначается латинской буквой H . Перпендикулярно этим плоскостям располагается еще одна вертикальная плоскость, обозначенная буквой W , называемая профильной плоскостью проекций. Все три плоскости пересекаются в одной точке O . Попарное пересечение плоскостей трехгранного угла образует прямые линии — оси проекций, исходящие из точки O . Пересечение фронтальной и горизонтальной плоскостей проекций образует ось x , фронтальной и профильной — ось z , профильной и горизонтальной — ось y (рис. 105, $б$).

На рис. 105, a изображен трехгранный угол. Его грани взаимно перпендикулярны и не лежат в одной плоскости. Однако чертеж выполняется на плоскости. Для того чтобы изображения, полученные на сторонах трехгранного угла, оказались в одной плоскости, две грани этого угла разворачивают до совмещения их с третьей гранью, т. е. до такого положения, когда все три плоскости трехгранного угла окажутся в одной плоскости. Для этого горизонтальную плоскость поворачивают вокруг оси x вниз на 90° . Профильную

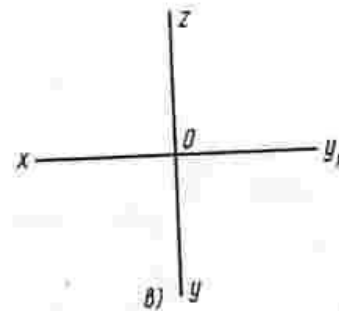
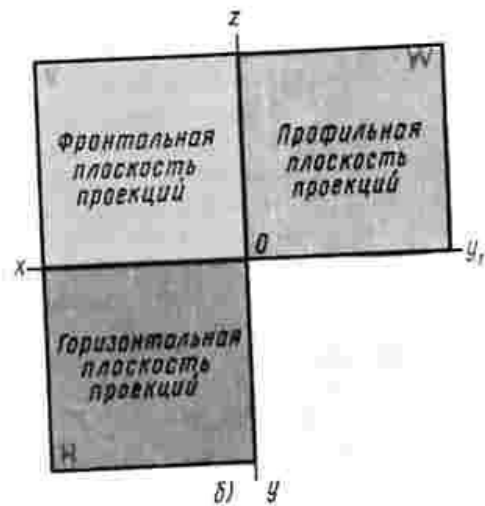
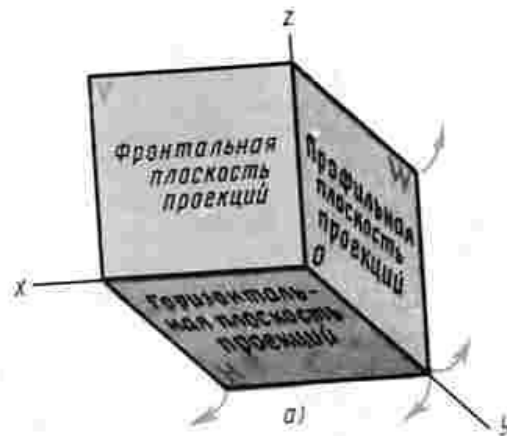
104. ПРОЕКЦИИ РАЗНЫХ ПО ФОРМЕ ПРЕДМЕТОВ НА ОДНУ ПЛОСКОСТЬ



плоскость поворачивают вокруг оси z на 90° вправо, как показано стрелками. Тогда обе эти плоскости совмещаются с фронтальной, которая остается неподвижной. При этом горизонтальная плоскость располагается под фронтальной, а профильная — справа от фронтальной (рис. 105, б).

Ось y как бы распадается на две: y и y_1 . Линии, ограничивающие плоскости проекций квадратами, взяты условно и значения не имеют, поэтому их обычно не проводят. Тогда совмещенные плоскости проекций изобразятся, как показано на рис. 105, в.

105. ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ



§ 26. Комплексный чертёж предмета

Изучив, как строят проекции точек, отрезков прямых и плоских фигур, т. е. элементов, которые ограничивают различные предметы (изделия или их составные части), можно перейти к рассмотрению способов получения прямоугольных изображений самих предметов.

На рис. 106, а представлен прямой трехгранный угол. Перед его плоскостями помещен изображаемый предмет — клин. Он расположен так, чтобы возможно большее число его граней было параллельно или перпендикулярно плоскостям проекций. Это значительно облегчает процесс проецирования.

Чтобы получить прямоугольные проекции изображаемого предмета, необходимо провести проецирующие лучи перпендикулярно плоскостям проекций.

Спроецируем клин на фронтальную плоскость проекций V . Точки пересечения

проецирующих лучей с этой плоскостью дадут проекции вершин клина. Соединив соответствующим образом эти точки, получим фронтальную проекцию, или вид спереди. Вид спереди называют также главным видом.

Найдем проекцию клина на горизонтальную плоскости проекций H — вид сверху. Для этого опустим на горизонтальную плоскость перпендикуляры, проходящие через вершины клина, и полученные точки их пересечения с плоскостью соединим отрезками прямых.

Проведя проецирующие лучи на профильную плоскость проекций W и выполнив построения, аналогичные предыду-

шим, получим профильную проекцию изображаемого предмета — вид слева.

Сравнивая клин с его проекциями (рис. 106, а) и вспоминая изученное, можно установить следующее.

Во-первых, проекции клина на каждой из плоскостей проекций V , H , W представляют собой изображения не только одной стороны детали, но всего предмета, всех его вершин, ребер и граней, если на горизонтальной и профильной проекциях штриховыми линиями показать невидимый сверху и слева контуры детали. На фронтальной плоскости проекций видна лишь передняя грань клина. Это происходит потому, что боковые грани, перпендикулярные плоскости проекций, изобразились на ней в виде отрезков прямых. Грани, параллельные соответствующим плоскостям проекций, изображаются без искажения размеров.

Во-вторых, ребра, перпендикулярные плоскости проекций, изобразились на ней в виде точек (например, ребро AB на горизонтальной плоскости проекций), а ребра, параллельные плоскости проекций, изобразились на ней в натуральную величину (например, ребро AB на фронтальной и профильной плоскостях проекций).

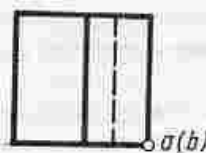
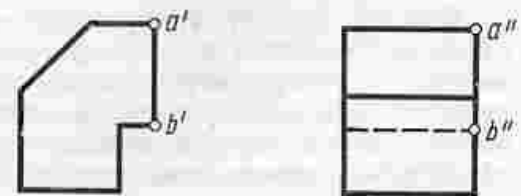
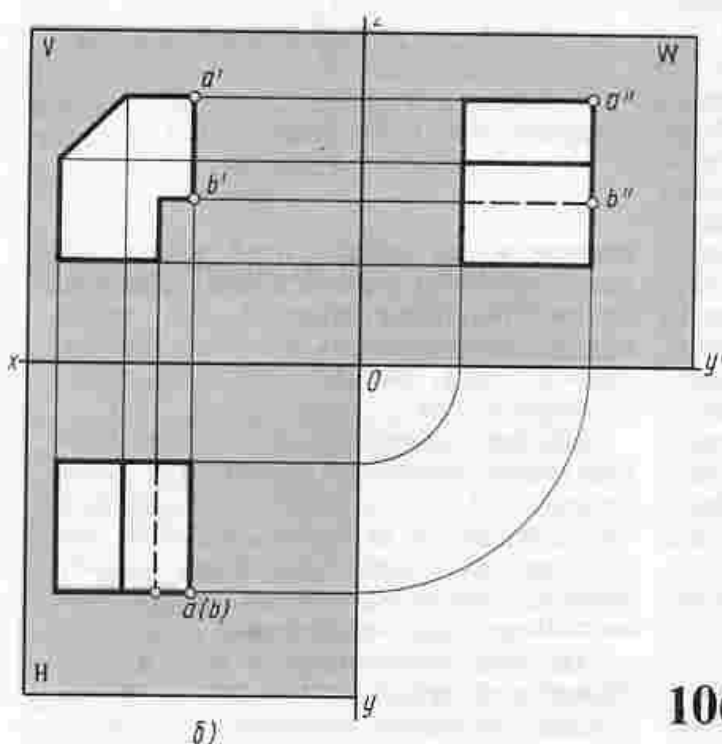
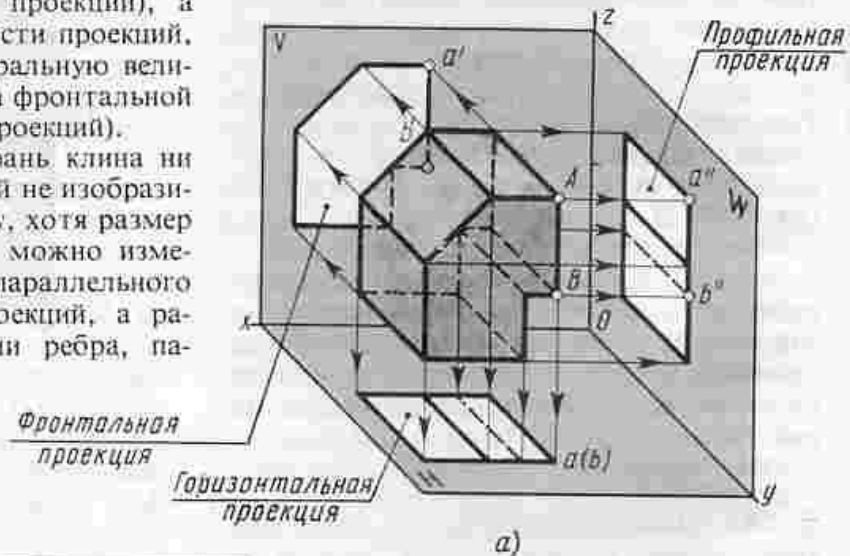
В-третьих, наклонная грань клина ни на одной плоскости проекций не изобразилась в натуральную величину, хотя размер одной стороны этой грани можно измерить по проекции ее ребра, параллельного фронтальной плоскости проекций, а размер другой — по проекции ребра, па-

раллельного горизонтальной и профильной плоскости проекций, на одной из них.

Развернем плоскости проекций так, как это было показано на рис. 105, чтобы совместить их в плоскости чертежа (рис. 106, б). Фронтальная плоскость V при этом остается неподвижной, горизонтальная H поворачивается вокруг оси x вниз на 90° , профильная W поворачивается вокруг оси z на 90° вправо. Тогда виды расположатся так: вид сверху — под главным видом, а вид слева — справа от главного вида и на уровне его.

Фронтальные и горизонтальные проекции одноименных точек находятся при этом на одних перпендикулярах к оси x (например, фронтальная a и горизонтальная a проекции точки A^* , а их фронталь-

* Горизонтальные проекции точек будем обозначать без штриха (a), фронтальные — с одним штрихом (a') и профильные — с двумя штрихами (a''). Читается: «а малое штрих», «а малое два штриха».



106. ОБРАЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА

ные и профильные проекции располагаются на одних перпендикулярах к оси z (например, фронтальная a' и профильная a'' проекции точки A). Эти перпендикуляры называют линиями связи. Таким образом, все три проекции клина оказываются связанными между собой. Положение любых двух проекций определяет положение третьей.

На чертежах не проводят рамки, ограничивающие плоскости проекций, и линии связи (см. рис. 105, *в*). Удалив их, мы получим чертеж, представленный на рис. 106, *в*. Иногда изображения предмета на совмещенных плоскостях проекций называют комплексным чертежом.

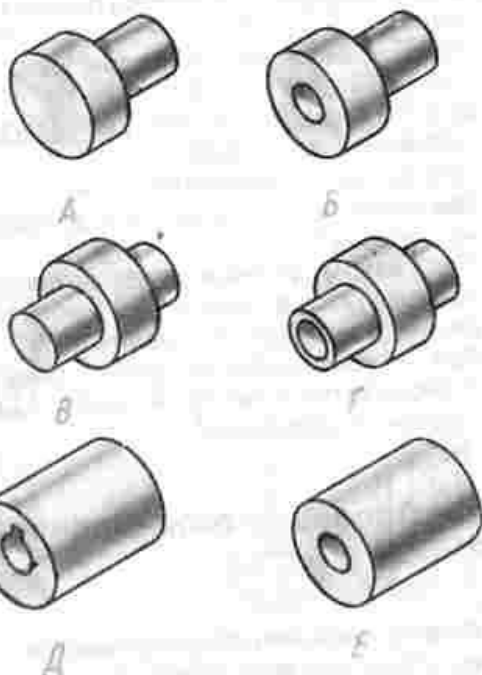
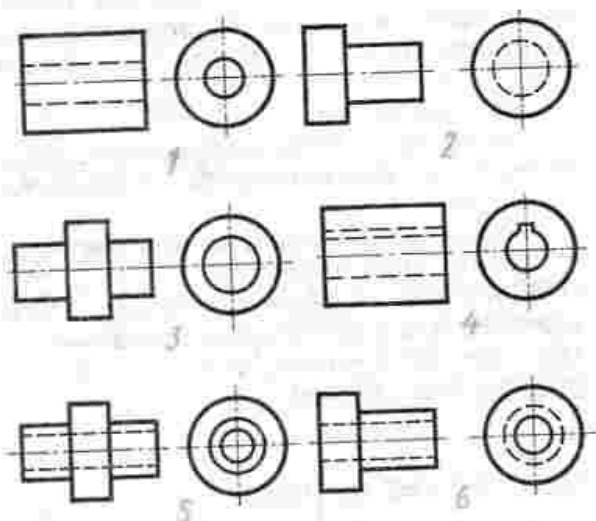
Так строят чертежи в системе прямоугольных проекций. Однако нас интересует не только построение чертежей, но и чтение их, т. е. процесс представления пространственной формы предмета по его плоским изображениям.

Для того чтобы прочитать чертеж, нужно представить себе, в результате чего получилось на нем то или иное изображение, подумать, какое тело могло дать рассматриваемую проекцию. При этом нельзя рассматривать проекции изолированно одну от другой. Необходимо в уме объединить в единое целое представления о всех проекциях, данных на чертеже.

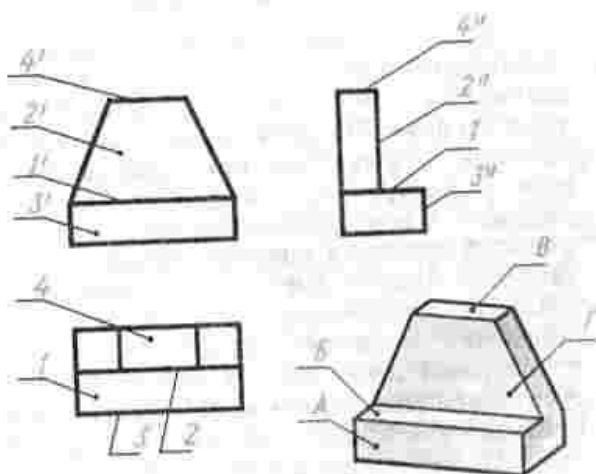
УПРАЖНЕНИЕ 33. По рисункам предметов найдите их чертежи в прямоугольных проекциях (рис. 107). Запишите в рабочей тетради, какому рисунку, обозначенному буквой, соответствует чертеж, обозначенный цифрой.

УПРАЖНЕНИЕ 34. Определите и запишите в рабочей тетради, какой поверхности, детали, обозначенной буквой на наглядном изображении, соответствуют линии и фигуры, обозначенные цифрами на чертеже (рис. 108).

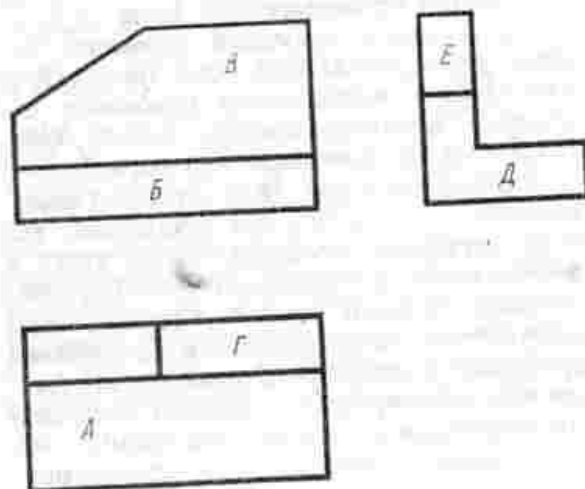
107. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



108. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



109. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



УПРАЖНЕНИЕ 35. Найдите на каждой из проекций и запишите в рабочей тетради, какие поверхности, обозначенные буквами, перпендикулярны фронтальной или горизонтальной плоскости проекций (рис. 109).

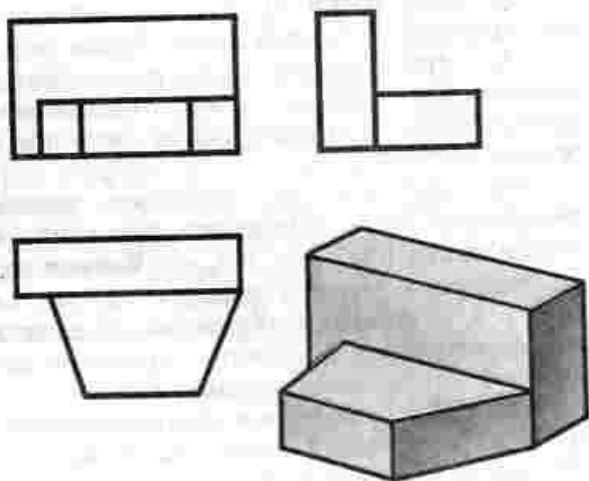
Пример записи:

поверхность *N* перпендикулярна фронтальной и горизонтальной плоскостям проекций;

поверхность *M* перпендикулярна только фронтальной плоскости.

УПРАЖНЕНИЕ 36. Перечертите рис. 110 и раскрасьте на всех проекциях поверхности теми цветами, какими они даны на наглядном изображении.

110. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как направляются проецирующие лучи при прямоугольном проецировании?
2. В чем достоинства прямоугольных проекций?
3. Что называется комплексным чертежом?
4. Как называются и как располагаются плоскости проекций?
5. Что является проекцией точки?
6. Как располагаются три вида (проекции) на чертеже?
7. При каком условии ребро предмета проецируется в точку и при каком условии — в натуральную величину?
8. При каком условии грань предмета проецируется в линию и когда — в натуральную величину?

§ 27. Проекция геометрических тел

Формы деталей, встречающихся в технике, представляют собой сочетание различных геометрических тел или их частей.

Для выполнения и чтения чертежей деталей нужно знать, как правильно изображаются геометрические тела.

Построение проекций прямого цилиндра с вертикальной осью (рис. 111, а) начинают с изображения основания цилиндра, представляющего собой круг. Поскольку круг расположен параллельно плоскости проекций *H* и, следовательно, изображается на ней без искажений, его горизонтальная проекция также круг, а фронтальная и профильная — горизонтальные отрезки прямых, равные диаметру круга. Фронтальная и профильная проекции цилиндра очерчиваются отрезками прямых, представляющими проекции его основания и крайних образующих. На всех видах проводят оси симметрии.

Размеры цилиндра определяются диаметром его основания и высотой.

Фронтальная и профильные проекции цилиндра одинаковы, поэтому в данном случае профильная проекция лишняя. На рис. 111 чертежи всех геометрических тел выполнены в трех видах лишь с той целью, чтобы показать, какие проекции эти тела имеют.

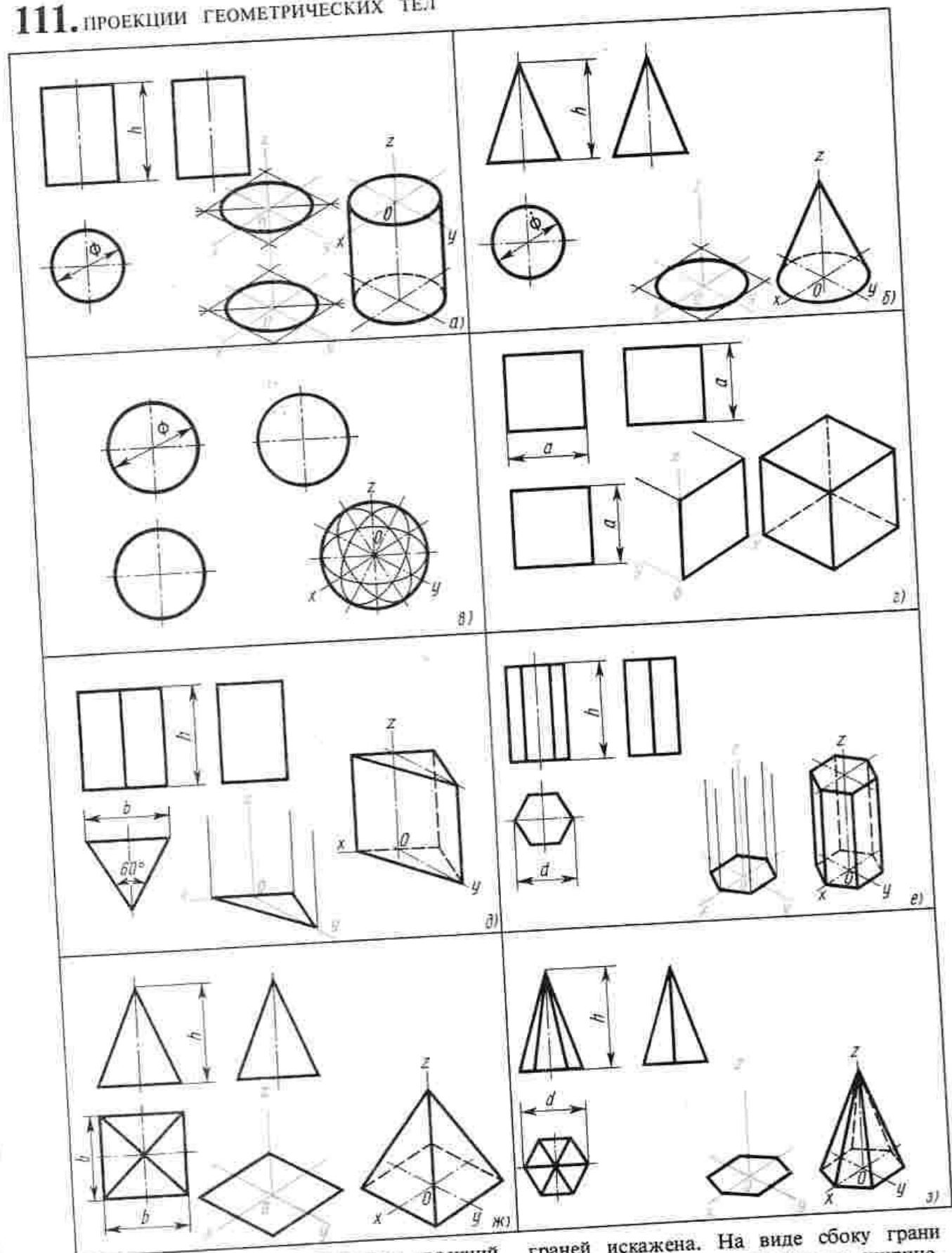
Одно изображение конуса вращения (рис. 111, б) сходно с изображением цилиндра. Так, на виде сверху конус представляет собой круг. На нем наносят центровые линии. Диаметр круга равен диаметру основания конуса. Два других изображения конуса — равнобедренные треугольники. На этих проекциях также наносят оси симметрии. Для конуса указывают диаметр его основания и высоту.

На рис. 111, в представлены чертеж и наглядное изображение шара. Все проекции шара — круги. Диаметр их равен диаметру шара. На каждом изображении проводят центровые линии.

Так же как и шар, куб имеет три одинаковые проекции (рис. 111, г). Все грани его — квадраты. Размеры куба определяют три измерения: длину, ширину и высоту, равные между собой.

Построение изображений правильной треугольной призмы (рис. 111, д) следует начинать с основания — равностороннего треугольника. На фронтальной плоскости проекций задняя грань призмы изображается в натуральную величину, две передние — с искажением ширины. На профильной проекции ширина прямоугольника равна высоте фигуры основания призмы. На горизонтальной и фронтальной проекциях проводят осевые линии, на профильной проекции оси симметрии отсутствуют. Для правильной треугольной призмы указывают ее высоту, длину стороны основания и угол.

111. ПРОЕКЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ



Построение прямоугольных проекций правильной шестиугольной призмы (рис. 111, е) также начинают с вычерчивания вида сверху, который представляет собой правильный шестиугольник. На главном виде средняя грань изображается в натуральную величину, а ширина боковых

граней искажена. На виде сбоку грани изображаются искаженными по ширине. Размеры правильной шестиугольной призмы определяют ее высотой и шириной, равной удвоенной длине стороны основания.

На рис. 111, ж приведены три вида и наглядное изображение правильной четырехугольной пирамиды. Основание ее, параллельное горизонтальной плоскости проекций, проецируется на нее в натуральную величину, т. е. изображается квадратом. Боковые ребра, идущие из вершин основания к вершине пирамиды, изображаются диагоналями. Главный вид и вид сбоку представляют собой равнобедренные треугольники, высота которых равна высоте пирамиды. На всех видах должны быть нанесены оси симметрии. Для правильной четырехугольной пирамиды указывают длины двух сторон основания и высоту.

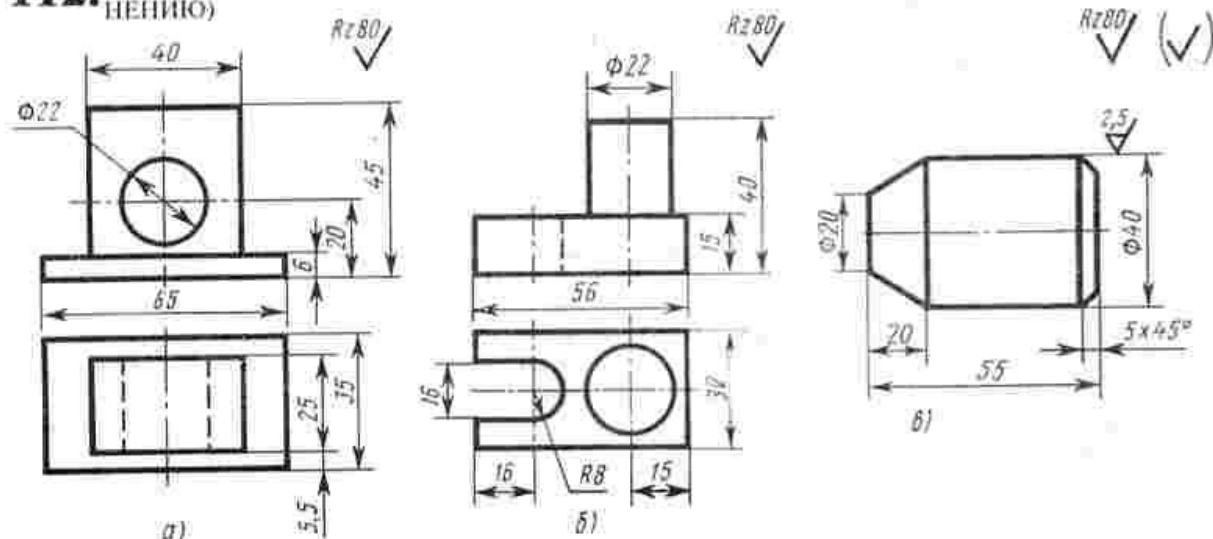
Аналогичны изображения правильной шестиугольной пирамиды (рис. 111, з). Горизонтальной проекцией ее является правильный шестиугольник с диагоналями, изображающими боковые ребра пирамиды. На фронтальной проекции видны три грани, а на профильной — две. На всех видах проводят оси симметрии. Размеры правильной шестиугольной пирамиды определяются ее высотой и шириной, равной удвоенной длине стороны основания.

УПРАЖНЕНИЕ 37. 1. Рассмотрите чертежи, представленные на рис. 112, а, б, в, и ответьте на следующие вопросы применительно к каждому чертежу:

- 1) Какие виды (проекции) даны на чертеже?
- 2) Из каких геометрических тел состоит деталь?
- 3) Каковы размеры каждого геометрического тела?
- 4) Какова шероховатость поверхностей детали?

2. По указанию преподавателя выполните чертеж и технический рисунок одного-двух геометрических тел, которые образуют детали, представленные на рис. 112.

112. ЧЕРТЕЖИ ДЛЯ ЧТЕНИЯ (К УПРАЖНЕНИЮ)



УПРАЖНЕНИЕ 38. Изобразите деталь по приведенному ниже ее описанию и нанесите на чертеж размеры.

Верхняя часть детали имеет форму цилиндра диаметра 35 мм. Вдоль оси просверлено глухое отверстие диаметра 20 мм и длиной 30 мм. Другой конец детали представляет собой призму. Размеры основания призмы 24×24 мм, высота ее 30 мм. Общая длина детали 90 мм. Шероховатость всех поверхностей соответствует параметру $Rz 80$.

УПРАЖНЕНИЕ 39. Выполните комплексные чертежи и аксонометрические проекции следующих геометрических тел:

- 1) цилиндра высотой 90 мм и диаметра 60 мм;
- 2) конуса высотой 100 мм и диаметра 50 мм;
- 3) куба со стороной 110 мм (M1:2);
- 4) правильной треугольной призмы высотой 60 мм и стороной основания 45 мм;
- 5) правильной шестиугольной призмы высотой 120 мм и стороной основания 50 мм (M1:2);
- 6) правильной четырехугольной пирамиды высотой 30 мм и стороной основания 20 мм (M2:1). Нанесите размеры.

§ 28. Вспомогательная прямая комплексного чертежа

На чертеже, представленном на рис. 113, а, проведены оси проекций, а изображения соединены между собой линиями связи. Горизонтальная и профильная проекции соединены линиями связи при помощи дуг с центром в точке O пересечения осей. Однако в практике применяют и другой способ оформления комплексного чертежа — безосный.

На безосных чертежах изображения располагают также в проекционной связи. Однако третья проекция может быть

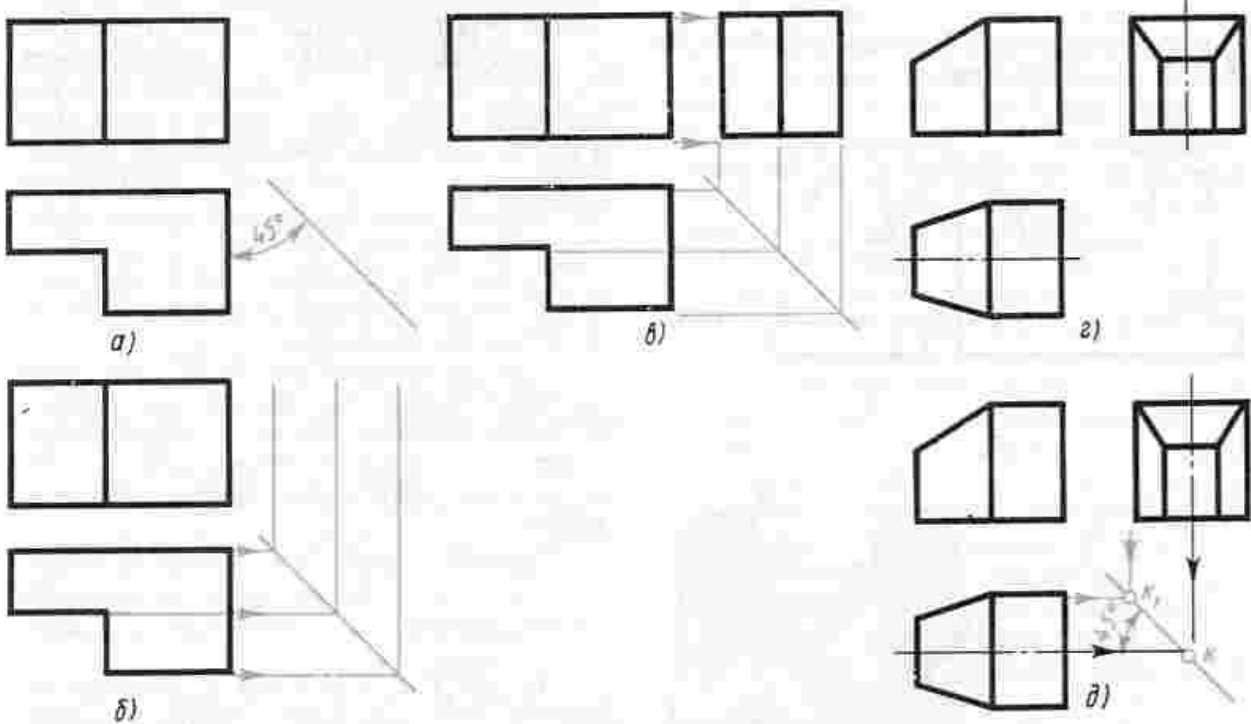
помещена ближе или дальше. Например, профильная проекция может быть размещена правее (рис. 113, б, II) или левее (рис. 113, б, I). Это важно в целях экономии места и удобства нанесения размеров.

Если на чертеже, выполненном по безосной системе, требуется провести между горизонтальной и профильной проекциями линии связи, то применяют вспомогательную прямую комплексного чертежа. Для этого примерно на уровне вида сверху и немного правее его проводят линию под углом 45° к рамке чертежа (рис. 114, а). Эта линия называется вспомогательной прямой. Порядок построения чертежа с помощью этой прямой показан на рис. 114, б, в.

Если три вида уже построены (рис. 114, з), то положение вспомогательной прямой выбирать произвольно нельзя. Сначала нужно найти точку, через которую она пройдет. Для этого достаточно продолжить до взаимного пересечения оси симметрии горизонтальной и профильной проекций и через полученную точку k провести под углом 45° отрезок прямой (рис. 114, д). Если осей симметрии нет, то продолжают до пересечения в точке k_1 горизонтальную и профильные проекции любой грани, проецирующейся в виде прямой линии (рис. 114, д).

Необходимость в проведении линий связи, а следовательно, и вспомогательной прямой возникает при построении недостающих проекций и при выполнении чертежей, на которых требуется определить проекции точек, чтобы уточнить проекции отдельных элементов детали.

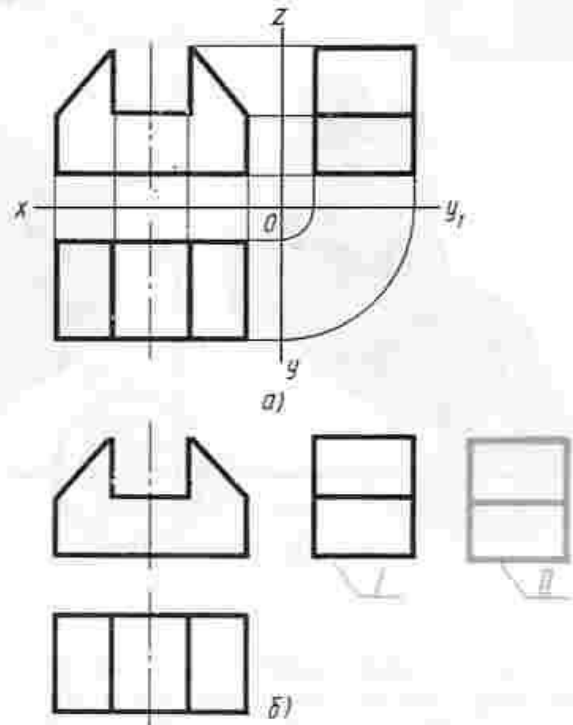
114. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ПРЯМОЙ



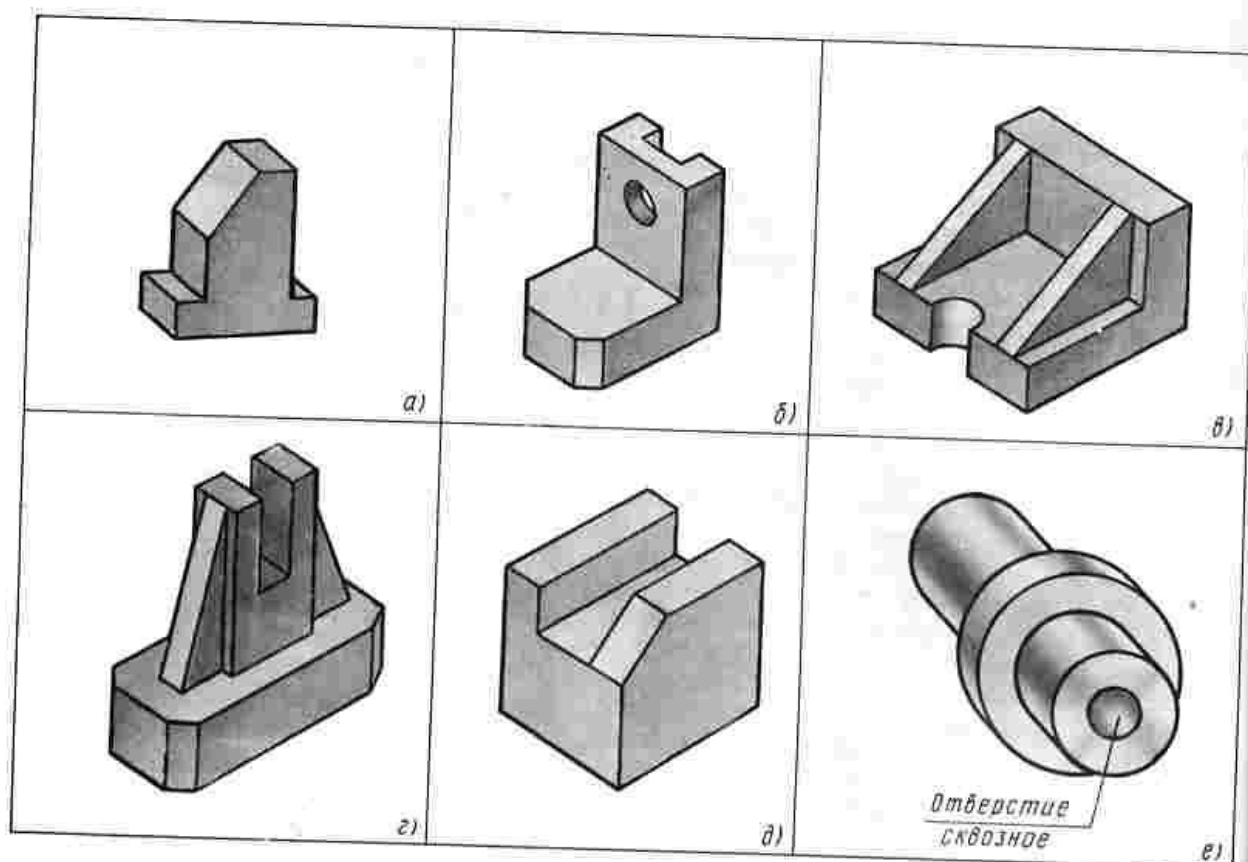
Примеры использования вспомогательной прямой даны в следующем параграфе.

УПРАЖНЕНИЕ 40. По наглядным изображениям деталей, представленным на рис. 115, а–е, выполните их чертежи в прямоугольных проекциях в необходимом количестве изображений. Проставьте размеры. При построении пользуйтесь вспомогательной прямой.

113. РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ НА ЧЕРТЕЖЕ



115. ЗАДАНИЯ НА ПОСТРОЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ ПО НАГЛЯДНЫМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ



§ 29. Проекции точки, лежащей на поверхности предмета

Для того чтобы при выполнении чертежей строить проекции отдельных элементов детали, необходимо уметь находить на всех изображениях чертежа проекции отдельных точек. Например, трудно вычертить горизонтальную проекцию детали, представленной на рис. 116, не пользуясь проекциями отдельных точек (A, B, C, D, E и др.). Умение находить все проекции точек, ребер, граней необходимо и для воссоздания в воображении формы предмета по его плоским изображениям на чертеже, а также для проверки правильности выполненного чертежа.

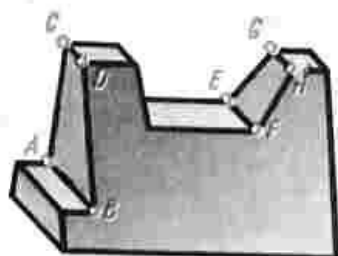
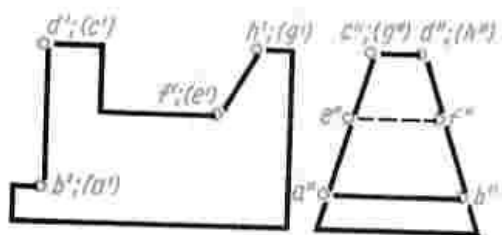
Рассмотрим способы нахождения второй и третьей проекций точки, заданной на поверхности предмета.

Если на чертеже предмета дана одна проекция точки, то прежде надо найти проекции поверхности, на которой расположена эта точка. Затем выбирают один из двух описанных ниже приемов решения задачи.

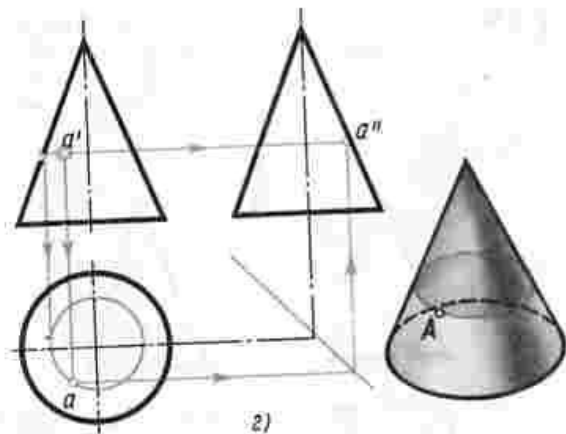
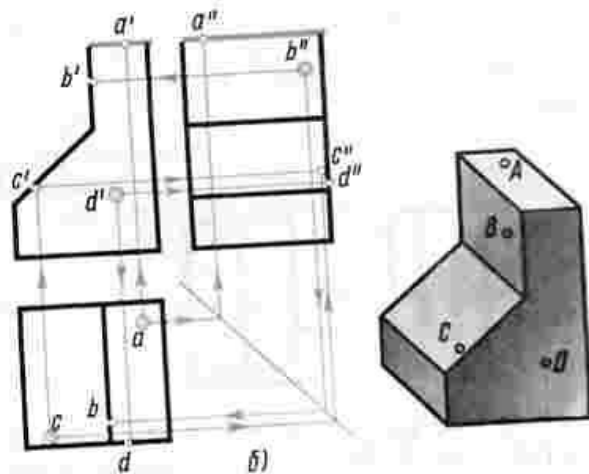
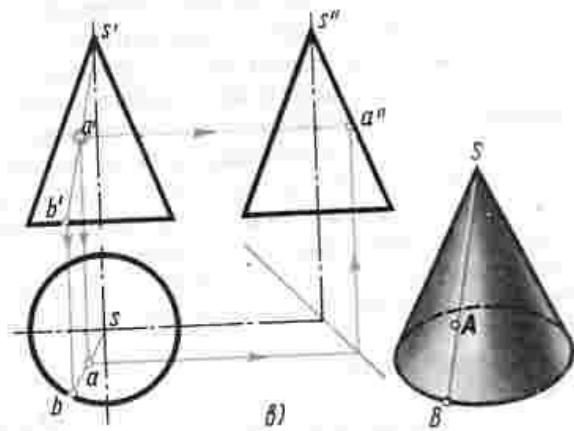
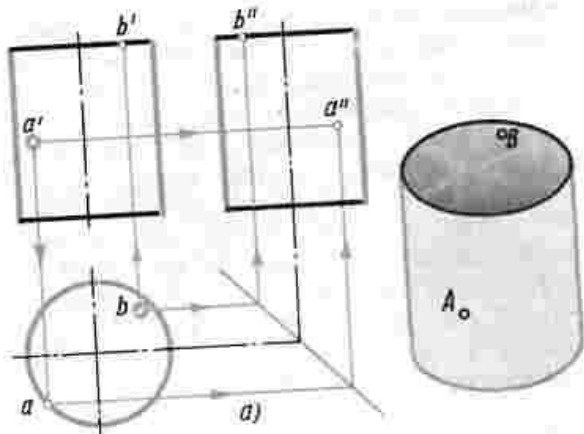
Первый способ. Этот способ применяется, когда хотя бы на одной из проекций данная поверхность изображается в виде линии.

На рис. 117, а изображен цилиндр, на фронтальной проекции которого задана

116. ПРИМЕР ЗАДАНИЯ НА ПОСТРОЕНИЕ ТРЕТЬЕГО ВИДА



117. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ТОЧЕК, ЛЕЖАЩИХ НА ПОВЕРХНОСТИ ПРЕДМЕТА



проекция a' точки A , лежащей на видимой части его поверхности (заданные проекции отмечены двойными цветными окружностями). Чтобы найти горизонтальную проекцию точки A , рассуждают так: точка лежит на поверхности цилиндра, горизонтальная проекция которой — окружность. Значит, и проекция точки, лежащей на этой поверхности, будет лежать на окружности. Проводят линию связи и на пересечении ее с окружностью отмечают искомую точку a . Третью проекцию a'' находят на пересечении линий связи.

Если же точка B , лежащая на верхнем основании цилиндра, задана своей горизонтальной проекцией b , то проводят линии связи до пересечения с отрезками прямых, изображающих фронтальную и профильную проекции верхнего основания цилиндра.

На рис. 117, б представлена деталь — упор. Чтобы построить проекции точки A , заданной своей горизонтальной проекцией a , находят две другие проекции верхней грани (на которой лежит точка A) и, проведя линии связи до пересечения с отрезками прямых, изображающих эту грань, определяют искомые проекции — точки a' и a'' . Точка B лежит на левой

боковой вертикальной грани, значит, и ее проекции будут лежать на проекциях этой грани. Поэтому из заданной точки b'' проводят линии связи (как указано стрелками) до встречи их с отрезками прямых, изображающих эту грань. Фронтальную проекцию c' точки C , лежащей на наклонно расположенной (в пространстве) грани, находят на линии, изображающей эту грань, а профильную c'' — на пересечении линий связи, так как профильная проекция этой грани не линия, а фигура. Построение проекций точки D показано стрелками.

Второй способ. Этот способ применяют, когда первым способом пользоваться нельзя. Тогда следует поступить так:

провести через заданную проекцию точки проекцию вспомогательной линии, расположенной на данной поверхности; найти вторую проекцию этой линии; на найденную проекцию линии перенести заданную проекцию точки (этим будет определена вторая проекция точки); найти третью проекцию (если это требуется) на пересечении линий связи.

На рис. 117, а дана фронтальная проекция a' точки A , лежащей на видимой части поверхности конуса. Для нахождения горизонтальной проекции через точку

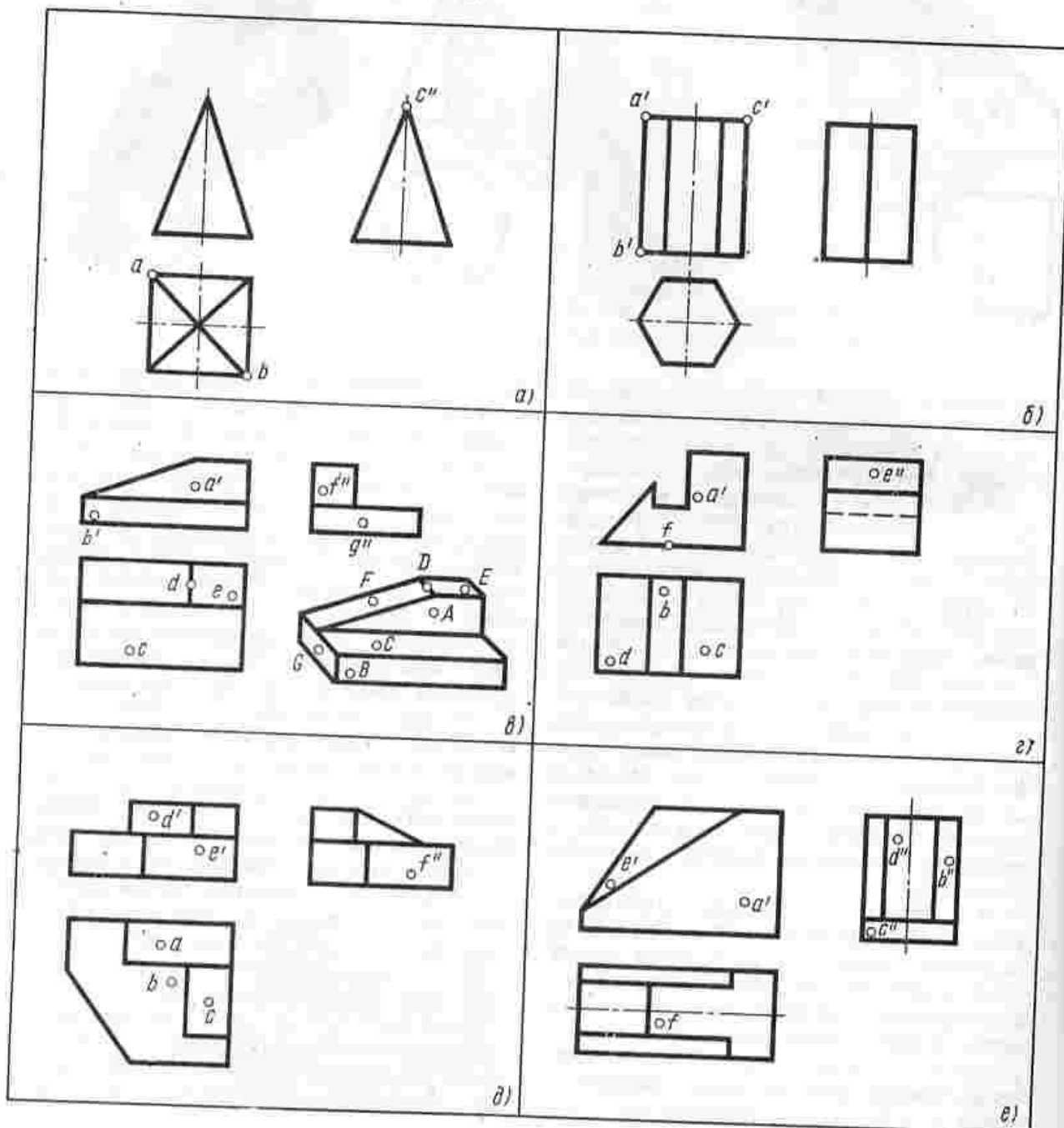
a' проводят фронтальную проекцию вспомогательной прямой, проходящей через точку A и вершину конуса. Получают точку b' — проекцию точки встречи проведенной прямой с основанием конуса. Имея фронтальные проекции точек, лежащих на прямой, можно найти их горизонтальные проекции. Горизонтальная проекция s вершины конуса известна. Точка b лежит на окружности основания. Через эти точки проводят отрезок прямой и переносят на него (как показано стрелкой) точку a' , получая точку a . Третья проекция a'' точки A находится на пересечении линий связи.

Эту же задачу можно решить иначе (рис. 117, 2).

В качестве вспомогательной линии,

проходящей через точку A , берут не прямую, как в первом случае, а окружность. Эта окружность образуется, если в точке A пересечь конус плоскостью, параллельной основанию, как показано на наглядном изображении. Фронтальная проекция этой окружности изобразится отрезком прямой, так как плоскость окружности перпендикулярна фронтальной плоскости проекций. Горизонтальная проекция окружности имеет диаметр, равный длине этого отрезка. Описав окружность указанного диаметра, проводят из точки a' линию связи до пересечения с вспомогательной окружностью, так как горизонтальная проекция a точки A лежит на вспомогательной линии, т. е. на постро-

118. ЗАДАНИЯ НА ПОСТРОЕНИЕ НЕДОСТАЮЩИХ ПРОЕКЦИЙ ТОЧЕК



енной окружности. Третью проекцию a'' точки A находят на пересечении линий связи.

Таким же приемом можно найти проекции точки, лежащей на поверхности, например, пирамиды. Разница будет в том, что при ее пересечении горизонтальной плоскостью образуется не окружность, а фигура, подобная основанию.

УПРАЖНЕНИЕ 41. На рис. 118, *а, б* даны чертежи, на которых буквами обозначены лишь по одной проекции некоторые из вершин. Найдите проекции остальных вершин и обозначьте их.

УПРАЖНЕНИЕ 42. Перечертите приведенный на рис. 118, *в* чертеж и постройте недостающие проекции точек. Найденные проекции точек отметьте цветным карандашом. Решить задачу вам поможет наглядное изображение детали.

УПРАЖНЕНИЕ 43. Перечертите приведенные на рис. 118, *г, д, е* чертежи и постройте недостающие проекции точек, заданных на видимых поверхностях предметов. Найденные проекции точек выделите цветным карандашом. Все проекции точек обозначьте буквами.

Постройте аксонометрические проекции приведенных на чертежах деталей и пометьте на них заданные точки.

§ 30. Построение проекций вырезов на геометрических телах

В технике встречается множество деталей, имеющих различные вырезы, например на шаровой головке винта фрезой делается прорезь (шлиц) для отвертки (рис. 119) и т. п.

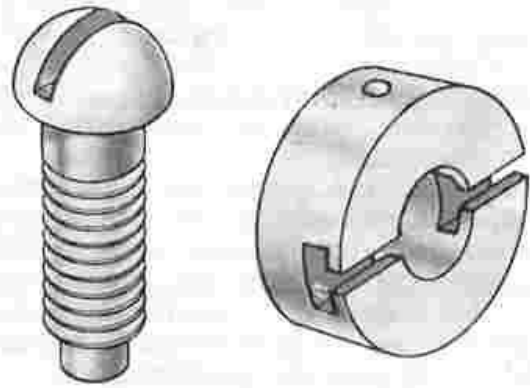
Проекции вырезов имеют зачастую довольно сложную форму. Изучив в предыдущем параграфе приемы построения точек (а следовательно, и линий), расположенных на поверхности предметов, мы можем перейти к построению вырезов на деталях. Однако, чтобы не рассматривать большое число примеров, разберем способ построения вырезов на основных геометрических телах, так как все технические детали представляют собой сочетания таких тел.

На рис. 120, *б* построены проекции прямого кругового цилиндра с Т-образным вырезом, аналогичным вырезу на корпусе патрона, изображенного на рис. 119. Вырез ограничен четырьмя вертикальными и тремя горизонтальными плоскостями (рис. 120, *а*). Рассмотрим построение третьей проекции выреза. В данном случае можно воспользоваться первым способом, описанным в § 28. При построении использована вспомогательная прямая комплексного чертежа. Размеры выреза нам известны. Следовательно, можно рас-

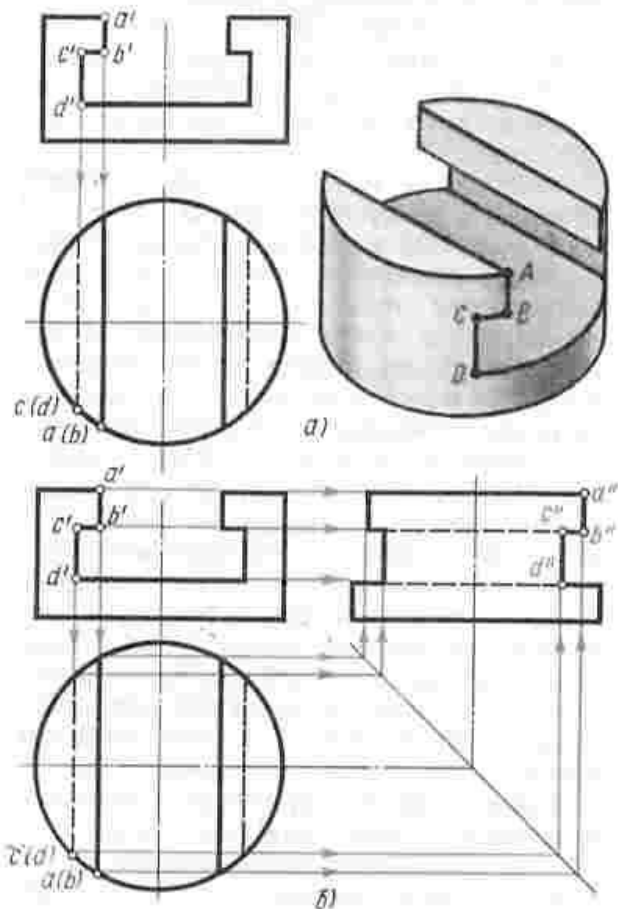
сматривать, как заданные, точки a', b', c', d' , являющиеся фронтальными проекциями точек A, B, C, D , определяющих положение отрезков прямых AB и CD . Горизонтальные проекции этих точек лежат на горизонтальной проекции цилиндра. Проведя линии связи до пересечения их с окружностью, определяют проекции a, b, c, d точек A, B, C, D .

Точки a и b совпадают, точки c и d — тоже, так как прямые AB и CD перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций. Профильные проекции этих точек определяют по известному правилу построения третьих проекций точек. Найдя

119. ДЕТАЛИ С ВЫРЕЗАМИ



120. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ВЫРЕЗА В ЦИЛИНДРЕ



профильные проекции, соединяют прямыми линиями точки a'' с b'' и c'' с d'' . Затем проводят горизонтальную прямую между точками b'' и c'' , а из точки d'' горизонтальную прямую до пересечения с контуром цилиндра. Вырез с другой стороны строят аналогично. По форме он повторяет уже построенный.

УПРАЖНЕНИЕ 44. Закончите построение горизонтальных проекций деталей, изображенных на рис. 121, а, б.

§ 31. Последовательность построения прямоугольных проекций детали

Рассматривая деталь как сочетание различных геометрических тел, формы которых нам известны, а вершины, ребра и грани как точки, отрезки прямых и отсеки плоскостей, с построением которых мы уже знакомы, нетрудно вычертить и деталь, состоящую из этих элементов.

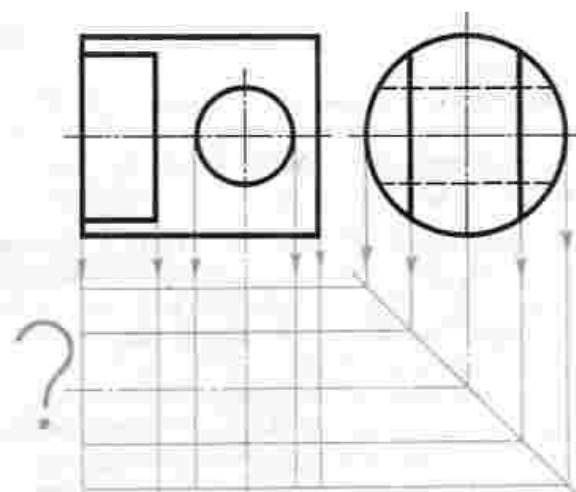
На рис. 122, а приведено наглядное изображение направляющей, форма которой складывается из трех геометрических элементов: четырехугольной призмы, треугольной призмы и полуцилиндра, «вычитаемого» из четырехугольной призмы (рис. 122, б). Каковы проекции каждого из этих тел, известно. Следовательно, нетрудно будет вычертить и всю деталь, изобразив сначала четырехугольную призму, поставив на нее треугольную призму и вырезав полуцилиндр в четырехугольной призме. Такой порядок построения чертежа будет соответствовать принятой в черчении рекомендации — изображать каждый элемент детали одновременно на всех видах.

Построение прямоугольных проекций проводят в следующем порядке:

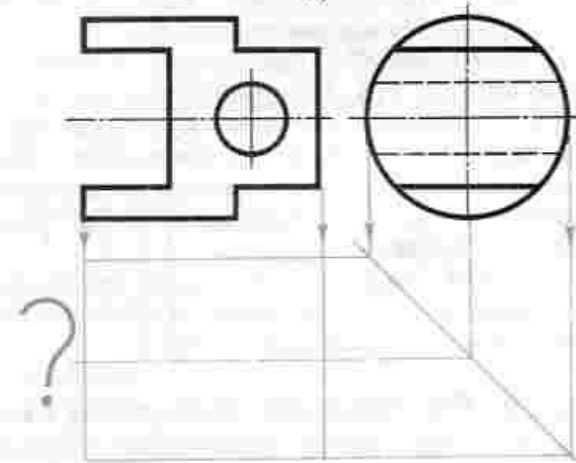
1. Рассмотрев деталь, выбирают положение для главного изображения. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о его форме и размерах. Если бы за главное взяли изображение, приведенное на горизонтальной плоскости (рис. 122, в), то по нему было бы трудно определить форму детали. Предмет располагают так, чтобы как можно больше его элементов изображалось видимыми. Поэтому на рис. 122, в деталь расположена так, что треугольная призма оказывается справа. В противном случае на виде слева верхняя часть четырехугольной призмы была бы невидима.

2. Выбрав положение для главного изображения, определяют необходимое количество видов. При этом стремятся дать минимальное (наименьшее) количество изображений, обеспечивающее достаточную ясность чертежа.

121. ЗАДАНИЯ НА ПОСТРОЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ



а)



б)

3. Определив эти исходные данные, выбирают масштаб, размечают поле чертежа, т. е. тонкими линиями наносят ориентировочные контуры будущих изображений (прямоугольники, окружности, треугольники). Изображения располагают так, чтобы оставить необходимое место для нанесения размеров, основной надписи и пр.

4. Затем приступают к построению изображений. Мысленно расчленяют деталь на геометрические тела, из которых она состоит, и вычерчивают на всех изображениях основное тело, являющееся как бы корпусом детали. При этом смотрят на деталь спереди (рис. 122, а) и то, что получают в результате проецирования, располагают на месте, выбранном для главного вида (рис. 122, в). Далее смотрят на деталь сверху и полученную при проецировании фигуру располагают под главным видом. Затем смотрят на деталь слева и получающееся изображение располагают справа от главного вида на одном уровне с ним.

В случае необходимости деталь изображают более чем в трех видах.

Таким образом постепенно вычерчивают все основные геометрические тела, из

которых состоит деталь. При этом нужно помнить правила изображения ребер и граней предметов, приведенные в § 23.

Ребра, перпендикулярные плоскости проекций, изображаются в виде точки, а параллельные плоскости — в натуральную величину. Плоские фигуры (грани), перпендикулярные плоскости проекции, изображаются в виде отрезков прямых линий, а параллельные — в натуральную величину.

Все построения вначале делают тонкими линиями. Проекция, представляющие собой симметричные фигуры, начинают с проведения осей симметрии.

Если деталь имеет вырезы, отдельные проекции которых трудно представить, или другие подобные элементы, то их строят по точкам.

5. Закончив эти построения и получив необходимые изображения, приступают к их проверке. Для этого смотрят на деталь, не расчленяя ее мысленно на отдельные тела, а наоборот, объединяя их в одно целое, и то, что видят спереди, должно соответствовать главному виду. Смотрят на деталь сверху и сравнивают с полученным изображением. Затем рассматривают деталь слева. При такой проверке часто обнаруживаются пропущенные или лишние линии. Например, на виде слева, приведенном на рис. 122, в, может оказаться линия, являющаяся горизонтальным диаметром полуцилиндра. При взгляде на деталь слева становится ясно, что она не нужна.

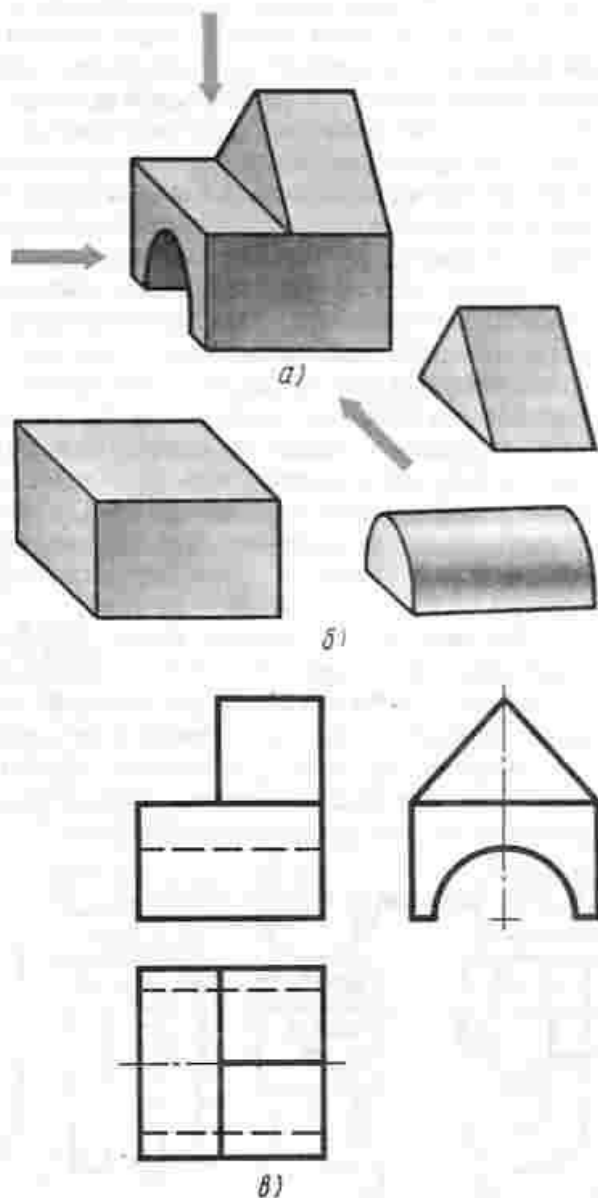
Рассматривая чертеж, можно видеть, что высота детали на главном виде и виде слева одинакова, ширина детали на виде сверху и виде слева также одинакова, длина детали на главном виде и виде сверху равна. То же самое можно сказать о проекциях отдельных элементов детали. Поэтому каждый размер на чертеже представляют только один раз.

§ 32. Построение третьей проекции по двум данным

Выше было рассмотрено нахождение третьей проекции точки по двум данным проекциям. Для успешного составления и особенно для чтения чертежей необходимо научиться строить третьи проекции предметов по двум данным.

Приступая к построению третьей проекции предмета, нужно сначала хорошо представить себе его форму по двум данным проекциям. При этом обязательно следует сопоставлять обе проекции. Рассмотрение одной проекции может привести к серьезным ошибкам, так как одна проекция не определяет формы детали. Полезно, после того как форма детали в

122. ДЕТАЛЬ КАК СОВОКУПНОСТЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ



воображении сложилась, выполнить ее рисунок. Только после того как форма детали полностью ясна, можно приступать к построению недостающей проекции.

Для примера на рис. 123, а даны две проекции детали. Необходимо построить третью.

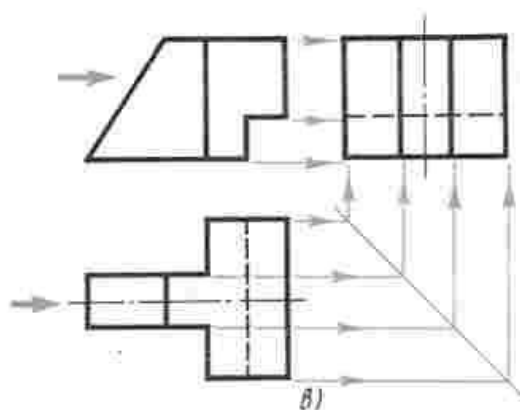
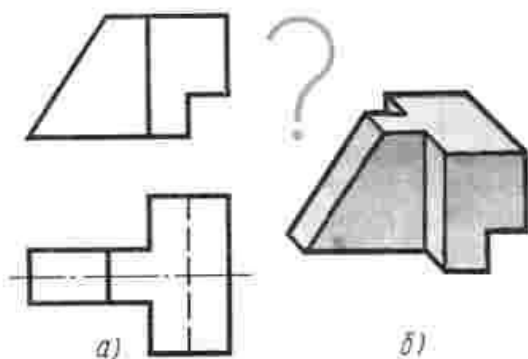
Рассматривая данные проекции, устанавливают, что деталь складывается из двух четырехугольных призм, в одной из которых сделан призматический вырез, и одной треугольной призмы. Деталь имеет Т-образную форму, что легко определить по горизонтальной проекции. Грань, к которой примыкает «ножка» буквы Т, дает на фронтальной проекции вертикальную линию, по длине равную высоте детали. «Ножка» буквы Т срезана под углом, величина которого определяется по фронтальной проекции. Призматический срез в правом нижнем углу детали дает на горизонтальной проекции штриховую линию, так как он невидим сверху. Полу-

ченные представления о форме детали могут быть закреплены рисунком (рис. 123, б).

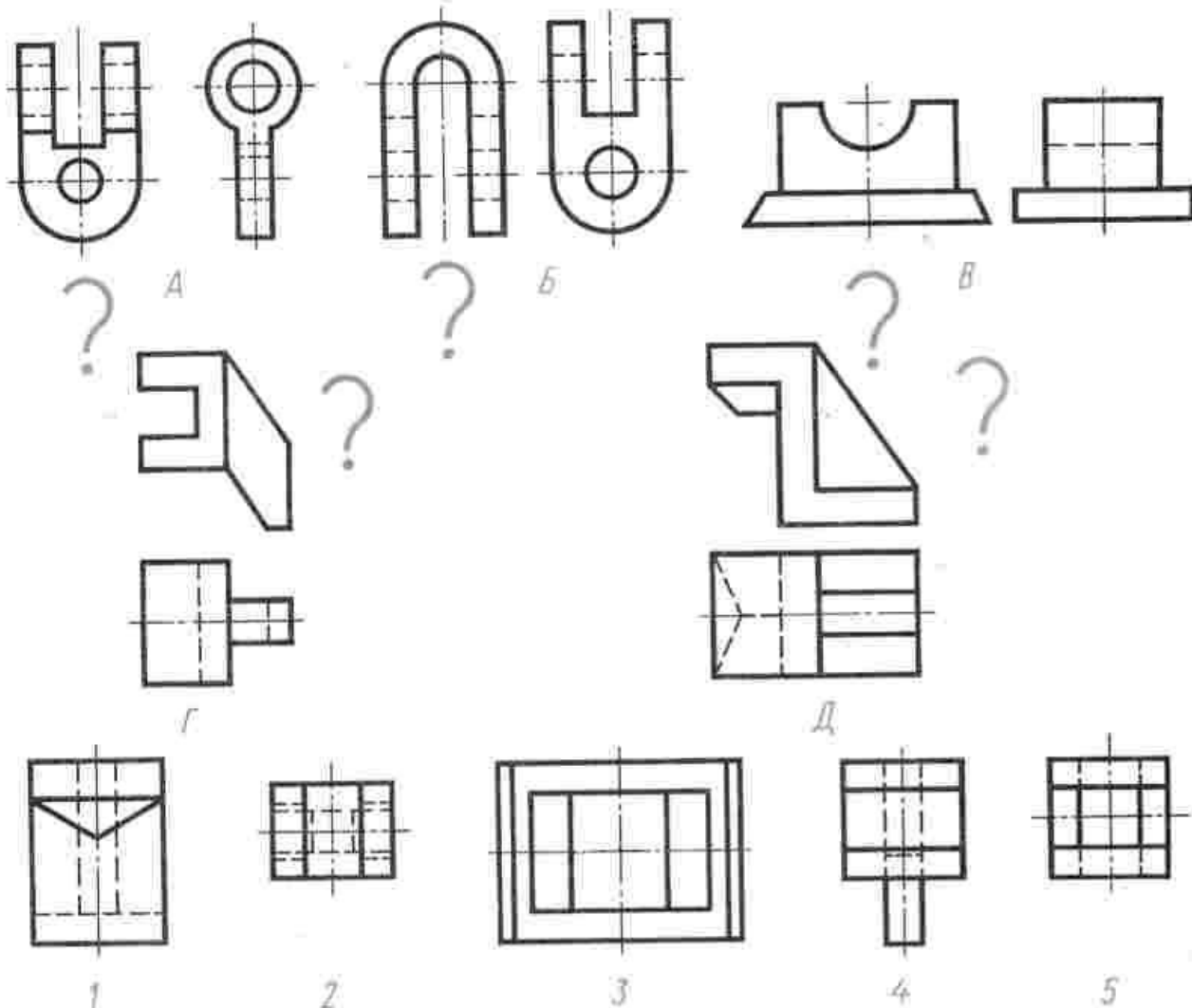
Для проведения линий связи наносят прямую под углом 45° (рис. 123, в). При построении контура профильной проекции можно исходить из того, что верхняя грань даст на профильной плоскости проекций горизонтальную линию, по длине равную ширине горизонтальной проекции; нижняя грань изобразится так же. Боковые стороны дадут вертикальные линии, равные высоте фронтальной проекции. Отрезки этих прямых располагаются на соответствующих линиях связи, образуя прямоугольник. «Ножка» очерчивается двумя вертикальными линиями связи. Так как вырез невидим слева, его показывают штриховой линией, по длине равной ширине детали, как и сам вырез. Затем удаляют линии построения и обводят видимый контур сплошной основной линией.

Эту же задачу можно было решить построением проекций точек, которые затем соединить прямыми линиями. К такому способу обычно прибегают при построении отдельных элементов детали, когда возникают затруднения. Всю деталь строить по точкам нецелесообразно.

123. ПОСТРОЕНИЕ ТРЕТЬЕЙ ПРОЕКЦИИ ПО ДВУМ ДАННЫМ



124. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



УПРАЖНЕНИЕ 45. На рис. 124 вверху дано 5 заданий — А, Б, В, Г и Д — на построение третьей проекции. На месте недостающей проекции стоят знаки вопроса. Внизу рисунка дано пять ответов на эти задания. Запишите в рабочей тетради, какому заданию, обозначенному буквой, соответствует ответ, обозначенный цифрой.

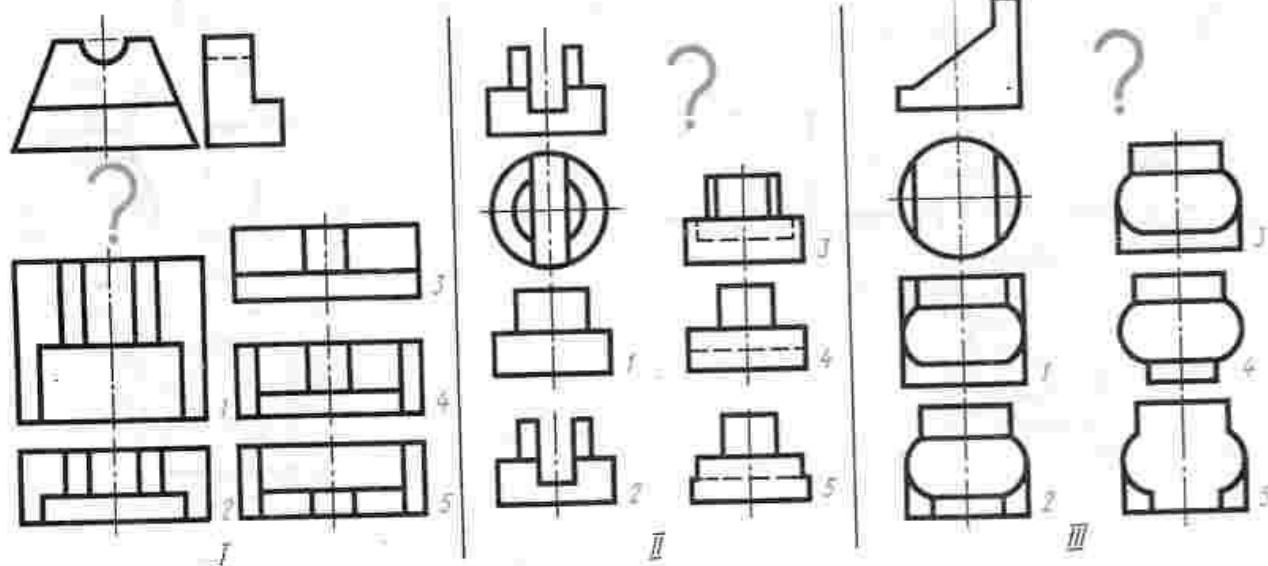
УПРАЖНЕНИЕ 46. На рис. 125 дано по две проекции трех деталей и по пять третьих проекций. Из них верна лишь одна, а остальные содержат ошибки. Запишите в рабочей тетради номер третьей проекции, соответствующей двум другим. Укажите основные ошибки в остальных изображениях.

УПРАЖНЕНИЕ 47. 1. Перечертите по заданию преподавателя данные на рис. 126, а задания в масштабе увеличения и постро-

те третьей недостающие проекции. В случае возникновения затруднений обратитесь к наглядным изображениям, приведенным на рисунке.

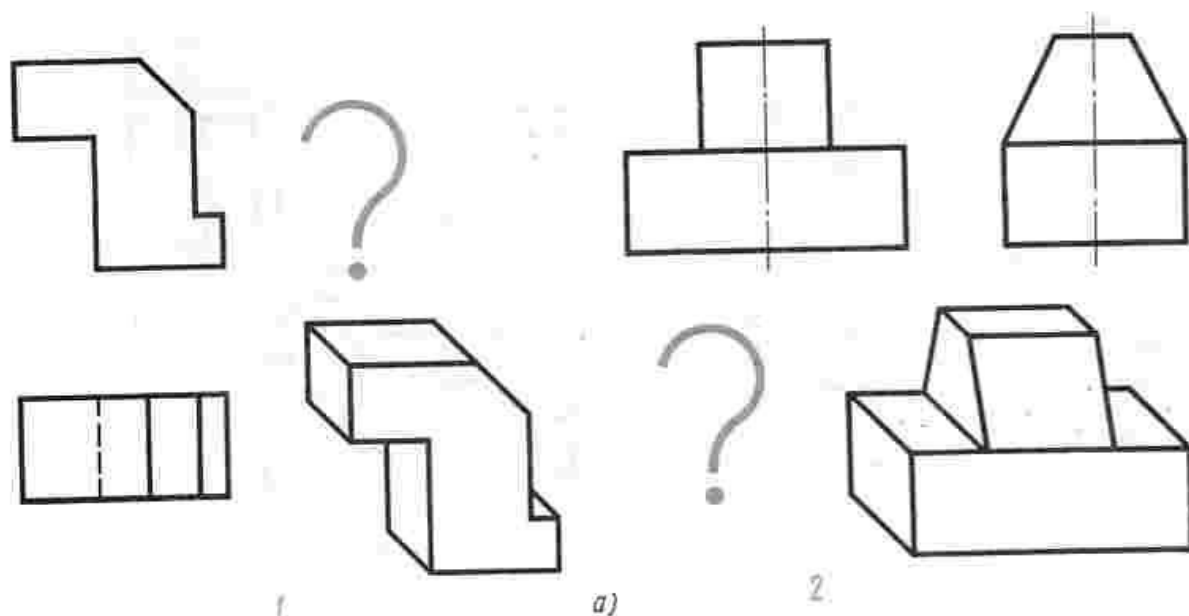
2. Перечертите по заданию преподавателя данные на рис. 126, б задания в масштабе увеличения и добавьте недостающие третьей проекции. Дополните каждый чертеж наглядным изображением во фронтальной диметрической или изометрической проекции. Вид наглядного изображения выберите в зависимости от формы детали.

УПРАЖНЕНИЕ 48. На рис. 127 даны чертежи, в которых пропущен ряд линий. Перечертите по заданию преподавателя заданные проекции в масштабе увеличения и добавьте пропущенные осевые линии и линии контура (видимые и невидимые). Обведите эти линии цветным карандашом. Выполните технические рисунки деталей.

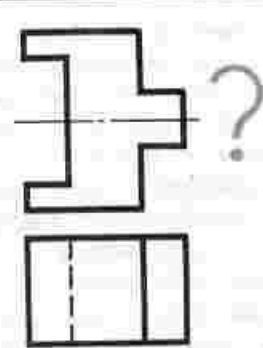
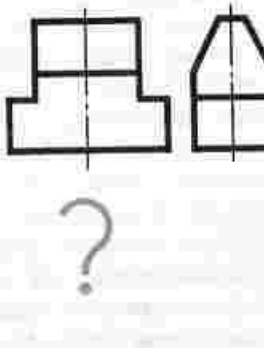
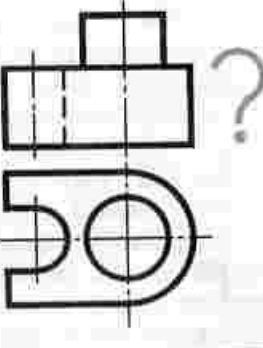
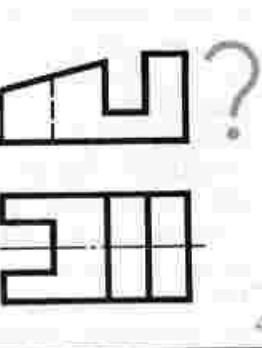
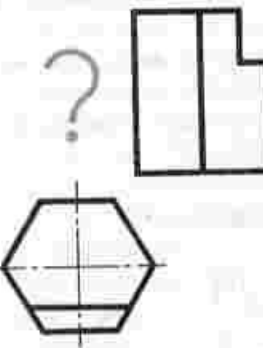
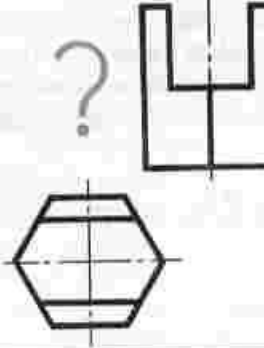
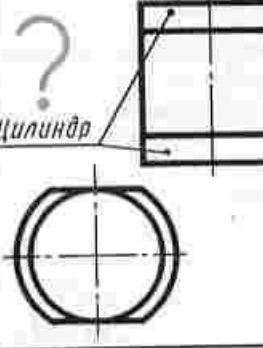
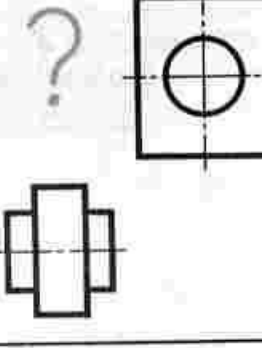

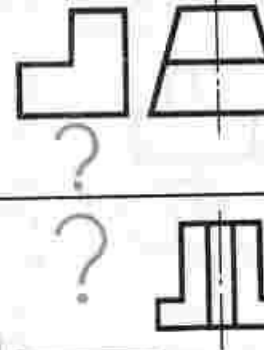
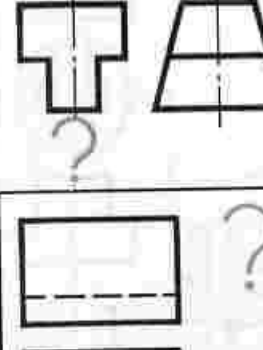
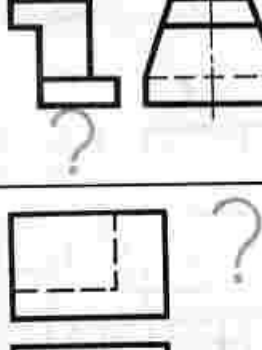
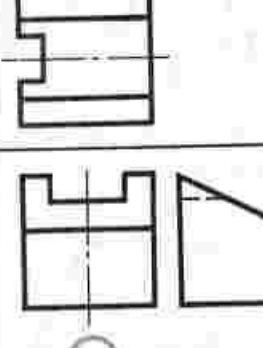
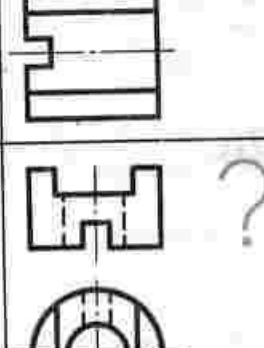
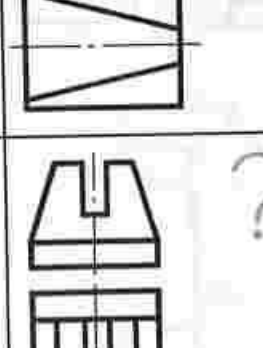
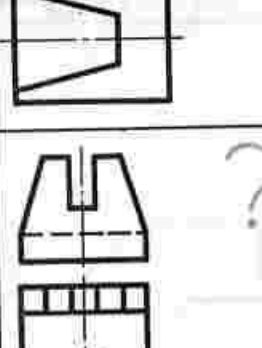
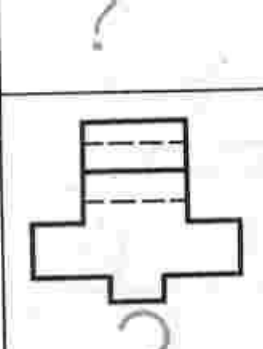
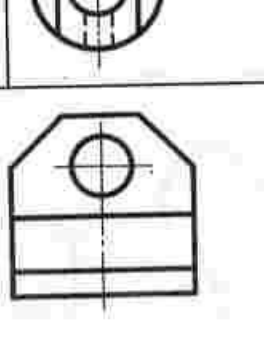
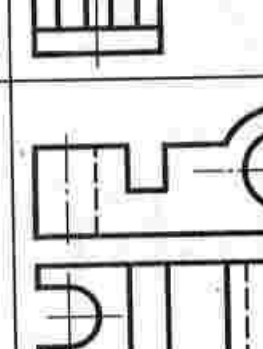
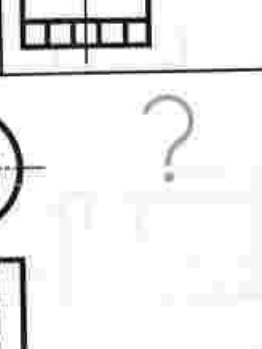




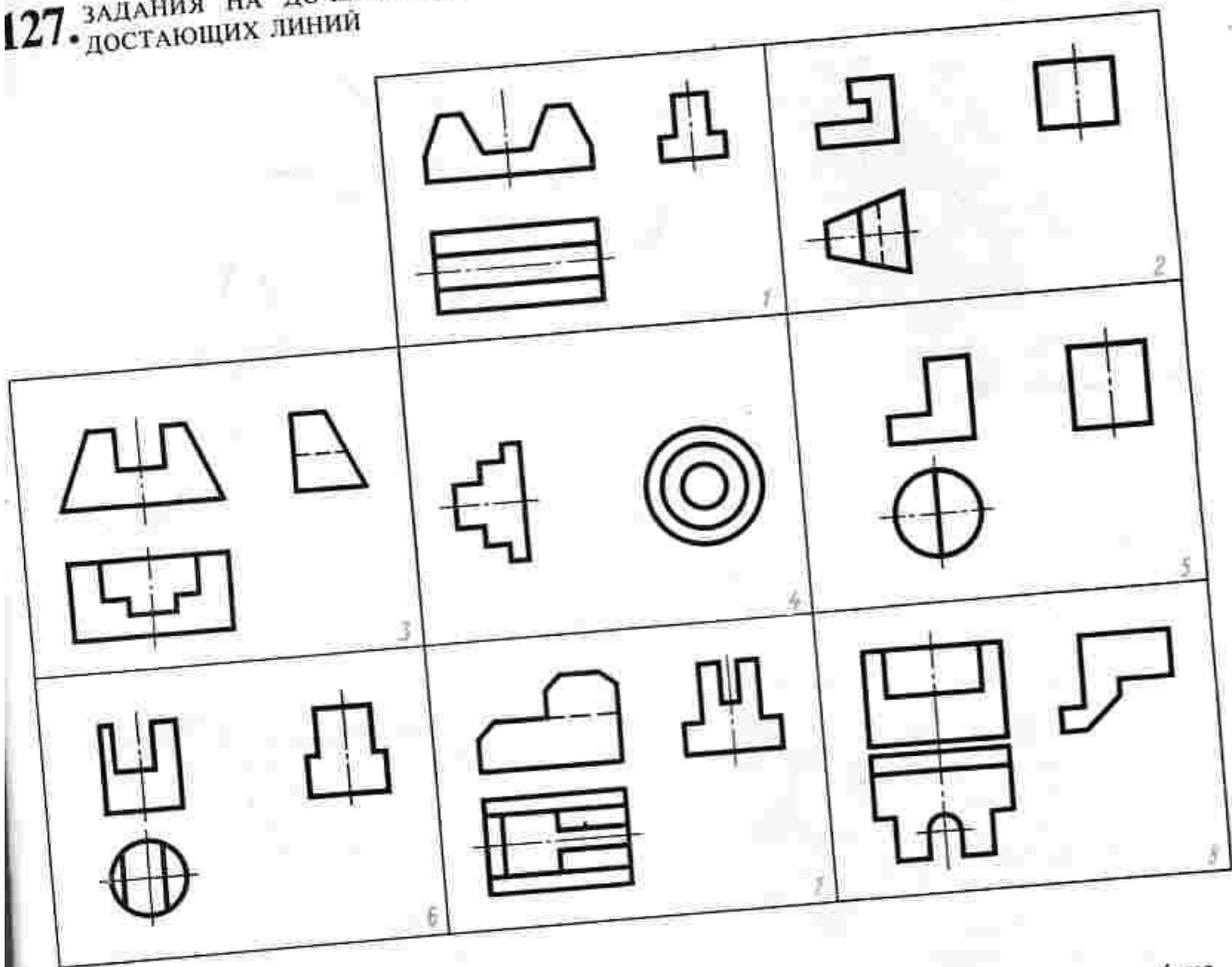
125. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ

126. ЗАДАНИЯ НА ПОСТРОЕНИЕ ТРЕТЬЕЙ ПРОЕКЦИИ ПО ДВУМ ДАННЫМ



126. ПРОДОЛЖЕНИЕ

 <p>1</p>	 <p>2</p>	 <p>3</p>	 <p>4</p>
 <p>5</p>	 <p>6</p>	 <p>7</p>	 <p>8</p>
 <p>9</p>	 <p>10</p>	 <p>11</p>	 <p>12</p>
 <p>13</p>	 <p>14</p>	 <p>15</p>	 <p>16</p>
 <p>17</p>	 <p>18</p>	 <p>19</p>	 <p>20</p>
 <p>21</p>	 <p>22</p>		



§ 33. Способы определения натуральной величины отрезка прямой линии и плоской фигуры

Элементы деталей, наклонные к плоскостям проекций, изображаются на них с искажением размеров и формы.

Однако в некоторых случаях требуется получить на чертеже натуральную величину отрезков прямых линий или плоских фигур, в частности при построении разверток. Натуральные размеры линий и плоских фигур получают на той плоскости проекций, параллельно которой они расположены.

Следовательно, чтобы определить натуральную величину линии или фигуры, надо обеспечить параллельность изображаемого объекта и плоскости проекций. Для этого применяют способ вращения и способ перемены плоскостей проекций.

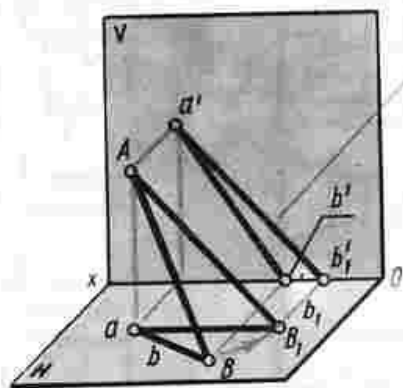
Способ вращения. Сущность этого способа заключается в том, что отрезок прямой линии или плоскую фигуру вращают вокруг выбранной оси, пока она не станет параллельной плоскости проекций.

На рис. 128 показано, как определить способом вращения натуральную длину отрезка AB прямой, наклонной к плоскостям проекций.

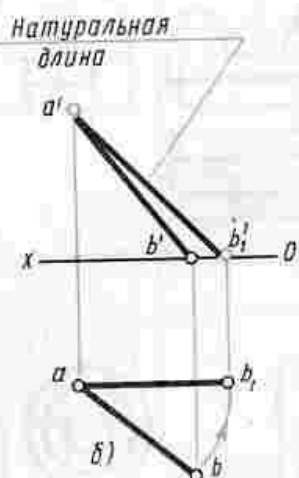
На наглядном изображении (рис. 128, *a*) видно, что отрезок AB прямой не параллелен плоскостям проекций и, следовательно, обе проекции $a'b'$ и ab прямой изображают отрезок AB не в натуральную величину. Повернем отрезок вокруг оси Aa перпендикулярной плоскости H , в направлении, указанном стрелкой, до положения, при котором он станет параллельным плоскости V , т. е. придет в положение, обозначенное AB_1 . Тогда горизонтальная проекция ab линии AB расположится параллельно плоскости V (параллельно оси x) и будет обозначена ab_1 . В этом положении проекция отрезка AB на плоскость V — линия $a'b'_1$ представит собой натуральную величину отрезка AB .

Построение на чертеже начинают с горизонтальной проекции (рис. 128, *b*). Из точки a как из центра радиусом, равным ab описывают дугу окружности bb_1 до пересечения с прямой, проведенной из точки a параллельно оси x . Таким образом, получают новую горизонтальную проекцию точки B — точку b_1 . Фронтальную проекцию b'_1 точки b_1 получают, опустив из нее перпендикуляр на ось x . Соединив прямой точку a' с точкой b'_1 (проекцией точки B после поворота), полу-

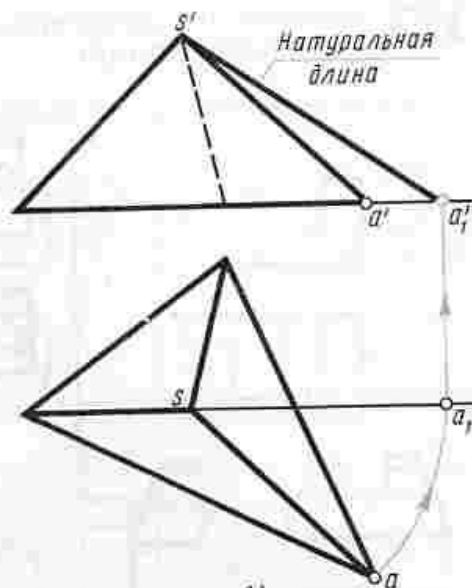
128. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ДЛИНЫ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ СПОСОБОМ ВРАЩЕНИЯ



a)

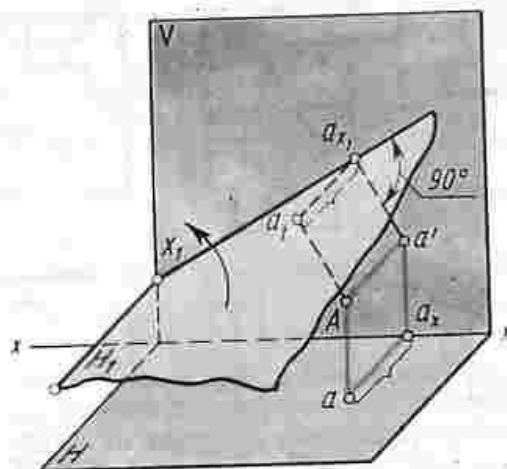


б)

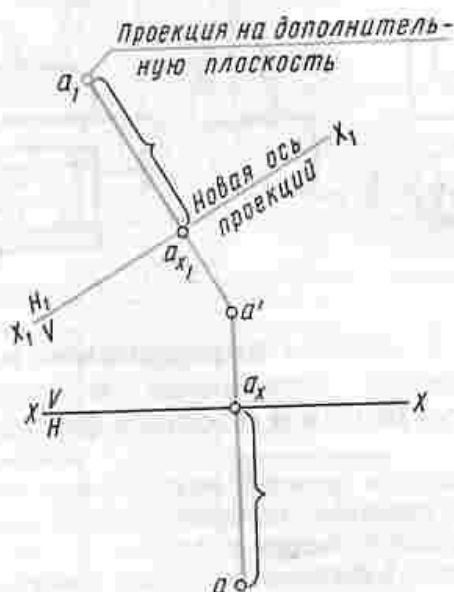


в)

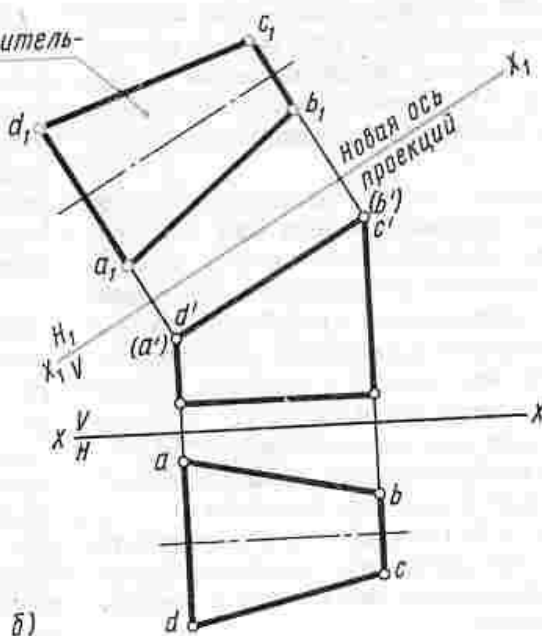
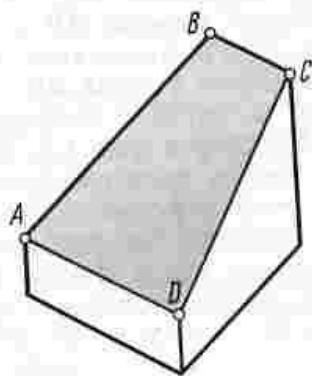
129. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ФИГУРЫ СПОСОБОМ ВРАЩЕНИЯ



a)



Проекция на дополнительную плоскость



б)

чают натуральную длину отрезка AB прямой.

На рис. 128, *в* показано, как данное построение применить к определению натуральной длины ребра треугольной пирамиды.

Способ перемены плоскостей проекций. Способ перемены плоскостей проекций отличается от способа вращения тем, что проецируемая линия или фигура остается неподвижной, а одна из плоскостей проекции — V или H — заменяется новой дополнительной плоскостью, на которую и проецируют изображаемый элемент. Заменим плоскость H новой плоскостью H_1 . Пересечение новой плоскости H_1 с плоскостью V (рис. 129, *а*) дает новую ось проекций, которая обозначается x_1 . Новую систему плоскостей на чертеже будем обозначать H_1/V . Дополнительную плоскость проекций H_1 располагают так, чтобы она была перпендикулярна фронтальной плоскости проекций V (рис. 129, *а*) и параллельна линии или плоскости фигуры, натуральную величину которой нужно определить. Тогда эта линия или фигура спроецируется на дополнительную плоскость без искажений. Новая ось проекций x_1 будет параллельна фронтальной проекции наклонной грани (рис. 129, *б*).

Рассматривая наглядное изображение точки A на рис. 129, *а, б*, можно установить, что при замене горизонтальной плоскости H новой H_1 расстояние новой проекции любой точки до новой оси проекций x_1 будет равно расстоянию прежней горизонтальной проекции этой точки до прежней оси проекций, т. е. расстояние точки A от плоскости V остается неизменным. Этим и пользуются при построении проекций фигур на дополнительную плоскость, которую затем совмещают с плоскостью чертежа.

На рис. 129, *а* точка A спроецирована сначала на плоскости V и H . Получены ее проекции a' и a . Взята дополнительная плоскость H_1 , перпендикулярная плоскости V . Точка A проецировалась на дополнительную плоскость. Для этого из фронтальной проекции a' точки A проведена линия связи, перпендикулярная x_1 , пересечение ее с осью x_1 дало точку a_{x_1} . Затем от точки a_{x_1} отложено расстояние, равное aa_x , и получена искомая проекция a_1 точки A на плоскости проекции H_1 .

Наклонная линия x_1 на чертеже обозначает новую ось проекций. Важно отметить, что фронтальная и новая проекции точки A лежат на одном перпендикуляре к новой оси x_1 .

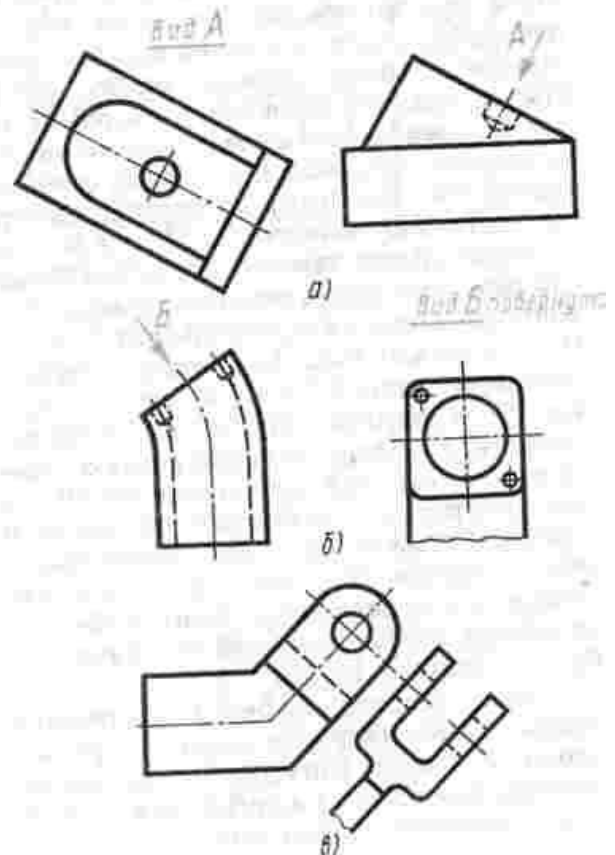
На рис. 129, *б* представлено наглядное изображение четырехугольной призмы, верхняя грань которой наклонна. Чтобы определить натуральную величину этой

наклонной грани, ее спроецировали на дополнительную плоскость. Построение проведено в следующем порядке. Вычерчены фронтальная и горизонтальная проекции призмы. На произвольном расстоянии проведена новая ось проекции x_1 , параллельно фронтальной проекции изображаемой грани. Из фронтальных проекций вершин наклонной грани — точек a', b', c', d' опущены перпендикуляры на новую ось x_1 . На них отложены от новой оси x_1 расстояния, равные расстояниям горизонтальных проекций этих точек от оси x . Соединив последовательно полученные точки a_1, b_1, c_1, d_1 прямыми линиями, получаем натуральную величину грани.

Изображение детали на дополнительной плоскости называют дополнительным видом.

Дополнительный вид отмечают на чертежах надписью *Вид А*, *Вид Б* с тонкой чертой внизу. У связанного с дополнительным видом изображения наносят стрелку, указывающую направление взгляда, с соответствующим надписи буквенным обозначением (рис. 130, *а*) прописной буквой русского алфавита. Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении чертежа. При этом к надписи *Вид А* должно быть добавлено слово *Повернуто*, располагае-

130. РАСПОЛОЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВИДОВ



мое в строчку с надписью (рис. 130, б). Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (рис. 130, в).

§ 34. Построение разверток поверхностей тел

Для изготовления кожухов машин, ограждений станков, вентиляционных устройств, трубопроводов и других изделий необходимо из листового материала вырезать их развертки.

Разверткой поверхности многогранника называют плоскую фигуру, полученную в результате последовательного совмещения с плоскостью чертежа всех граней многогранника.

Построение разверток поверхности многогранников состоит из определения натуральной величины граней и построения на плоскости в последовательном порядке всех граней. Размеры граней, если они спроецированы не в натуральную величину, находят методами вращения или перемены плоскостей проекций, приведенными в предыдущем параграфе.

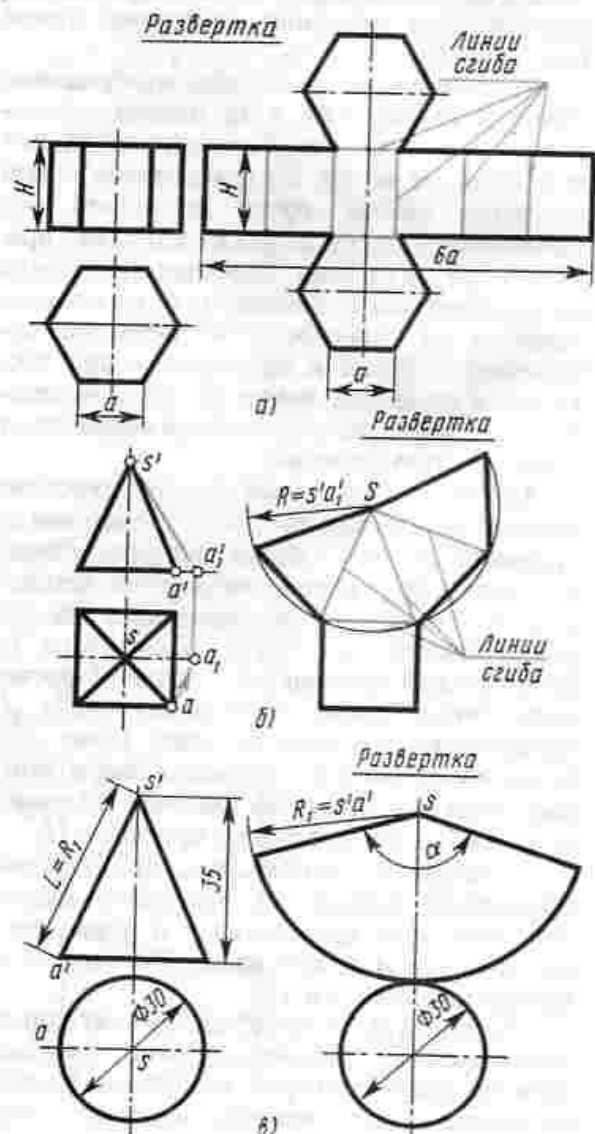
Рассмотрим построение разверток некоторых простейших тел.

Развертка поверхности прямой призмы представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней — прямоугольников и двух равных между собой многоугольников оснований. Для примера взята правильная шестиугольная призма (рис. 131, а). Боковые грани призмы представляют собой равные между собой прямоугольники шириной a и высотой H , а основания — правильные шестиугольники со стороной, равной a . Так как размеры граней нам известны, построение развертки нетрудно выполнить. Для этого на горизонтальной прямой последовательно откладывают шесть отрезков, равных стороне основания a шестиугольника, т. е. $6a$. Из полученных точек восстанавливают перпендикуляры длиной, равной высоте призмы H . Соединяя полученные отрезки, проводят вторую горизонтальную прямую. Полученный прямоугольник ($H \times 6a$) является разверткой боковой поверхности призмы. Затем на одной оси пристраивают фигуру оснований — два шестиугольника со сторонами, равными a . Контур обводят сплошной основной линией, а линии сгиба — сплошной тонкой.

При помощи подобного построения можно вычертить развертки прямых призм с любой фигурой в основании. Разница будет лишь в количестве и ширине граней боковой поверхности.

Развертка поверхности правильной пирамиды представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней — равнобедренных или равносторонних треугольников и правильного многоугольника основания. Для примера взята правильная четырехугольная пирамида (рис. 131, б). Решение задачи осложняется тем, что неизвестна величина боковых граней пирамиды, так как их ребра не параллельны ни одной из плоскостей проекций. Поэтому начинают построение с определения истинной величины ребра SA . Это делают способом вращения (см. рис. 128, в). Определив истинную длину наклонного ребра SA , равную $s'a'_1$, проводят из произвольной точки O как из центра дугу окружности радиусом $s'a'_1$. По этой дуге откладывают четыре отрезка, равных стороне основания пирамиды, которое на чертеже спроецировалось в истинную величину. Найденные точки соединяют прямыми с точкой O . Получив таким образом развертку боковой поверхности, пристраивают к основанию одного из треугольни-

131. ЧЕРТЕЖИ РАЗВЕРТОК ПОВЕРХНОСТЕЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ



ков квадрат, равный основанию пирамиды.

Развертка поверхности прямого кругового конуса представляет собой плоскую фигуру, состоящую из кругового сектора и круга (рис. 131, в).

Построение выполняют следующим образом. Проводят осевую линию и из точки, взятой на ней как из центра очерчивают радиусом R_1 , равным образующей конуса $s'a'$, дугу окружности. В данном примере образующая, подсчитанная по теореме Пифагора, равна приблизительно 38 мм ($L = \sqrt{15^2 + 35^2} = \sqrt{1450} \approx 38$ мм). Затем подсчитывают угол сектора по формуле

$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot R}{L},$$

где R — радиус окружности основания конуса; L — длина образующей боковой поверхности конуса.

В данном примере

$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot 15}{38} \approx 142,2^\circ.$$

Этот угол строят симметрично относительно осевой линии с вершиной в точке S . К полученному сектору пристраивают круг с центром на осевой линии и диаметром, равным диаметру основания конуса.

§ 35. Взаимное пересечение поверхностей геометрических тел

На чертежах деталей машин часто встречаются линии пересечения поверхностей. Поэтому необходимо изучить приемы построения этих линий.

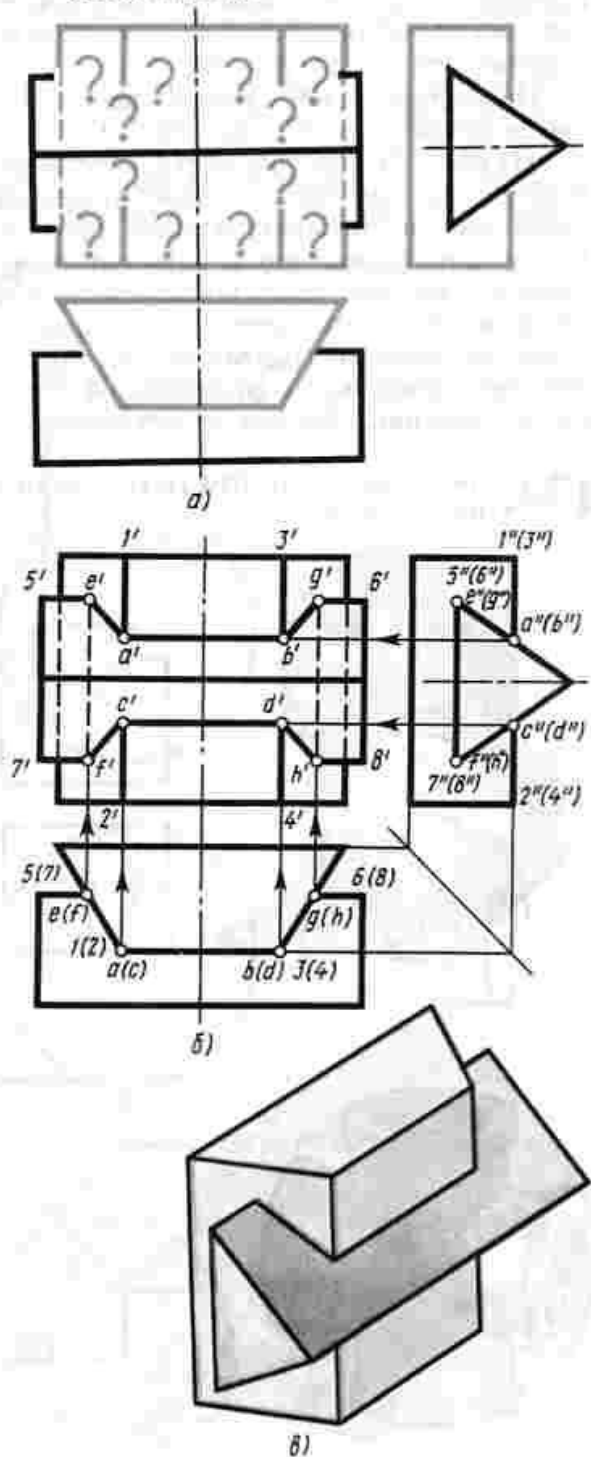
Взаимное пересечение многогранников.

На рис. 132, а приведены три изображения двух пересекающихся призм: четырехугольной и треугольной. Построение фронтальной проекции не закончено: проекция линии пересечения на ней не показана. Требуется ее построить.

Рассматривая горизонтальную и профильную проекции, можно установить, что боковые грани вертикально расположенной призмы перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций, следовательно, проекция линии пересечения на эту плоскость совпадает с проекциями боковых граней, т. е. с отрезками прямых линий. По той же причине профильная проекция линии пересечения совпадает с профильной проекцией граней треугольной призмы. Никаких дополнительных линий на этих проекциях не будет (рис. 132, б). Следовательно, решение задачи сведется к построению фронтальной проекции линии пересечения. Для этого нужно найти точки пересечения ребер первой призмы с гранями второй и ребер второй с гранями первой.

Для облегчения рассуждений вначале определяют ребра каждой из призм, которые не пересекают граней другой. Эти ребра на рис. 132, б не помечены цифрами. Затем, рассматривая профильную и горизонтальную проекции, можно видеть, что ребра 1—2 и 3—4 пересекают наклонные грани треугольной призмы. Места пересечения — точки встречи ребер 1—2 и 3—4 с профильной проекцией треугольной призмы, т. е. a'' , b'' , c'' , d'' — видны на чертеже. Проекция точек, находящихся сзади, заключены в скобки. Горизонтальные проекции a , b , c , d точек A , B , C , D лежат на горизонтальных проекциях ребер 1—2 и 3—4, которые сами изображаются в виде

132. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ДВУХ ПРИЗМ



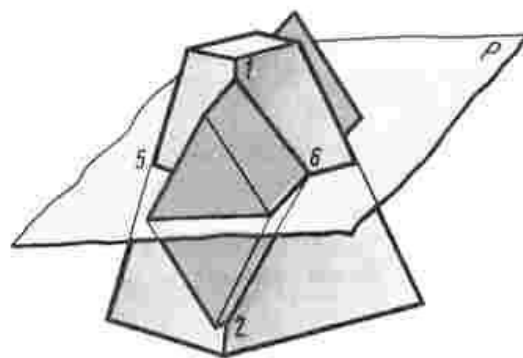
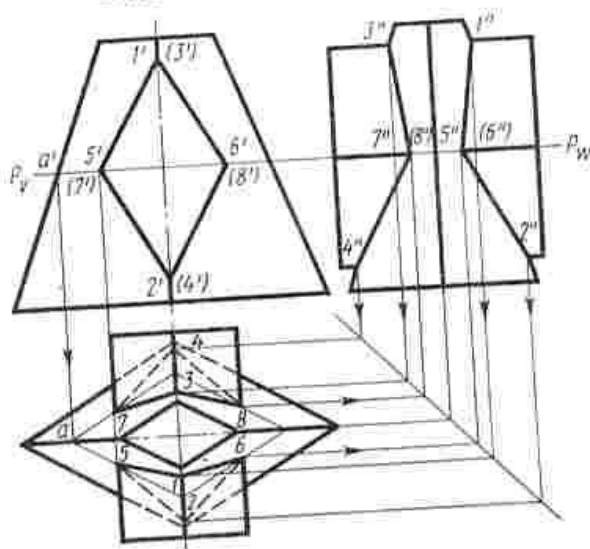
точек. Фронтальные проекции — точки a' , b' , c' , d' — определяют при помощи линий связи. Далее устанавливают, что ребра 5—6 и 7—8 треугольной призмы пересекают грани четырехугольной. Горизонтальные проекции этих точек — точки e , f , g , h — видны на чертеже. Фронтальные проекции точек E , F , G , H находят, проводя линии связи на проекции соответствующих ребер.

Чтобы получить проекцию линии пересечения, нужно соединить полученные точки прямыми. Соединяют те точки, которые лежат на одних и тех же гранях каждой призмы. Следовательно, нужно последовательно соединить точки a' , b' , g' , h' , d' , c' , f' , e' . Отрезки $e'f'$ и $g'h'$ — линии пересечения на фронтальной проекции — невидимы, так как закрыты наклонными гранями треугольной призмы. Поэтому их обводят штриховой линией.

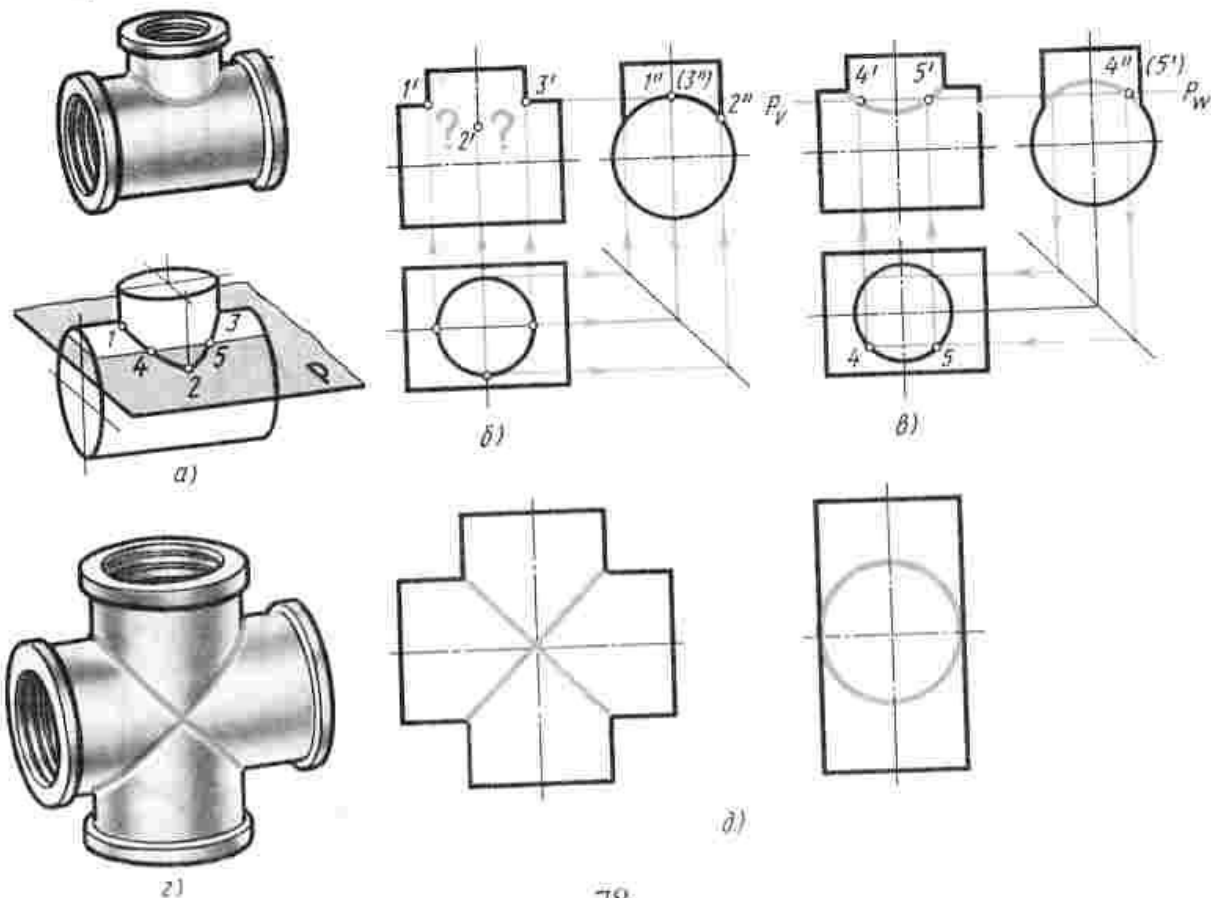
Наглядное изображение пересекающихся призм дано на рис. 132, в.

На рис. 133 показано построение линии пересечения четырехугольной усеченной пирамиды и четырехугольной призмы. Построение выполнено аналогично приведенному на рис. 132. На фронтальной проекции линия пересечения совпадает с проекцией боковых граней призмы, так как они перпендикулярны фронтальной плоскости проекции. Верхнее и нижнее ребра

133. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЫ И УСЕЧЕННОЙ ПИРАМИДЫ



134. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЦИЛИНДРОВ



призмы пересекаются с передним и задним ребрами пирамиды в точках 1, 2, 3, 4, проекции которых 1", 2", 3", 4" находятся в точках пересечения проекции соответствующих ребер. Имея фронтальные и профильные проекции точек 1, 2, 3, 4, находят горизонтальные их проекции при помощи линий связи, как показано стрелками на чертеже. Точки пересечения других двух ребер призмы с гранями пирамиды без дополнительного построения получить нельзя. Чтобы определить эти точки, призму и пирамиду пересекают горизонтальной секущей плоскостью P , как показано на рис. 133. В результате пересечения плоскости P с пирамидой образуется ромб, стороны которого будут параллельны сторонам оснований пирамиды. Его легко построить, перенеся точку a' на горизонтальную плоскость проекций и проведя прямые, параллельные сторонам основания. В результате пересечения плоскостью P призмы образуется прямоугольник, равный размеру горизонтальной проекции призмы. Точки 5, 6, 7, 8 пересечения контуров ромба и прямоугольника и будут искомыми точками линии пересечения обоих тел. Как получить профильные проекции 5", 6", 7", 8" этих точек, показано на чертеже линиями связи со стрелками. В скобках проставлены проекции точек, находящихся сзади. Соединив прямыми проекции точек, лежащих на одних и тех же гранях пирамиды и призмы, т. е. точки 1, 6, 2, 5, точки 3, 8, 4, 7, точки 1", 5", 2" и точки 3", 7", 4", получают проекции линии пересечения. Подробнее об этом способе см. ниже.

Взаимное пересечение тел вращения. На рис. 134 показано построение линии пересечения двух цилиндров разных диаметров. Оси цилиндров взаимно перпендикулярны и пересекаются.

На рис. 134, а изображена деталь (тройник, служащий для соединения труб, и его модель), представляющая собой два пересекающихся цилиндра. Пересекаясь, цилиндрические поверхности образуют пространственную кривую линию. Горизонтальная проекция линии пересечения совпадает с горизонтальной проекцией вертикально расположенного цилиндра, т. е. с окружностью (рис. 134, б). Профильная проекция линии пересечения совпадает с окружностью, являющейся профильной проекцией горизонтально расположенного цилиндра. Отмечают на горизонтальной и профильной проекциях характерные точки 1, 2, 3. По горизонтальной и профильной проекциям точек 1, 2, 3 находят их фронтальные проекции 1', 2', 3'. Таким образом найдены проекции точек, определяющих направление линии перехода.

В ряде случаев такого количества точек недостаточно. Чтобы получить дополнительные точки, можно применить способ вспомогательных секущих плоскостей.

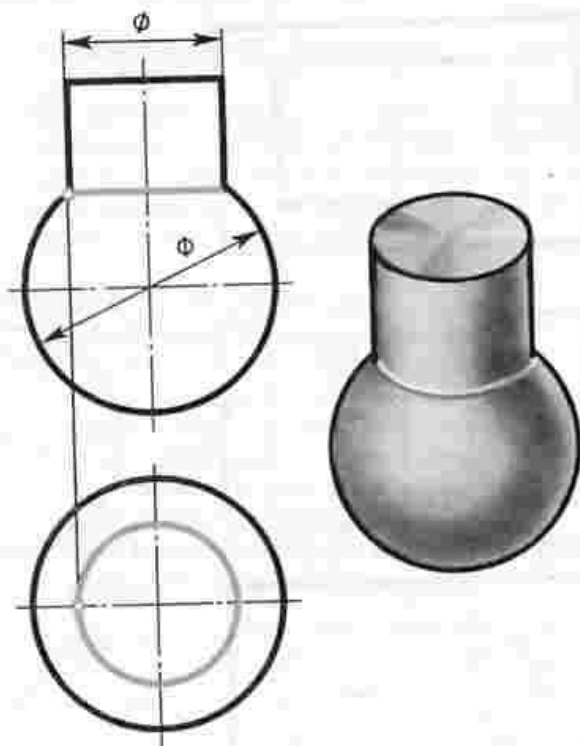
Способ вспомогательных секущих плоскостей. Этот способ заключается в том, что поверхности тел пересекают вспомогательной плоскостью, образующей фигуры сечений, контуры которых пересекаются. Точки, полученные в результате пересечения контуров сечений, являются точками линии пересечения.

В данном случае оба цилиндра пересекают вспомогательной секущей плоскостью P (рис. 134, а, в). При пересечении вертикально расположенного цилиндра образуется окружность, а горизонтально расположенного цилиндра — прямоугольник.

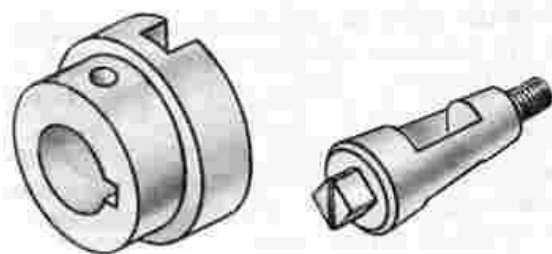
Точки пересечения 4 и 5 окружности и прямоугольника принадлежат обоим цилиндрам и, следовательно, находятся на линии пересечения обоих тел (рис. 134, а).

Отметив профильные, а затем горизонтальные проекции точек 4 и 5, которые лежат на окружностях, находят при помо-

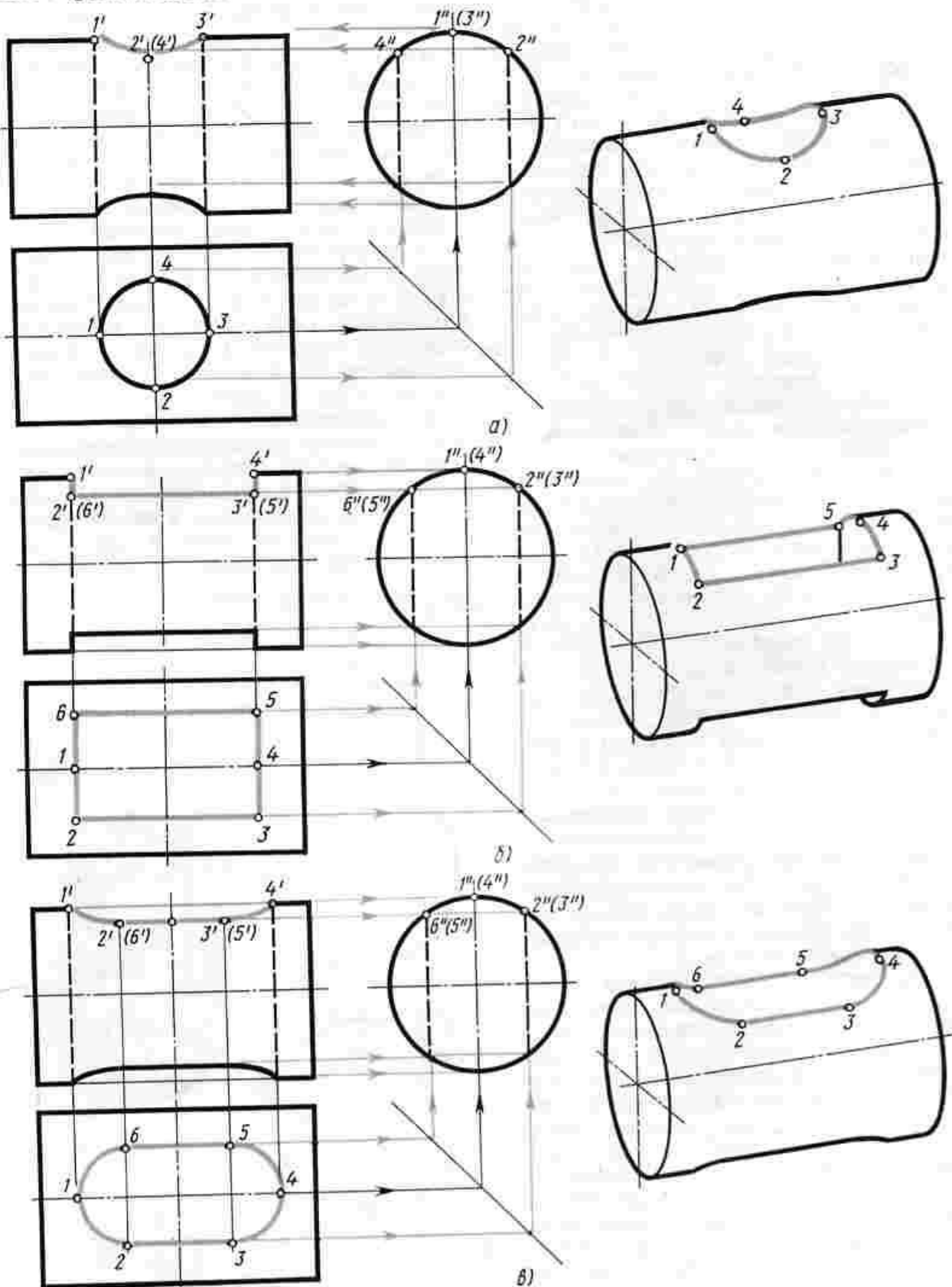
135. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ШАРА И ЦИЛИНДРА



136. ДЕТАЛИ С ОТВЕРСТИЯМИ



137. ЧЕРТЕЖИ ЦИЛИНДРОВ С БОКОВЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ



щи линий связи их фронтальные проекции, как это показано стрелками на рис. 134, в.

Полученные пять точек соединяют плавной кривой.

При необходимости увеличить количество точек, определяющих линию пересечения, проводят еще несколько параллельных секущих плоскостей.

Если оба цилиндра имеют одинаковые диаметры, то одна из проекций их линий пересечения представляет собой пересекающиеся прямые (рис. 134, г, д), а сами линии пересечения — эллипсы.

Линия пересечения шара и прямого кругового цилиндра, ось которого проходит через центр шара, показана на

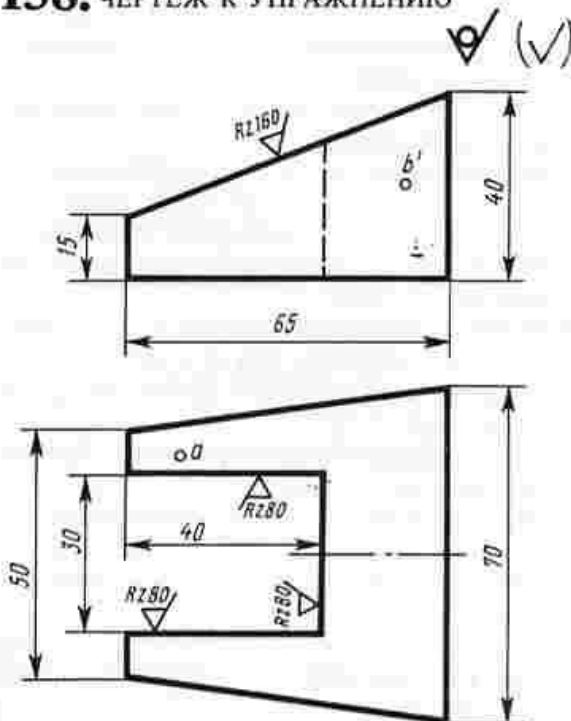
рис. 135. Как видно из чертежа, на одной проекции линия пересечения изображается окружностью, а на другой проецируется в прямую линию.

Проецирование тел с отверстиями.
В технике встречается много деталей, имеющих отверстия цилиндрической, прямоугольной, треугольной или смешанной формы (рис. 136). При пересечении отверстий с поверхностями деталей образуются линии пересечения, форму которых необходимо воспроизвести на чертеже. Задача эта решается в общем виде теми же методами, что и построение линий пересечения геометрических тел. В каждом случае отверстие можно рассматривать как тело, проходящее через данную деталь.

На рис. 137, а показан цилиндр, имеющий отверстие цилиндрической формы. Оси цилиндра и отверстия пересекаются под прямым углом. Линия пересечения изображается кривой. Построение такой линии было показано на рис. 134. На рис. 137, а показано, как получить характерные точки данной кривой.

Линия пересечения цилиндра с отверстием прямоугольной формы в случае пересечения их осей под прямым углом показана на рис. 137, б. Для ее построения на горизонтальной проекции выбраны характерные точки 1, 2, 3, 4, 5, 6. Профильные их проекции 1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6'' лежат на окружности, являющейся проекцией цилиндра. Фронтальные проекции 1', 2', 3', 4', 5', 6' находят по полученным горизонтальным и профильным. Соединив точки 1', 2', 3', 4', 5', 6' прямыми, получают проекцию линии пересечения в виде прямоугольной впадины.

138. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



Проекция линии пересечения с другой стороны отверстия имеет ту же форму.

На рис. 137, в показана линия пересечения цилиндра с отверстием, являющимся комбинацией первых двух. Отверстие образовано четырехугольной призмой и двумя полуцилиндрами. Такую форму имеет шпоночная канавка.

УПРАЖНЕНИЕ 49. Выполните задание (рис. 138). По двум данным проекциям начертите третью. Постройте недостающие проекции точек А и В, заданных своими видимыми проекциями а и в'. Выполните аксонометрическое изображение, проставьте на нем размеры и нанесите точки А и В.

Ответьте на вопросы:

1. Какие виды представлены на чертеже?
2. Чему равны габаритные размеры детали?
3. Каковы размеры прямоугольного паза на детали?
4. Какова шероховатость поверхности, изображенной штриховой линией на главном виде?
5. Нужно ли обрабатывать основания детали и ее боковые стороны?
6. Нужно ли обрабатывать верхнюю наклонную плоскость детали?

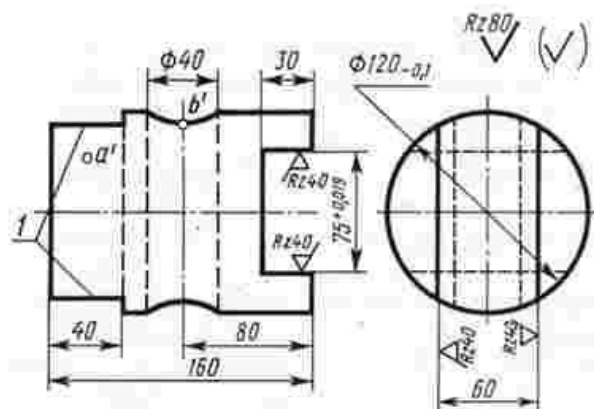
УПРАЖНЕНИЕ 50. Выполните задание (рис. 139).

По данным проекциям детали начертите третью (М 1:2). Постройте две недостающие проекции точки А, лежащей на видимой поверхности детали и заданной своей фронтальной проекцией а'.

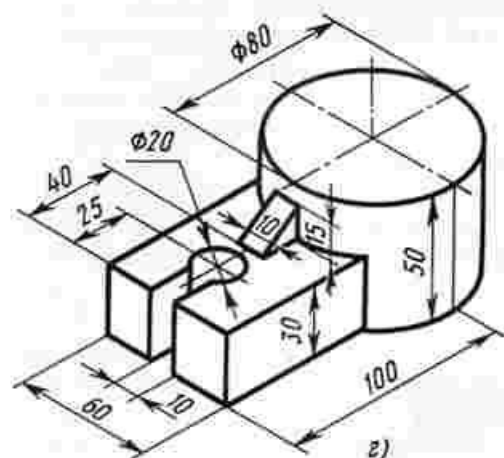
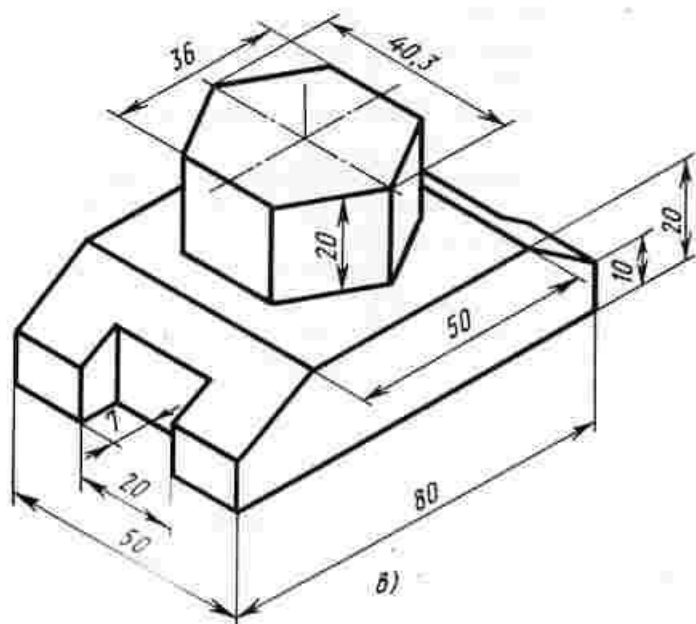
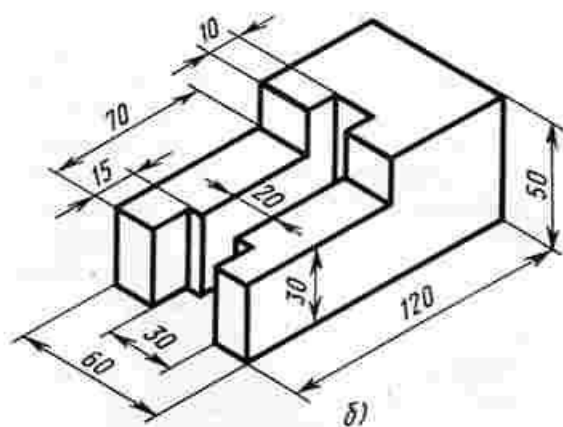
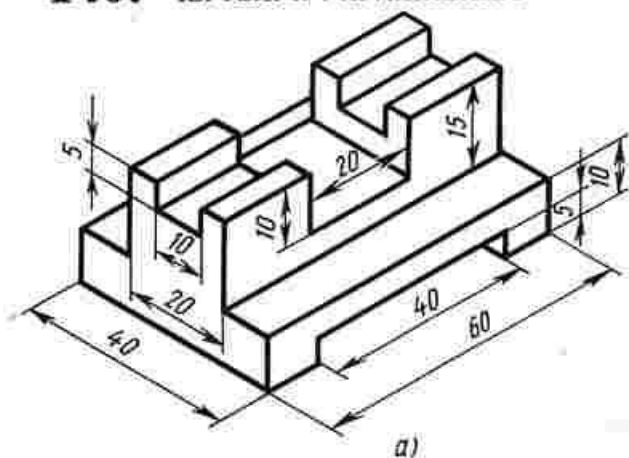
ОТВЕТЬТЕ НА ВОПРОСЫ:

1. Какие виды приведены на чертеже?
2. Какова исходная форма детали?
3. Что обозначают штриховые линии на фронтальной проекции?
4. Что обозначают две вертикальные штриховые линии на профильной проекции? две горизонтальные?
5. Чем вызвано появление на фронтальной проекции двух кривых линий?

139. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



140. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



6. Можно ли без дополнительных построений обозначить на виде слева фронтальную проекцию точки *B*?
7. Каковы габаритные размеры детали?
8. Как определить, где сверлить отверстие диаметром 40 мм?
9. Допустимо ли обточить деталь под размер 119,98 мм?
10. Допустимо ли обточить деталь под размер 119,8 мм? Если нет, то будет ли такой брак исправимым?
11. Допустимо ли паз шириной 60 мм обработать под размер 60_{-0,1}? Если нет, то можно ли такой брак исправить?
12. Нужно ли наносить размер между линиями, обозначенными цифрой 1 в кружке? В результате чего образовались эти линии?
13. Какова должна быть шероховатость большей части поверхностей детали?
14. Какова шероховатость двух параллельных плоскостей в каждом из пазов?

УПРАЖНЕНИЕ 51. По наглядным изображениям деталей, представленным на рис. 140, а, б, в, г, выполните их чертежи в системе прямоугольных проекций.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как располагаются виды на комплексном чертеже?
2. Как обозначают на чертежах дополнительные виды?
3. В виде каких фигур проецируются основные геометрические тела: цилиндр, конус, шар, куб, призма и пирамида?
4. Какова последовательность построения чертежа детали?
5. В какой последовательности определяют три проекции точки, заданной на поверхности предмета одной из своих проекций?
6. Как строится вспомогательная прямая комплексного чертежа?
7. Чем отличается способ вращения от способа перемены плоскостей проекций? Для чего эти способы применяются?
8. В чем состоит способ вспомогательных секущих плоскостей? Когда его применяют?

СЕЧЕНИЯ И РАЗРЕЗЫ

§ 36. Сечения

В гл. I указывалось, что изображения на чертежах в зависимости от их содержания делятся на виды, разрезы и сечения. При помощи видов форма некоторых деталей не выявляется с достаточной полнотой. Например, форма такого распространенного несложного изделия, как гаечный ключ, остается невыясненной при помощи двух видов, данных на рис. 141, *а*. По этим видам нельзя установить, какова поперечная форма ручки, которая может быть и прямоугольной, и овальной, и закругленной на углах. То же самое можно сказать и о плоскогубцах (рис. 141, *б*), поперечная форма губки которых не выявится и третьим видом, так как она изогнута и изменяется по длине. Третий вид, если его выполнить, окажется пересеченным множеством линий, малопонятным и не разъяснит форму детали.

Чтобы показать поперечную форму деталей, пользуются изображениями, называемыми сечениями (рис. 142). Для того чтобы получить сечение, деталь мысленно рассекают воображаемой секущей плоскостью в том месте, где нужно выявить ее форму.

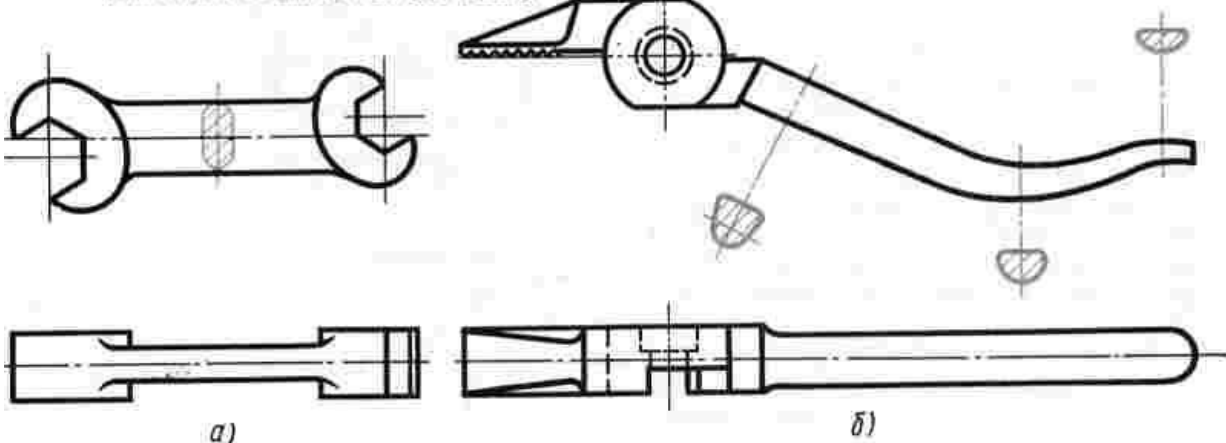
Фигура, полученная в результате рассечения детали секущей плоскостью, изображается на чертеже.

Следовательно, сечением называется изображение фигуры, получающейся при

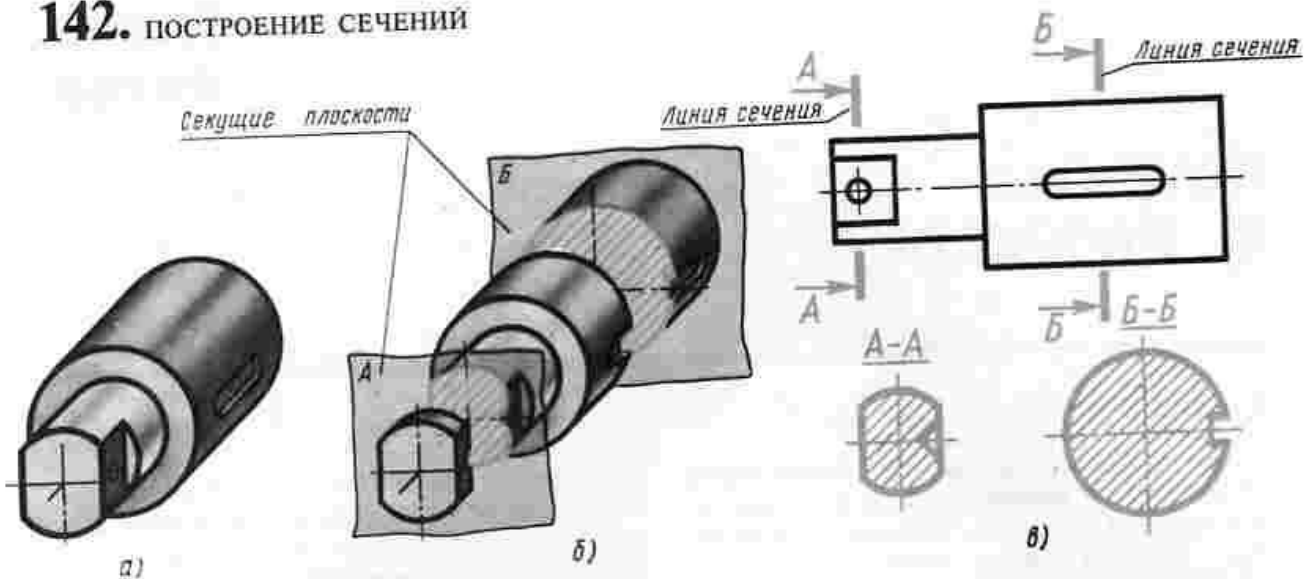
мысленном рассечении предмета плоскостью (или несколькими плоскостями). На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Построение сечений. На рис. 142, *а* изображен ступенчатый вал, имеющий две лыски (плоские срезы с двух сторон) и шпоночную канавку (прямоугольное углубление с полукруглыми концами, предназначенное для шпонки). По чертежу этого вала (рис. 142, *в*) в случае отсутствия сечений было бы трудно определить форму и глубину шпоночной канавки, количество лысок (одна или две) и их форму (плоская или нет). Вид слева поможет ответить на эти вопросы, но будет неясным, так как часть линий на нем совпадет, а шпоночная канавка будет показана штриховой линией, что вызовет затруднения в простановке ее размеров, которые не рекомендуется наносить у невидимого контура. Чтобы сделать чертеж более ясным, строят сечения. Для этого мысленно рассекают вал двумя секущими плоскостями *А* и *Б*, перпендикулярными оси вала (рис. 142, *б*). Плоскость *А* проходит поперек лыски и показывает поперечную форму детали в этом месте. Плоскость *Б*, рассекающая вал поперек шпоночной канавки, выявляет ее глубину и форму. Изобразив на чертеже образо-

141. ДЕТАЛИ, ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФОРМЫ КОТОРЫХ ТРЕБУЮТСЯ СЕЧЕНИЯ



142. ПОСТРОЕНИЕ СЕЧЕНИЙ



вавшиеся плоские фигуры (т. е. только то, что находится в секущей плоскости), получают сечения.

Для ясности чертежа сечения выделяют штриховкой.

Наклонные параллельные прямые линии штриховки проводят под углом 45° к линиям рамки чертежа (рис. 142, 143), а если они совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то под углом 30° или 60° (см. рис. 142).

Расположение сечений. В зависимости от расположения сечения подразделяются на вынесенные и наложенные.

Вынесенными сечениями называются такие, которые располагаются вне контуров изображений, приведенных на чертеже (см. рис. 141, б).

Наложеными сечениями называются такие, которые располагаются непосредственно на видах чертежа (см. рис. 141, а).

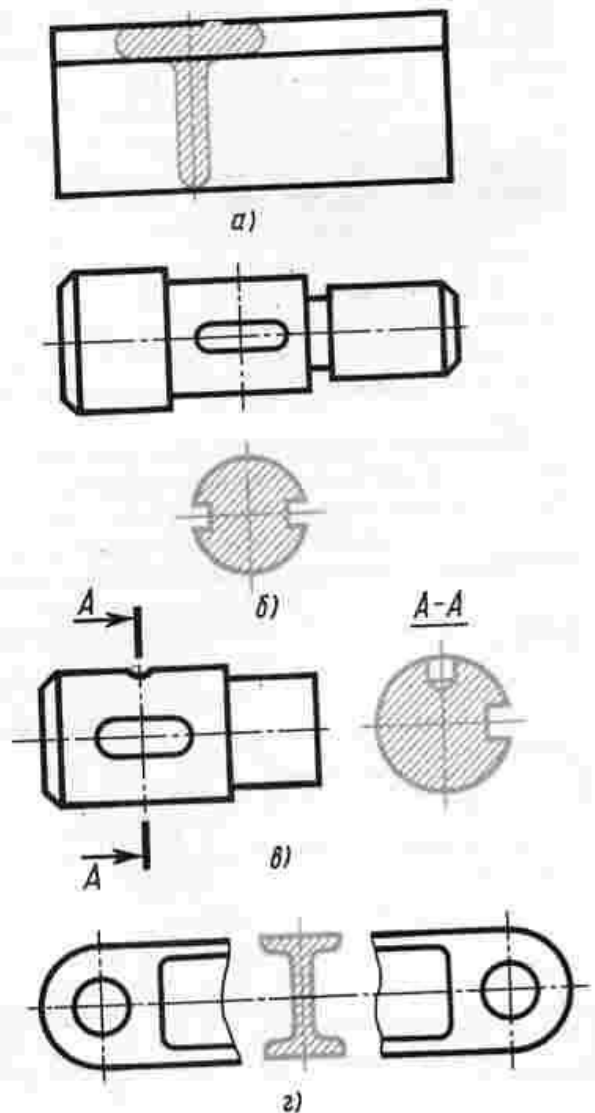
Вынесенным сечениям следует отдавать предпочтение перед наложенными, так как последние затемняют чертеж и неудобны для нанесения размеров.

Контур вынесенного сечения обводится сплошной основной линией такой же толщины (s), как и выбранная для обводки видимого контура изображения.

Контур наложенного сечения обводят сплошной тонкой линией (от $s/2$ до $s/3$). Если при этом сечение закрывает контурные линии вида, то они не прерываются в месте расположения наложенного сечения. Наложное сечение располагают в месте, где проходила секущая плоскость, и непосредственно на самом виде, к которому оно относится (рис. 143, а), т. е. как бы накладывают на изображение, откуда и произошло название «наложенное сечение».

Вынесенное сечение можно располагать на любом месте поля чертежа. Оно может быть помещено непосредственно на

143. РАСПОЛОЖЕНИЕ СЕЧЕНИЙ



продолжении линии сечения (рис. 143, б) или в стороне от этой линии. Вынесенное сечение может быть размещено на месте, предназначенном для одного из видов (рис. 143, в), а также в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 143, з).

Обозначение сечений. Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения.

Ось симметрии наложенного или вынесенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят (рис. 143, а, б; 144, б). Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию (см. рис. 142, в; рис. 144, а, в).

Разомкнутую линию проводят в виде отдельных штрихов, не пересекающих контур соответствующего изображения. Толщина штрихов разомкнутой линии берется в пределах от s до $1\frac{1}{2}s$, а длина их от 8 до 20 мм. На начальном и конечном штрихах перпендикулярно им, на расстоянии 2—3 мм от конца штриха, ставят стрелки, указывающие направление взгляда. Форма, соотношение размеров этих стрелок и взаимное расположение стрелок и разомкнутой линии показаны на рис. 145.

У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. При этом выбирают последовательно начальные буквы алфавита (А, Б, В, Г, Д и т. д.). Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда (см. рис. 144, а, б). Над сечением делается надпись по типу А—А, т. е. двумя одинаковыми буквами, через тире с тонкой чертой внизу.

Если сечение находится в разрыве между частями одного и того же вида, то при симметричной фигуре сечения линию сечения не проводят (см. рис. 143, з).

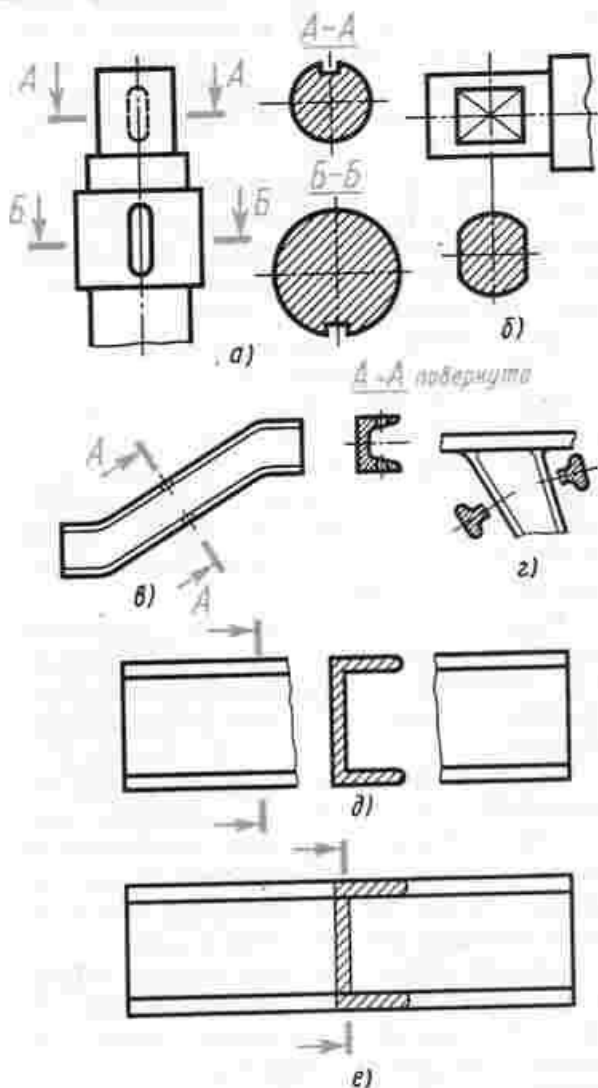
Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (рис. 144, д) или наложенных (см. рис. 144, е), линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

Сечение можно располагать с поворотом. Тогда к надписи должно быть добавлено слово *Повернуто*, располагаемое в строчку с обозначением (см. рис. 144, в).

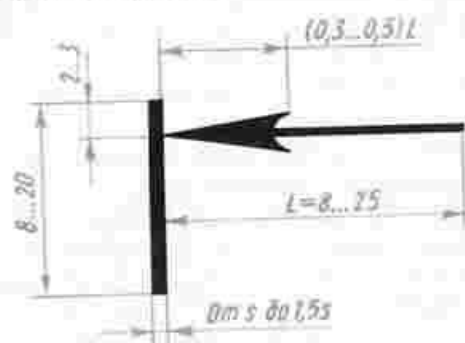
Некоторые правила построения сечений. На чертеже одной детали может быть столько различных сечений, сколько нужно для полного выявления ее формы.

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному и тому же предмету, следует линии сечения обозначать одной и той же буквой и вычерчивать одно сечение (рис. 146).

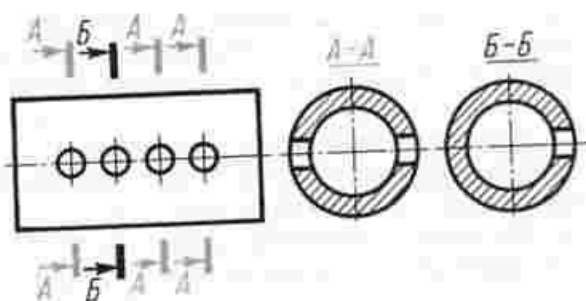
144. ОБОЗНАЧЕНИЕ СЕЧЕНИЙ



145. РАЗМЕРЫ И РАСПОЛОЖЕНИЕ СТРЕЛОК И РАЗОМКНУТОЙ ЛИНИИ



146. ОБОЗНАЧЕНИЕ ОДИНАКОВЫХ СЕЧЕНИЙ



Секущие плоскости следует выбирать так, чтобы получались нормальные сечения (см. рис. 144, в, г). В случае необходимости можно применять не одну, а две и более секущих плоскостей. В этом случае сечение изображают с разрывом (см. рис. 144, з).

Иногда при выполнении сечения секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, которая ограничивает отверстие или углубление; например, через конусообразное углубление или цилиндрические сквозные отверстия (рис. 147). В этом случае на фигуре сечения контур отверстия или углубления показывают полностью. Однако нужно заметить, что это относится к изображениям отверстий и углублений цилиндрической, конической и шарообразной формы и не распространяется на изображение в сечении шпоночной канавки.

Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрывы.

Сечение обычно выполняют в том же масштабе, что и вид, к которому оно относится. Тогда отверстия, углубления и другие элементы, находящиеся на фигуре сечения, будут тех же размеров, что и на видах чертежа (см. рис. 142 и 143).

Сечение должно по построению и расположению соответствовать направлению, указанному стрелками. Выбирать направление проецирования для несимметричных сечений рекомендуется, исходя из следующего. Если линия сечения расположена вертикально, сечение обычно совмещается с плоскостью чертежа вращением слева направо (см. рис. 142, в; 143, в; 146; 147); если же линия сечения проходит горизонтально, то вращением «на себя» (см. рис. 144, а).

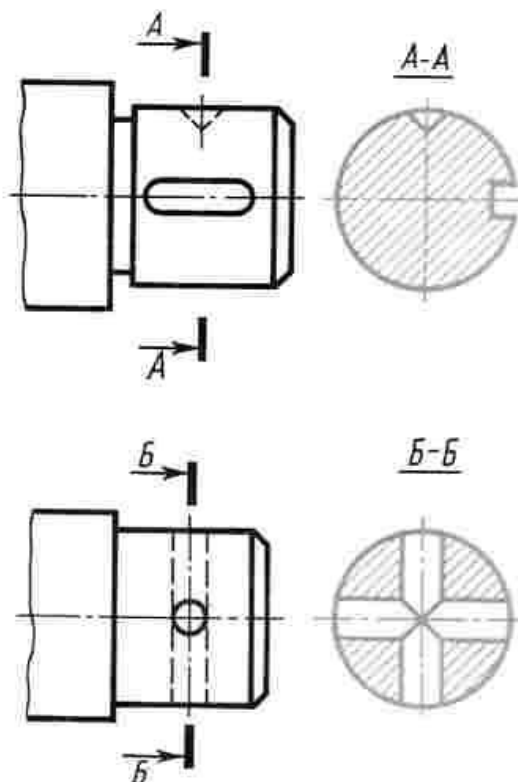
Невыполнение этих условий приводит к ошибкам, показанным на рис. 148. Ошибка на сечении, под которым сделана надпись *Неправильно*, заключается в следующем: не выдержан масштаб; канавка на сечении изображена слева, что не соответствует выбранному направлению проецирования (она должна быть расположена справа, так как находится на детали спереди); над сечением отсутствует надпись *A—A*.

На сечениях наносят необходимые размеры, например ширину и глубину шпоночной канавки, диаметр и глубину углублений и др.

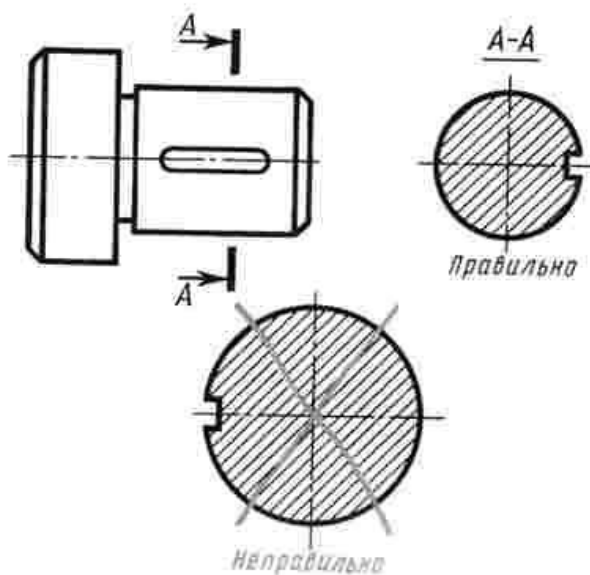
Чтение чертежей с сечениями. Для примера рассмотрим чертеж с сечениями, представленный на рис. 149.

На чертеже выполнен один вид детали. Расположенное на месте вида слева изо-

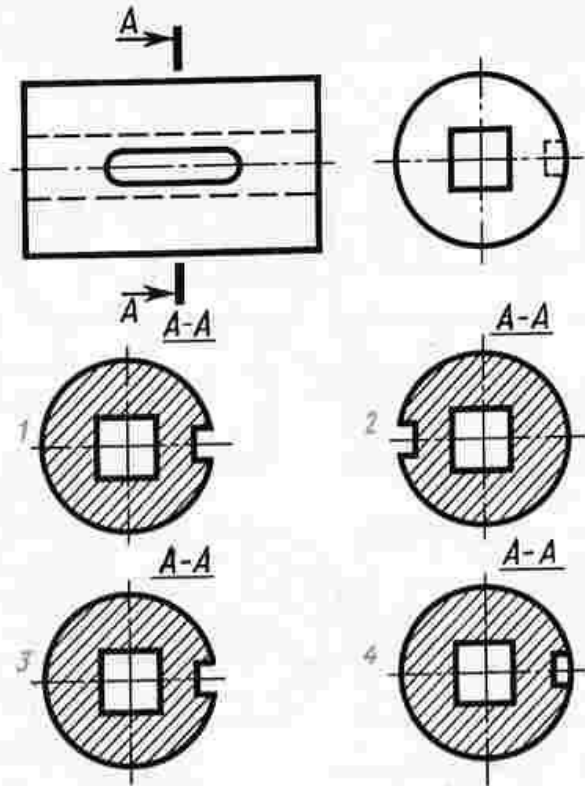
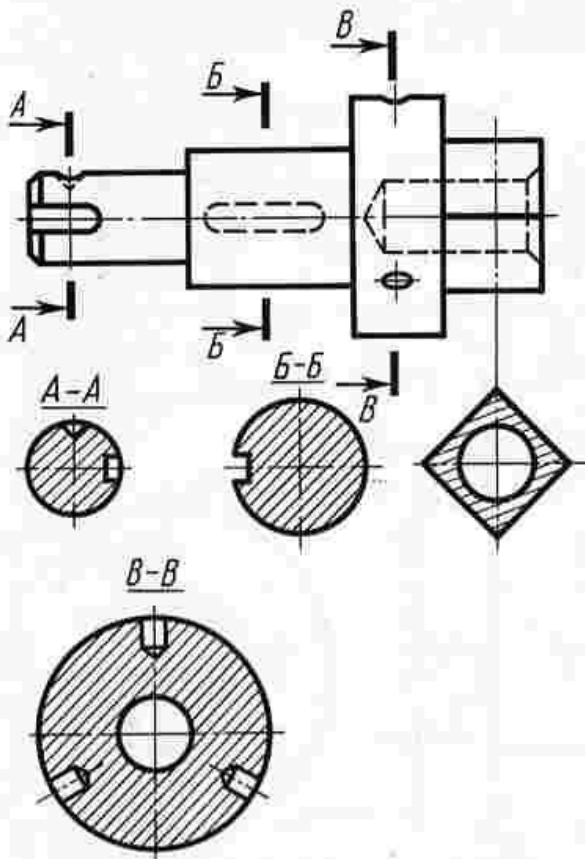
147. ПРИМЕРЫ СЕЧЕНИЙ, КОГДА КОНТУР ОТВЕРСТИЯ ИЛИ УГЛУБЛЕНИЯ ПОКАЗЫВАЕТСЯ ПОЛНОСТЬЮ



148. ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ ПРИ ВЫЧЕРЧИВАНИИ СЕЧЕНИЙ



бражение является сечением *B—B*, на что указывают надпись и штриховка. Однако несмотря на наличие лишь одного вида, форма детали и ее отдельных элементов может быть легко установлена. Рассматривая деталь слева направо, можно установить, что первая, вторая и третья ее ступени имеют цилиндрическую форму, а последняя — форму правильной четырехугольной призмы. Установить это помогают четыре сечения, данные на чертеже.



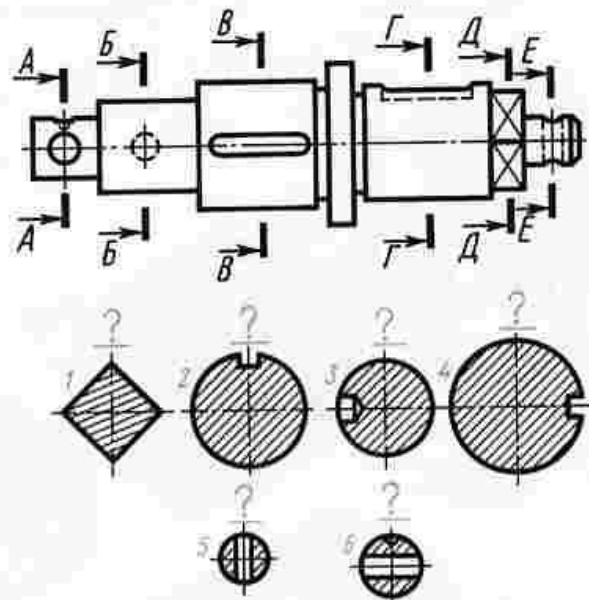
Надпись над сечением А—А показывает, что оно относится к первому цилиндрическому элементу детали, который имеет канавку прямоугольной формы и коническое углубление. Ширина и глубина канавки и углубления видны на сечении. Канавка прорезана только на видимой по чертежу стороне детали. Это мы определяем по ее отсутствию на левой части круга, изображающего сечение.

Сечение Б—Б содержит прямоугольный вырез с левой стороны, который показывает форму, ширину и глубину шпоночной канавки. Канавка изображена с левой стороны, так как на детали она находится сзади, о чем можно судить и по тому, что она показана штриховой линией на главном виде.

Часть детали, имеющая наибольший диаметр, содержит три цилиндрических отверстия, расположенных под углом 120°. Глубина, диаметр и направление осей отверстий определяются по сечению В—В. Важно заметить, что контур сечения в месте пересечения с этими отверстиями не прерван, так как они имеют цилиндрическую форму. В центре сечения В—В показано цилиндрическое отверстие, идущее вдоль оси детали.

Сечение квадратной формы не имеет надписи. На месте линии сечения проведена тонкая штрихпунктирная линия без стрелок и букв. Отсутствие стрелок, букв и

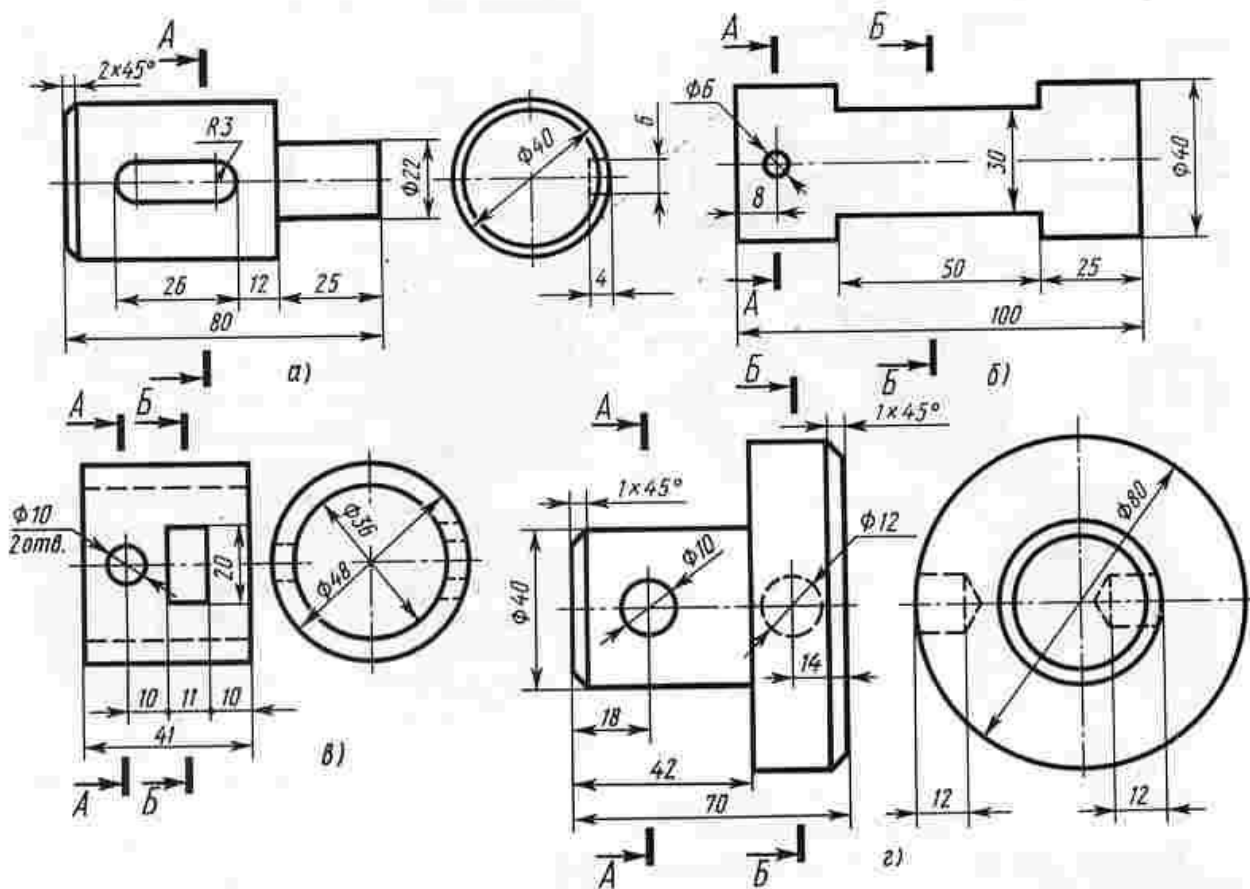
151. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



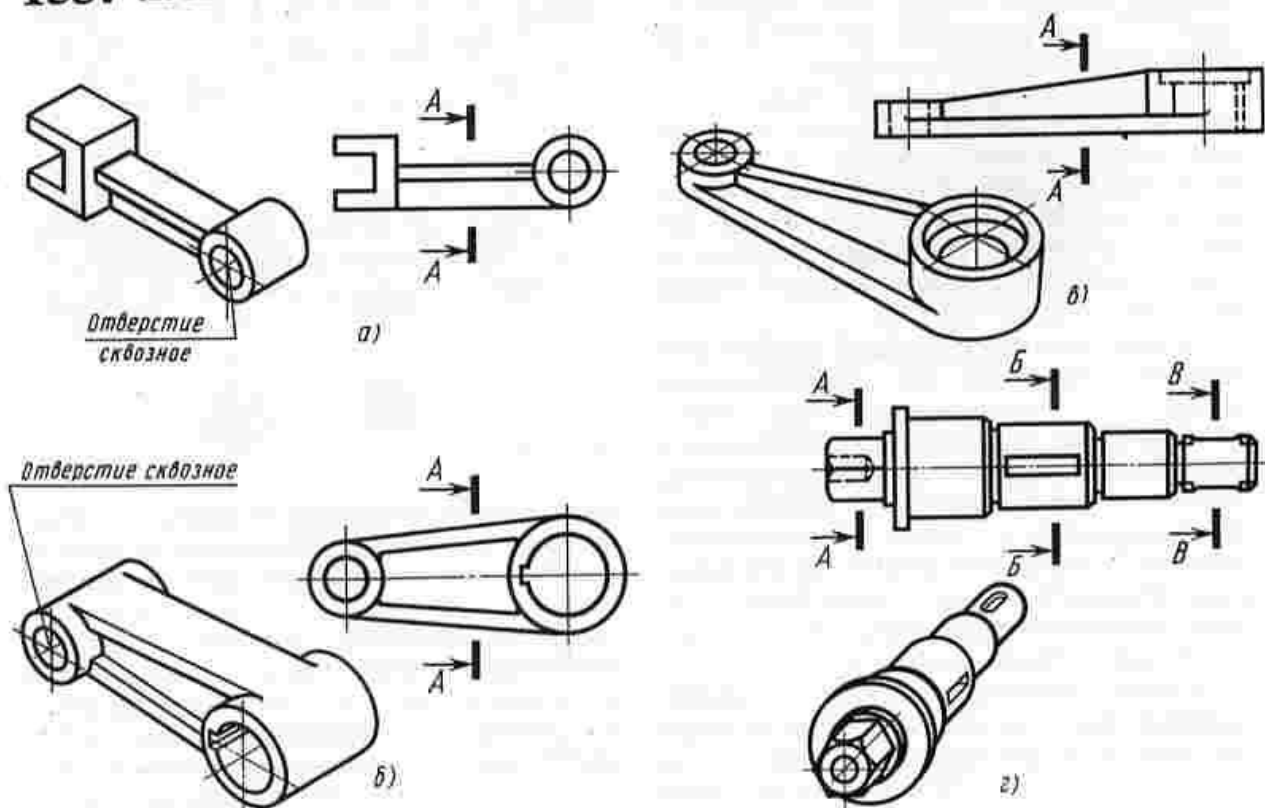
надписи над квадратным сечением объясняется тем, что сечение симметричное и его ось симметрии совпадает с линией сечения.

В центре этого сечения изображен незаштрихованный круг, показывающий цилиндрическое отверстие вдоль оси детали. Сечение заштриховано под углом 30°, а не 45°, иначе линии штриховки совпали бы с контуром сечения, что не рекомендуется.

152. ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ СЕЧЕНИЙ



153. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



УПРАЖНЕНИЕ 52. На рис. 150 даны два вида детали. Требовалось выполнить сечение А—А. Вычерчены четыре вынесенных сечения А—А (1, 2, 3 и 4), являющихся вариантами ответов. Из четырех ответов верен лишь один. Запишите его номер в рабочей тетради. Укажите, в чем ошибки остальных ответов.

УПРАЖНЕНИЕ 53. На рис. 151 даны главный вид и шесть сечений. Буквы, указывающие, к какому элементу детали относится сечение, над ними не проставлены, а заменены вопросительными знаками. Запишите в рабочей тетради, к какому месту детали, обозначенному буквами А—А, Б—Б и т. д., относятся сечения, обозначенные цифрами 1, 2, 3 и т. д.

УПРАЖНЕНИЕ 54. 1. Во всех представленных на рис. 152, а—г заданиях постройте сечения плоскостями, отмеченными буквами.
2. По наглядным изображениям деталей и одному из видов выполните сечения в местах, отмеченных буквами (рис. 153, а—г).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каков изображение называют сечением?
2. Для чего применяют на чертежах сечения?
3. Как называются сечения в зависимости от их расположения на чертежах?
4. Линиями какой толщины обводят наложенные и вынесенные сечения?
5. В каких случаях сечения сопровождаются надписью? Какие буквы используют для этих надписей?
6. Как поступают при обводке контура сечения, если в плоскость сечения попало углубление, представляющее собой форму тела вращения?

§ 37. Построение разрезов

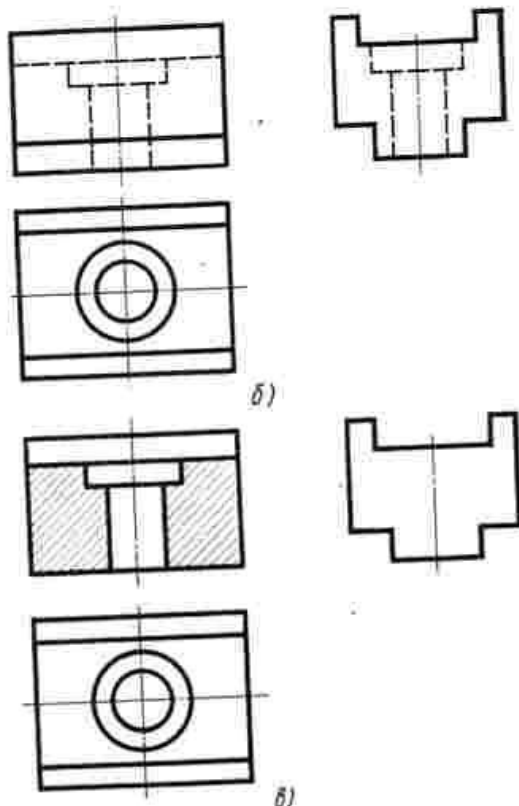
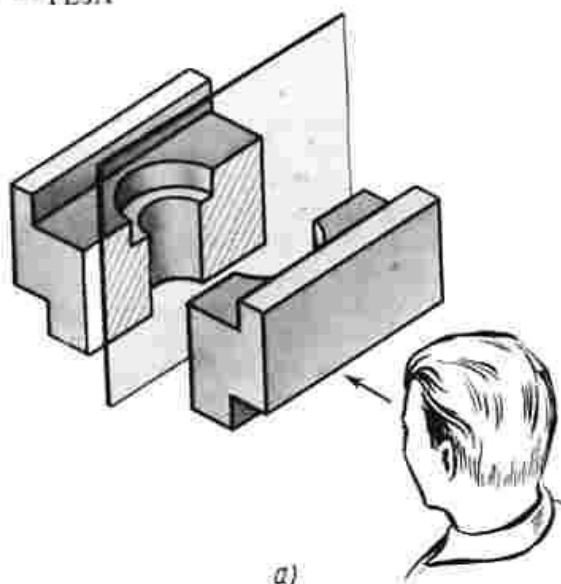
Внутренние очертания полых предметов на чертежах можно показать штриховыми линиями. Форма детали часто требует значительного количества таких линий, которые, пересекаясь с контурами и между собой, затрудняют понимание чертежа. Чтобы избежать этого, яснее показать внутреннее устройство детали, применяют изображения, называемые разрезом. Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного плоскостью (или несколькими плоскостями). На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено на ней. Иными словами, разрез состоит из сечения и изображения того, что расположено за секущей плоскостью.

На рис. 154, а изображена деталь, внутреннее устройство которой нужно выявить при помощи разреза. На рис. 154, б

даны три вида этой детали. На рис. 154, в в виде прямоугольный паз и цилиндрическое ступенчатое отверстие показаны штриховыми линиями.

На рис. 154, в вычерчен разрез, полученный следующим образом. Секущей плоскостью, параллельной фронтальной плоскости проекций, деталь мысленно рассечена вдоль своей оси, проходящей через прямоугольный паз и цилиндрическое ступенчатое отверстие, расположенное в центре детали. Затем мысленно удалена передняя половина детали, находящаяся между глазом наблюдателя и секущей плоскостью, а оставшаяся половина

154. ПОСТРОЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАЗРЕЗА



изображена полностью, т. е. показано то, что получилось в секущей плоскости (сечение), и то, что находится за секущей плоскостью. Разрез помещен на месте главного вида.

Сравнивая рис. 154, б и в, можно заметить следующее:

штриховые линии, которыми на главном виде были изображены прямоугольный паз и цилиндрическое ступенчатое отверстие, обведены сплошными основными линиями, так как они стали в результате мысленного рассечения детали видимыми;

проходившая вдоль главного вида сплошная основная линия, изображающая находящийся спереди срез, отпала вовсе, так как передняя половина детали не изображается;

на разрезе штриховкой выделено сечение;

штриховка наносится только в том месте, где секущая плоскость рассекает материал детали. По этой причине поверхности цилиндрического ступенчатого отверстия и прямоугольного паза не заштрихованы, так как они расположены за секущей плоскостью;

при изображении цилиндрического ступенчатого отверстия проведена сплошная основная линия, изображающая на фронтальной плоскости проекций горизонтальную плоскость, ограничивающую глубину большего отверстия;

разрез, помещенный на месте главного изображения, никак не отражается на виде сверху и виде слева.

Таким образом, при выполнении разрезов на чертежах невидимые ранее внутренние очертания, изображаемые штриховыми линиями, обводятся сплошными основными линиями;

сплошные основные линии, изображающие элементы детали, находящиеся на части детали, расположенной перед секущей плоскостью, не проводят;

фигуру сечения, входящего в разрез, заштриховывают;

мысленное рассечение предмета должно относиться только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета.

Различие между сечением и разрезом. Между сечением и разрезом при одной и той же секущей плоскости есть разница. Это видно из сравнения изображений I и II, приведенных на рис. 155. На изображении I представлен разрез детали, а на изображении II — сечение. Как видно из чертежа, в сечении изображено лишь то, что находится в самой секущей плоскости. На разрезе помимо этого показано и то, что находится за секущей плоскостью.

Наложённая проекция*. При построении разреза часть детали, находящаяся перед секущей плоскостью, т. е. между глазом наблюдателя и этой плоскостью, не изображается. Однако в отдельных случаях форма детали такова, что нужно показать какой-либо ее элемент, находящийся на этой передней, не изображаемой на разрезе части. Например, на рис. 156 изображена деталь, на передней стенке которой имеется выступ. Если при выполнении разреза его не показать, форма детали будет неясна. Чтобы показать этот выступ на разрезе, его изображают, используя для этого утолщенную штрихпунктирную линию (см. рис. 156), установленную ГОСТ 2.303—68 для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью (для так называемой наложенной проекции).

Толщина этой штрихпунктирной линии выбирается в пределах от $s/2$ до $2/3s$, а длина штрихов — от 3 до 8 мм.

§ 38. Классификация разрезов

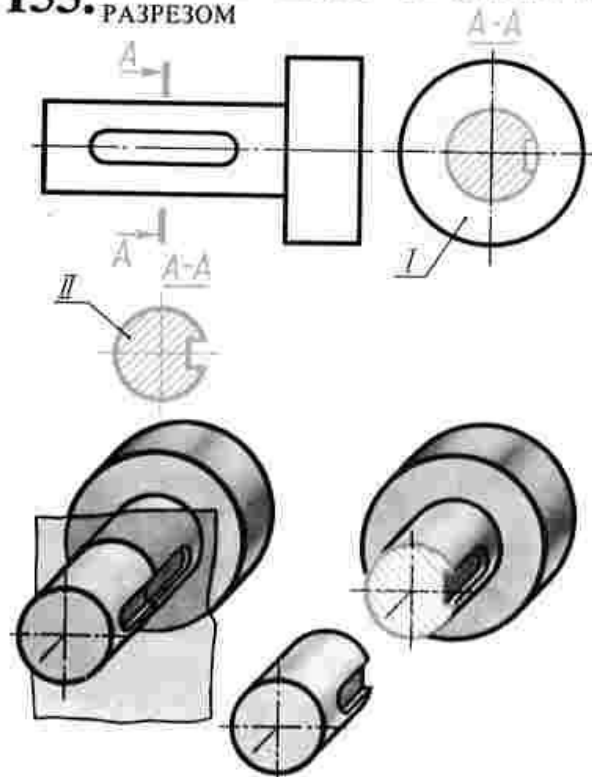
В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на простые и сложные.

Простым называется разрез при одной секущей плоскости (см. рис. 154, в).

Сложным называется разрез при двух секущих плоскостях и более (см. § 43).

* По СТ СЭВ 363—76 наложенная проекция может применяться только на строительных чертежах.

155. РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ СЕЧЕНИЕМ И РАЗРЕЗОМ

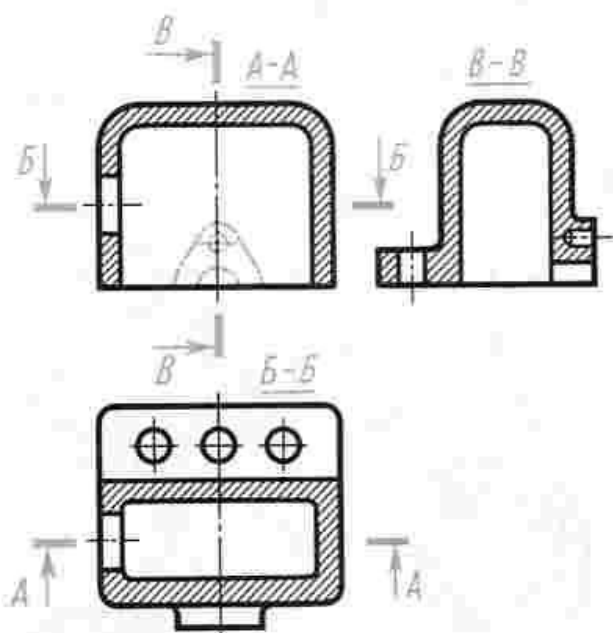


В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы подразделяются на вертикальные, горизонтальные и наклонные.

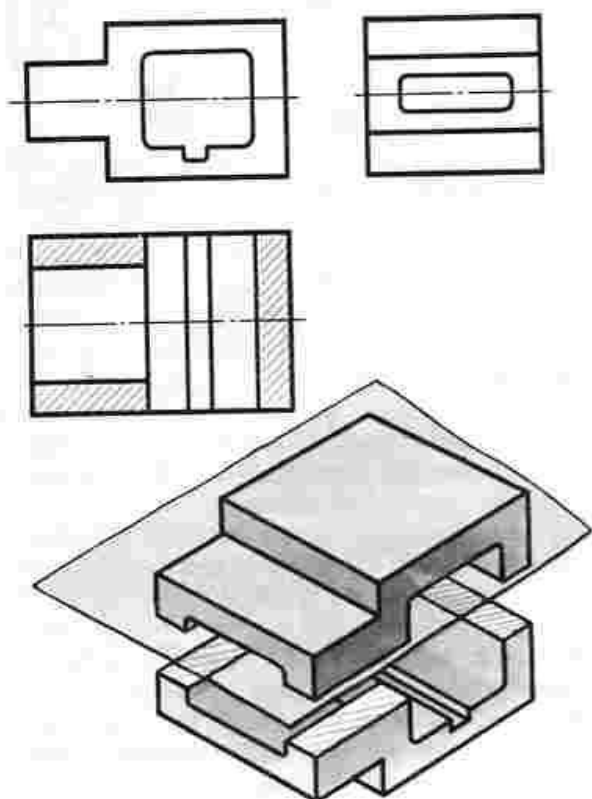
Вертикальным называется разрез при секущей плоскости, перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций (см. рис. 154 и 159).

Горизонтальным называется разрез при секущей плоскости, параллель-

156. ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖЕ ЭЛЕМЕНТА, РАСПОЛОЖЕННОГО ПЕРЕД СЕКУЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ



157. ПОСТРОЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАЗРЕЗА



ной горизонтальной плоскости проекций (рис. 157).

Наклонным называется разрез при секущей плоскости, составляющей с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого (рис. 158).

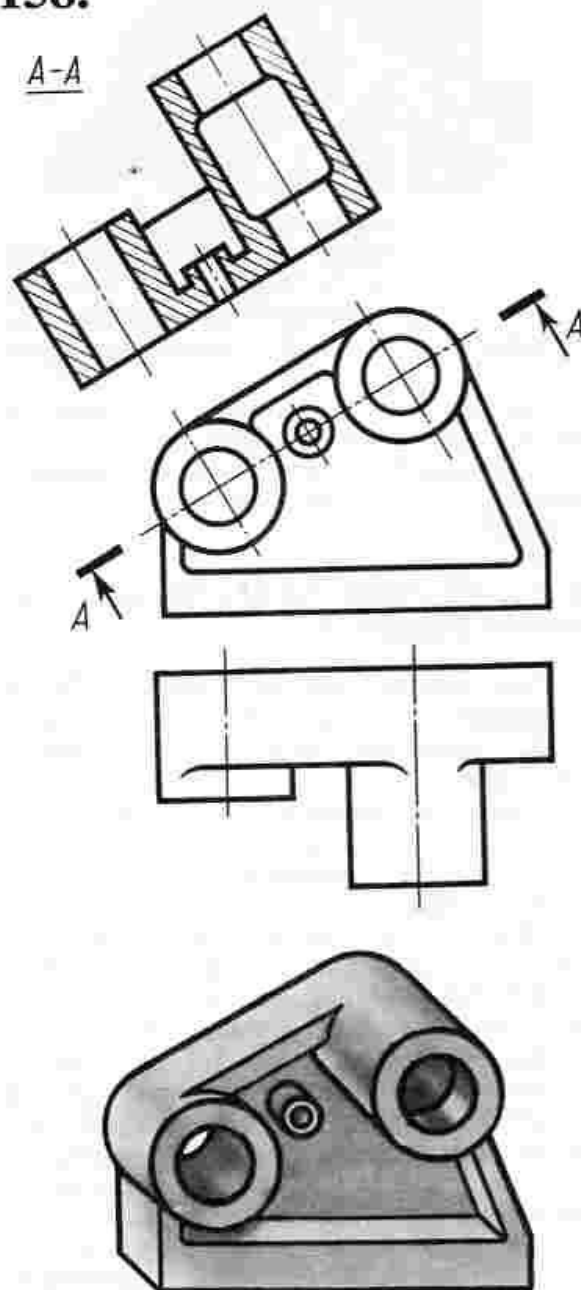
Вертикально расположенная секущая плоскость может быть параллельна фронтальной или профильной плоскости проекций, образуя при этом соответственно фронтальный или профильный разрез.

Вертикальный разрез при секущей плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций, называется фронтальным разрезом (см. рис. 154, в).

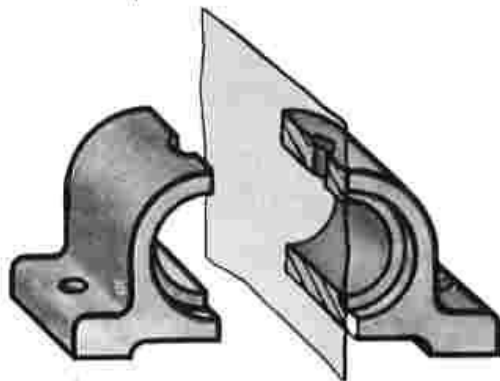
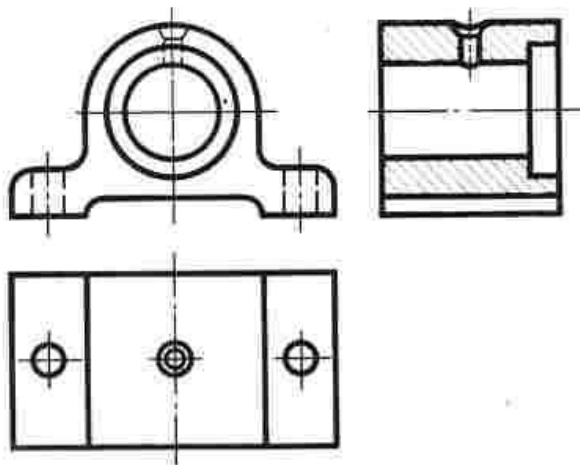
Вертикальный разрез при секущей плоскости, параллельной профильной плоскости проекций, называется профильным разрезом (рис. 159).

Разрезы называются продольными, если секущие плоскости направ-

158. ПОСТРОЕНИЕ НАКЛОННОГО РАЗРЕЗА



159. ПОСТРОЕНИЕ ПРОФИЛЬНОГО РАЗРЕЗА



лены вдоль длины или высоты предмета (см. рис. 154, в), и поперечными, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета (см. рис. 155).

Местным разрезом называется разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном ограниченном месте (местный разрез описан в § 40).

§ 39. Расположение и обозначение разрезов

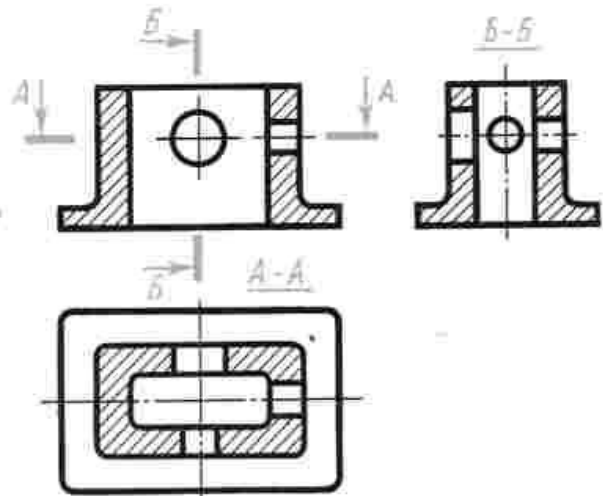
На одном чертеже может быть несколько разрезов, например фронтальный, горизонтальный и профильный (рис. 160).

При определении количества необходимых разрезов стремятся дать наименьшее их количество, обеспечив при этом достаточную ясность чертежа.

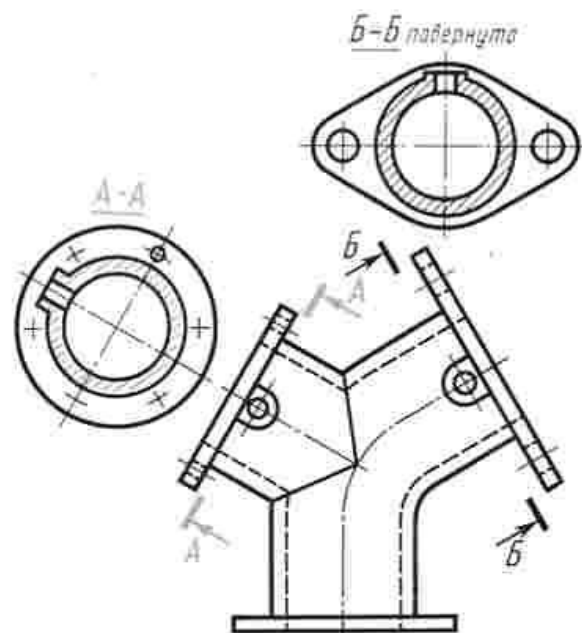
Фронтальный разрез обычно располагают на месте главного вида, профильный — на месте вида слева, а горизонтальный — на месте вида сверху.

Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом и соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение

160. ЧЕРТЕЖ С РАЗЛИЧНЫМИ РАЗРЕЗАМИ



161. РАСПОЛОЖЕНИЕ РАЗРЕЗОВ



секущей плоскости и самый разрез не сопровождаются надписью (см. рис. 154, в; 157; 159).

В остальных случаях положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения (см. рис. 156). Для линии сечения применяют разомкнутую линию. На начальном и конечном штрихах ее наносят стрелки, указывающие направление взгляда. Начальный и конечный штрихи разомкнутой линии не должны пересекать контур изображения.

У начала и конца линии сечения ставится одна и та же прописная буква русского алфавита, например А—А; Б—Б и т. д. Подбирают и наносят на чертеже буквы так же, как и для сечений. Буквы у линий сечения и у стрелок должны быть большего размера, чем цифры размерных чисел на том же чертеже. Разрез должен быть отмечен надписью по типу А—А

(всегда двумя буквами через тире, с тонкой чертой внизу) (см. рис. 156).

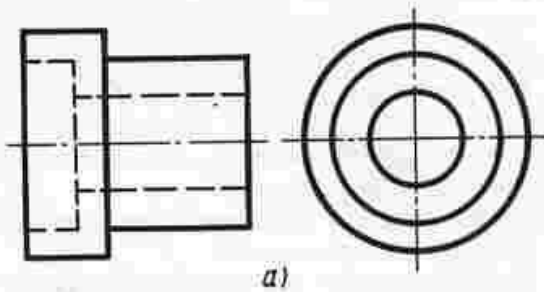
Обозначения, относящиеся к разрезам и сечениям, располагают параллельно основной надписи. Вертикальный разрез при секущей плоскости, не параллельной фронтальной или профильной плоскости проекций, а также наклонный разрез строят и располагают в соответствии с направлением, указанным стрелками на линии сечения (рис. 161, разрез А—А). В случае необходимости допускается располагать такие разрезы на любом месте чертежа, а также с поворотом. При этом к обозначению должно быть добавлено слово *Повернуто* (рис. 161, разрез Б—Б).

Так, на рис. 161 разрез А—А построен для того, чтобы показать высоту выступа и что цилиндрическое отверстие, просверленное в нем, сквозное. Этот наклонный разрез расположен в соответствии с направлением, указанным стрелками, идущими к линии сечения А—А.

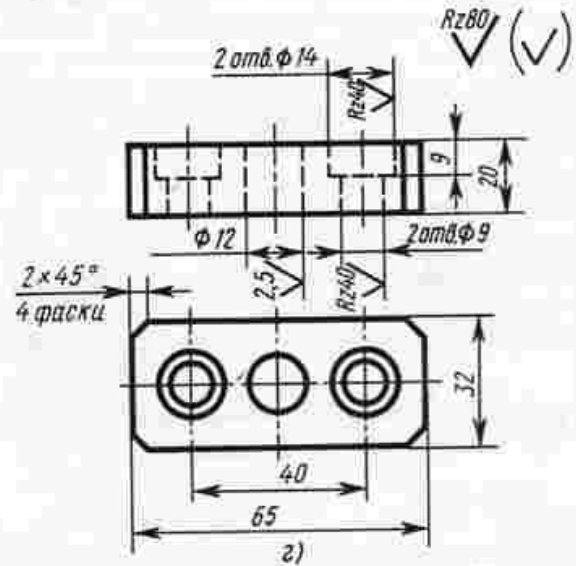
Разрез Б—Б по своему расположению не соответствует направлению, указанному стрелками, он повернут, поэтому после обозначения разреза написано слово *Повернуто*.

УПРАЖНЕНИЕ 55. В примерах, представленных на рис. 162, а—е, выполните разрезы.

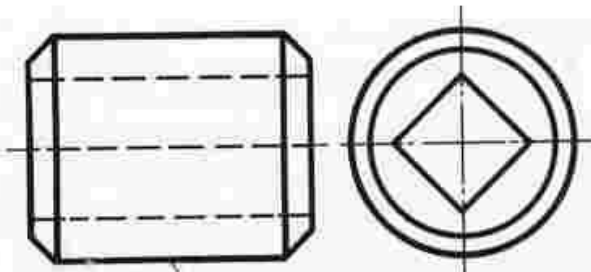
162. ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗРЕЗОВ



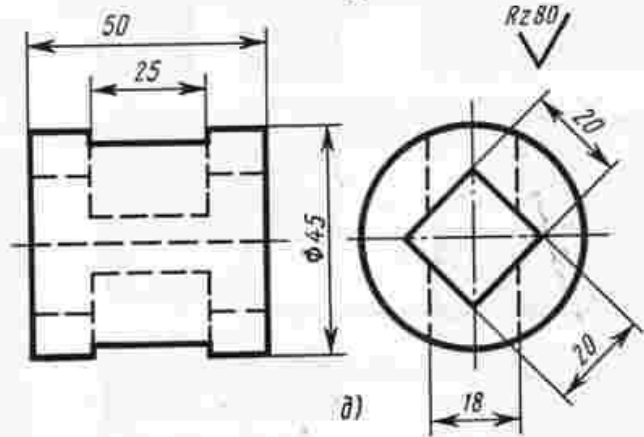
а)



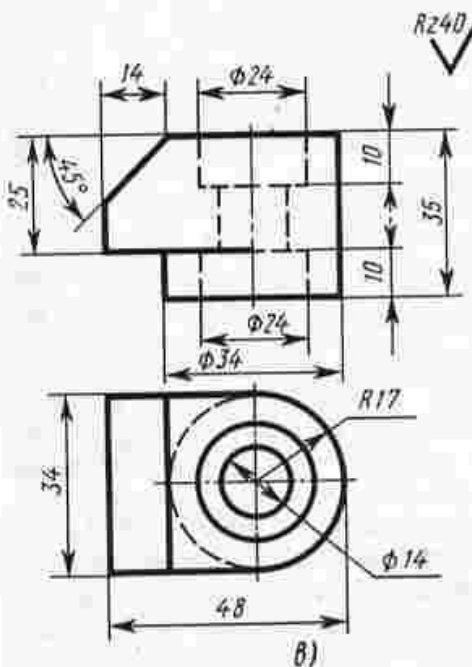
б)



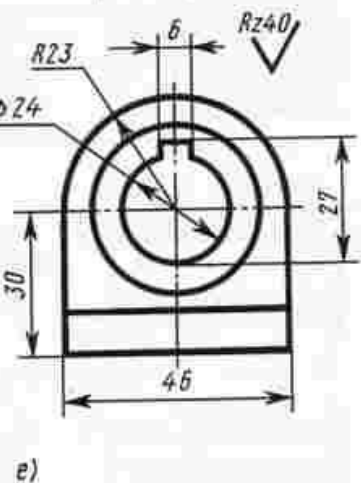
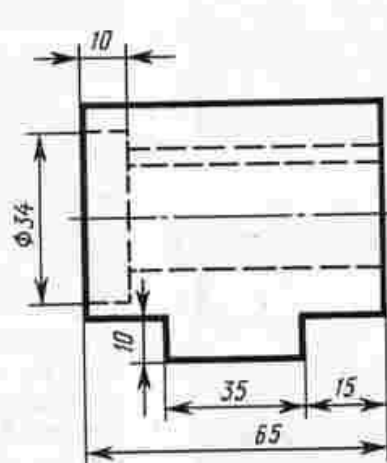
в)



г)



е)



з)

§ 40. Графические обозначения материалов и правила их нанесения на чертежах

Чтобы придать чертежу наглядность, сечения (в том числе сечения, входящие в состав разреза) покрывают штриховкой.

В соответствии с ГОСТ 2.306—68 для различных материалов установлены графические обозначения материалов в сечениях, часть из которых приведена на рис. 163.

При штриховке металлов, строительного кирпича и некоторых других материалов применяют тонкие (от $s/2$ до $s/3$) параллельные линии. Их проводят под углом 45° к основной надписи чертежа. Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки должно быть, как правило, одинаковым для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данной детали. Это расстояние должно выбираться в пределах от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки. Линии штриховки допускается наносить с наклоном влево или вправо, но, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к данной детали. Узкие

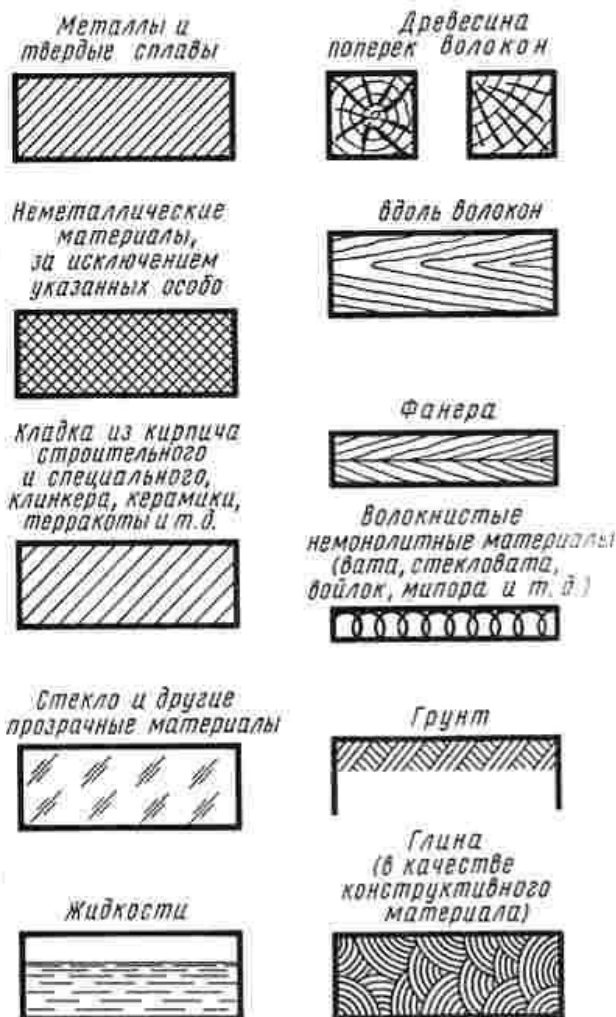
площади сечений, ширина которых на чертеже равна или менее 2 мм, допускается показывать зачерненными, так как на них трудно наносить штриховку. При больших площадях сечений штриховку рекомендуют наносить лишь у контура, оставляя остальную часть сечения без штриховки. Штриховку древесины, фанеры, стекла и естественного грунта выполняют от руки. Штриховку параллельными прямыми линиями легче всего выполнять с помощью рейшины и угольника с углом 45° .

При массовом изготовлении чертежей пользуются штриховальными приборами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего применяют на чертеже разрез?
2. Какое изображение называют разрезом?
3. В чем различие между разрезом и сечением?
4. Какой разрез называется простым?
5. Как подразделяются разрез в зависимости от положения секущей плоскости по отношению к горизонтальной плоскости проекций?
6. Какие разрез называют продольными и какие поперечными?
7. Как обозначают на чертежах разрез?
8. Каковы правила графического обозначения материалов в сечениях?

163. ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В СЕЧЕНИЯХ

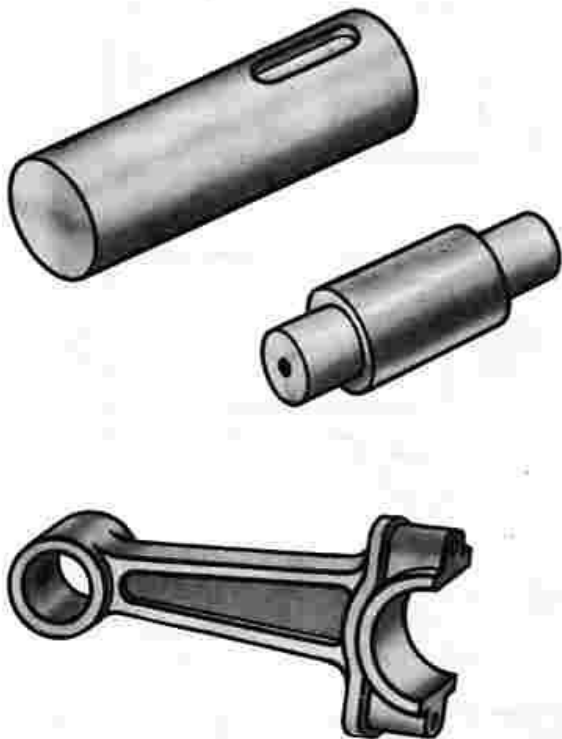


§ 41. Местный разрез

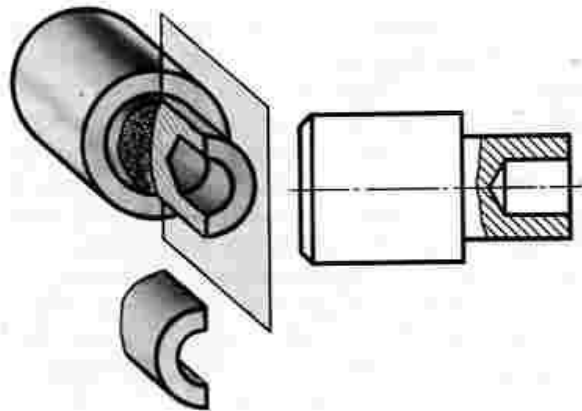
При вычерчивании сплошных (непустотелых) деталей разрез не применяют. Однако нередко случаются случаи, когда в сплошной детали имеется местное углубление или отверстие, форму которого нужно показать. Примерами таких деталей являются валик со шпоночной канавкой, ось с центровыми углублениями, шатун и др. (рис. 164). В таких случаях применяют местный разрез, служащий для выявления устройства детали в ее отдельном ограниченном месте.

На рис. 165 показано построение местного разреза. Ступенчатый валик имеет небольшое отверстие. Применение полного разреза здесь нецелесообразно, так как чертеж от этого не станет яснее, а трудоемкость его выполнения возрастет. Поэтому в этом случае применен местный разрез. Отверстие вдоль его оси мысленно рассечено секущей плоскостью, проходящей не через всю деталь, а лишь в месте, где имеется отверстие. Разрез ограничен волнистой линией. На изображении детали, в месте расположения отверстия, построен разрез по правилам, изложенным в предыдущих параграфах.

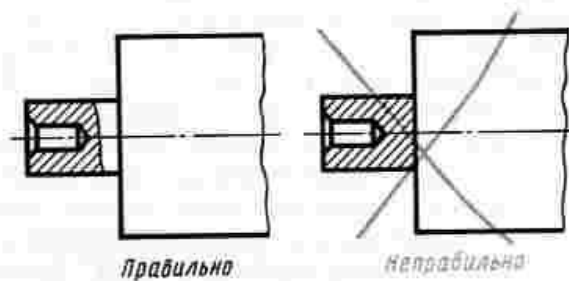
164. ДЕТАЛИ, ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФОРМЫ КОТОРЫХ НЕОБХОДИМ МЕСТНЫЙ РАЗРЕЗ



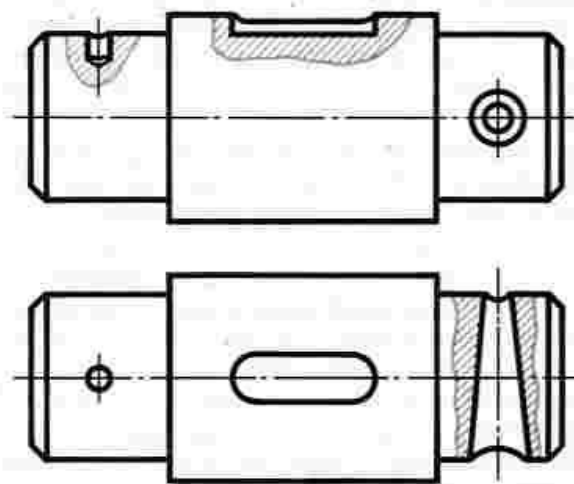
165. ПОСТРОЕНИЕ МЕСТНОГО РАЗРЕЗА



166. ПРАВИЛЬНОЕ И ОШИБОЧНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ МЕСТНОГО РАЗРЕЗА



167. МЕСТНЫЕ РАЗРЕЗЫ НА ЧЕРТЕЖЕ ОСИ

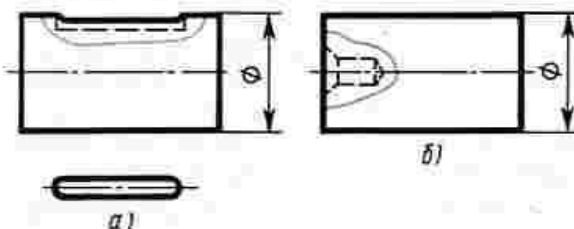


Местный разрез выделяют сплошной волнистой линией толщиной от $s/2$ до $s/3$, проводимой от руки. Эта линия не должна совпадать с какими-либо линиями изображения. На рис. 166 показан местный разрез, правильно и неправильно выполненный. Неправильность заключается в том, что линия, ограничивающая местный разрез, совпала с линией контура. В этом случае можно предположить, что изображены две соединенные между собой детали. Верхнее изображение выполнено правильно. Там линия, ограничивающая разрез, не совпадает с другими линиями изображения.

Примеры местных разрезов показаны на рис. 167. Здесь даны два вида цилиндрического ступенчатого вала, который имеет стопорное глухое отверстие, шпоночную канавку и коническое отверстие. В данном случае применять полный разрез нецелесообразно. Чтобы выявить форму этих элементов сплошной детали, выполнены местные разрезы.

УПРАЖНЕНИЕ 56. Перечертите представленные на рис. 168, а, б задания и выполните местные разрезы на участках, ограниченных волнистыми линиями. Нанесите размеры, определив их обмером.

168. ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ МЕСТНЫХ РАЗРЕЗОВ



§ 42. Соединение части вида и части разреза

Форма многих деталей такова, что при их изображении недостаточно дать только вид или только разрез, так как по разрезу иногда нельзя представить внешнюю форму детали. При изображении подобных деталей необходимо дать как вид, так и разрез, т. е. выполнить два разных изображения, на что уходит много времени и места. Поэтому допускается соединять на одном изображении часть вида и часть соответствующего разреза. При этом вид и разрез разделяют сплошной волнистой линией той же толщины и начертания, что применяют для выделения местного разреза.

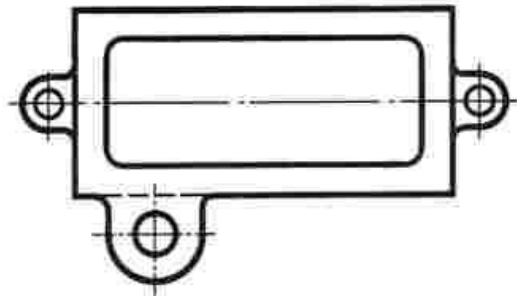
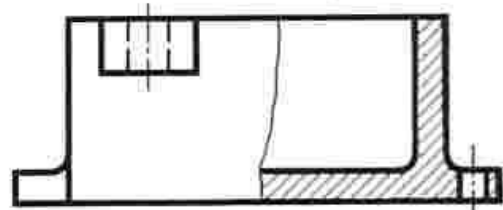
Например, если на рис. 169 дать полный фронтальный разрез детали, то не будет данных для определения высоты и формы прилива на наружной ее поверхности. Поэтому левая часть детали изображена без разреза — дан ее вид, по которому можно судить о наружной форме всей детали, а правая часть детали изображена в разрезе. Разрез показывает внутреннее устройство всей детали, так как на виде сверху можно определить толщину стенок верхней полый части детали и наличие второго цилиндрического отверстия, не выявленного разрезом. Данный пример демонстрирует рациональный способ построения чертежа.

Соединение половины вида и половины разреза. Соединение половины вида и половины разреза, каждый из которых — симметричная фигура, является частным случаем предыдущего правила.

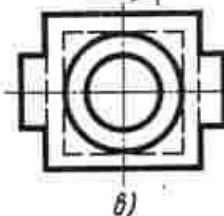
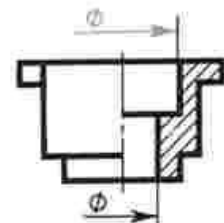
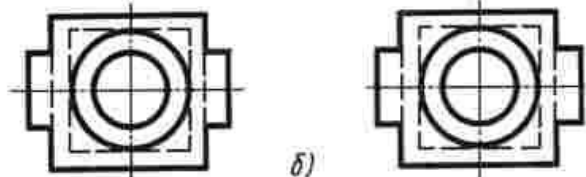
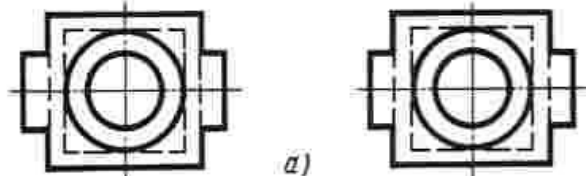
На рис. 170, а даны чертежи детали без разреза и рядом с разрезом. На выполнение этих изображений требуется значительное время.

На рис. 170, б чертеж содержит половину главного вида и рядом половину разреза той же детали. Понятна ли форма отсутствующих половины вида и половины разреза, на месте которых стоят вопросительные знаки? Так как вид и разрез — симметричные фигуры, то по половине вида можно представить себе вторую его половину. То же можно сказать и при рассмотрении половины разреза. Поэтому ГОСТ 2.305—68 рекомендует в целях сокращения размера чертежа и времени на его выполнение соединять половину вида и половину соответствующего разреза, когда вид и разрез представляют собой симметричные фигуры. Тогда получится изображение, по которому можно судить как о внешней форме, так и о внутреннем устройстве детали (рис. 170, в).

169. СОЕДИНЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА И ЧАСТИ РАЗРЕЗА



170. СОЕДИНЕНИЕ ПОЛОВИНЫ ВИДА И ПОЛОВИНЫ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО РАЗРЕЗА



При выполнении изображений, содержащих соединение половины вида и половины соответствующего разреза, необходимо соблюдать следующие правила (см. рис. 170, в):

линией, разделяющей половину вида и половину разреза, должна служить ось симметрии, т. е. штрихпунктирная тонкая линия, а не сплошная волнистая, как было при разделении несимметричных фигур вида и разреза; проводить на месте раздела линию контура также не нужно, так как изображение это условное и на детали в месте воображаемого раздела никакой линии нет;

размерные линии, относящиеся к элементу детали, вычерченному только до оси симметрии, проводят не полностью, несколько дальше оси, стрелку вычерчивают только с одной стороны, но размер следует наносить полный.

Допускается также разделять разрез и вид штрихпунктирной линией, совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если эта часть представляет собой тело вращения. Пример такого случая представлен на рис. 171, где изображена часть шатуна. Он имеет цилиндрический элемент (тело вращения), разрез на котором выполнен лишь до оси симметрии.

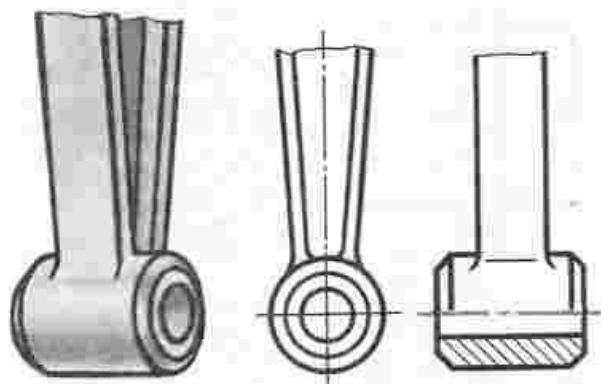
Некоторые детали проецируются в форме симметричной фигуры, однако при их изображении нельзя применять соединение половины вида и половины разреза. Примерами таких деталей являются приведенные на рис. 172, а, б.

Деталь, вычерченная на рис. 172, а, представляет собой цилиндрическое тело, имеющее помимо других элементов квадратное отверстие. Ребро этого отверстия совпадает с осью симметрии.

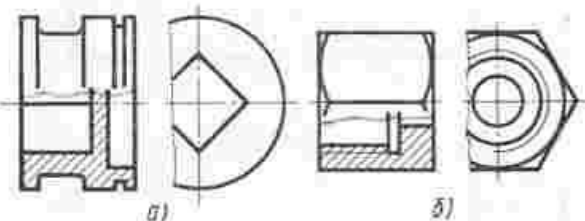
Если выполнить соединение половины главного вида и половины фронтального разреза, то, ввиду того что разделяющей линией между ними установлена осевая, отпадает линия, изображающая ребро, и чертеж станет неясным. Чтобы избежать этого, здесь не допускается выполнять изображение, состоящее из половины вида и половины разреза. В подобных случаях нужно выполнять часть вида (а не половину) и часть разреза, разделяя их сплошной волнистой линией (см. рис. 169).

Эта линия должна быть так расположена, чтобы ребро, о котором идет речь, было показано на изображении. Если оно расположено на внутренней поверхности, то дают больше половины разреза (см. рис. 172, а), а если на наружной, то больше половины вида (см. рис. 172, б).

171. РАЗРЕЗ ЧАСТИ ПРЕДМЕТА, ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕЙ СОБОЙ ТЕЛО ВРАЩЕНИЯ



172. СОЕДИНЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА И ЧАСТИ РАЗРЕЗА ПРИ СОВПАДЕНИИ ПРОЕКЦИИ РЕБРА С ОСЬЮ СИММЕТРИИ



УПРАЖНЕНИЕ 57. В заданиях, представленных на рис. 173, а—е, постройте изображение, состоящее из половины вида, соединенной с половиной разреза. Нанесите размерные линии. В заданиях а—г уберите проекции, которые станут ненужными, в заданиях д—е добавьте вид слева.

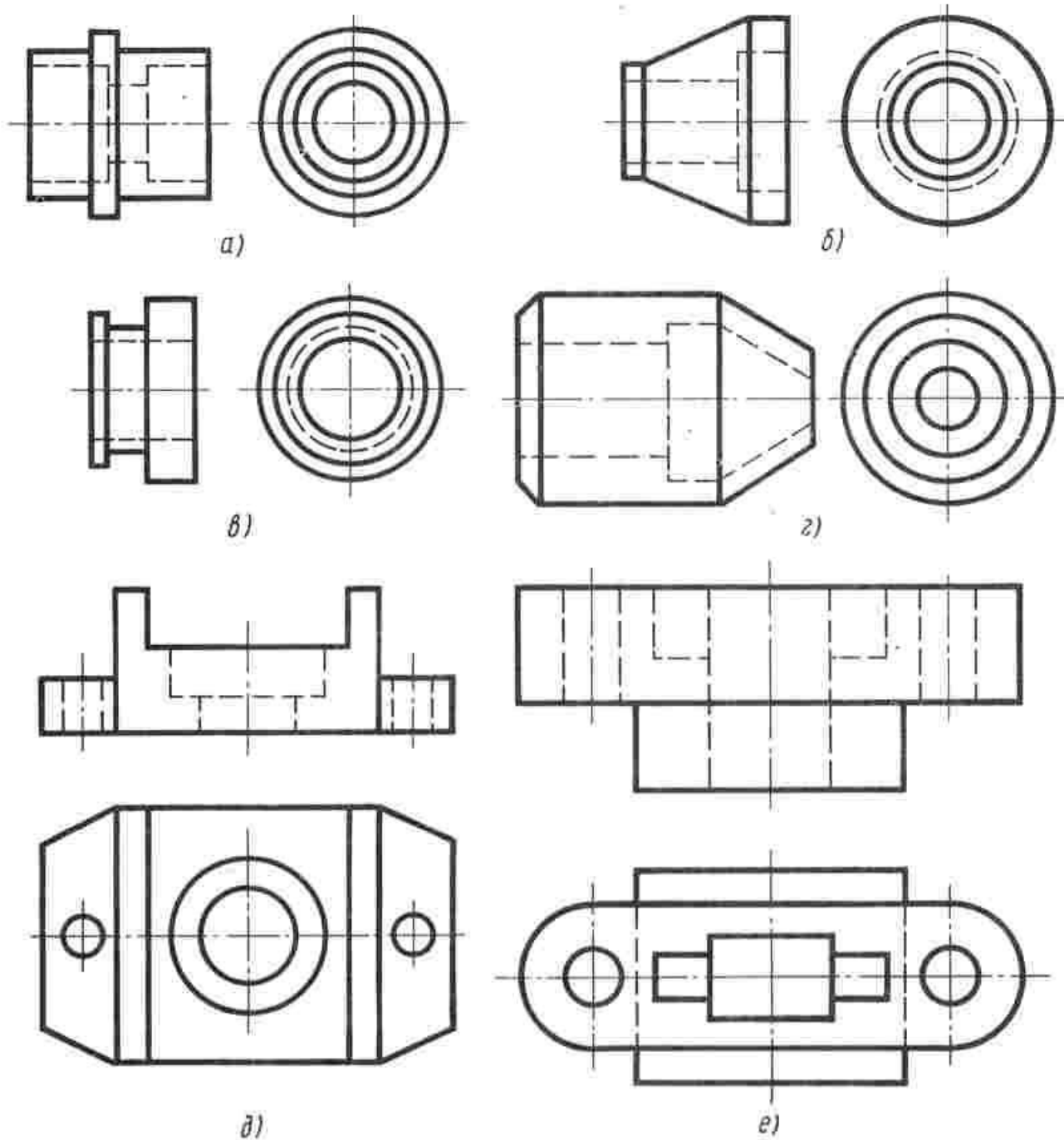
§ 43. Особые случаи разрезов

При построении разрезов некоторых предметов следует соблюдать особые правила, которые приведены ниже.

1. Если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны тонкой стенки типа ребра жесткости, то стенку оставляют незаштрихованной и отделяют от остальной части детали сплошной основной линией.

На рис. 174 изображена деталь, имеющая ребра жесткости. На чертеже дан

173. ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗРЕЗОВ



фронтальный разрез. Секущая плоскость прошла по оси детали, как это показано на наглядном изображении (рис. 174, в), т. е. вдоль оси ребра, поэтому на разрезе ребра не заштрихованы, хотя и показаны рассеченными секущей плоскостью. Вследствие того, что ребра показаны рассеченными, сплошные основные линии, которыми они выделены, проходят не по линиям пересечения ребер с цилиндром, а по образующим (рис. 174, а). Если же не придерживаться этого правила и заштриховать тонкие ребра, как это сделано на рис. 174, б с надписью *Неправильно*, то на разрезе тонкие ребра не будут выделяться.

Они сольются с цилиндром, находящимся в центре детали, и прямоугольным основанием. По такому изображению будет трудно представить себе действительную форму детали: она будет казаться сплошной, массивной, а радиус скругления не выявится.

Если при разрезе секущая плоскость направлена поперек ребра или тонкой стенки, то их изображают по общим правилам, т. е. заштриховывают.

2. При изображении в разрезе колес, шкивов, маховиков и других деталей со спицами руководствуются тем же правилом, что и для тонких стенок, т. е. спицы

не заштриховывают, когда секущая плоскость направлена вдоль их длины (рис. 175, а, б).

При этом предполагают, что секущая плоскость проходит через геометрическую ось спицы даже в том случае, когда спица расположена под углом к линии сечения. Поэтому спицу, расположенную на рис. 175, б под углом к профильной плоскости, изображают на ней искаженной.

На изображениях, приведенных справа на рис. 175, показаны типичные ошибки, допускаемые при выполнении разрезов шкивов и других колес со спицами. Рис. 175, а содержит справа изображение с надписью *Неправильно*. Неправильность заключается в том, что спицы заштрихованы, хотя секущая плоскость направлена вдоль их длины. Если судить по этому изображению, шкив воспринимается как массивная деталь, спица — как диск; контуры обода и ступицы не выявляются, хотя они ясно видны на левом изображении с надписью *Правильно*.

На изображении с надписью *Неправильно*, содержащемся на рис. 175, б справа, ошибка заключается в том, что, во-первых, спица заштрихована и, во-вторых, одна из спиц спроецирована искаженной по длине. Спицу нужно было вычертить так, как это сделано на изображении с надписью *Правильно*, т. е. во всю длину, предполагая, что секущая плоскость направлена вдоль и этой спицы.

3. При изображении в разрезе шкивов, маховиков, зубчатых и других колес их рассекают только плоскостями, направленными вдоль оси вращения колеса.

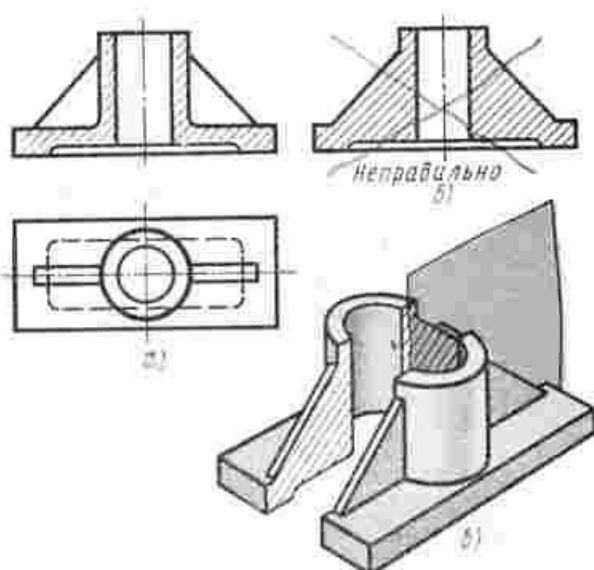
УПРАЖНЕНИЕ 58. Перечертите рис. 176. Постройте фронтальный разрез. Выявите отверстие диаметром 20 мм при помощи местного разреза. Добавьте вид слева. Нанесите размеры.

§ 44. Сложные разрезы

Назначение сложных разрезов. Некоторые детали имеют отверстия, пустоты, выемки, которые нельзя выявить простым разрезом, с помощью одной секущей плоскости.

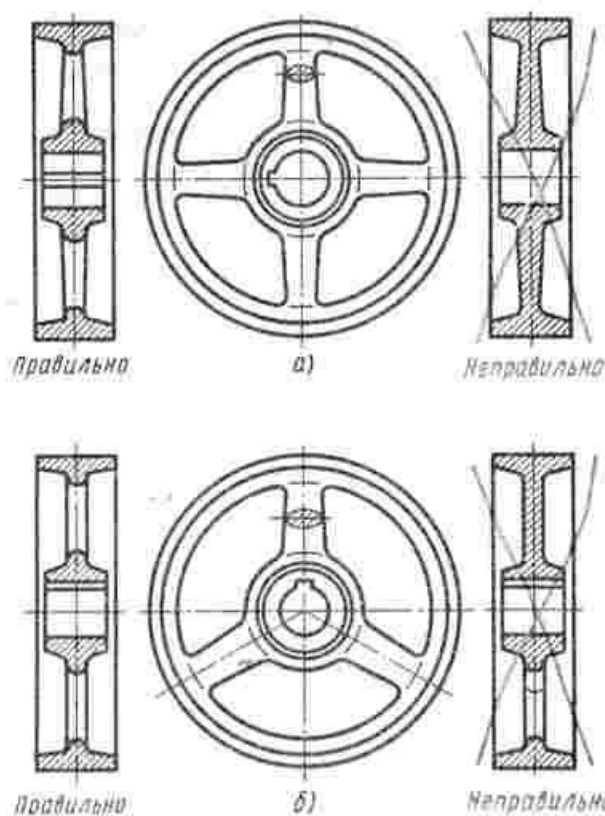
Например, на рис. 177 изображена плита кондуктора, отверстия и прорезь в которой расположены так, что их невозможно выявить при помощи одной секущей плоскости. Если же в разрезе показать только одно прямоугольное отверстие, то этого будет недостаточно для выяснения формы детали. Выполнять не-

174. РАЗРЕЗ ВДОЛЬ ТОНКОЙ СТЕНКИ (РЕБРА ЖЕСТКОСТИ)



175. РАЗРЕЗ ШКИВА СО СПИЦАМИ:

а — при четном количестве спиц,
б — при нечетном количестве спиц



сколько различных разрезов тоже нецелесообразно. Поэтому в соответствии с ГОСТ 2.305—68 в таких случаях применяют сложный разрез, выполняемый двумя секущими плоскостями или более.

В зависимости от расположения секущих плоскостей сложные разрезы разделяются на ступенчатые и ломаные.

Ступенчатым разрезом называется сложный разрез, если секущие плоскости параллельны (рис. 177).

Ломаным разрезом называется сложный разрез, если секущие плоскости пересекаются (рис. 178).

Построение сложных разрезов. На рис. 177 показан ступенчатый разрез. Вдоль плиты кондуктора мысленно направлены три секущие плоскости, расположенные параллельно одна другой (рис. 177, б). Первая секущая плоскость выявляет форму цилиндрических сквозных отверстий, вторая — прямоугольного отверстия и третья — прорези. Таким образом, выявляется внутренняя форма детали. Все три секущие плоскости совмещаются в плоскости чертежа, образуя ступенчатый разрез (см. рис. 177, а).

Чтобы выявить форму прорези цилиндрических отверстий и цилиндрического углубления, имеющих в детали, изображенной на рис. 178, в, необходимы две пересекающиеся секущие плоскости.

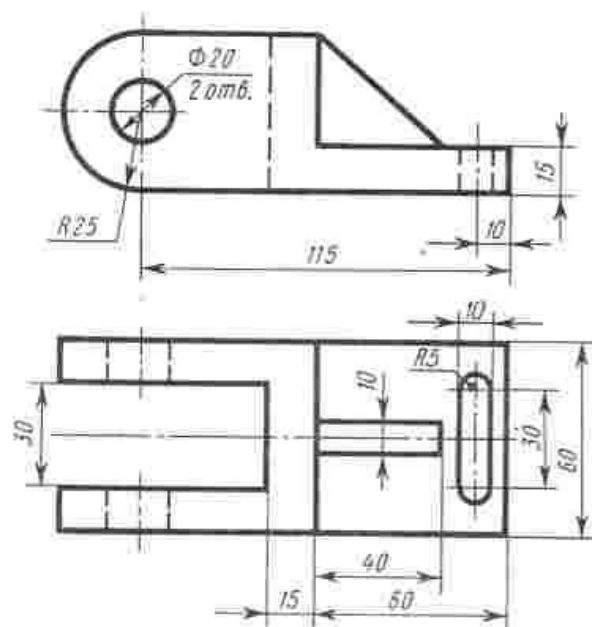
Наклонную секущую плоскость при построении ломаных разрезов условно поворачивают вокруг линии их взаимного пересечения до совмещения с другой плоскостью. Если совмещенные секущие плоскости окажутся параллельными одной из плоскостей проекций, то ломаный разрез помещают на месте соответствующего вида.

В данном случае наклонная секущая плоскость вместе с верхней частью детали повернута в направлении, указанном стрелкой, до совмещения с вертикально расположенной плоскостью. Затем на профильную плоскость проекций спроецирован разрез. Благодаря повороту (рис. 178, а) наклонная часть детали изображается в разрезе без искажения, т. е. в натуральную величину. Без этого разрез проецируется, как показано на рис. 178, б, и деталь представляется в искаженном виде.

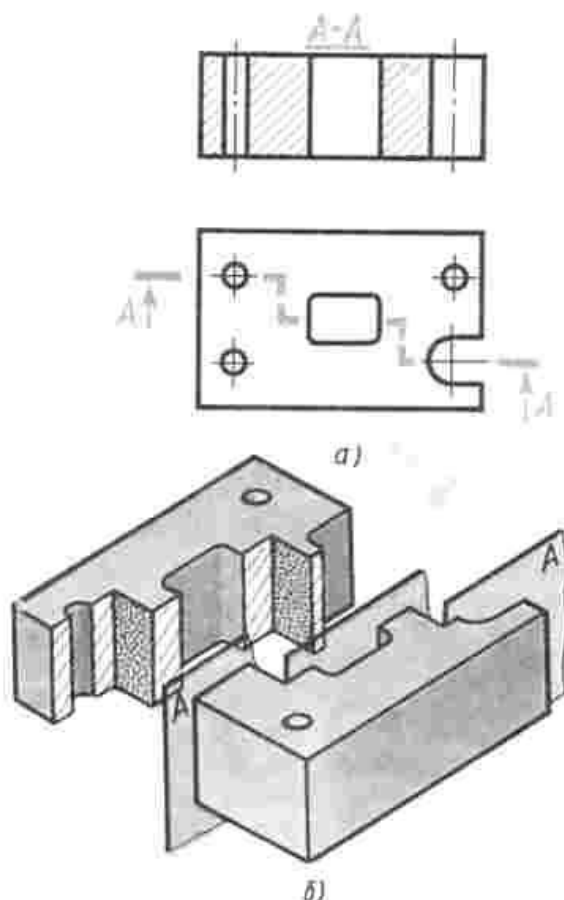
В приведенном на рис. 179 ломаном разрезе одна из секущих плоскостей проходит через цилиндрическое отверстие, другая — через ребро жесткости. Эта секущая плоскость вместе с ребром повернута до совмещения с первой секущей плоскостью (в положение, параллельное фронтальной плоскости проекций). Ребро изображено в натуральную величину. Оно не заштриховано, так как тонкие ребра не штрихуются. Так как в ребре имеется местное отверстие, применен местный разрез.

Обозначение сложных разрезов. Положение секущих плоскостей при построении сложных разрезов отмечается разомкнутой линией с начальным в местах перегибов и конечным штрихами (см. рис. 177; 178; 179). При этом, как и при простых разрезах, на начальном и конечном штри-

176. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗРЕЗА ДЕТАЛИ, ИМЕЮЩЕЙ РЕБРО ЖЕСТКОСТИ

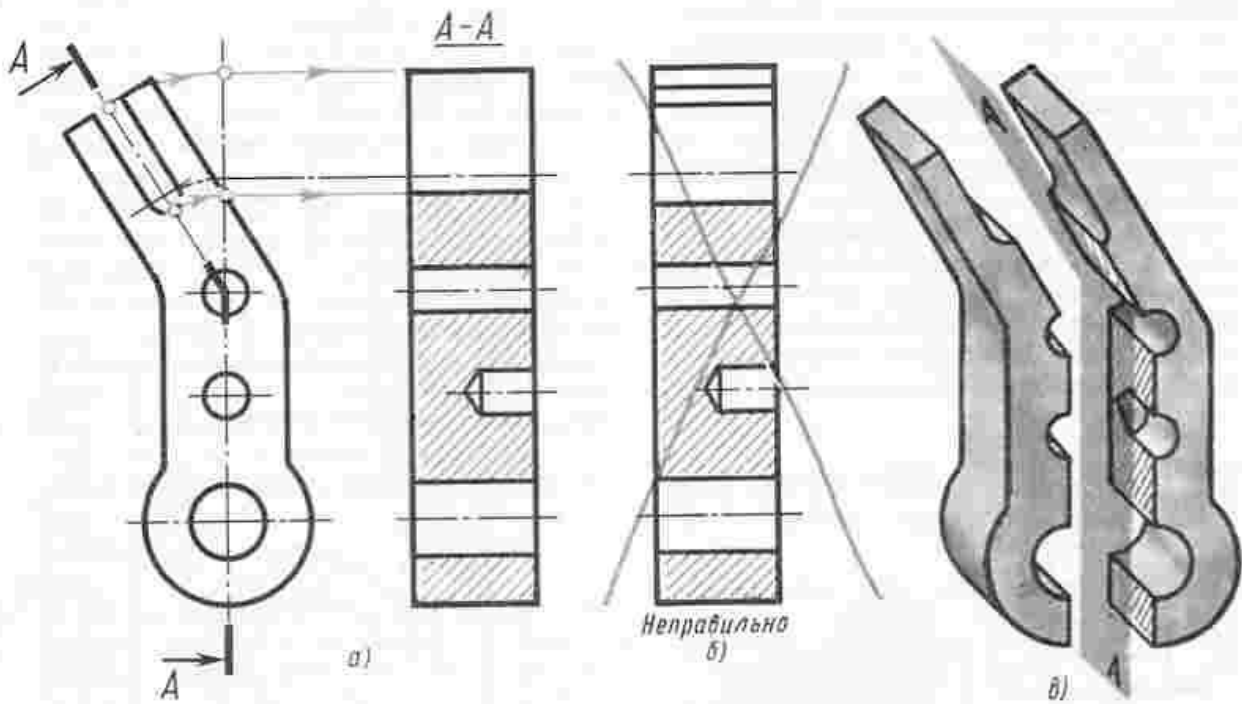


177. СЛОЖНЫЙ РАЗРЕЗ (СТУПЕНЧАТЫЙ)



хах ставят стрелки, указывающие направление взгляда. У начала и конца линии сечения, а в случае необходимости и у перегибов этой линии, ставится одна и та же прописная буква русского алфавита. Над разрезом делается надпись по типу А—А (только двумя буквами). Таким

178. СЛОЖНЫЙ РАЗРЕЗ (ЛОМАНЫЙ)



образом, в сложных разрезах тип линии для обозначения положений секущих плоскостей, направление и форму стрелок, буквы для надписи над разрезами выбирают так же, как и в простых разрезах (см. § 38) и сечениях. Разница в обозначении простых и сложных разрезов лишь в том, что разомкнутая линия при сложных разрезах имеет перегибы.

УПРАЖНЕНИЕ 59. В заданиях, приведенных на рис. 180, а–г, выполните простые разрезы и постройте третий вид. Нанесите размеры. Уберите те штриховые линии, которые окажутся ненужными.

УПРАЖНЕНИЕ 60. Выполните соединение части вида и части фронтального разреза (слева от цветной волнистой линии) (рис. 181) и горизонтальный разрез А–А. Добавьте вид слева, на котором местным разрезом выявите отверстие диаметром 16 мм. Нанесите размеры.

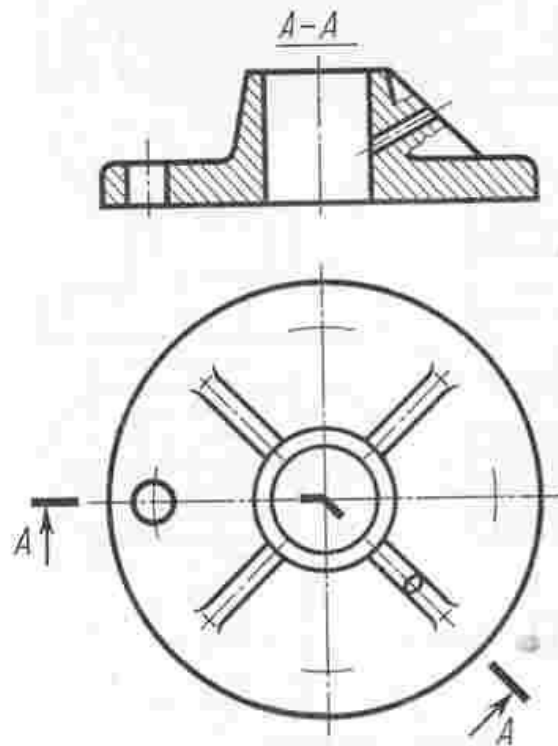
УПРАЖНЕНИЕ 61. Вместо полного разреза (рис. 182) выполните изображение, состоящее из половины вида и половины разреза. Добавьте вид слева. Нанесите размеры и обозначения шероховатости поверхностей.

УПРАЖНЕНИЕ 62. В заданиях, приведенных на рис. 183, а, б, выполните сложные разрезы по направлениям, отмеченным разомкнутой линией, стрелками и буквами. Нанесите размеры и обозначьте полученный разрез.

УПРАЖНЕНИЕ 63. Прочтите чертежи, данные на рис. 184 и 185. Вопросы для чтения чертежа валика (рис. 184):

1. Как называются изображения, представленные на чертеже?

179. ЛОМАНЫЙ РАЗРЕЗ



2. Какова форма детали?

3. Что обозначают две горизонтальные прямые линии, проведенные на виде слева?

4. Как называется разрез, данный на чертеже?

5. Для какой цели выполнен этот разрез?

6. Для какой цели на чертеже приведено сечение?

7. Почему над сечением не дана надпись?

8. Какую форму и ширину имеет канавка?

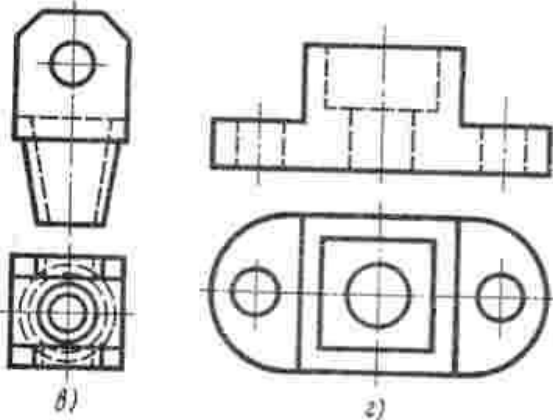
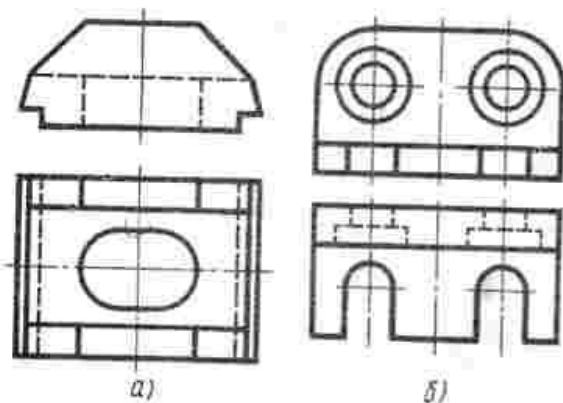
Ø20,5 мм? Какова шероховатость ее поверхности?

9. Объясните смысл размера $10^{+0,05}$.
10. Подсчитайте предельные размеры $\phi 20,5_{-0,15}$.
11. Какова шероховатость поверхности $\phi 20$ мм?
12. Какова шероховатость поверхностей шпоночной канавки?

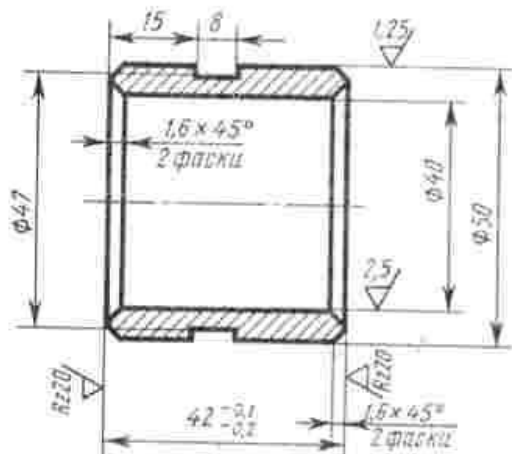
Вопросы к чертежу ступицы (рис. 185):

1. Как называется разрез, выполненный на чертеже?
2. Какова форма детали?
3. Почему на разрезе А—А в одном случае выступы Ø56 заштрихованы, а в другом нет?

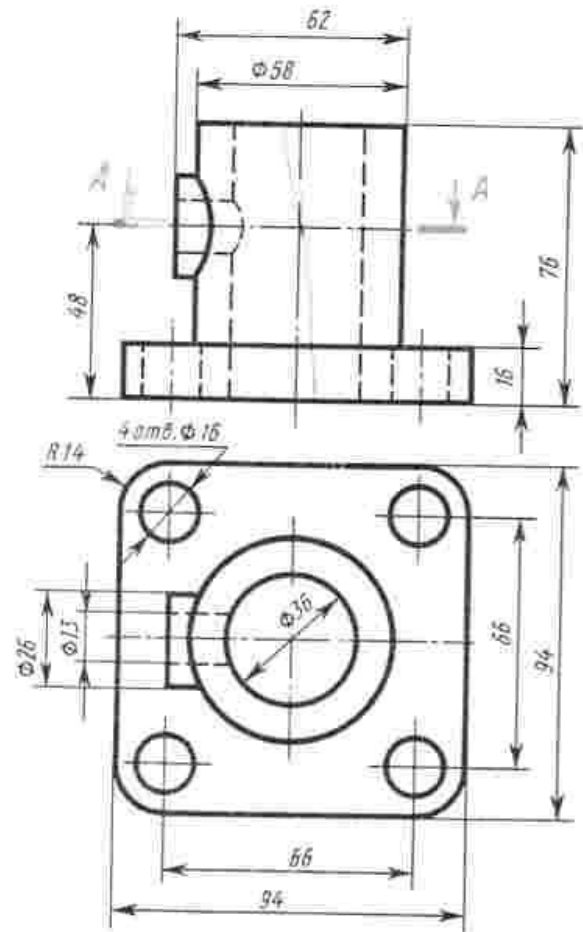
180. ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗРЕЗОВ И ПОСТРОЕНИЕ ТРЕТЬЕГО ВИДА



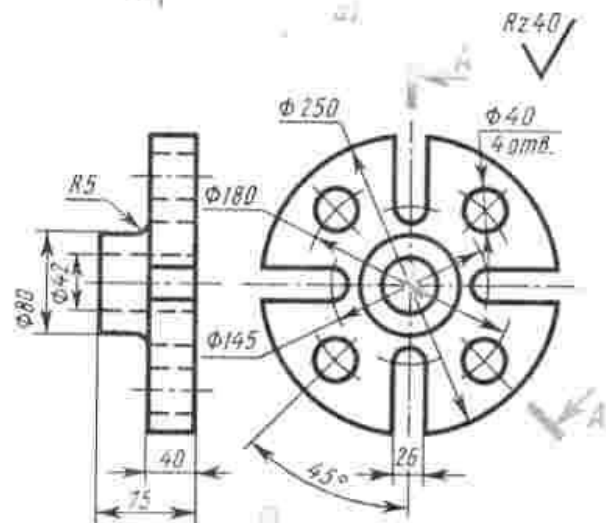
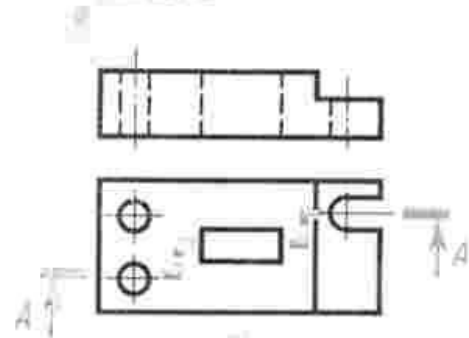
182. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



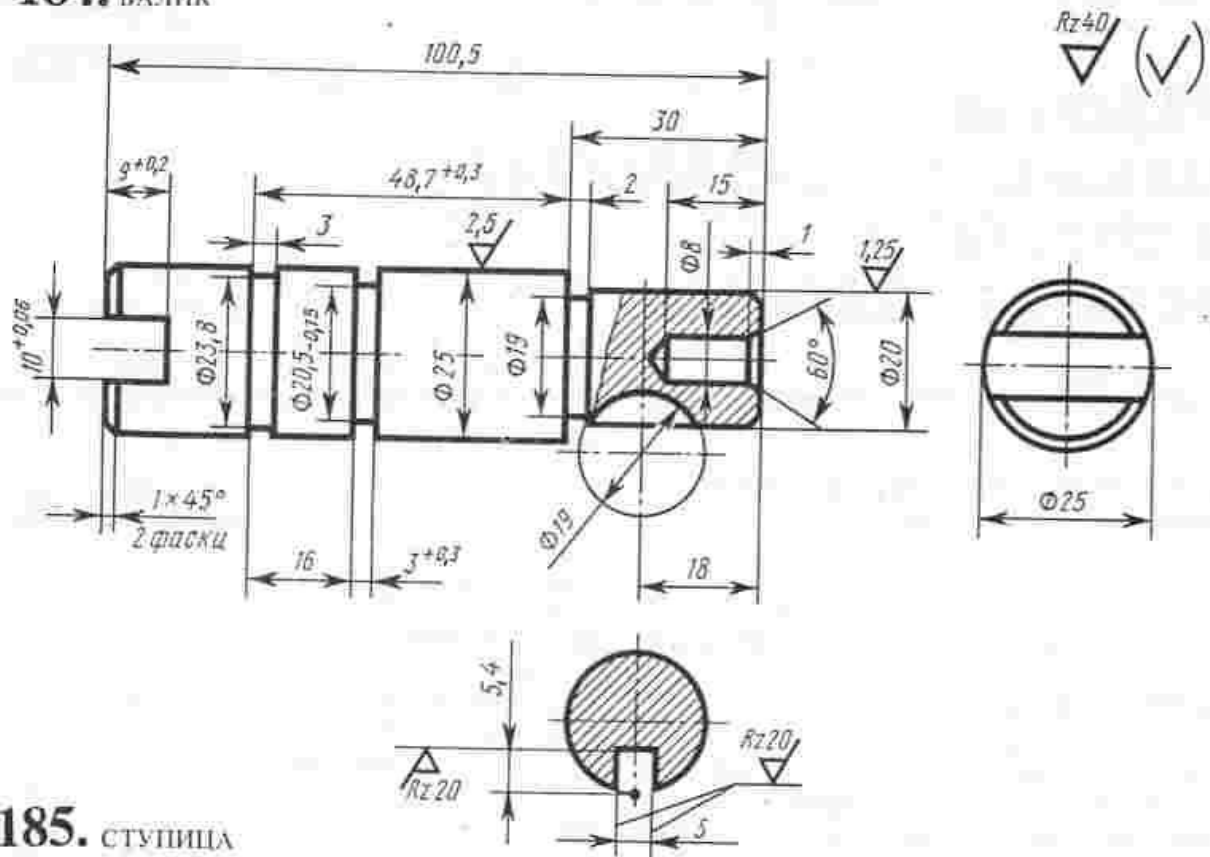
181. ЧЕРТЕЖ К УПРАЖНЕНИЮ



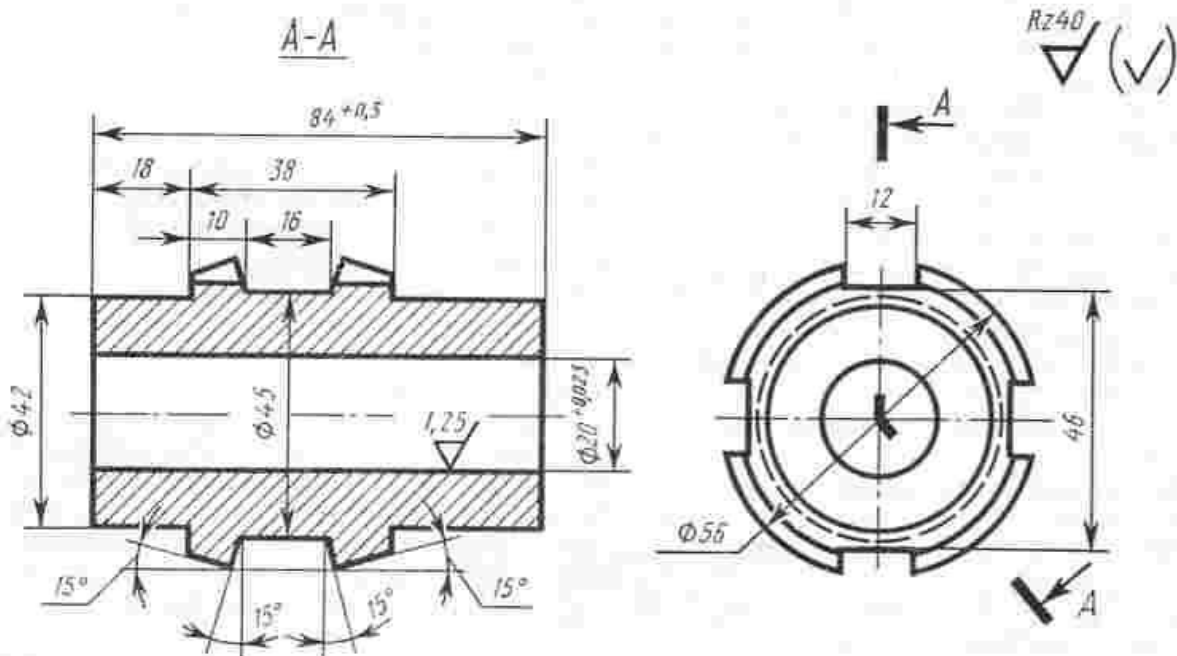
183. ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗОВ



184. ВАЛИК



185. СТУПИЦА



4. Размер какого элемента детали обозначен $\phi 45$, а какого числом 46 без знака ϕ ?
5. Какова шероховатость поверхностей детали?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких случаях рекомендуется соединять часть вида и часть разреза?
2. Для чего применяют местный разрез? Как его оформляют?
3. Какие существуют правила для вычерчивания изображений, содержащих половину вида и половину соответствующего разреза?
4. В чем заключается особенность изображения в разрезе деталей с тонкими ребрами?
5. В чем заключается особенность изображения в разрезе колес со спицами?
6. В каких случаях при разрезах применяют наложенную проекцию?
7. Какие разрезы называют сложными?
8. В каких случаях применяют сложные разрезы?
9. Как подразделяются сложные разрезы?

РАБОЧИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ

§ 45. Виды изделий и конструкторских документов

Повышению эффективности труда и улучшению качества продукции способствует стандартизация, взаимозаменяемость, унификация, специализация и кооперирование производства.

В нашей промышленности сложились четыре основные формы специализации предприятий (рис. 186). Создание специализированных предприятий способствует исключению ручного труда, широкой механизации и автоматизации производства, значительно снижает себестоимость продукции.

Специализация и кооперирование стали возможными благодаря внедрению унификации и стандартизации. Высокая технико-экономическая эффективность изготовления изделий регламентируется следующими комплексами (системами) стандартов:

Единой системы конструкторской документации (ЕСКД);

Единой системы технологической документации (ЕСТД);

Единой системы контроля качества (ЕСКК) и др.

Законченная продукция предприятий называется изделиями. Различают изделия основного и вспомогательного производства.

К изделиям основного производства относятся предметы производства, включаемые, как правило, в номенклатуру продукции предприятия и предназначенные для поставки (реализации). Для автомобильного завода, например, изделием основного производства является автомобиль, для завода автомобильных двигателей — двигатель автомобиля, для завода крепежных изделий — гайки, болты, шпильки и т. д.

К изделиям вспомогательного производства относятся изделия, которые предприятия изготавливают только для собственных нужд. Изделия вспомогательного производства представляют собой конструктивно законченные предметы про-

изводства предприятия, предназначенные для технологического оснащения, как правило, собственного производства. К ним относятся, например, различные приспособления, штампы, режущие измерительные и другие инструменты.

Для изготовления изделий основного производства предприятие может приобретать изделия других предприятий в готовом виде. В таком случае приобретаемое изделие, входящее в изделия основного производства, называется покупным (кроме изделий, получаемых в порядке кооперирования). Таким образом, автомобильный двигатель, изготовленный заводом, является для него изделием основного производства, а для авторемонтного завода, получающего готовые двигатели без кооперирования производства, — покупным.

Устанавливаются следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Кроме того, изделия в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей делят на неспецифицированные (детали), не имеющие составных частей, и на специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты), состоящие из двух составных частей или более.

Деталью называется изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Сборочной единицей называется изделие, составные части которого соединяются между собой на предприятии сборочными операциями, например: автомобиль, станок, телефонный аппарат, редуктор и т. п.

Комплексом называется два или более изделия, не соединенные между собой на предприятии сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих изделий, входя-

ших в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса, например: поточная линия станков, автоматическая телефонная станция и др.

Комплектом называется два или более изделия, не соединенные на предприятии сборочными операциями и представляющие собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструментов и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры.

Структура видов изделий представлена

на рис. 187. Все конструкторские документы оформляются по правилам, установленным ЕСКД.


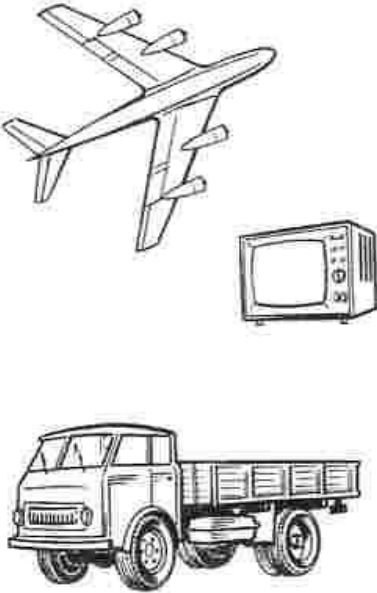
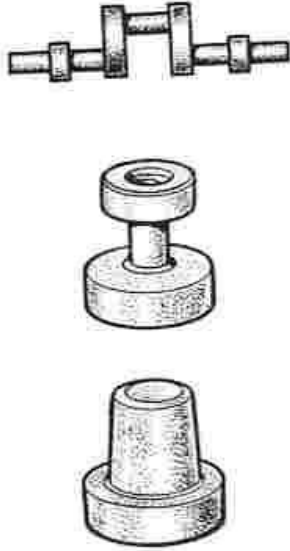
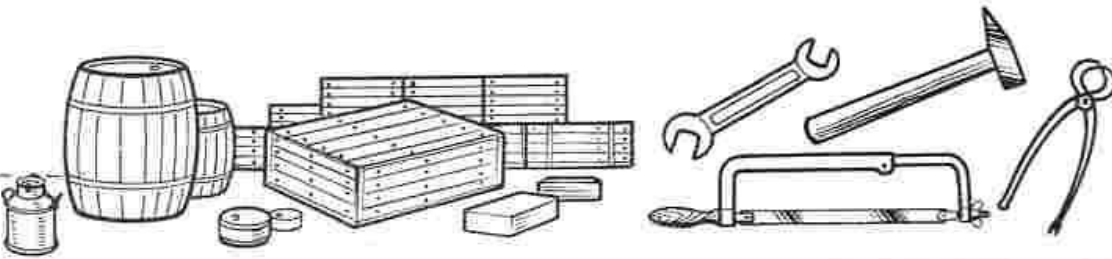
К конструкторским относятся документы, которые определяют состав и устройство изделия и содержат данные, необходимые для его разработки, изготовления, контроля, применения, эксплуатации и ремонта.

В зависимости от содержания конструкторские документы делятся на следующие основные виды:

чертеж детали, содержащий изображение детали и необходимые данные для ее изготовления;

186. ФОРМЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ФОРМЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ПОДЕТАЛЬНАЯ	ПРЕДМЕТНАЯ	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
<p data-bbox="209 891 539 1010">Заводы, выпускающие составные части изделий (детали, сборочные единицы)</p> 	<p data-bbox="587 898 1007 1003">Заводы, выпускающие изделия, предназначенные для самостоятельной эксплуатации</p> 	<p data-bbox="1034 891 1401 1010">Заводы, выпускающие заготовки (поковки, литье, штамповки и т.д.)</p> 
<p>ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ</p>		
<p data-bbox="499 1727 1046 1794">Заводы, выпускающие инструменты, тару и производящие ремонт оборудования</p> 		

сборочный чертеж, содержащий изображение изделия и другие необходимые данные для его изготовления (сборки);

чертеж общего вида, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия;

теоретический чертеж, на котором определена геометрическая форма (обводы) изделия и даны координаты расположения составных частей;

габаритный чертеж, содержащий упрощенное изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;

монтажный чертеж, содержащий упрощенное изображение изделия и необходимые данные для установки при монтаже;

схема, на которой показаны в виде условных обозначений составные части изделия и связи между ними;

спецификация — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта;

пояснительная записка — документ, в котором описаны устройство и принцип действия изделия и дано обоснование принятого технического и технико-экономического решения;

технические условия — документ, который содержит эксплуатационные показатели изделия и методы контроля его качества.

Кроме того, к конструкторским документам относятся различные ведомости, таблицы, расчеты, эксплуатационные и ремонтные документы.

По способу исполнения и характеру использования конструкторские документы, в частности чертежи, делятся на такие виды:

оригиналы — чертежи, служащие для изготовления подлинников;

подлинники — чертежи, позволяющие многократное снятие с них копий и оформленные подлинными подписями должностных лиц;

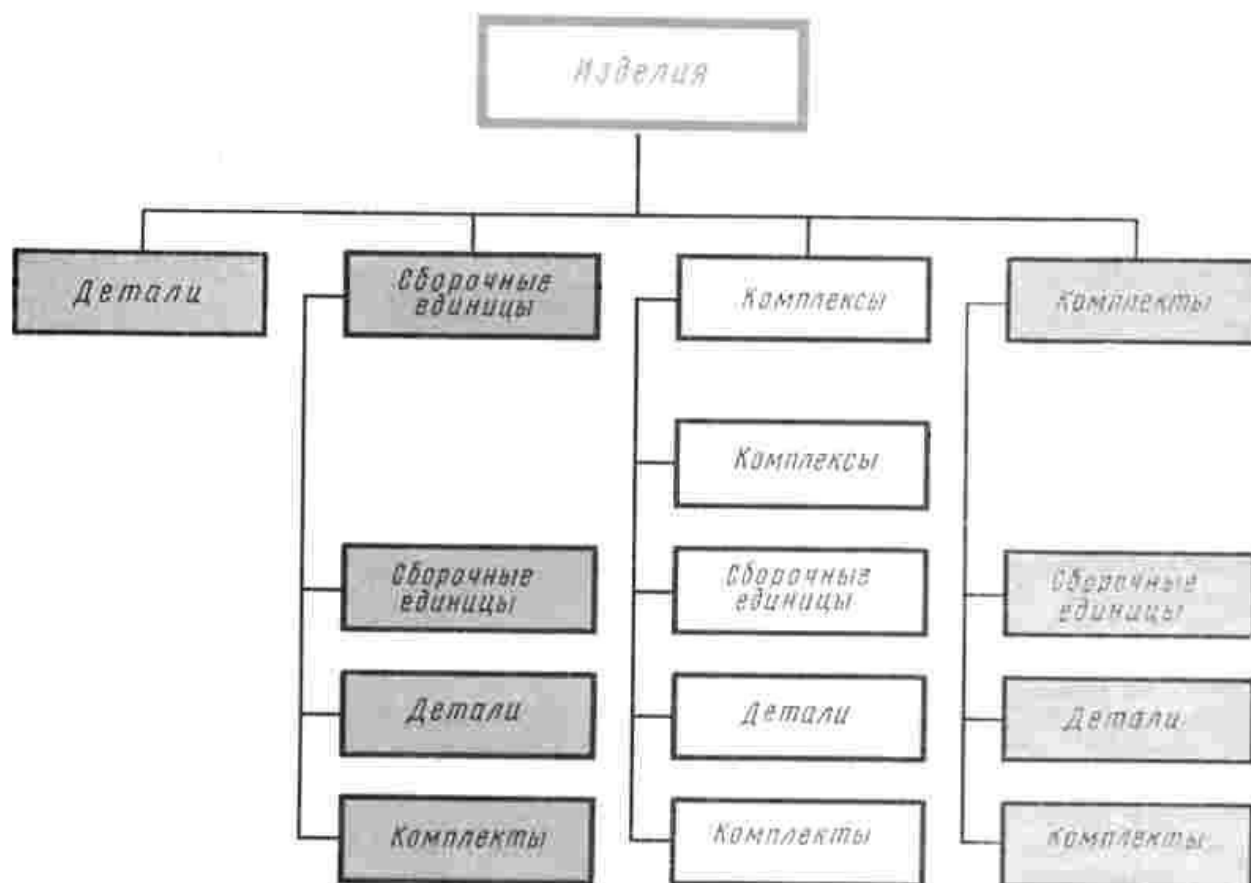
дубликаты — чертежи — копии подлинников, предназначенные для снятия с них копий;

копии — чертежи, идентичные подлиннику или дубликату, предназначенные для непосредственного использования в производстве, при проектировании или эксплуатации.

Если любой из перечисленных документов (чертежей) предназначен для разового пользования в производстве, допускается его выполнять в виде эскизного конструкторского документа (чертежа).

В зависимости от стадии разработки

187. СТРУКТУРА ВИДОВ ИЗДЕЛИЙ



конструкторская документация подразделяется на проектную и рабочую. К проектной документации относятся:

техническое предложение, которое должно содержать технико-экономическое обоснование целесообразности разработки изделия на основе анализа представленного заказчиком технического задания;

эскизный проект, содержащий принципиальные конструктивные решения, данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры проектируемого изделия;

технический проект, содержащий окончательные технические решения и исходные данные для разработки рабочей документации.

Рабочая документация составляется на детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты. Каждому изделию присваивается самостоятельное обозначение, которое уже не может быть использовано для другого изделия.

В соответствии с обозначением изделия обозначаются и все конструкторские документы на это изделие.

В основу обозначения изделий и конструкторских документов положена классификационная система по структуре, изображенной на рис. 188.

Код организации-разработчика присваивается по Общесоюзному классификатору предприятий, учреждений и организаций (ОКПО) и может состоять из букв или букв и цифр. Вся промышленная и сельскохозяйственная продукция делится на классы. Классы делятся на подклассы, группы, подгруппы и виды.

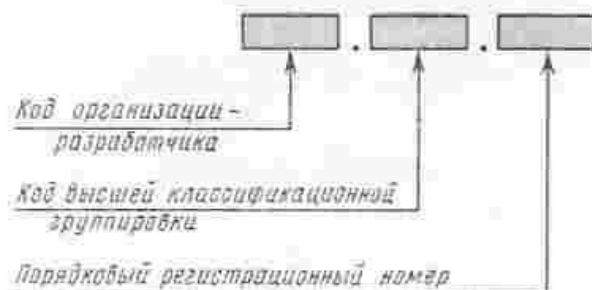
Для обозначения класса предусмотрено два разряда шифра, а для обозначения подклассов групп, подгрупп и видов — по одному разряду. Таким образом, код высшей классификационной группировки имеет шестизначную характеристику.

Порядковый регистрационный номер присваивается организацией-разработчиком и состоит из трех цифр с 001 до 999 (отдельным изделиям присваивается регистрационный номер, состоящий из четырех цифр).

После кода организации-разработчика и кода высшей классификационной группировки проставляется точка, а два разряда шифра класса отделяются от шифров остальных классификационных группировок интервалом. Например, АБВГ.85 2128.012.

Для обозначения конструкторских документов, кроме того, проставляются два знака, указывающие шифр документа, установленного соответствующим ГОСТом, например, «СБ» — сборочный чертеж, «ГЧ» — габаритный чертеж.

188. СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ



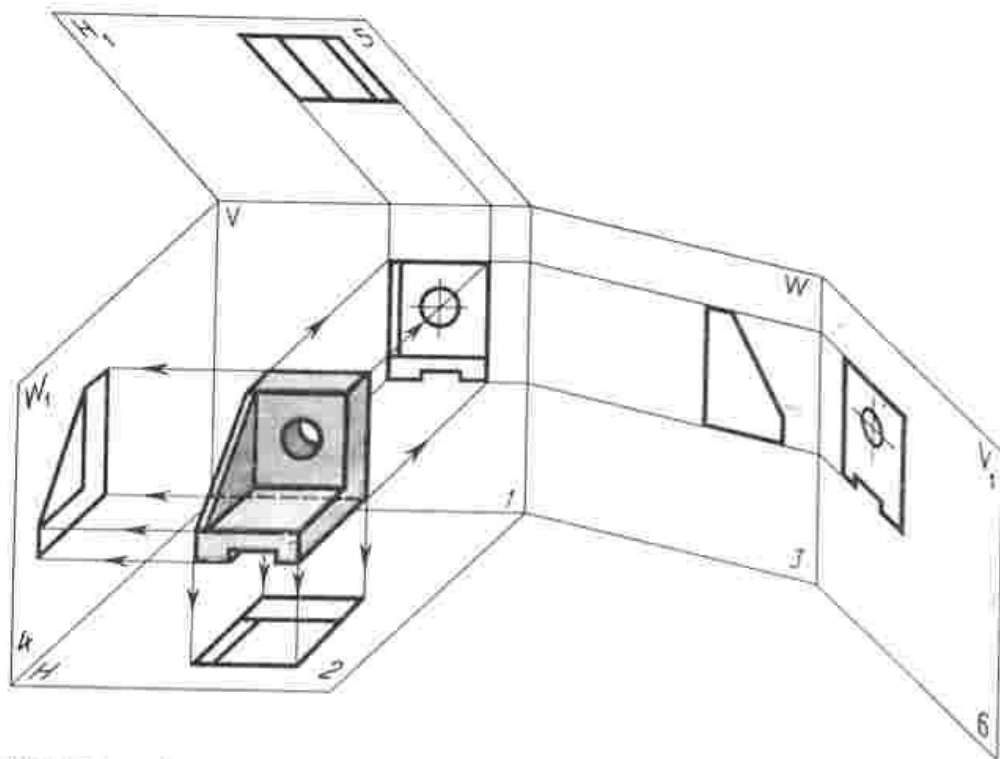
Рассмотрим для примера обозначение автомобиля «Жигули» ВАЗ-2101. В соответствии с Общесоюзным классификатором изделия автомобильной промышленности отнесены к 45-му классу. Класс 45 имеет 9 подклассов: автомобили — 45.1, специализированные автомобили, троллейбусы, автомобили-тягачи и др. — 45.2, агрегаты, узлы и детали автомобилей грузовых тягачей, самосвалов и др. — 45.3, агрегаты и узлы легковых автомобилей — 45.5 и т. д. Легковые автомобили отнесены к 5-й группе (45.15). Они в пределах группы на пятом разряде делятся на следующие подгруппы по литражу двигателей: 1 — до 1,2 л; 2 — свыше 1,2 л; 3 — свыше 2 до 3 л; 4 — свыше 3 до 5 л; 5 — свыше 5 л. Каждая группа легковых автомобилей делится в шестом разряде на следующие виды: 1 — общего назначения, 2 — грузовые, 3 — такси и др.

Седьмой разряд используется для углубления классификации автомобилей по проходимости. Три последних разряда являются регистрационными и используются для обозначения конкретной модели с учетом модификации, эксплуатационного назначения и укомплектованности. Таким образом, легковой автомобиль ВАЗ-2101 «Жигули» имеет обозначение 45.1521.2001, что значит: Автомобиль легковой общего назначения с рабочим объемом двигателя свыше 1,2 до 2 л с конечной формулой (проходимость) 4 × 2.

§ 46. Расположение основных видов на чертеже

Как было изложено выше (гл. IV и V), чертеж содержит изображения, которые в зависимости от их содержания делят на виды, разрезы и сечения. Рассмотрим более подробно расположения основных видов на чертеже. Согласно ГОСТ 2.305—68 за основные плоскости проекций принимают уже знакомые вам (см. рис. 105) три взаимно перпендикулярные плоскости 1, 2 и 3 (рис. 189), а также им параллельные плоскости 4, 5 и 6. Все перечисленные плоскости проекций образуют грани куба. Грани 1, 2 и 3 принимают

189. НАГЛЯДНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ СИСТЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ВИДОВ НА ЧЕРТЕЖЕ



соответственно за фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости проекций.

Грани куба с расположенными на них изображениями совмещают в одну плоскость (рис. 190).

Напомним, что изображение на фронтальной плоскости проекций принимают на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета, облегчало бы использование чертежа при изготовлении изделия (см. § 30).

В и д о м называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Невидимые части поверхности предмета допускается показывать на видах штриховыми линиями рис. 189 и 190.

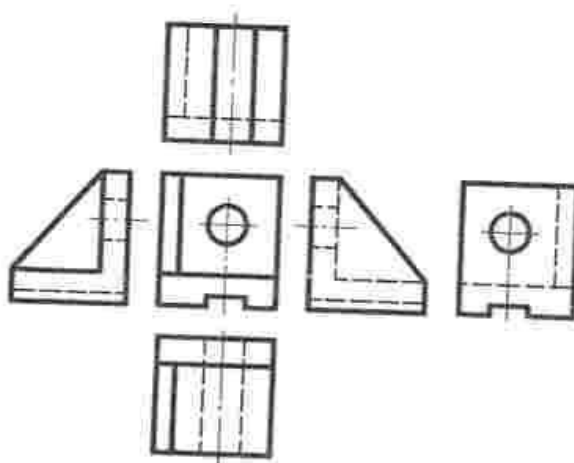
Применение штриховых линий позволяет уменьшить количество изображений, не нарушая ясности чертежа.

По характеру выполнения и по содержанию виды разделяют на основные, дополнительные и местные.

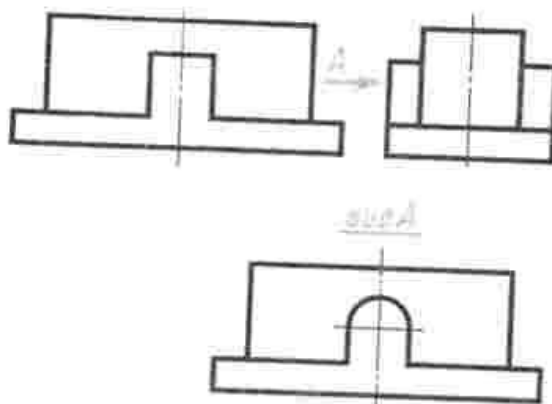
Виды, полученные на основных плоскостях проекций, называют основными видами. Установлены следующие их названия (рис. 189): вид спереди (главный вид); вид сверху; вид слева; вид справа; вид снизу; вид сзади.

Основные виды обычно располагают в проекционной связи (рис. 190). В этом слу-

190. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ ВИДОВ НА ЧЕРТЕЖЕ



191. ОБОЗНАЧЕНИЕ ВИДОВ, НАХОДЯЩИХСЯ ВНЕ ПРОЕКЦИОННОЙ СВЯЗИ



чае никаких надписей, поясняющих названия видов, не дают. Вид сзади допускается располагать левее вида справа.

Если какой-либо вид размещен на чертеже вне проекционной связи с остальными видами, то над ним выполняют надпись по типу *Вид А* (рис. 191), подчеркиваемую тонкой сплошной линией. Одновременно у связанного с этим видом изображения указывают направление взгляда, в результате которого получен вид, отмеченный надписью. Направление взгляда указывают стрелкой, над которой проставляют ту же прописную букву русского алфавита, что и в надписи над видом. Стрелки, указывающие направление взгляда, выполняют в соответствии с размерами, приведенными на рис. 192. Так же оформляют надписи над видами, если виды находятся между собой в проекционной связи, но отделены друг от друга какими-либо изображениями.

Надписи над видами выполняют также в случае расположения видов на разных листах.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды называют основными?
2. Как располагаются основные виды?

§ 47. Дополнительные и местные виды

Если какая-либо часть предмета не может быть показана ни на одном из основных видов (рис. 193) без искажения ее формы и размеров, то следует применять дополнительные виды, получаемые на плоскостях, не параллельных ни одной из основных плоскостей проекций (рис. 193, б, в и рис. 194). Как было указано (см. рис. 130), дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже надписью типа *Вид А* (рис. 193, б), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (стрелка *А*, рис. 193, б).

Дополнительные виды располагаются, как показано на рис. 193 и 194.

Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении чертежа. При этом к надписи должно быть добавлено *Повернуто* (рис. 193, в). Слово *Повернуто* не подчеркивается.

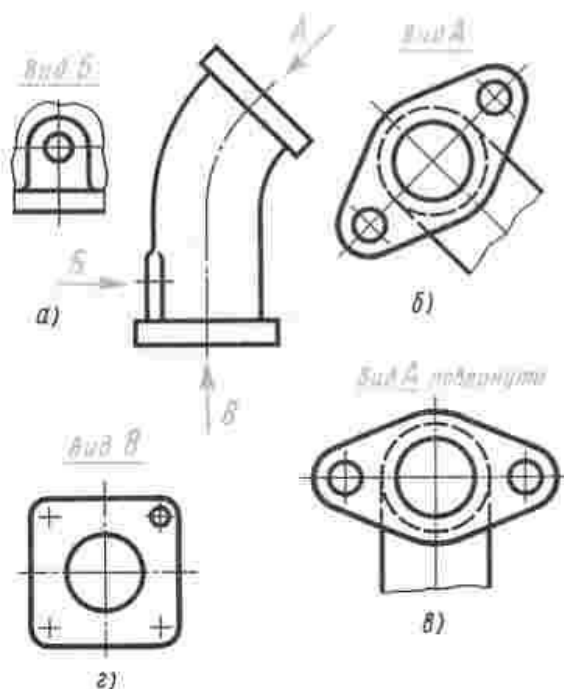
Изображение отдельного, узкоограниченного места на поверхности предмета называется местным видом — *Вид Б* и *Вид В* (рис. 193, а, г).

Местный вид может быть ограничен линией обрыва по возможности в наи-

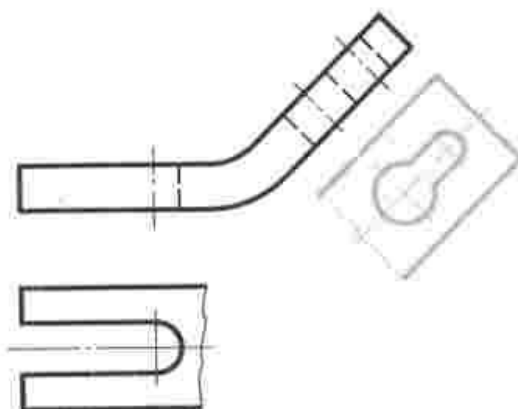
192. ФОРМА И РАЗМЕРЫ СТРЕЛКИ, УКАЗЫВАЮЩЕЙ НАПРАВЛЕНИЕ ВЗГЛЯДА



193. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ И МЕСТНЫЕ ВИДЫ



194. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВИД, РАСПОЛОЖЕННЫЙ В НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ ПРОЕКЦИОННОЙ СВЯЗИ



меньшем размере (*Вид Б*, рис. 193. *а*) или не ограничен. Местный вид должен быть отмечен на чертеже стрелкой, подобно дополнительному виду. В надписи может быть указано название изображаемого элемента, например, фланец. Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, допускается не делать надписи и указания стрелкой над видом (рис. 194).

Различие между дополнительным и местным видом в том, что первый получается на дополнительной плоскости проекций (не параллельной основным плоскостям, т. е. граням куба), а второй получается на одной из основных плоскостей проекций и представляет собой какую-либо часть одного из основных видов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего применяют дополнительные виды?
2. Как оформляют дополнительные виды?
3. В чем различие между дополнительным и местным видом?

§ 48. Выносные элементы

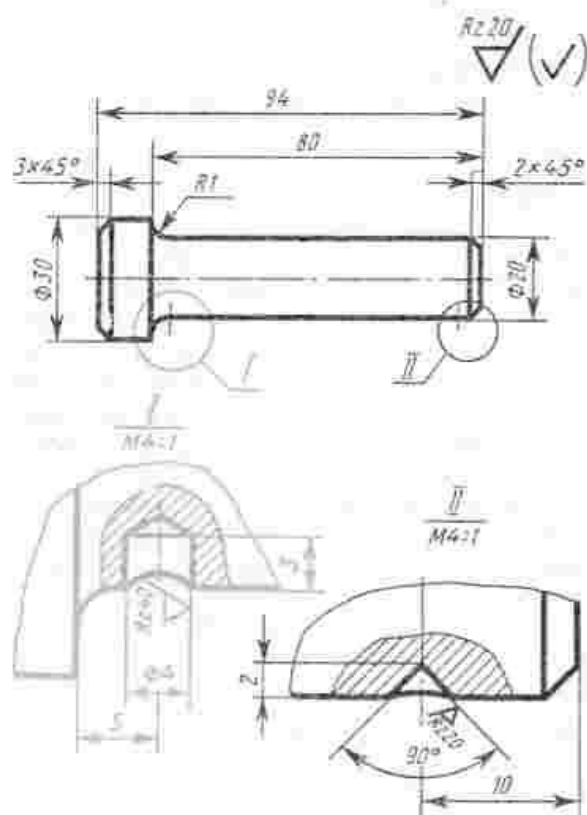
Когда какая-либо часть предмета изображена в выбранном для всего чертежа масштабе слишком мелкой, что затрудняет передачу подробностей ее очертаний, то применяют выносные элементы.

Выносной элемент — дополнительное отдельное изображение какой-либо части предмета, требующей дополнительных пояснений в отношении формы, размеров и др. На рис. 195 представлены примеры выявления на выносных элементах формы отверстия и углубления.

Выносные элементы обычно выполняют с увеличением и ограничивают тонкой волнистой линией. При выполнении выносного элемента соответствующее место на основном изображении отмечают сплошной тонкой линией (в виде окружности, овала и т. п.) и обозначают римской цифрой* (соответствующей порядковому номеру выносного элемента) на полке линии-выноски. Над выносным элементом выполняют надпись, состоящую из соответствующей римской цифры (в числителе) и масштаба, в котором выполнен выносной элемент (в знаменателе). Например, $\frac{I}{M4:1}$.

Выносной элемент может содержать подробности, не указанные в соответствующем

195. ВЫНОСНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ



ищем изображении, а также отличаться по содержанию (например, изображение может быть видом, а выносной элемент — разрезом, и наоборот).

Выносной элемент располагают по возможности ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего применяют выносные элементы?
2. Как оформляют выносные элементы?

§ 49. Компоновка изображений на поле чертежа

Помимо графической части чертеж содержит текстовую часть. Под компоновкой чертежа понимают взаимное расположение на поле чертежа всех графических и текстовых данных.

На поле чертежа, ограниченном рамкой, в общем случае помимо изображений с нанесенными на них размерами располагаются:

- основная надпись (в правом нижнем углу чертежа);
- технические требования (непосредственно над основной надписью);
- условные знаки, характеризующие ше-

* По СТ СЭВ 363-76 — прописной латинской буквой.

роховатость поверхности (в правом верхнем углу);

повернутое на 180° обозначение чертежа, помещаемое в левом (или правом) верхнем углу чертежа;

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

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

Рис. 196 иллюстрирует расположение изображений с нанесенными на них размерами на поле чертежа, выполняемого на листе формата 12.

Рис. 197 иллюстрирует расположение изображения и нанесенных на нем размеров на поле чертежа, выполненного на листе формата 11.

В каждом конкретном случае изображения должны быть расположены так, чтобы было приблизительное равенство свободных промежутков, справа и слева, сверху и снизу от изображения детали. Технические требования записывают в определенном порядке, установленном ГОСТ 2.316—68.

Вначале записывают требования к материалу, заготовке (литью, прокату, ковке и т. п.), показатели свойств готовой детали в результате термической или других видов обработки, например: твердость (HRC) или глубину обработки при цементации. Могут быть указаны виды обработки, результаты которых не подвергают контролю, например отжиг, а также виды обработки, если они являются единственными, обеспечивающими нужные свойства детали (азотирование, обработка токами высокой частоты — ТВЧ), и т. п. Далее указывают требования к качеству поверхностей детали: покрытие, отделка и т. п. Затем требования к точности изготовления: предельные отклонения размеров, формы, взаимного расположения частей поверхности, условия и методы контроля готовой детали, указания о маркировании.

В предпоследнем пункте делают ссылку на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данную деталь.

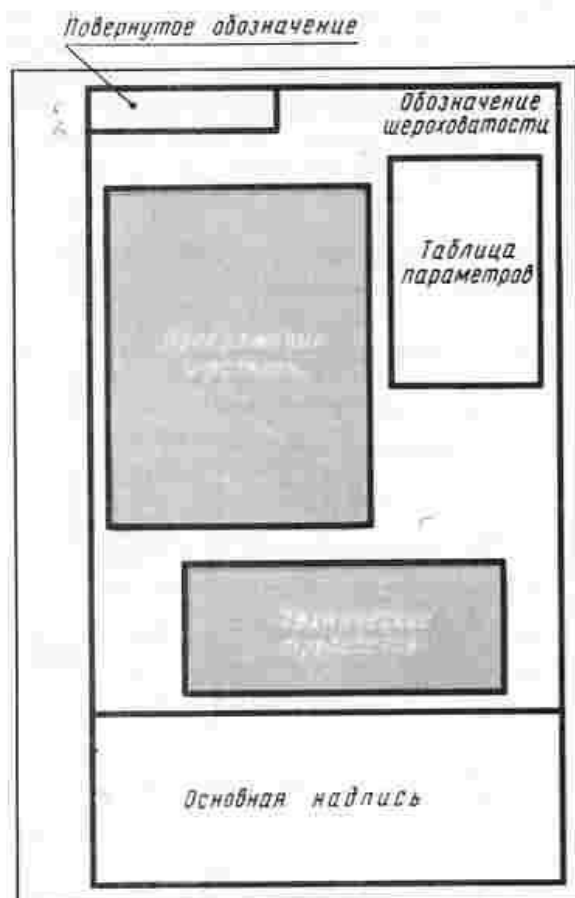
Если технические требования состоят из одного пункта, то номер ему не присваивают, при большем числе пунктов их нумеруют и заголовок *Технические требования* не пишут.

Таблицы параметров составляют по формам, установленным стандартами для чертежей таких деталей, как зубчатые

196. КОМПОНОВКА ТРЕХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ФОРМАТЕ 12



197. КОМПОНОВКА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ФОРМАТЕ 11



колеса, зубчатые рейки, зубчатые (шлицевые) валы, детали, имеющие отверстия для сопряжения с зубчатым валом. Таблицы параметров помещают также на чертежах деталей, имеющих зубчатые элементы, например шпиндель сверлильного станка с зубчатой рейкой, вал с коническим зубчатым венцом и т. п.

§ 50. Условности и упрощения на чертежах деталей

Рационализация чертежной работы, упрощение и облегчение ее занимает важное место в деле повышения производительности труда. С этой целью Государственными стандартами ЕСКД установлен ряд условностей и упрощений, используемых при выполнении чертежей.

Применяются следующие основные условности и упрощения.

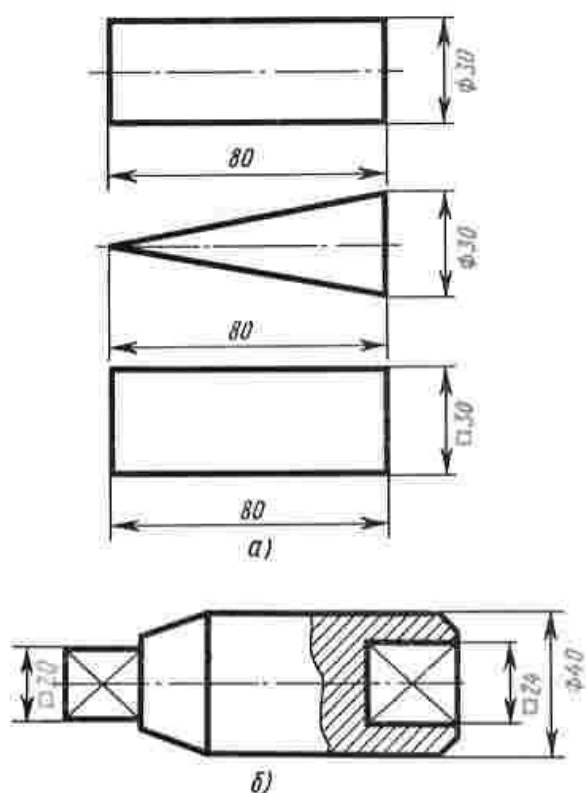
Условности и упрощения, сокращающие количество изображений

1. Применение условных знаков ϕ и \square позволяет ограничиться одним изображением (видом, разрезом) цилиндрических, конических и призматических (имеющих квадратные основания) элементов (рис. 198, а); также благодаря применению знаков ϕ и \square можно ограничиться одним изображением детали, состоящей из таких элементов (рис. 198, б).

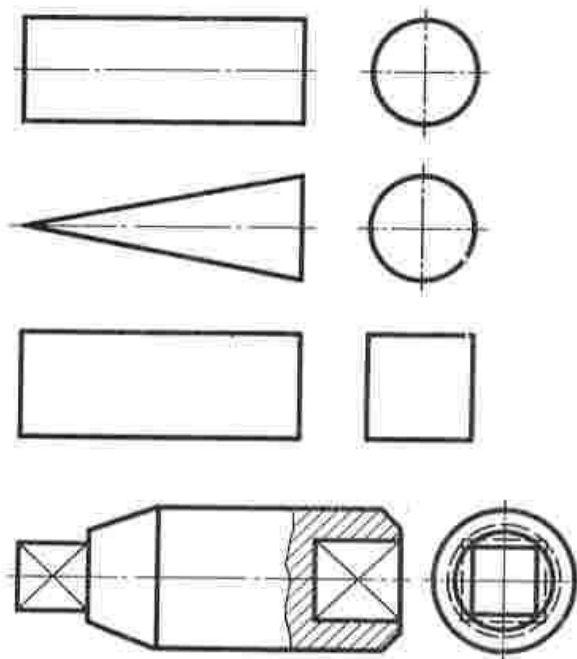
Если бы детали, представленные на рис. 198, а, были вычерчены без нанесения знаков ϕ и \square , для выявления их формы потребовалось бы по два вида (рис. 199).

2. Одним видом можно выявить и сферическую поверхность, если, как это

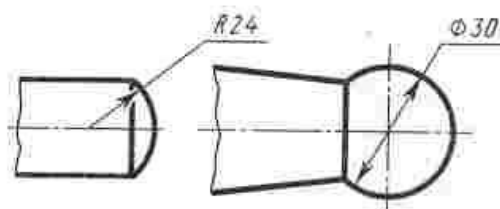
198. СОКРАЩЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ БЛАГОДАря ИСПОЛЬЗОВАНИЮ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ ϕ И \square : а — цилиндра, конуса, призмы, б — составленной из подобных геометрических тел детали



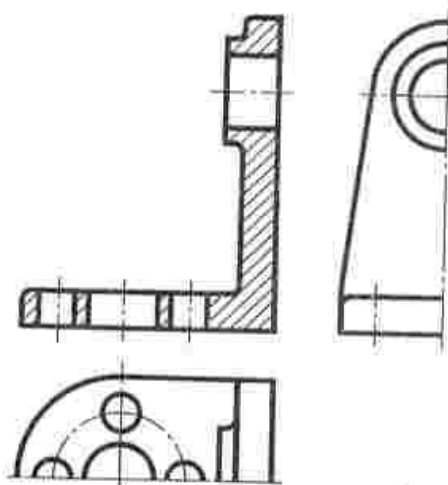
199. ДЕТАЛИ, ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ НА РИС. 198, НО ВЫЧЕРЧЕННЫЕ БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЗНАКОВ ϕ И \square



200. СФЕРИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ВЫЯВЛЯЕМЫЕ ОДНИМ ВИДОМ



201. СОКРАЩЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СИММЕТРИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ



предусмотрено п. 2.37 ГОСТ 2.307—68, вынести перед знаком ϕ (R) слово *Сфера* (только в тех случаях, когда без этого слова трудно отличить сферу от других поверхностей). На рис. 200 дан пример, когда добавлять слово к размерным числам $R24$ и $\phi 30$ нет необходимости.

3. Если нужно выделить на изображении детали плоскую поверхность, то ее отмечают тонкими сплошными пересекающимися линиями (диагоналями), как показано на рис. 198, б.

4. Благодаря нанесению условных обозначений толщины ($s/3$) и длины ($l/300$) детали, плоские и длинные предметы можно показывать одной проекцией (см. рис. 22).

Условности и упрощения, сокращающие размер изображений

5. Если изображение является симметричной фигурой, то допускается вычерчивать не все, а лишь половину изображения, ограничивая его осевой линией (рис. 201), или немного более половины. В последнем случае изображение ограничивают линией разрыва (сплошной волнистой линией толщиной от $s/2$ до $s/3$).

6. Чтобы сделать короче изображение длинной детали, не уменьшая масштаба, применяют разрыв (рис. 202). В месте разрыва проводят линии обрыва (волнистые). Разрывы можно применять для изображения деталей, имеющих одинаковое поперечное сечение (рис. 202) или равномерно изменяющееся поперечное сечение некруглых деталей (рис. 203).

7. При вычерчивании детали с разрывом размерные линии не разрывают, проводя их сплошными (рис. 202).

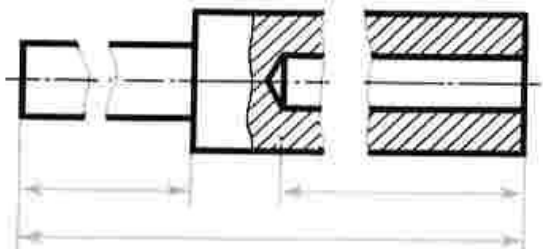
Условности и упрощения, облегчающие выполнение изображений

8. Если предмет имеет несколько одинаковых равномерно расположенных элементов, то разрешается вычерчивать полностью только один-два из них, а остальные показывать упрощенно или условно (рис. 204 и 205).

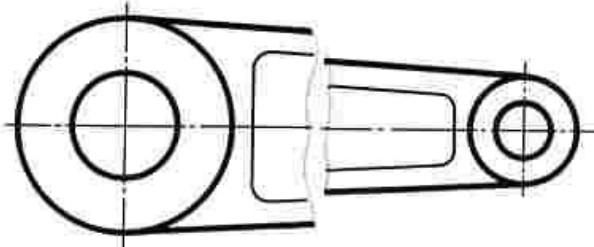
9. Допускается также показывать часть детали с указанием количества элементов и их расположения (рис. 206).

10. Если не требуется точного построения линий пересечения поверхностей, их

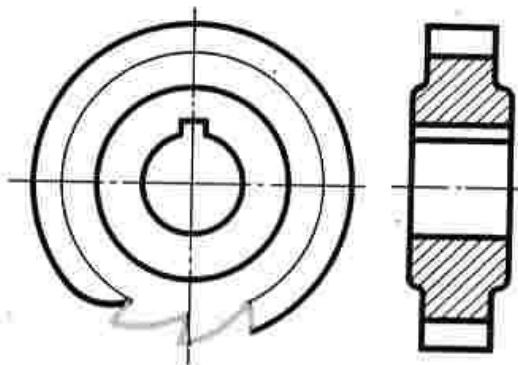
202. ИЗОБРАЖЕНИЕ С РАЗРЫВОМ



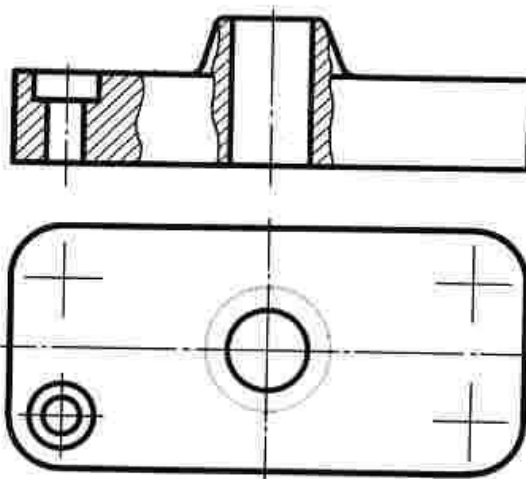
203. РАЗРЫВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ ДЕТАЛИ С ОДИНАКОВО МЕНЯЮЩИМСЯ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ



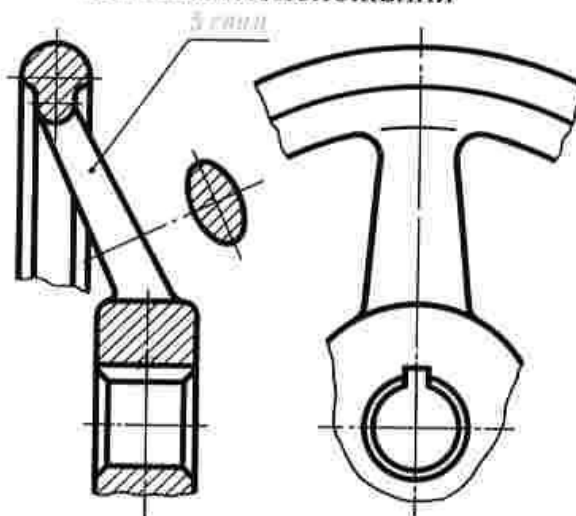
204. ПОКАЗ ДВУХ ИЗ НЕСКОЛЬКИХ ОДИНАКОВЫХ РАВНОМЕРНО РАСПОЛОЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



205. ИЗОБРАЖЕНИЕ ОДНОГО ИЗ ЧЕТЫРЕХ ОДИНАКОВЫХ ОТВЕРСТИЙ



206. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЧАСТИ ДЕТАЛИ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ



можно изображать упрощенно. Вместо лекальных кривых проводят дуги окружностей и прямые линии (рис. 207).

11. Допускается кривые линии пересечения поверхностей заменять прямыми, как это сделано на рис. 208.

12. Плавный переход от одной поверхности к другой показывают условно (тонкая линия на рис. 207, а) или совсем не показывают (рис. 207, б).

13. На чертежах деталей со сплошной сеткой, рифлением и т. п. допускается изображать эти элементы частично, с возможным упрощением (рис. 209).

14. При показе отверстий в ступицах шкивов, зубчатых колес и т. п., а также шпоночных пазов можно вместо полного изображения давать только контур отверстия (рис. 210) или паза (см. рис. 208).

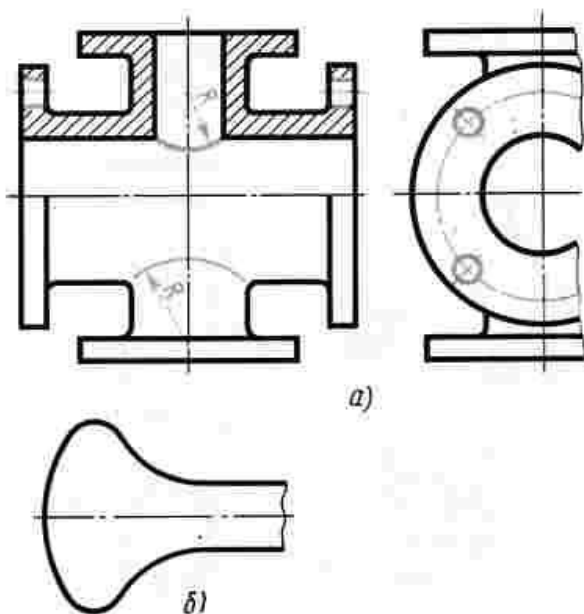
Другие случаи условностей и упрощений

15. Разрешается незначительную конусность или уклон изображать с увеличением. На тех изображениях, где уклон или конусность отчетливо не выявляются, проводят только одну линию, соответствующую меньшему размеру элемента с уклоном (рис. 211).

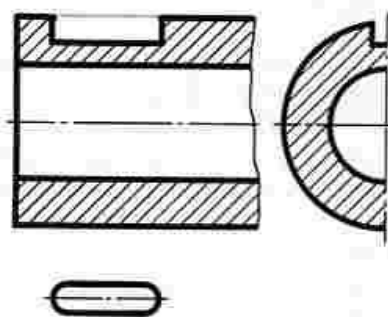
16. Допускается показывать как оставшие в разрез отверстия, расположенные в цилиндрическом элементе (рис. 207), даже если они и не попадают в секущую плоскость.

207. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ:

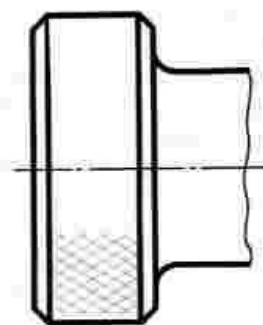
а — условное изображение линий пересечения поверхностей и расположения отверстий в круглом фланце, б — случай, когда плавный переход от одной поверхности к другой можно не показывать



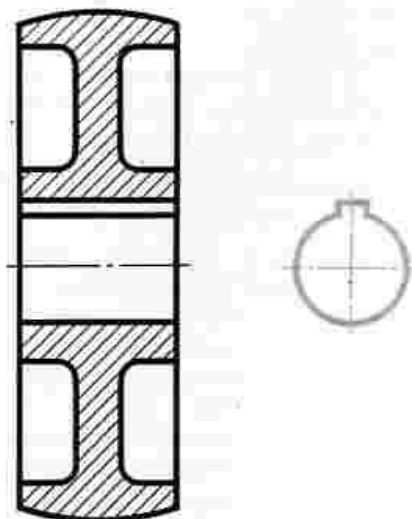
208. ЗАМЕНА КРИВЫХ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРЯМЫМИ



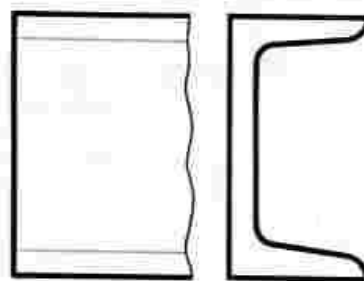
209. ЧАСТИЧНЫЙ ПОКАЗ РИФЛЕНИЯ



210. ПОКАЗ КОНТУРА ОТВЕРСТИЯ И ШПОНОЧНОГО ПАЗА (НЕПОЛНЫЙ ВИД)



211. УСЛОВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ УКЛОНА



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Благодаря использованию каких знаков и надписей можно сократить количество изображений?
2. Как в случае необходимости выделяется на изображении плоская поверхность?
3. В каких случаях можно вычерчивать половину изображения или немного более половины? Какими линиями соответственно ограничиваются такие неполные изображения?
4. Для чего применяют разрыв? Для каких деталей его можно использовать?
5. Какие условности облегчают вычерчивание деталей, имеющих несколько повторяющихся равномерно расположенных элементов?
6. Как упрощенно изображают пересечения поверхностей?
7. Какой толщины линией показывают плавный переход от одной поверхности к другой?

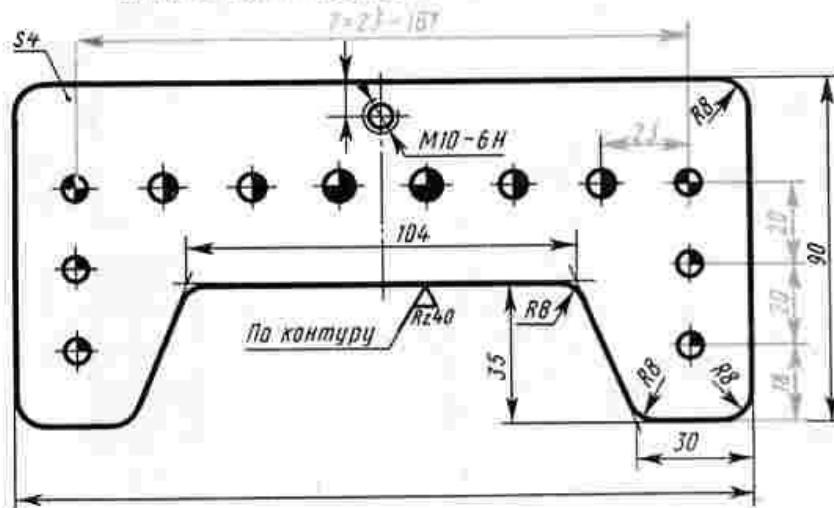
§ 51. Нанесение и чтение размеров на чертежах деталей

Чтобы рационально наносить и правильно читать размеры, нужно изучить некоторые условности, установленные ГОСТ 2.307—68, учитывать технологию изготовления деталей и их конструктивные особенности.

Размеры на рабочих чертежах проставляются так, чтобы ими удобно было пользоваться в процессе изготовления деталей и при их контроле после изготовления.

В дополнение к изложенному в § 7 «Основные сведения о нанесении размеров» здесь приводятся некоторые правила нанесения размеров на чертежах.

212. РАЗМЕРЫ, КООРДИНИРУЮЩИЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ И НАКЛОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ



Обозначение	Кол-во	Размеры	Шероховатость поверхностей
	4	φ7A	Rz 2,5
	2	φ7,5A ₃	Rz 20
	4	φ8A	Rz 20
	2	φ8,5	Rz 40

Когда деталь имеет несколько групп отверстий, близких по своим размерам (рис. 212), изображения каждой группы одинаковых отверстий необходимо помечать специальными знаками. В качестве таких знаков применяют зачерненные секторы окружностей, используя разное их число и расположение для каждой из групп отверстий (рис. 212).

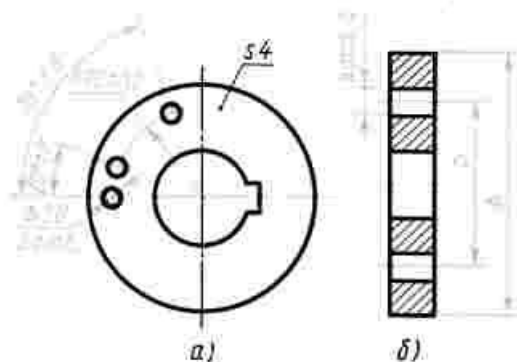
Допускается размеры и количество отверстий каждой группы указывать не на изображении детали, а в табличке (рис. 212).

Для деталей, имеющих симметрично расположенные одинаковые по конфигурации и величине элементы, их размеры на чертеже наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры. Исключение составляют одинаковые отверстия, количество которых всегда указывают, а их размер наносят только один раз (рис. 213).

В детали, изображенной на рис. 212, расположен ряд отверстий с одинаковым расстоянием между ними. В таких случаях вместо размерной цепочки, повторяющей один и тот же размер несколько раз, его наносят один раз (см. размер 23). Затем проводят выносные линии между центрами крайних отверстий цепочки и наносят размер в виде произведения, где первый сомножитель — количество промежутков между центрами соседних отверстий, а второй — размер этого промежутка (см. размер $7 \times 23 = 161$ на рис. 212). Такой способ нанесения размеров рекомендуется для чертежей деталей с одинаковым расстоянием между одинаковыми элементами: отверстиями, вырезами, выступами и т. п.

Положение центров отверстий или других одинаковых элементов, неравномерно расположенных по окружности, определяют угловыми размерами

213. РАЗМЕРЫ, КООРДИНИРУЮЩИЕ НЕ-
РАВНОМЕРНО РАСПОЛОЖЕННЫЕ
ЭЛЕМЕНТЫ



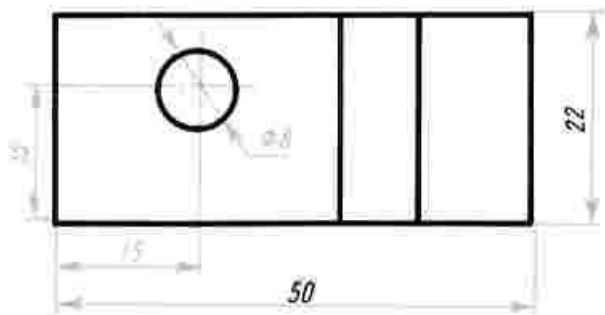
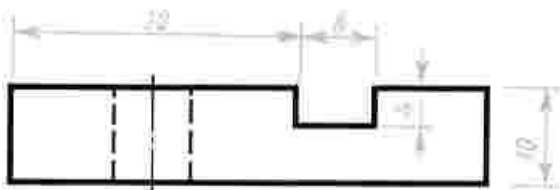
(рис. 213, а). При равномерном распределении одинаковых элементов по окружности угловые размеры не наносят, а ограничиваются указанием количества этих элементов (рис. 213, б).

Размеры, относящиеся к одному конструктивному элементу детали (отверстию, выступу, канавке и т. д.), следует наносить в одном месте, группируя их на том изображении, на котором этот элемент изображается наиболее ясно (рис. 214).

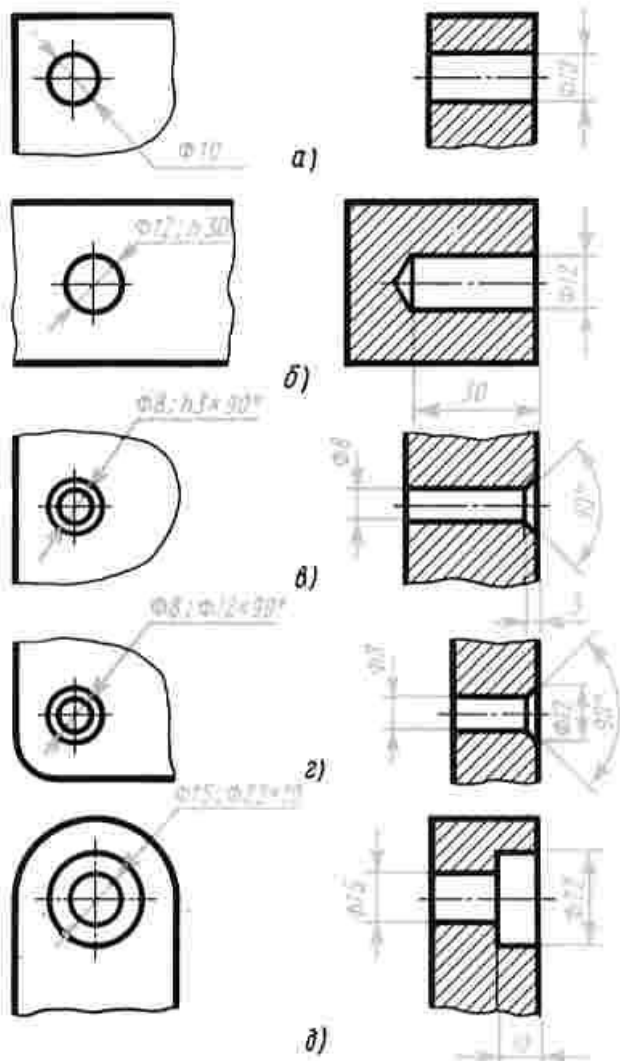
Положение наклонной поверхности может быть задано на чертеже размером угла и двумя (рис. 215, а) или тремя линейными размерами (рис. 215, б). Если наклонная поверхность не пересекается с другой, как в первых двух случаях, а сопрягается с криволинейной поверхностью (рис. 212), прямолинейные участки контура продлевают тонкой линией до их пересечения и от точек пересечения проводят выносные линии для нанесения размеров.

ГОСТ 2.307—68 установил также правила изображения и нанесения разме-

214. ГРУППИРОВКА РАЗМЕРОВ

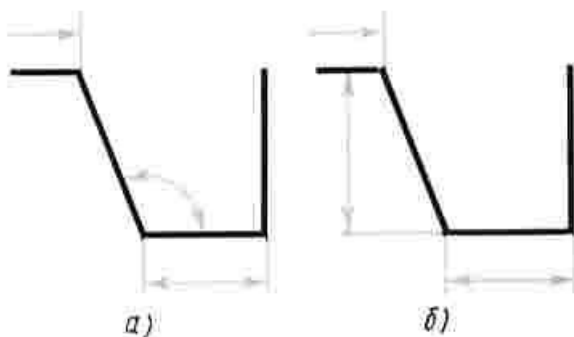


216. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ ОТВЕРСТИЙ
В РАЗРЕЗАХ И НА ВИДАХ (ПРИ
ОТСУТСТВИИ РАЗРЕЗОВ)



215. РАЗМЕРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПОЛО-
ЖЕНИЕ НАКЛОННЫХ ПОВЕРХНО-
СТЕЙ:

а — первый случай, б — второй случай



ров отверстий на видах и разрезах (рис. 216). Эти правила позволяют уменьшить число разрезов, выявляющих форму этих отверстий. Делается это за счет того, что на видах, где отверстия показывают окружностями, после указания диаметра отверстия наносят: размер глубины отверстия (рис. 216, б), размер высоты фаски и угол (рис. 216, в), размер диаметра фаски и угол (рис. 216, з), размер диаметра и глубины цевки (рис. 216, д). Если после указания диаметра отверстия нет дополнительных указаний, то отверстие считается сквозным (рис. 216, а).

При простановке размеров принимают во внимание способы измерения деталей и особенности технологического процесса их изготовления.

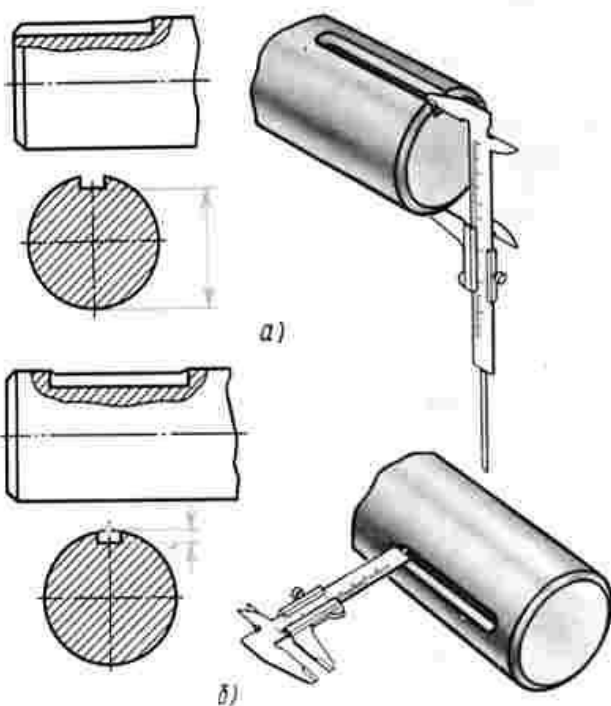
Например, глубину открытого шпоночного паза на наружной цилиндрической поверхности удобно измерять с торца, поэтому на чертеже следует нанести размер, данный на рис. 217, а.

Такой же размер закрытого паза легче проверить, если нанесен размер, указанный на рис. 217, б. Глубину шпоночного паза на внутренней цилиндрической поверхности удобно контролировать по размеру, проставленному на рис. 218.

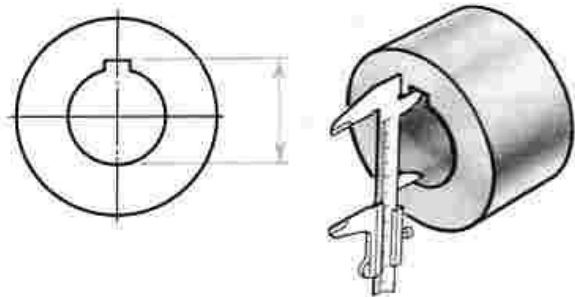
Размеры нужно проставлять так, чтобы при изготовлении детали не приходилось выяснять что-либо путем подсчетов. Поэтому размер, проставленный на сечении по ширине лыски (рис. 219), следует считать неудачным. Размер, определяющий лыску, правильно показан в правой части рис. 219.

217. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРА ГЛУБИНЫ ШПОНОЧНОГО ПАЗА:

а — открытого, б — закрытого



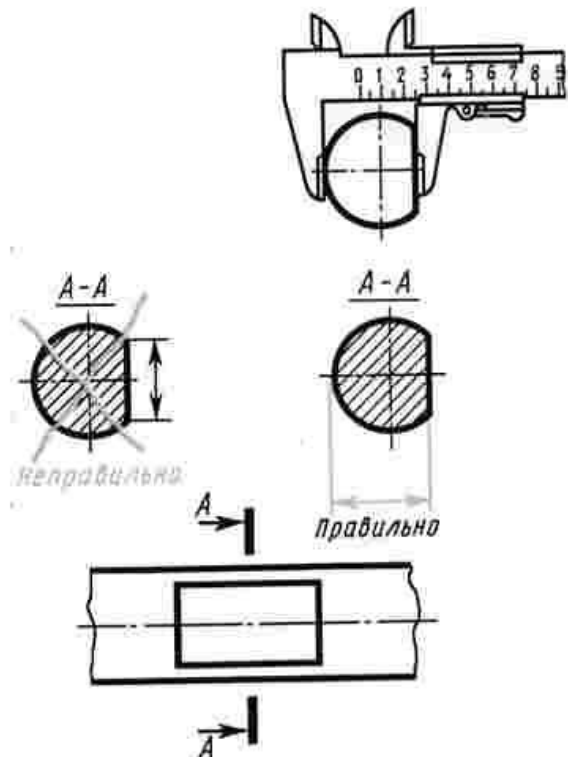
218. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРА ГЛУБИНЫ ШПОНОЧНОГО ПАЗА, ВЫПОЛНЕННОГО В ОТВЕРСТИИ



На рис. 220 показаны примеры простановки размеров цепным, координатным и комбинированным методами. При цепном методе размеры располагаются на цепочке размерных линий, как показано на рис. 220, а. При простановке общего (габаритного) размера цепь считается замкнутой. Замкнутая размерная цепь допускается в том случае, если один из ее размеров является справочным, например габаритный (рис. 220, а) или входящий в цепь (рис. 220, б).

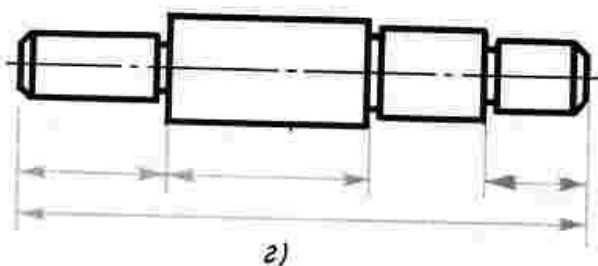
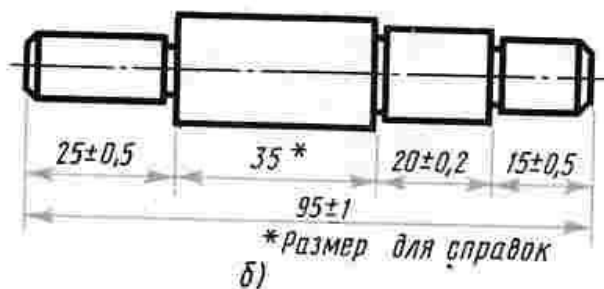
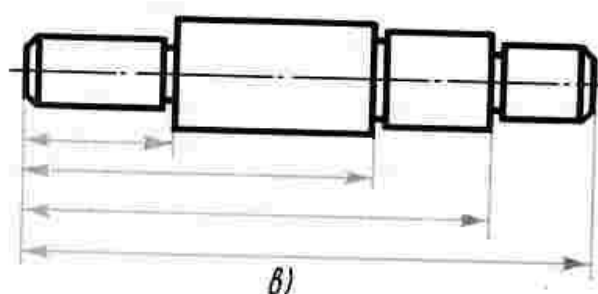
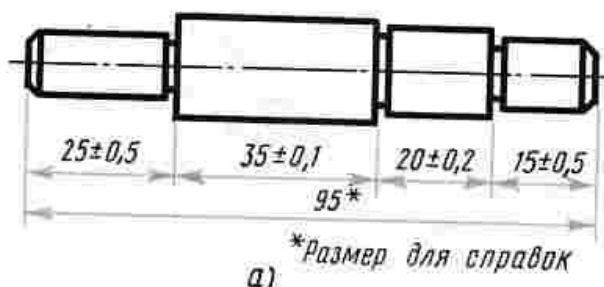
Справочными называются размеры, не подлежащие выполнению по заданному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом. Справочные размеры на чертеже отмечаются знаком в виде звездочки, который наносится справа, в технических требованиях повторяют этот знак и записывают: *Размеры для справок.*

219. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРА, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО ВЕЛИЧИНУ ЛЫСКИ



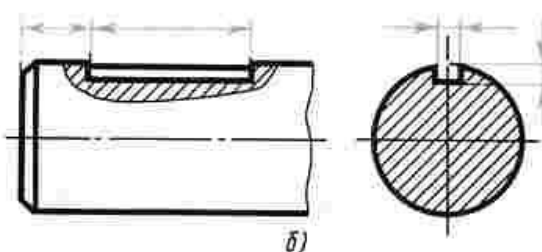
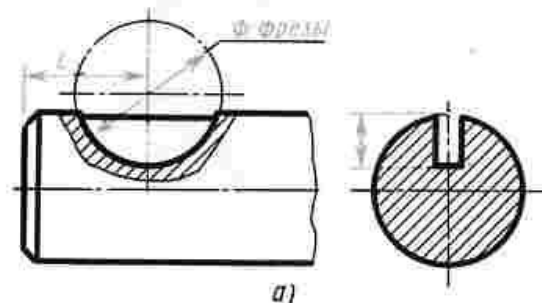
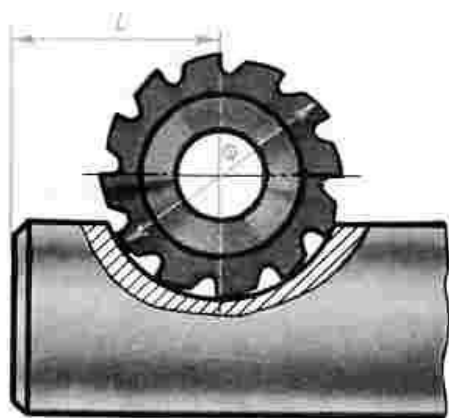
220. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДЛИНЫ НА ЧЕРТЕЖЕ ВАЛА:

a, б — цепной метод, *в* — координатный метод, *г* — комбинированный метод



221. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОЛОЖЕНИЕ ШПОНОЧНЫХ ПАЗОВ:

a — для сегментной шпонки, *б* — для призматической



К справочному размеру, входящему в замкнутую цепь, предельных отклонений не проставляют. Наибольшее распространение имеют незамкнутые цепи. В таких случаях один размер, при выполнении которого допустима самая меньшая точность, исключают из размерной цепи или не проставляют габаритный размер.

Простановку размеров по координатному методу производят от заранее выбранной базы. Например, на рис. 220, *в* этой базой служит левый торец валика.

Наиболее часто применяют комбинированный метод простановки размеров, который представляет собой сочетание цепного и координатного методов (рис. 220, *г*).

На рабочих чертежах механически обработанных деталей, у которых острые кромки или ребра должны быть скруглены, указывают величину радиуса скругления (обычно в технических требованиях), например, Радиусы скруглений 4 мм или Неуказанные радиусы 8 мм.

Размеры, определяющие положение шпоночных пазов, также проставляют с учетом технологического процесса. На изображении паза для сегментной шпонки (рис. 221, *a*) взят размер до центра дисковой фрезы, которой шпоночный паз будут фрезеровать, а положение паза для призматической шпонки устанавливают размером до его края (рис. 221, *б*), так как этот паз прорезают пальцевой фрезой.

Некоторые элементы деталей зависят от формы режущего инструмента. Например, дно глухого цилиндрического отверстия получается коническим, потому что

коническую форму имеет режущий конец сверла. Размер глубины таких отверстий, за редким исключением, проставляют по цилиндрической части (рис. 222).

На чертежах деталей, имеющих полости, внутренние размеры, относящиеся к длине (или высоте) детали, наносят отдельно от наружных. Например, на чертеже корпуса группа размеров, определяющая наружные поверхности, размещена выше изображения, а внутренние поверхности детали определяет другая группа размеров, находящаяся ниже изображения (рис. 223).

Когда только часть поверхностей детали подлежит механической обработке, а остальные должны быть «черными», т. е. такими, какими они получились при литье, ковке, штамповке и т. д., размеры проставляют по особому правилу, также установленному ГОСТ 2.307—68. Группа размеров, относящихся к обработанным поверхностям (т. е. образованных со снятием слоя материала), должна быть связана с группой размеров «черных» поверхностей (т. е. образованных без снятия слоя материала) не более чем одним размером по каждому координатному направлению.

У корпуса только две поверхности должны быть обработаны механически. Размер, связывающий группы наружных и внутренних размеров, отмечен на чертеже корпуса буквой *A*. Если бы размеры полости корпуса были проставлены от поверхности левого торца детали, при его обработке нужно было бы выдерживать предельные отклонения сразу нескольких размеров, что практически невозможно.

§ 52. Конусность и уклон

На изображениях конических элементов деталей размеры могут быть проставлены различно: диаметры большего и меньшего оснований усеченного конуса и его длина; угол наклона образующей, или угол конуса вместе с другими размерами, или величина конусности.

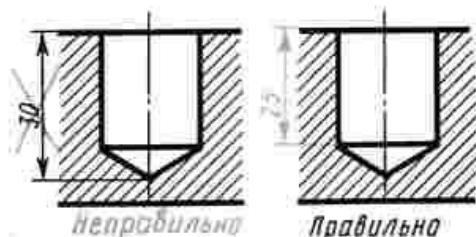
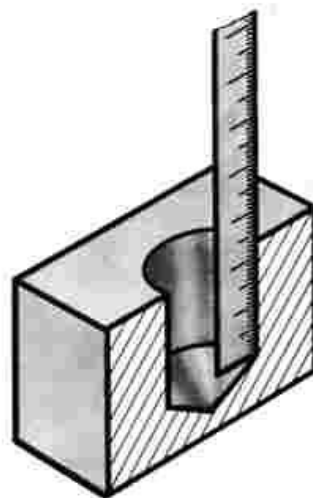
Конусность. Отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса ($D - d$) к расстоянию между ними l (рис. 224, *a*) называется конусностью (K):

$$K = \frac{D - d}{l}$$

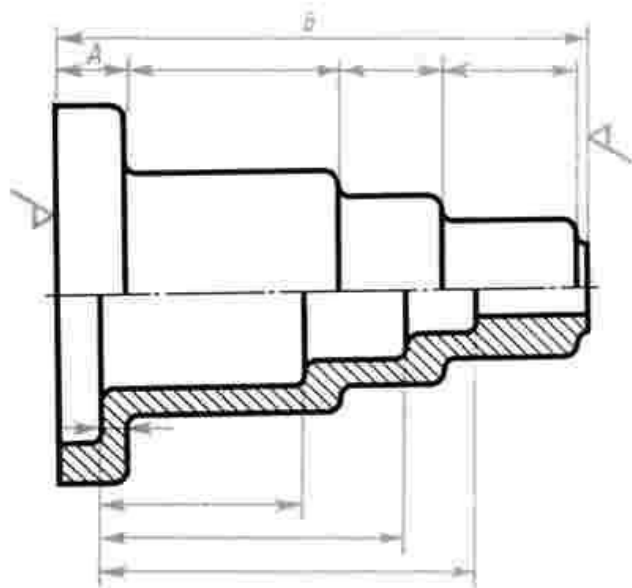
Например, конический элемент детали с диаметром большего основания 25 мм, диаметром меньшего основания 15 мм, длиной 50 мм будет иметь конусность

$$K = \frac{D - d}{l} = \frac{25 - 15}{50} = \frac{1}{5} = (1 : 5).$$

222. НАНЕСЕНИЕ ГЛУБИНЫ ОТВЕРСТИЯ ИЗ-ПОД СВЕРЛА



223. НАНЕСЕНИЕ НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛИ



При проектировании новых изделий применяются величины конусности, установленные ГОСТ 8593—57 : 1 : 3; 1 : 5; 1 : 7; 1 : 8; 1 : 10; 1 : 12; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 30. Стандартизованы также величины конусности, которые имеют элементы деталей с часто встречающимися углами между образующими конуса: углу 30° соответствует конусность 1 : 1,866; 45° — 1 : 1,207; 60° — 1 : 0,866; 75° —

1 : 0,652, углу 90° — 1 : 0,5. В чертежах металлорежущих инструментов часто конусность определяется надписью, указывающей номер конуса Морзе. В этих случаях размеры конических элементов устанавливаются по ГОСТ 10079—71 и др.

На чертежах конусность наносят согласно правилам ГОСТ 2.307—68. Перед размерным числом, определяющим величину конусности, наносят условный знак в виде равнобедренного треугольника, острие которого направлено в сторону вершины конуса.

Знак и цифры, указывающие величину конусности, располагают на чертежах параллельно геометрической оси конического элемента.

Они могут быть сделаны над осью (рис. 224, б) или на полке (рис. 224, в). В последнем случае полка соединяется с образующей конуса при помощи линии-выноски, заканчивающейся стрелкой.

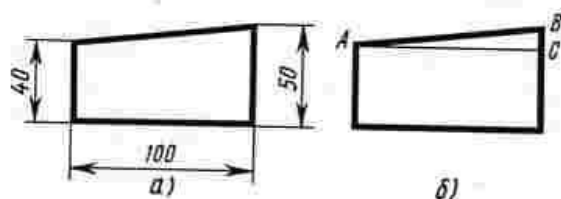
УПРАЖНЕНИЕ 64. Вычислите величину конусности, если больший диаметр конического элемента детали равен 60 мм, меньший — 40 мм, а длина 80 мм. Постройте конус с вычисленной вами конусностью и нанесите ее величину.

Уклон. Плоские поверхности деталей, расположенные наклонно, обозначают на чертеже величиной уклона. Как подсчитать эту величину, покажем на примере. Клин, изображенный на рис. 225, а, имеет наклонную поверхность, уклон которой нужно определить. Из размера наибольшей высоты клина вычтем размер наименьшей высоты: $50 - 40 = 10$ мм. Разность между этими величинами можно рассматривать как размер катета прямоугольного треугольника, образовавшегося после проведения на

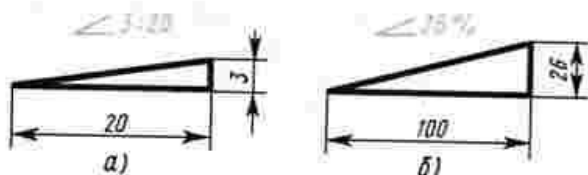
чертеже горизонтальной линии (рис. 225, б). Величиной уклона будет отношение размера меньшего катета к размеру горизонтальной линии. В данном случае нужно разделить 10 на 100. Величина уклона клина будет 1 : 10.

На чертеже уклоны указывают или в виде отношения двух чисел, например 1 : 50; 3 : 5, или в процентах: 12%, 8%.

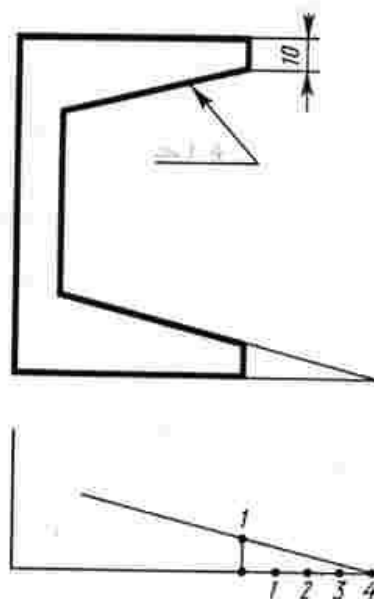
225. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УКЛОНА



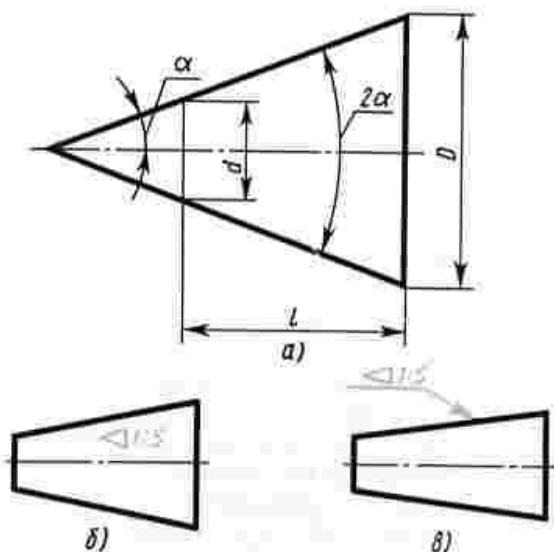
226. ПОСТРОЕНИЕ УКЛОНОВ И НАНЕСЕНИЕ ИХ ВЕЛИЧИН



227. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПО ЗАДАННОМУ УКЛОНУ



224. ПОСТРОЕНИЕ КОНУСНОСТИ И НАНЕСЕНИЕ ЕЕ ВЕЛИЧИНЫ



228. ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОПУСКОВ

Если требуется изобразить на чертеже поверхность определенного уклона, например 3 : 20, вычерчивают прямоугольный треугольник, у которого один из катетов составляет три единицы длины, а второй — 20 таких же единиц (рис. 226, а). В том случае, если уклон задан в процентах, например 26%, один катет должен иметь длину, равную 26 единицам, второй — 100 единицам (рис. 226, б).

При вычерчивании деталей или при их разметке для построения линии по заданному уклону приходится проводить вспомогательные линии. Например, чтобы провести линию, уклон которой 1 : 4, через концевую точку вертикальной линии (рис. 227) отрезок прямой линии длиной 10 мм следует принять за единицу длины и отложить на продолжении горизонтальной линии четыре такие единицы (т. е. 40 мм). Затем через крайнее деление и верхнюю точку отрезка провести прямую линию.

Уклон наносят при помощи знака \angle и размерного числа, определяющего величину уклона.

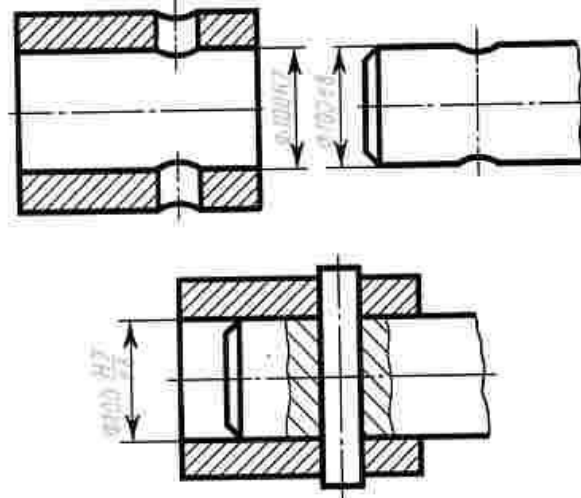
Вершина знака должна быть направлена в сторону наклона поверхности детали. Знак и размерное число располагают параллельно направлению, по отношению к которому задан уклон.

УПРАЖНЕНИЕ 65. Постройте линию, уклон которой к горизонтали равен 1:5. Постройте линию, уклон которой равен 25% к вертикали. Нанесите обозначения уклонов.

§ 53. Обозначения на чертежах допусков и посадок

В результате всех погрешностей, возникающих как в процессе изготовления, так и при измерении, действительный размер детали (действительным называется размер, установленный измерением с допустимой погрешностью) всегда будет отличаться от номинального (заданного) размера. Но для обеспечения взаимозаменяемости всякая неточность изготовления должна ограничиваться определенными пределами, за которые не следует переходить. Поэтому при изготовлении деталей наряду с номинальным размером должны быть указаны два предельных значения размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный (рис. 228).

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется **допуском** размера. На схемах принято условно поле допуска располагать односторонне.



Поле допуска определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера.

Положение поля допуска относительно номинального размера (нулевой линии) обозначается буквами латинского алфавита (*A, B, C, ...*) или в некоторых случаях двумя (*FG, ZB, ...*) (рис. 229)*.

Нулевая линия — линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков.

Для каждого номинального размера по СТ СЭВ 145—75 установлен ряд допусков и основных отклонений, характеризующих положение этих допусков относительно нулевой линии. За основное отклонение принимают одно из двух отклонений (верхнее *ES* или нижнее *EJ*).

Величина допуска зависит от номинального размера и безразмерного коэффициента, определенного для различных степеней точности.

В СТ СЭВ 145—75 установлено 19 степеней точности, называемых качествами и обозначаемых порядковыми номерами: 01; 0; 1...17.

К в а л и т е т — совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Итак, размер, для которого указывается поле допуска, обозначается числом, за которым следует условное обозначение, состоящее из буквы (или двух) и цифры (или двух цифр).

Примеры: 50K5, 70P6, 50CD11, 30N6, 8k6, 12e8. Разберем запись, например, 30N6: номинальный размер отверстия в

* Обозначения полей допусков и основных отклонений прописными буквами приведены для отверстия; для вала обозначения выполняют строчными буквами (*a, b, c, ..., zc*), верхнее отклонение (*es*), нижнее (*ei*).

детали равен 30 мм; положение поля допуска относительно номинального размера обозначено буквой *N*, величина верхнего отклонения ($ES = -11$ мкм); величина нижнего отклонения ($EJ = -24$ мкм), а величина допуска (13 мкм) определяется квалитетом (цифрой 6).

Запись 30N6 соответствует записи по ГОСТ 2.307—68 ЕСКД $30_{-0,024}^{+0,011}$.

Аналогично запись 8k6 соответствует записи $8_{-0,059}^{+0,010}$, а запись 12e8 — записи $12_{-0,059}^{+0,001}$.

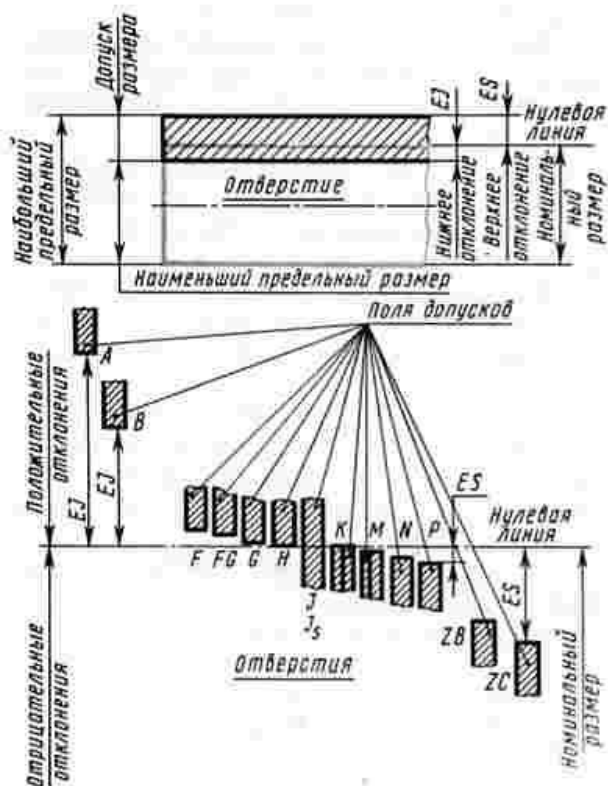
На сборочных чертежах в обозначение посадки входит номинальный размер, общий для соединяемых отверстия и вала, за которым следуют обозначения полей допусков — прописной буквой для отверстия, строчной — для вала.

Например, размер $\phi 100 \frac{H7}{e8}$ нужно

понимать так: номинальный размер диаметра отверстия и диаметра вала равен 100 мм, поле допуска отверстия *H7*, поле допуска вала *e8*.

Запись $\phi 100 \frac{H7}{e8}$ соответствует по ГОСТ 2.307—68 записи $\phi 100 \frac{A}{L}$ — посадка в системе отверстия. Аналогично записи $15 \frac{H7}{k6}$ соответствует запись $75 \frac{A}{H}$ — посадка в системе отверстия, а записи $70 \frac{E9}{h8}$ записи $70 \frac{X_3}{B_3}$ — посадка в системе вала.

229. СИСТЕМА ДОПУСКОВ



Для неотчетливых несопрягаемых размеров стандарт рекомендует ограничиться предельными отклонениями по 12,14-му, реже 16-му квалитетам. На поле чертежа в таких случаях делают запись, например: неуказанные предельные отклонения размеров: $H14, h14; \pm \frac{IT14}{2}$ или $\pm \frac{t_2}{2}$.

Отклонения *H14* относятся к размерам всех отверстий (охватывающих) элементов, а отклонения *h14* — к размерам всех валов (охватываемых) элементов. Запись $\pm \frac{IT14}{2}$ или $\pm \frac{t_2}{2}$ относится к остальным размерам.

§ 54. Нанесение на чертежах обозначений покрытий термической и других видов обработки

Часто на поверхность детали наносят покрытия для повышения ее долговечности, предохранения от преждевременного истирания, защиты от действия воды, кислот, щелочей и т. п.

Большая часть покрытий выполняется гальваническим и химическим способами. Используют также диффузный способ покрытия.

Вид покрытия поверхности детали определяется по установленным обозначениям, которые указывают в технических требованиях на поле чертежа, а на изображениях отмечают поверхности, подлежащие покрытию (рис. 230).

Обозначают покрытия согласно ГОСТ 2.310—68 (СТ СЭВ 367—76); ГОСТ 9.032—74 (покрытия лакокрасочные); ГОСТ 9.073—77 и ГОСТ 21484—76 (покрытия металлические и неметаллические неорганические).

Перед обозначением вида покрытия (защитного, защитно-декоративного, износостойкого и др.), наносимого на поверхность детали, в технических требованиях добавляют слово *Покрытие*.

При нанесении одинакового покрытия на несколько поверхностей их обозначают одной буквой и записывают *Покрытие поверхности А* (рис. 230, а).

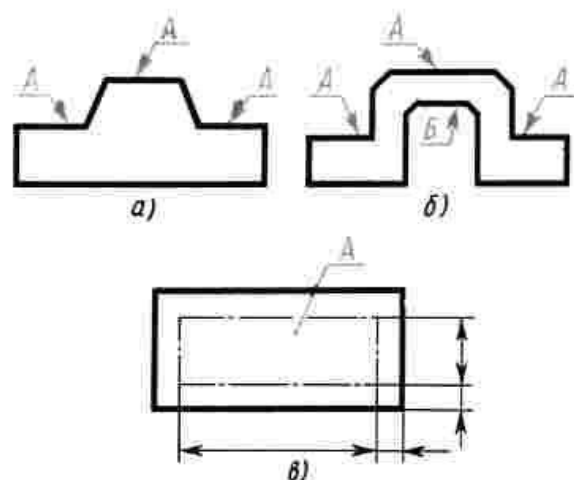
При нанесении различных покрытий на нескольких поверхностях детали их обозначают разными буквами и записывают *Покрытие поверхности А, поверхности В* (рис. 230, б).

Участки поверхности, подлежащие покрытию, обозначают одной буквой, указывают размеры их формы и положения (рис. 230, в).

Обозначение металлических и неметаллических (неорганических) покрытий

Обозначение защитных, декоративных, электроизоляционных, износостойких и других видов покрытий выполняется по следующей схеме.

230. ОТМЕТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ ПОКРЫТИЮ



На первом месте помещается слово *Покрытие*, на втором указывается способ нанесения покрытия, на третьем — вид покрытия (материал, наносимый на изделие), на четвертом — технологический признак покрытия, на пятом — толщина слоя, на шестом — степень блеска, на седьмом — вид дополнительной обработки покрытий поверхности.

Эта схема указывает последовательность составления обозначения, но не устанавливает обязательное наличие всех перечисленных признаков.

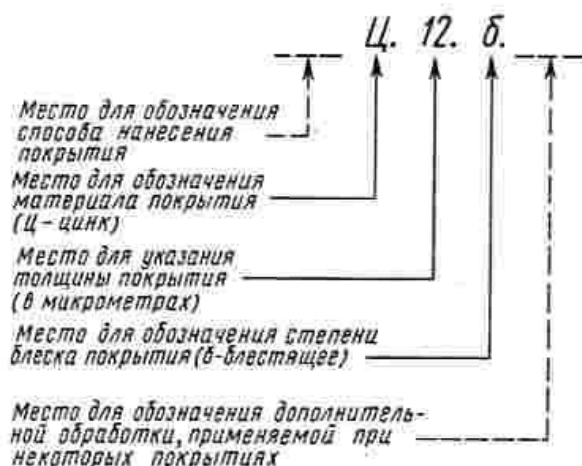
Способ нанесения покрытия записывают в обозначение начальными буквами наименования, например: химическое — Хим., анодизационное — Ан., горячее — Гор., диффузионное — Диф., металлизационное — Мет.; электролитический способ покрытия как наиболее распространенный в обозначении не отмечается.

Вид покрытия характеризуется материалом, который наносится на поверхность изделия, обозначается он одной первой прописной или двумя буквами названия, например: алюминий — А, медь — М, никель — Н, вольфрам — В, олово — О, золото — Зл, кадмий — Кд, серебро — Ср, фосфор — Фос, родий — Рд и т. д. По этой же схеме обозначаются материалы покрытий сплавами, например: сплав золото—цинк—никель обозначается Зл—Ц—Н и т. д.

Технологические признаки покрытия обозначаются буквами строчного алфавита: черное — ч, твердое — тв, молочное — мол, пористое — пор, из хромовых электролитов — хром, фосфатное — фос, фторидное — фтор, электроизоляционное — из, эмалевое — эмт.

Буквами строчного алфавита обозначается также и степень блеска: матовое — м, блестящее — б, глянцевое — г, зеркальное — зк.

231. СТРУКТУРА ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОКРЫТИЯ



Дополнительная обработка покрытой поверхности обозначается сокращенной надписью, например: фосфатирование — фос., хромирование — хр., оксидирование — окс. Толщина покрытия указывается цифрой, определяющей величину этого размера в микрометрах.

Все обозначения отделяются друг от друга точками, за исключением материала, толщины и технологического признака покрытия.

В обозначениях многослойных покрытий указываются все металлы, образующие покрытие в порядке нанесения слоев, толщина многослойного покрытия представляется послойно. Например, *Покрытие М6.Н9.Х3, б* (электролитическое хромовое многослойное покрытие с толщиной слоя меди 6 мкм, никеля 9 мкм, хрома 3 мкм, блестящее).

Пример обозначения пассивного покрытия, нанесенного химическим способом с дополнительным промасливанием: *Покрытие Хим. Пас. прм.*; анодизационного окисного твердого покрытия: *Покрытие Ан. Окс. тв.*; металлизационного цинкового покрытия: *Покрытие Мт. Ц.*

Структуру покрытия можно представить в графической форме, как это сделано на рис. 231.

Нанесение на чертежах показателей свойств материалов, получаемых в результате термической и других видов обработки (химико-термической, наклепа и т. п.)

Если изделия подвергаются термической или другому виду обработки, изменяющей свойства материала, то на чертежах этих изделий указывают показатели свойств, приобретаемых в результате обработки. Например, в технических требованиях делают запись *HRC 42... 48* или *Цементировать h0,7...0,9; HRC 56...60*. При чтении чертежа такие записи нужно

понимать так: все поверхности изделия после обработки должны иметь указанные в записи показатели свойств (в данных примерах — твердость). Буквой п обозначают глубину обработки.

Наименование видов обработки записывают только в тех случаях, если они являются единственными, обеспечивающими требуемые свойства материалов.

На чертежах изделий, у которых подвергаются обработке отдельные участки поверхности, проводят штрихпунктирные линии, выделяющие эти участки. От штрихпунктирных линий отводят выноски, заканчивающиеся полками для записи показателей свойств материалов (рис. 232).

Таким же способом выделяют на чертежах отдельные участки изделий, подлежащих покрытиям. Штрихпунктирную линию проводят на расстоянии 0,8—1 мм от линий контура изображения, длина штриха 3—8 мм, расстояние между штрихами 3—4 мм.

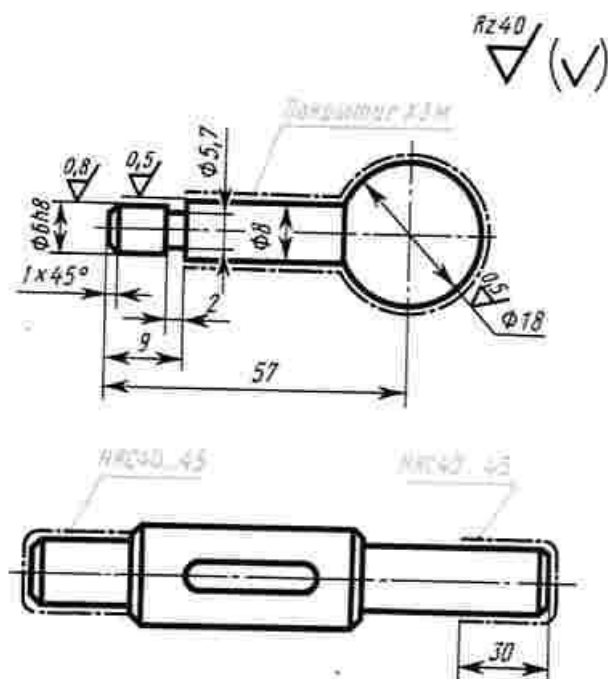
Обозначение лакокрасочных покрытий. В обозначениях лакокрасочных покрытий указывают основной материал, класс и группу покрытия. Класс покрытия характеризует его внешний вид. По этому признаку покрытия подразделяются на четыре класса, которые обозначаются римскими цифрами. Группа покрытия отмечается прописной буквой русского алфавита. Группа определяет, для каких условий эксплуатации предназначается покрытие. Покрытия, стойкие внутри помещений, отмечают буквой П, атмосферостойкие А; химически стойкие — Х (агрессивные газы и пары), ХК (кислотостойкие), ХЩ (стойкие против щелочей); водостойкие — В (пресная вода), ВМ (морская вода); термостойкие — Т°; маслостойкие — М; бензостойкие — Б; электроизоляционные — Э.

Примером обозначения лакокрасочных покрытий может служить следующее: *Покрытие Эм. НЦ-25, синий, III.* Это означает: покрытие эмалью марки НЦ-25, цвет синий, внешний вид соответствует второму классу, предназначается для эксплуатации внутри помещения; *Покрытие Эм. ХВ-124, коричневый, II М* — эмаль ХВ-124, цвет коричневый, второго класса, маслостойкое.

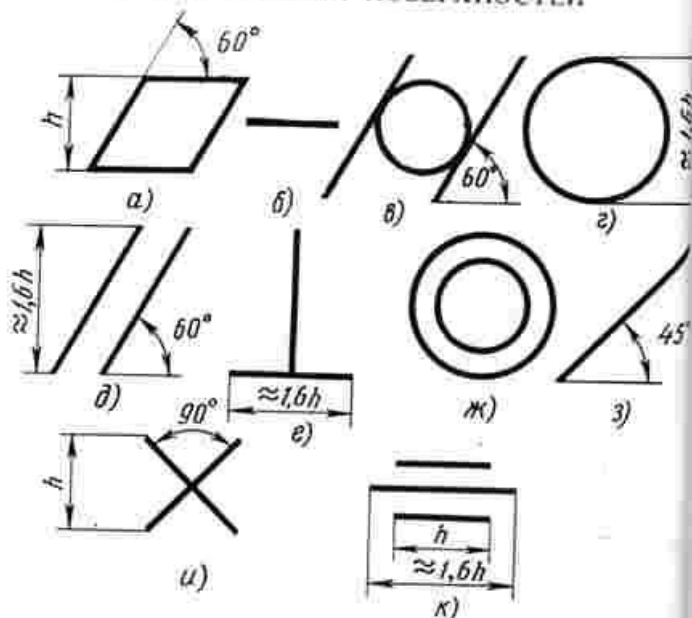
§ 55. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

При обработке деталей наблюдаются не только отклонения от заданных размеров, но и отклонения от заданной геометрической формы (например, от плоскости или от цилиндра) и отклонения от

232. ПРИМЕРЫ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ И ТЕРМООБРАБОТКИ



233. ЗНАКИ ДЛЯ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ВИДОВ ДОПУСКОВ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ



правильного взаиморасположения поверхностей (например, от параллельности или от симметричности).

Допуск формы и расположения поверхностей согласно ГОСТ 2.308—79 (СТ СЭВ 368—76) указывают на чертежах условными обозначениями или текстом в технических требованиях. Примеры указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей приведены в табл. 4.

На рис. 233 показаны форма и размеры условных обозначений видов допусков формы и расположения поверхностей:

а — плоскости, б — прямолинейности, в — цилиндричности, г — круглости, д — параллельности, е — перпендикуляр-

ности, *ж* — соосности, *з* — торцового биения, радиального биения, *и* — пересечения осей, *к* — симметричности.

В табл. 4 и некоторых рисунках встречаются знаки условных обозначений видов допусков по ГОСТ 2.308—68.

Знаки обозначения допусков и цифровые данные указывают в прямоугольной рамке, разделенной на две или на три части, в которых помещают: в первой — знак допуска, во второй — числовое значение допуска в миллиметрах, в третьей — буквенное обозначение базы (баз) и буквенное обозначение поверхности, с которой связан допуск (табл. 4).

Высота знаков, цифр и букв, вписываемых в рамки, должна быть равна высоте шрифта размерных чисел на данном чертеже, высота рамки должна превышать высоту шрифта в 2 раза.

Соединяют рамку с элементом детали, к которому относится допуск, прямой или ломаной линией, заканчивающейся стрелкой, а с базой прямой или ломаной линией, заканчивающейся зачерненным треугольником. Треугольник должен быть равнобедренным с высотой, приблизительно равной шрифту размерных чисел чертежа.

Рамку и отводимые от нее линии вычерчивают сплошными тонкими. Располагают рамку, как правило, горизонтально.

§ 56. Эскизы

Эскизом называют документ, предназначенный для разового использования в производстве, содержащий изображение изделия и другие данные для его изготовления. Эскизы широко используются конструктором или рационализатором. Эскизы непосредственно используют также и при ремонте изделий. Часто по эскизам выполняют чертежи.

По содержанию к эскизу предъявляются те же требования, что и к чертежу. Различие состоит лишь в том, что эскиз обычно выполняют без применения чертежных инструментов, от руки, без точного соблюдения масштаба. На рис. 234, *а*, *б* приведены для сравнения эскиз и чертеж одной и той же детали.

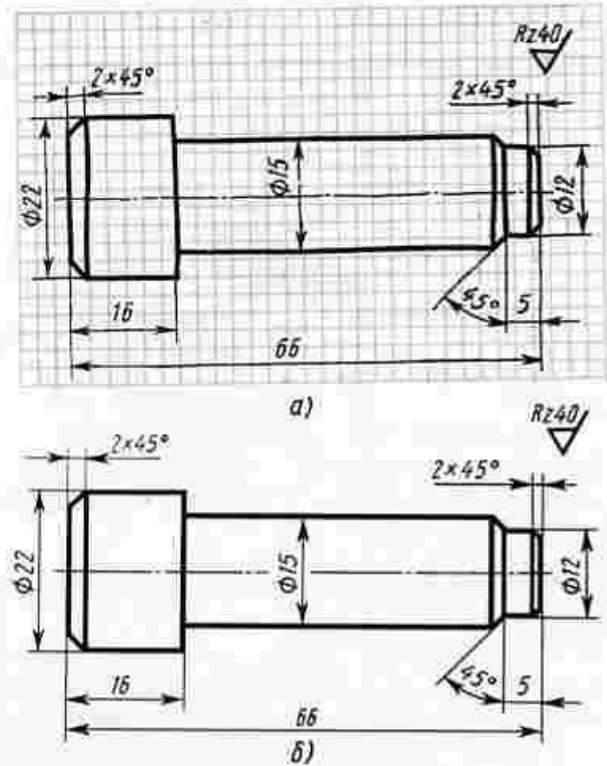
Эскизы удобно выполнять на писчей бумаге в клетку мягким карандашом.

Работа по выполнению эскиза детали обычно складывается из следующих этапов.

Изучение детали. Когда эскиз выполняют с натуры, необходимо внимательно изучить деталь, уяснить, из каких геометрических тел состоит ее форма. Нужно узнать название детали, ее назначе-

234. СРАВНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА И ЭСКИЗА:

а — эскиз, *б* — чертеж



ние, положение, которое она занимает в изделии при работе, или положение на основной операции при обработке, марку материала, из которого деталь изготавливают, способ изготовления (литье,ковка и т. д.).

Выбор положения для главного изображения. Деталь надо расположить относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней (главное изображение) давало наиболее ясное представление о его форме и размерах.

Корпусные детали (кронштейны, передние и задние бабки, корпуса кранов и вентилях, трубопроводов, насосов, редукторов) на главном изображении (виде или разрезе) показывают в рабочем положении, т. е. в положении, которое деталь занимает при эксплуатации.

Детали, занимающие при работе различные положения, вычерчивают в соответствии с положением, преобладающим в процессе изготовления. Поэтому такие детали, как валы, оси, шпиндели, шкивы, штифты и др., имеющие цилиндрическую или коническую форму и обрабатываемые на токарных станках в горизонтальном положении, изображают с горизонтально расположенной осью.

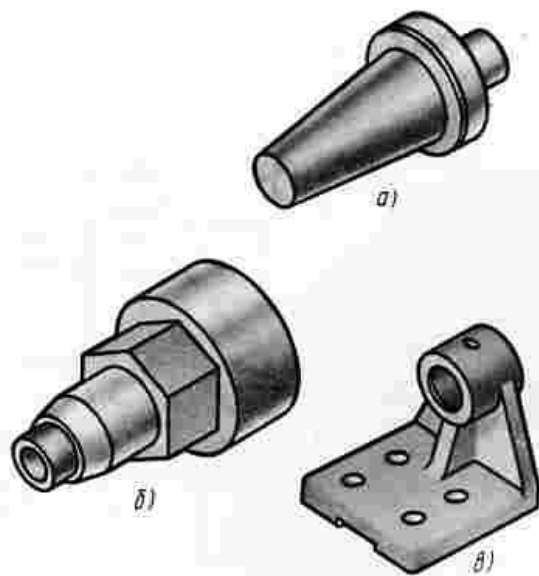
Деталь располагают так, чтобы на чертеже как можно больше его элементов изображалось видимыми.

4. Примеры указания допусков формы и расположения поверхностей

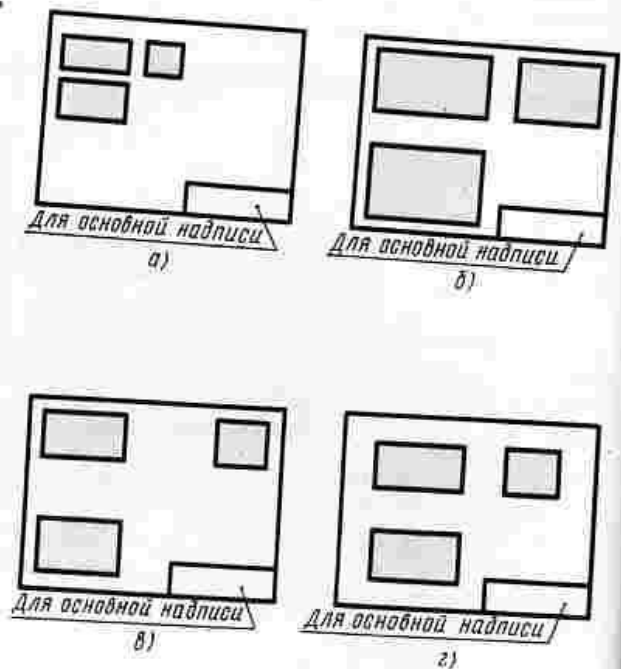
Вид допуска	Эскиз	Указание допусков на чертежах	
		условным обозначением	текстом в технических требованиях
Допуск плоскостности		<p>□ Неплоскостность</p>	<p>Неплоскостность поверхности А не более 0,2 мм</p>
Допуск прямолинейности		<p>— Непрямолинейность</p>	<p>Непрямолинейность поверхности А в поперечном направлении не более 0,03 мм</p>
Допуск цилиндричности		<p>⊘ Нецилиндричность</p>	<p>Нецилиндричность поверхности А не более 0,01 мм</p>
Допуск круглости		<p>○ Некруглость</p>	<p>Некруглость поверхности А не более 0,01 мм</p>

Вид допуска	Эскиз	Указания допусков на чертежах	
		условным обозначением	текстом в технических требованиях
Допуск профиля продольного сечения		<p>— Отклонение профиля продольного сечения (относится к цилиндру)</p>	<p>Отклонение профиля продольного сечения поверхности <i>A</i> не более 0,02 мм</p>
Допуск параллельности		<p>// Непараллельность</p>	<p>Непараллельность оси отверстия относительно поверхности <i>A</i> не более 0,04 мм</p>
Допуск соосности		<p>┌ Несоосность</p>	<p>Несоосность отверстий относительно общей оси не более 0,01 мм</p>
Допуск торцового биения		<p>┌ Биение (торцовое и радиальное)</p>	<p>Торцовое биение поверхностей <i>B</i> и <i>B</i> относительно оси поверхности <i>A</i> не более 0,1 мм на $\phi 40$</p>

235. КОЛИЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФОРМЫ ДЕТАЛИ:
а — один вид, *б* — два изображения, *в* — три изображения



236. ПЛАНИРОВКА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЛИСТЕ



Определение необходимого количества изображений. Выбрав положение для главного изображения, определяют необходимое количество изображений. Оно должно быть минимальным, но достаточным, чтобы обеспечить полное выявление формы предмета.

Вместе с тем решают вопрос о содержании изображений: определяют, в каком случае следует использовать вид, какие и где применять разрезы и сечения.

На рис. 235, *а* приведена деталь, форма которой может быть полностью выявлена одним видом. Для передачи формы детали, представленной на рис. 235, *б*, необходимо два изображения: главное (на нем целесообразно сделать соединение половины вида с половиной разреза) и вид слева. Правильно выполненный эскиз детали, приведенной на рис. 235, *в*, должен содержать три изображения: фронтальный разрез, вид сверху и вид слева с местным разрезом.

Выбор формата. Планирование площади листа. Определив количество изображений, выбирают приблизительный (глазомерный) масштаб и формат. Затем размечают поле эскиза: проводят осевые и центровые линии и наносят тонкими линиями ориентировочные контуры будущих изображений. Их располагают так, чтобы оставить необходимое место для нанесения размеров, шероховатости поверхностей, текстовых надписей и т. п. Поле чертежа нужно использовать рационально. Как это понимать, показано на

рис. 236, содержащем примеры удачного и неудачного расположения изображений на поле чертежа. На рис. 236, *а* изображения малы, а на рис. 236, *б* велики. На рис. 236, *в* масштаб изображений выбран правильно, но расположены неудачно. Величина и расположение изображений на рис. 236, *г* соответствуют требованиям.

Зарисовка изображений. Зарисовку изображений рекомендуется выполнять в определенной последовательности.

Было бы неверным начинать зарисовку детали с обведения ее контура. При таком подходе возможен пропуск линий.

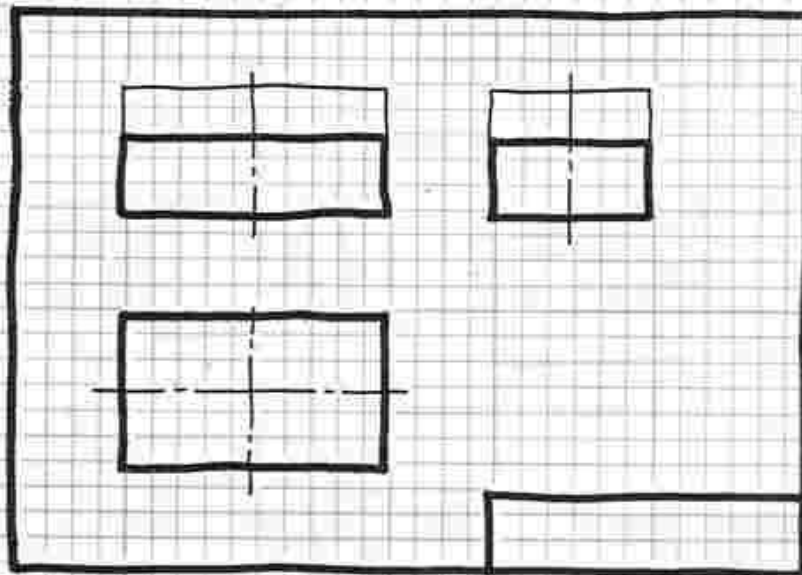
Деталь нужно мысленно расчленить на геометрические тела, присоединяя изображения одного элемента к другому в процессе зарисовки.

Целесообразно начинать зарисовку с изображения центрального элемента. Зарисовав его на всех проекциях, к нему добавляют изображения остальных частей детали.

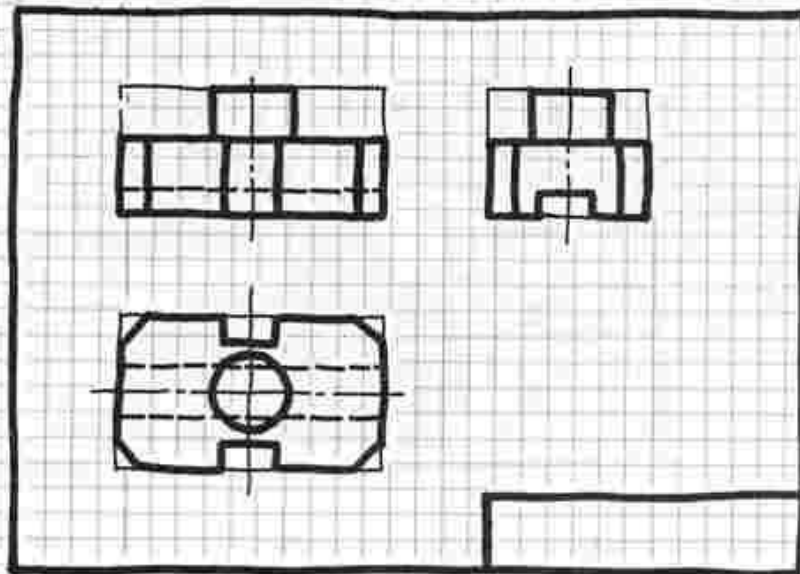
Чтобы правильно выдержать соотношение размеров элементов, полезно их длину отметить штрихами в прямоугольнике, очерченном для зарисовки детали.

Когда эскиз содержит более одного изображения, следует каждый из элементов, на которые мысленно расчленена деталь, зарисовывать на всех изображениях одновременно.

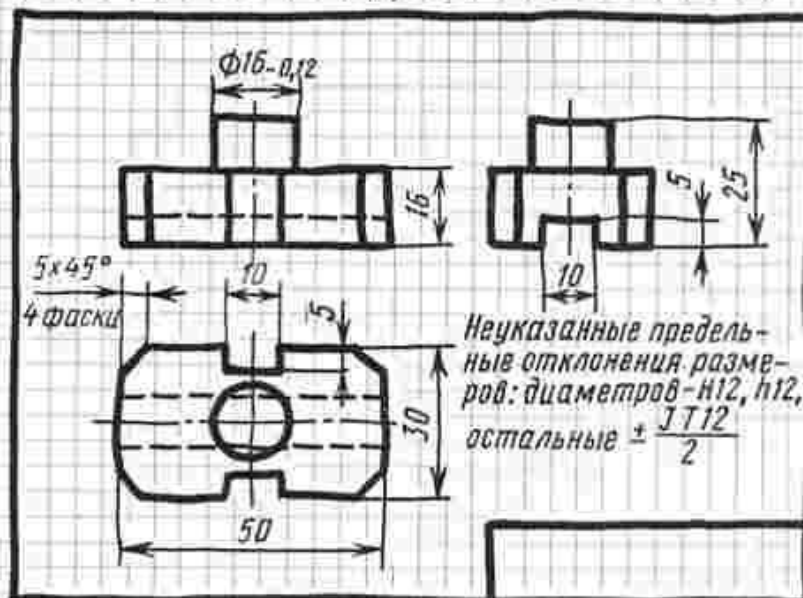
Нанесение размеров. Ответить на вопросы, какие и где необходимо нанести размеры на эскизе детали, поможет анализ формы предмета. Деталь мысленно рас-



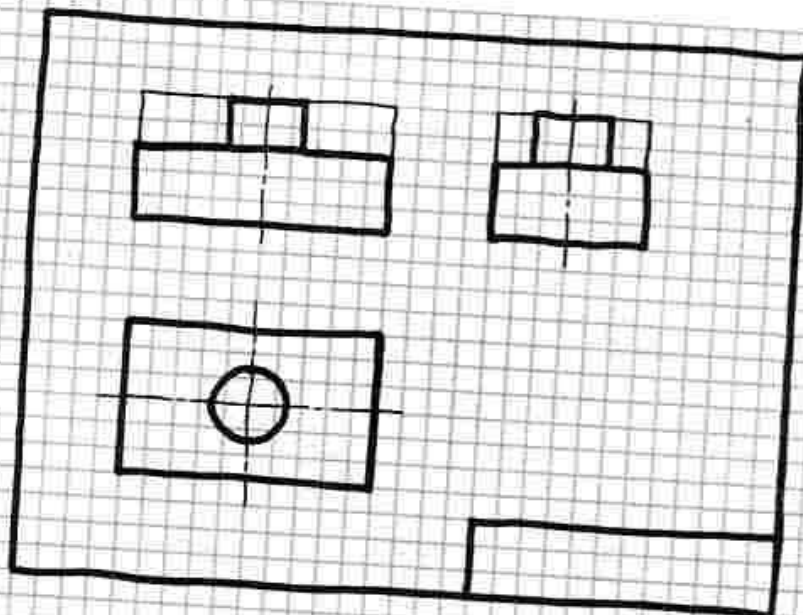
a)



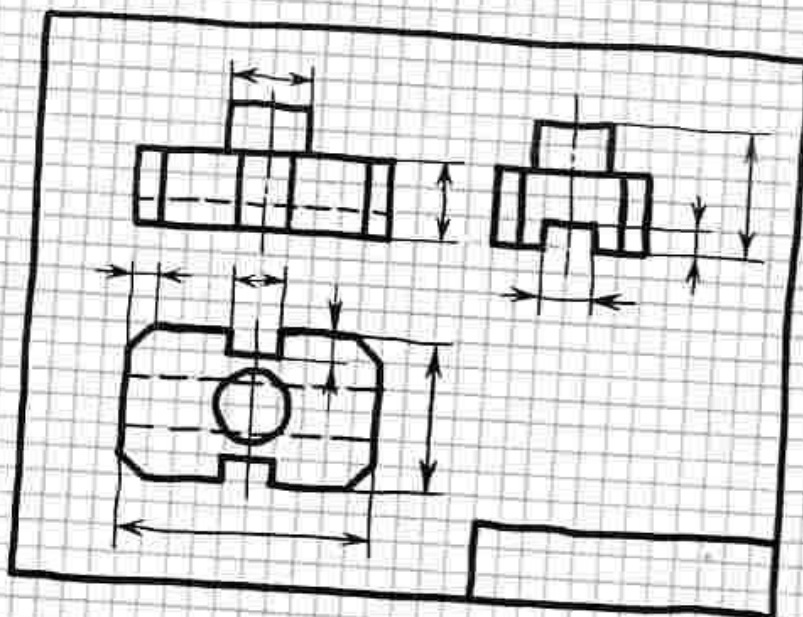
б)



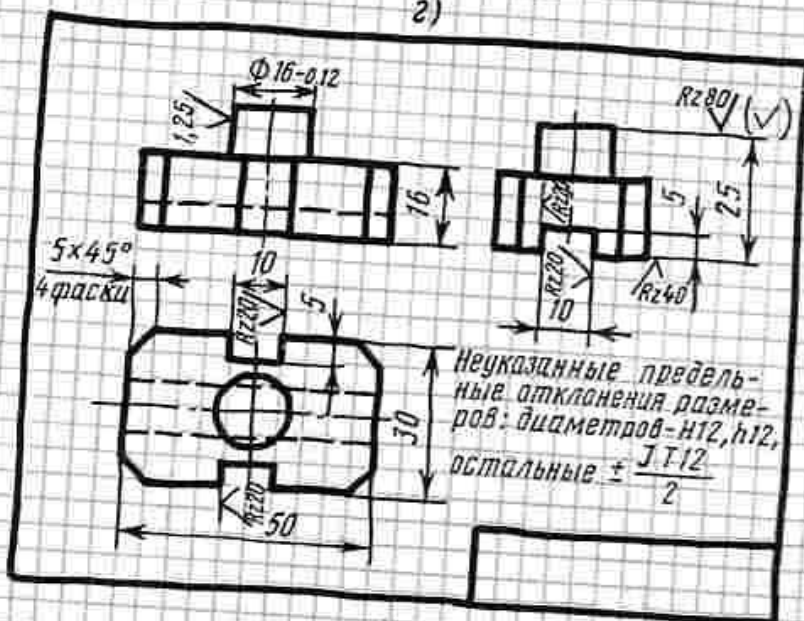
в)



б)

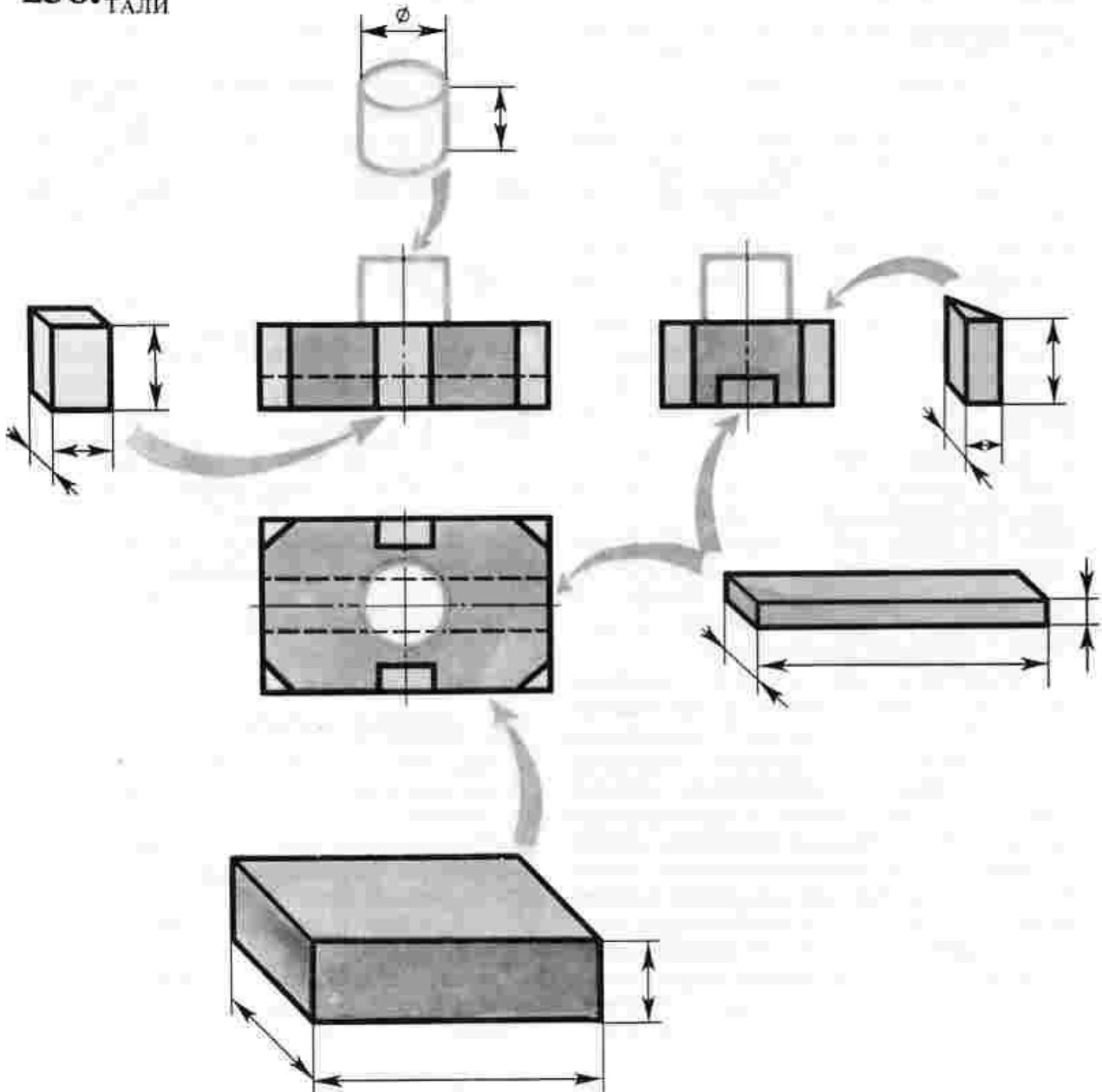


в)

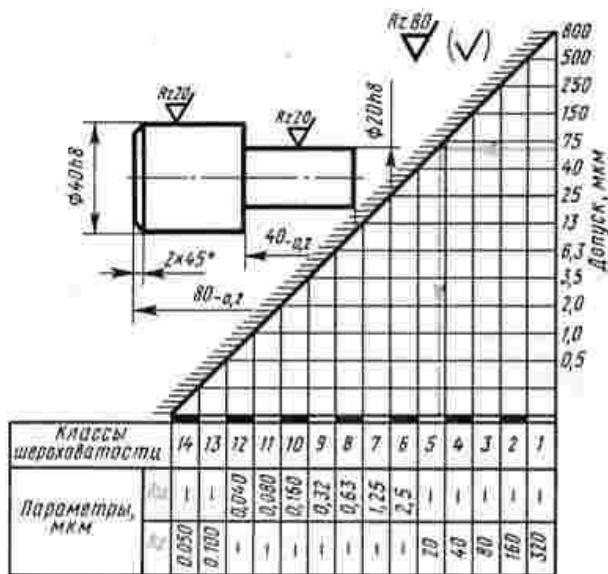


г)

238. РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМЫ ДЕТАЛИ



239. ЗАВИСИМОСТЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ОТ ДОПУСКОВ



членяют на отдельные геометрические тела. Из § 26 известно, какими измерениями определяют их размеры. Эти размеры и наносят на эскизе. Затем указывают размеры, определяющие взаимное расположение отдельных элементов детали.

Например, при нанесении размеров детали, представленной на рис. 237, исходят из следующего.

Форма детали состоит из прямоугольного параллелепипеда и цилиндра (рис. 238). Параллелепипед имеет четыре среза (фаски) в виде треугольных призм, два вертикальных паз в виде параллелепипедов и один горизонтальный паз, также имеющий форму параллелепипеда. Поэтому наносят размеры прямоугольного параллелепипеда (длину, ширину и высоту, см. рис. 238) и цилиндра — диаметр и высоту (рис. 237, a — b). Затем указывают размеры срезов и вырезов. У треугольных призм должно быть нанесено по три

размера. Но так как срезы сделаны под углом 45° , то можно воспользоваться условностью, принятой для нанесения размеров фасок. Высота срезов равна высоте параллелепипеда. Для выреза, горизонтально расположенного, должно быть дано три размера; один из них равен размеру основания детали (рис. 238).

Сначала наносят размерные линии (рис. 237, *г*), измеряют деталь, а затем наносят размерные числа и предельные отклонения от заданных размеров (рис. 237, *д*).

После нанесения габаритных размеров проверяют, не образовались ли где-нибудь замкнутые цепочки или не повторяются ли размеры, и в случае необходимости убирают лишние.

Нанесение шероховатости поверхностей. С помощью эталонов определяют шероховатость поверхностей детали и наносят на эскизе соответствующие обозначения (рис. 237, *е*).

Шероховатость задают в зависимости от назначения данной поверхности и с учетом точности ее обработки.

Диаграмма на рис. 239 позволяет ориентировочно определить минимально необходимую шероховатость поверхности детали по заданному допуску. Например, числовые величины предельных отклонений вала, изображенного в верхней левой части рис. 239, составляют 25 и 85 мкм. Допуск, следовательно, равен $85 - 25 = 60$ мкм. Минимально необходимую шероховатость поверхности находят по диаграмме так. В правой вертикальной шкале отыскивают отметку, соответствующую допуску 60 мкм. Она рас-

положена между числами 40 и 75. От этой точки проводят горизонтальную линию (она выделена на рис. 239 цветом) до встречи с ограничивающей диаграмму наклонной. От места встречи этих линий опускают перпендикуляр. Его конец указывает требуемую шероховатость, равную $Rz 20$. Для приближенной оценки шероховатости можно исходить из следующего.

Когда поверхности имеют зазор и неподвижны одна относительно другой, шероховатость задают в пределах от $Rz 320$ до $Rz 40$; для соприкасающихся поверхностей (привалочных) назначают от $Rz 40$ до 1,25 мкм. Если поверхности соприкасаются и перемещаются одна относительно другой, то шероховатость поверхностей назначают в пределах от 1,25 до 0,16 мкм.

После нанесения шероховатости поверхностей заполняют основную надпись, проверяют эскиз и обводят его линиями нужной толщины. Эскиз должен быть выполнен аккуратно. По рис. 98 полезно вспомнить построения, облегчающие работу карандашом от руки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем эскиз отличается от чертежа?
2. На какие этапы делится работа по составлению эскиза?
3. Чем руководствуются при выборе положения детали для зарисовки главного изображения?
4. Какое положение детали называют рабочим?
5. Каков порядок зарисовки изображения детали?

ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБ И РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

§ 57. Классификация резьб

Резьбы и резьбовые соединения широко распространены в технике. К их достоинствам относятся универсальность, надежность, удобство сборки и разборки, простота изготовления.

Классификация резьб показана на рис. 240. Как видно из схемы, резьбы классифицируются по следующим признакам.

В зависимости от формы поверхности, на которой нарезана резьба, они подразделяются на цилиндрические и конические.

В зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия они подразделяются на наружные и внутренние.

В зависимости от формы профиля различают резьбы треугольного, прямоугольного, трапецеидального, круглого и других профилей.

По эксплуатационному назначению резьбы делятся на резьбы общего назначения и специальные. В свою очередь резьбы общего назначения делятся на крепежные (метрические, дюймовые), крепежно-уплотнительные (трубные, конические) и ходовые (трапецеидальные, упорные). К специальным резьбам, например, относится резьба с круглым профилем и др.

В зависимости от направления винтовой поверхности различают правые и левые резьбы.

По числу заходов резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные (двух-, трехзаходные и т. д.).

Кроме того, все резьбы разделяют на две группы:

стандартизованные — резьбы с установленными стандартами параметрами: профилем, шагом и диаметром;
нестандартизованные — резьбы, параметры которых не соответствуют стандартизованному, например прямоугольная резьба.

В соответствии с ГОСТ 11708—66 основные элементы и параметры резьбы имеют следующие определения.

Левая резьба — образована контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Правая резьба — образована контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Профиль резьбы — контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось.

Угол профиля α — угол между боковыми сторонами профиля.

Шаг резьбы P — расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 241).

Ход резьбы P_h — расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы (см. рис. 241). **Ход резьбы*** — величина относительного осевого перемещения винта (гайки) за один оборот.

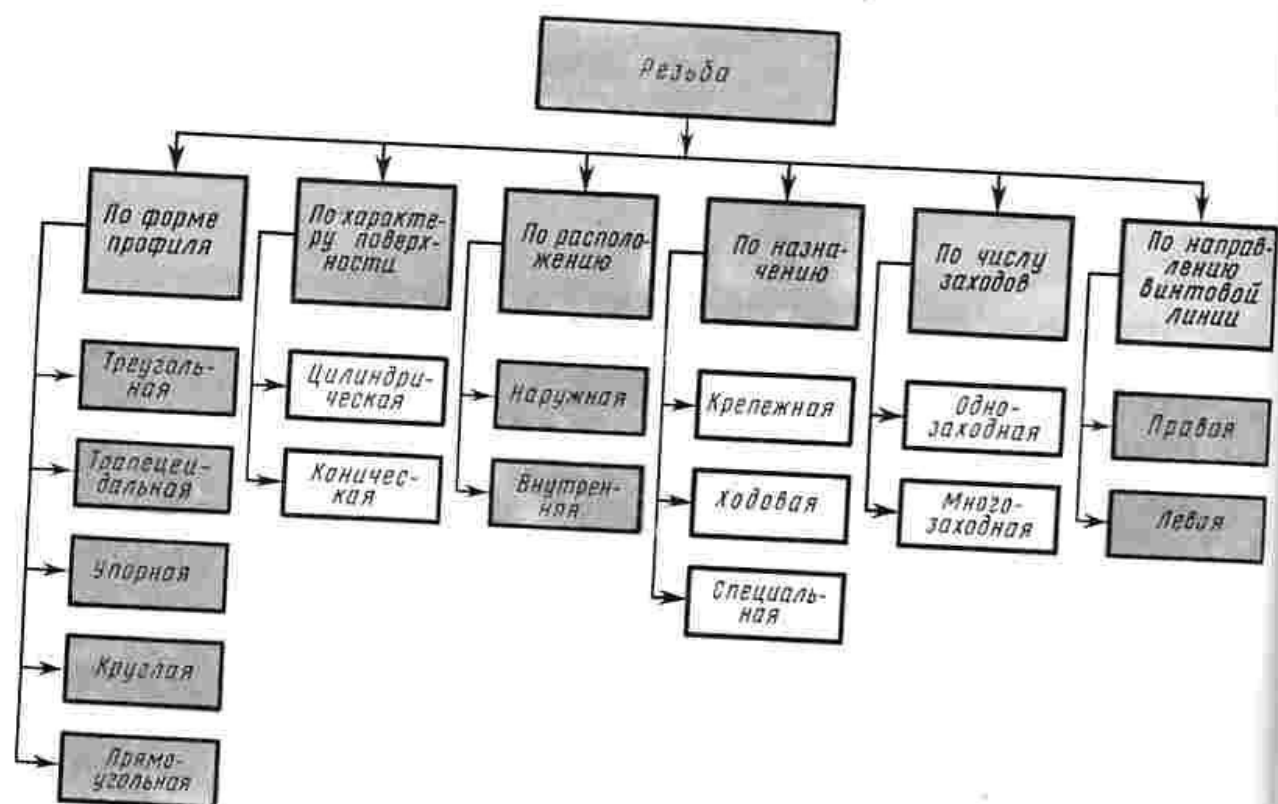
Наружный диаметр резьбы (d — для болта, см. рис. 242, D — для гайки, см. рис. 246) — диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы.

Внутренний диаметр резьбы (d_1 — для болта, D_1 — для гайки) — диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы.

Средний диаметр резьбы (d_2 — для болта, D_2 — для гайки) — диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, который пересекает витки резьбы таким образом, что ши-

* В однозаходной резьбе ход равен шагу, в многозаходной — произведению P на число заходов n .

240. СХЕМА КЛАССИФИКАЦИИ РЕЗЬБ



рина выступа резьбы и ширина впадины (канавки) оказываются равными.

В СССР применяют следующие типы резьб.

Метрическая резьба — угол ее треугольного профиля $\alpha = 60^\circ$.

Метрические резьбы бывают с крупным и мелким шагом.

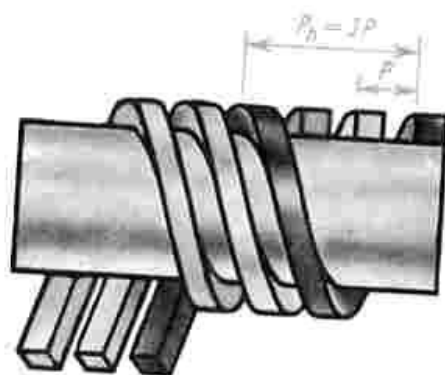
Трубная цилиндрическая резьба — угол ее профиля 55° .

Коническая резьба бывает двух типов: с углом профиля 55° (трубная коническая) и 60° (доймовая коническая).

Трапецидальная резьба имеет профиль — равнобедренная трапеция с углом $\alpha = 30^\circ$.

Упорная резьба — имеет профиль — неравнобедренная трапеция с углом рабочей стороны 3° и нерабочей 30° .

241. ВИНТ ТРЕХЗАХОДНЫЙ



Прямоугольная и квадратная резьбы не стандартизованы.

Кроме того, применяются резьбы специального назначения: часовая резьба, резьба метрическая для деталей из пластмассы, резьба для объективов микроскопов, окулярная резьба, круглая резьба для патронов и цоколей электрических ламп, круглая резьба для предохранительных стекол и корпусов электроосветительной арматуры и др.

§ 58. Изображение резьб

Резьба на чертежах изображается условно. Это значит, что ее не показывают так, как видят в натуре (рис. 242, а и 246, а), где можно различить профиль, кривые линии, изображающие витки резьбы, а изображают по особым правилам, установленным ГОСТ 2.311—68 (СТ СЭВ 284—76).

Резьба на стержне

Согласно этим правилам резьбу на стержне (наружную резьбу) независимо от ее профиля изображают с плоскими и основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру резьбы (рис. 242, б).

Сплошную тонкую прямую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на

всю длину резьбы, включая фаску. На видах, где стержень с резьбой проецируется в виде окружности, контур его очерчивают сплошной основной линией, а внутренний диаметр резьбы изображают дугой окружности, проведенной тонкой линией приблизительно на $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутой в любом месте (но только не на центральных линиях) (рис. 242, б и др.).

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы проводят на расстоянии не менее 0,8 мм от сплошной основной линии и не более величины шага резьбы.

Границу нарезанного участка показывают сплошной основной линией, которую проводят до линии наружного диаметра (рис. 243, а). Границей нарезанного участка (конца резьбы) считают конец полного профиля резьбы, т. е. до начала сбег.

Сбег резьбы — это длина участка неполного профиля в зоне перехода от резьбы к гладкой части детали (рис. 243, б). Обычно резьбу изображают без сбег (рис. 243, а). Если нужно показать сбег, то его изображают сплошной тонкой линией, наклонной к оси стержня (рис. 243, б, в). Сбег показывают, когда нужно нанести его размер (рис. 243, в) или размер длины резьбы со сбегом (рис. 243, б).

Когда резьбу на стержне изображают в разрезе, границу нарезанного участка наносят штриховой линией (рис. 244).

Резьба в отверстии

Резьбу в отверстии, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями (рис. 245).

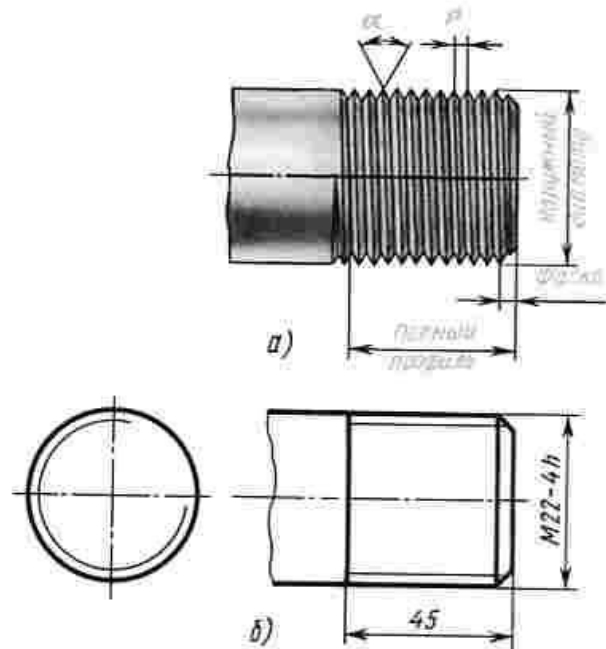
Резьбу в отверстии в продольном разрезе изображают сплошными тонкими линиями по наружному диаметру и сплошными основными линиями по внутреннему диаметру (рис. 246, б). Границу резьбы показывают сплошной основной линией (рис. 246, б), доводя ее до наружного диаметра резьбы.

На видах, где отверстие с резьбой проецируется в виде окружности, проводят по наружному диаметру резьбы тонкой линией дугу окружности, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутой в любом месте (но только не на центральных линиях), а контур отверстия (внутренний диаметр резьбы) очерчивают сплошной основной линией (рис. 246, б).

Штриховку в разрезе доводят до внутреннего диаметра резьбы в отверстии, т. е. до сплошной основной линии (рис. 246, б). Это правило относится и к изображению резьбы на стержне: какая бы резьба не изображалась, штриховку в разрезе всегда доводят до сплошной основной линии (см. рис. 245 и 246, б).

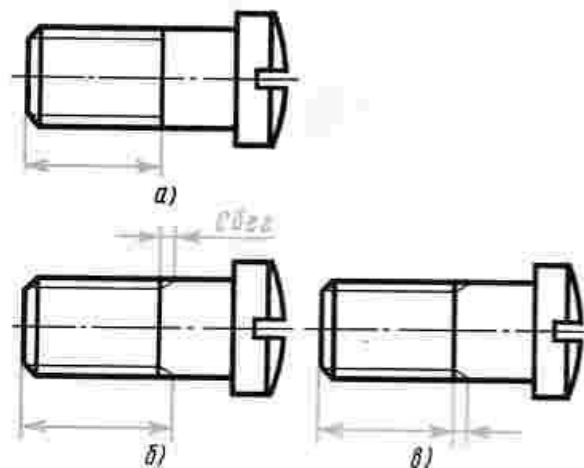
242. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА СТЕРЖНЕ:

а — натуральное, б — условное

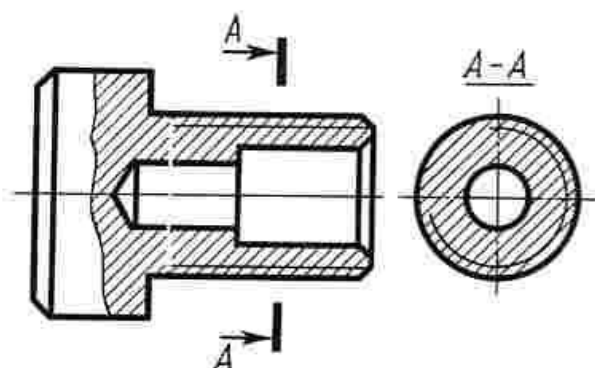


243. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДЛИНЫ РЕЗЬБЫ:

а — без сбег, б, в — со сбегом



244. ИЗОБРАЖЕНИЕ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ В РАЗРЕЗЕ



Если отверстие с резьбой не сквозное, то его показывают, как на рис. 247, *а*. На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как на рис. 247, *б, в*, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы. Длина части глухого отверстия без резьбы (рис. 247, *а*) на чертеже обычно принимается равной половине наружного диаметра резьбы. Конец отверстия из-под сверла имеет форму конуса. Его изображают с углом при вершине, равным 120° (приблизительно как у сверла). На чертежах величину этого угла не наносят (рис. 248). В размер длины отверстия он обычно не входит (рис. 248). Надо заметить, что диаметр основания конуса равен внутреннему диаметру резьбы (рис. 248). Не следует допускать ошибки, изображая его, как на рис. 249, где этот диаметр больше диаметра отверстия и, следовательно, сверла.

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, на плоскости, перпендикулярной оси стержня или отверстия, условно не изображаются (см. рис. 242 и 246). Делается это для того, чтобы сплошная основная линия окружности, изображающая один из диаметров фаски, не закрыла изображение резьбы.

Коническую резьбу изображают по тем же правилам, что и цилиндрическую (рис. 250, *а, б*).

Чтобы определить внутренний диаметр резьбы (для вычерчивания), нужно ее наружный диаметр умножить на 0,85, т. е. $d_i \approx 0,85 d$ (при необходимости точный размер внутреннего диаметра резьбы берется из соответствующего стандарта).

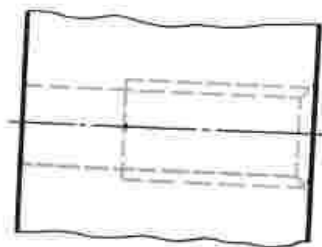
Резьбу с нестандартным профилем показывают со всеми необходимыми размерами и предельными отклонениями на местном разрезе рис. 251, *а* или выносном элементе (рис. 251, *б*). Для многозаходных резьб кроме размеров и предельных отклонений указывают данные о числе заходов, а при левом направлении резьбы добавляется слово *Левая*. Во всех случаях обозначение нестандартной резьбы начинается словом *Резьба*.

Соединения деталей с помощью резьбы

Изображение резьбового соединения складывается из изображений составляющих его деталей.

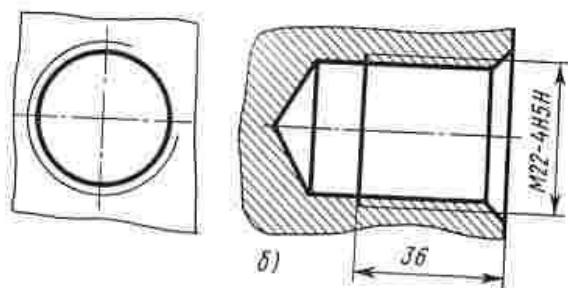
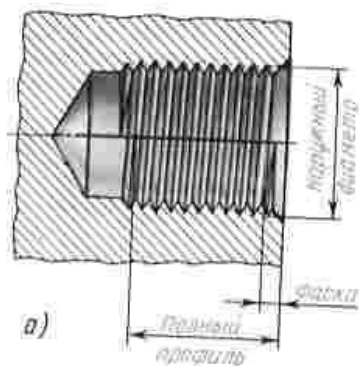
На рис. 252, *а* представлены две детали: стержень, на конце которого нарезана резьба, и деталь с глухим резьбовым отверстием. Обратите внимание на то, какими линиями показаны на них на-

245. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ В ОТВЕРСТИИ

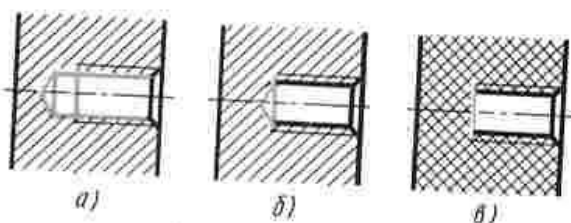


246. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ В ОТВЕРСТИИ В РАЗРЕЗЕ:

а — натуральное, *б* — условное



247. ИЗОБРАЖЕНИЕ НЕСКВОЗНОГО РЕЗЬБОВОГО ОТВЕРСТИЯ



ружные и внутренние диаметры резьбы. На рис. 252, *б* эти детали показаны в соединении (в разрезе).

Заметьте, как изображается стержень с резьбой, ввернутой в отверстие.

Считается, что стержень с резьбой закрывает резьбу в отверстии. Поэтому

резьбу в отверстиях показывают только там, где она не закрыта концом стержня (рис. 252, б). Нижняя часть глухого отверстия не заполнена стержнем с резьбой. Поэтому сплошные основные линии, соответствующие наружному диаметру резьбы на стержне, переходят в сплошные тонкие линии, соответствующие наружному диаметру резьбы в отверстии. И наоборот, сплошные тонкие линии, соответствующие внутреннему диаметру резьбы на стержне, переходят в сплошные основные линии, соответствующие внутреннему диаметру резьбы в отверстии (рис. 252, б).

Штриховку резьбы в отверстии доводят до сплошной основной линии, а не до тонкой. Ошибка, при которой штриховка доведена лишь до сплошной тонкой линии, показана на рис. 252, в.

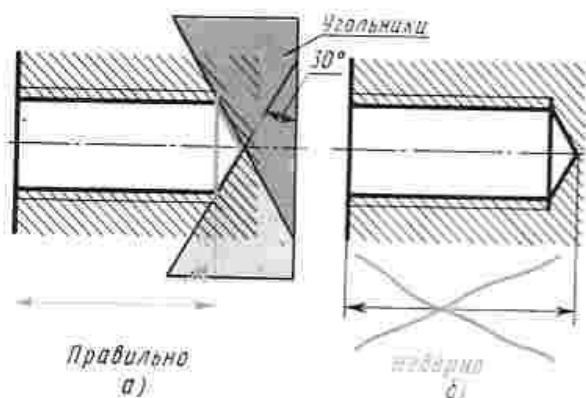
Заметьте, что хотя чертеж соединения, приведенный на рис. 252, б, и содержит разрез, стержень с резьбой не заштрихован. Напомним, что когда при выполнении разреза соединения деталей секущая плоскость проходит вдоль сплошной (пустотелой) детали, ее не разрезают и не заштриховывают.

УПРАЖНЕНИЕ 66. Перечертите в тетрадь рис. 252, б и рис. 256, б. Масштаб выберите самостоятельно, но так, чтобы рисунки были достаточно крупными при хорошем использовании площади листа.

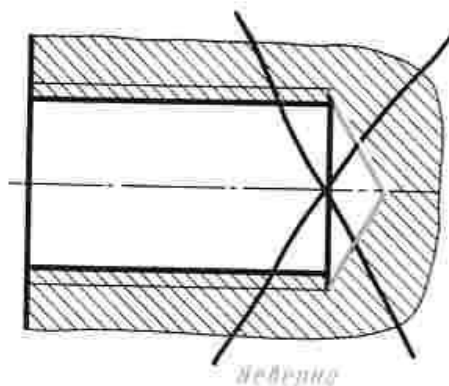
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключаются условности изображения резьбы?
2. Как изображается резьба на стержне (на виде)?

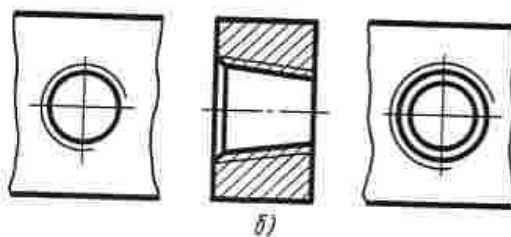
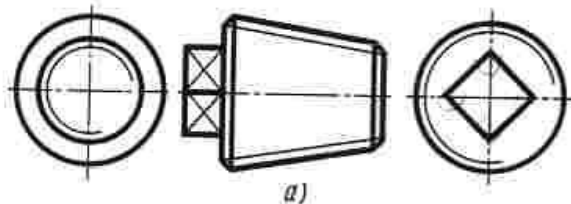
248. НАНЕСЕНИЕ ГЛУБИНЫ НЕСКВОЗНОГО РЕЗЬБОВОГО ОТВЕРСТИЯ:
а — правильно, б — неверно



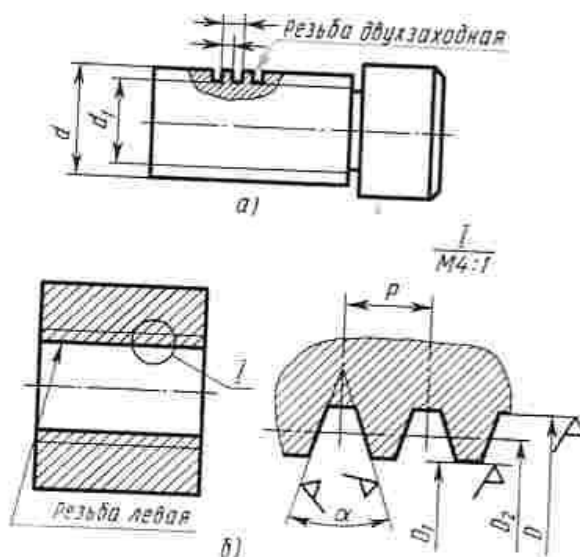
249. ОШИБКА, ВСТРЕЧАЮЩАЯСЯ ПРИ ИЗОБРАЖЕНИИ КОНИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА ОТВЕРСТИЯ ИЗ-ПОД СВЕРЛА



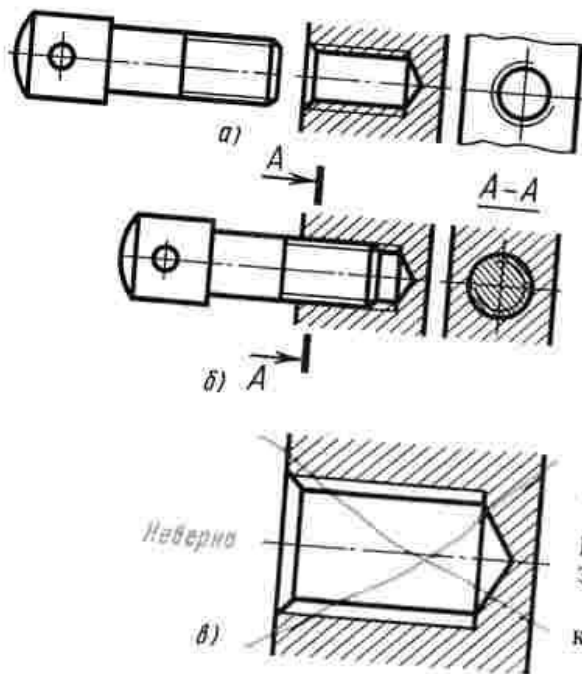
250. ИЗОБРАЖЕНИЕ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ:
а — на стержне, б — в отверстии



251. ИЗОБРАЖЕНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ РЕЗЬБ



252. РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ:
a — соединяемые детали, *б* — стержень, ввернутый в отверстие, *в* — типичная ошибка при штриховке



3. Как изображается резьба в отверстии в разрезе?
4. Какими линиями показывают резьбу в отверстии как невидимую?
5. Какими линиями изображают резьбу на видах, перпендикулярных оси стержня или отверстия? Показывают ли фаску на этих видах?

6. До какой линии доводят штриховку резьбы, изображенной в разрезе?
7. Какой угольник рационально использовать для вычерчивания конца глухого резьбового отверстия из-под сверла?
8. Входит ли сбеги в размер длины резьбы (нарезанного участка), указываемый на чертежах?
9. Как изображается в разрезе стержень с резьбой, ввернутый в глухое резьбовое отверстие?

§ 59. Обозначение резьб

Резьбы всех типов изображаются на чертежах одинаково. По условному изображению нельзя определить, какой тип резьбы должен быть нарезан на детали. Тип резьбы и ее основные размеры указывают на чертежах особой надписью, называемой обозначением резьбы (см. рис. 242, 246 и др.).

Прежде чем нанести обозначение резьбы, следует провести выносные и размерную линии.

Обозначения резьб, кроме трубных и конических, пишут над размерной линией. Выносные линии для нанесения размерной линии проводят от наружного диаметра резьбы. Чтобы не ошибиться, проводя выносные линии, следует запомнить, что наружным всегда является больший по размеру диаметр резьбы, от которого и следует проводить выносные линии. Обозначения трубных и конических резьб располагают на полках с линейно-выносной, оканчивающейся стрелкой. Линию-выноску доводят до контура резьбы.

253. ОБЩАЯ СХЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЗЬБ

Профиль	Тип резьбы	Последовательность расположения элементов обозначения резьбы						
		Буквенное обозначение типа резьбы	Наружный диаметр в мм	Х (знак умножения)	Шаг в мм	— (тире)	Поле допуска или класс точности	Направление винта
	Метрическая (шаг мелкий)	М	20	х	1	—	6g	
	Метрическая (шаг крупный)	М	20			—	6g	
	Тrapeцидальная однозаходная	Трап	44	х	8			
	Упорная однозаходная	Уп	65	х	10			Кл 3х Левая
	Трубная цилиндрическая	Труб	2 1/2"					Кл 1 Кл 2

Для всех стандартных резьб условные обозначения строятся по следующей общей схеме (рис. 253). Последовательность расположения элементов обозначений, указанная в этой схеме, установлена стандартами и не должна нарушаться.

Примеры условных обозначений резьб общего назначения и некоторых специальных приведены в табл. 5.

Как видно из примеров обозначений в табл. 5, у метрической резьбы с крупным шагом шаг в обозначении не указывают. Это объясняется тем, что при одном и том же диаметре для резьбы с крупным шагом он является единственным. Для резьб с мелким шагом стандартом предусмотрено несколько различных величин шага и потому нужно указать, какой именно выбрать.

Размеры трубных и конических резьб, указываемые в обозначениях, являются условными, так как они в большинстве случаев относятся к внутренним диаметрам труб, а не к наружным диаметрам резьб. Например, если в обозначении трубной цилиндрической резьбы стоит размер 2" (2 дюйма), то наружный диаметр резьбы согласно стандарту на размеры трубных резьб будет равен 59,616 мм, при внутреннем диаметре трубы 50 мм.

Согласно ГОСТ 16093—70 точность метрических резьб обозначают не классами, как раньше, а полем допуска, в обозначении которого цифра указывает степень точности, а буква — основное отклонение. Например, для резьбы на стержне: 4*h*; 6*g*, 8*g*, а в отверстии: 6*H*, 7*H*.

Для резьбы на стержне классам соответствуют следующие обозначения полей допуска (предпочтительных):

1-й класс (точный)	4 <i>h</i>
2-й и 2а классы (средний)	6 <i>g</i>
3-й класс (грубый)	8 <i>g</i>

Для резьбы в отверстии классам соответствуют следующие обозначения полей допуска (предпочтительных):

1-й класс	4 <i>H</i> 5 <i>H</i>
2-й и 2а классы	6 <i>H</i>
3-й класс	7 <i>H</i>

Свинчиваемые детали должны, как правило, иметь одинаковую точность резьбы. Обозначать сопрягаемые резьбы нужно: точный класс — стержень 4*h*, отверстие 4*H*5*H*; средний класс — стержень 6*g*, отверстие 6*H*; грубый класс — стержень 8*g*, отверстие 7*H*. Примеры обозначения сопрягаемых резьб приведены на рис. 254.

В обозначения резьб не включают наиболее распространенные данные: правое направление подъема витка и однозаходность. Например, *Трпн* 80×10 кл. 2 нужно при чтении чертежей понимать так: резьба трапецеидальная с номинальным диаметром 80 мм, шагом 10 мм, второго класса точности, однозаходная, правая.

При обозначении многозаходных трапецеидальной и упорной резьб вначале пишется обозначение типа резьбы и ее наружный диаметр, затем в скобках прощаются два числа: первое из них указывает число заходов, второе — величину шага, т. е. расстояние между смежными витками.

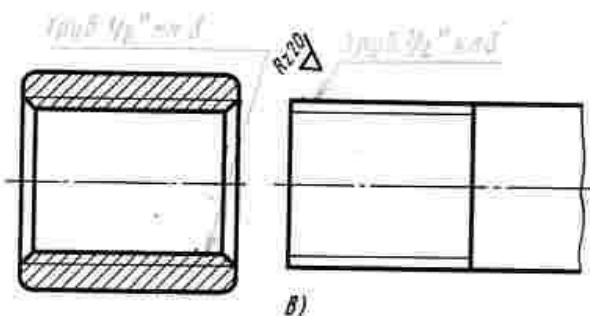
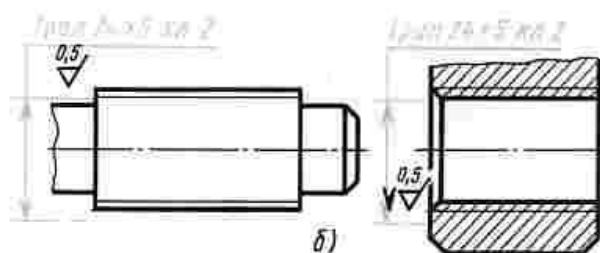
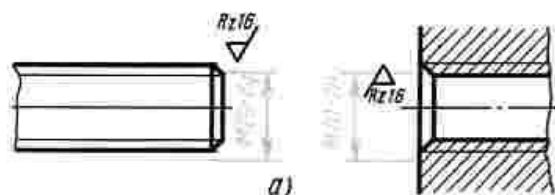
Например, *Уп* 100×(3×20) кл. 2 означает упорную резьбу с наружным диаметром 100 мм, трехзаходную, с шагом

5. Условные обозначения резьб

Тип резьбы и номер стандарта (ГОСТ или СТ СЭВ)	Условное обозначение типа	Указываемые на чертеже размеры	Примеры обозначений резьбы
Метрическая с крупным шагом, СТ СЭВ 181—75	<i>M</i>	Наружный диаметр, мм	<i>M</i> 32-6 <i>H</i>
Метрическая с мелким шагом, СТ СЭВ 181—75	<i>M</i>	Наружный диаметр и шаг, мм	<i>M</i> 64 × 2-7 <i>H</i>
Метрическая для диаметров менее 1 мм (часовая), ГОСТ 9000-73	<i>M</i>	Наружный диаметр, мм	<i>M</i> 0,6
Трапецеидальная однозаходная, ГОСТ 9484—73	<i>Трпн</i>	Наружный диаметр и шаг, мм, и № ГОСТа	<i>Трпн</i> 36 × 6 кл. 2 ГОСТ 9489—73
Упорная ГОСТ 10177—62	<i>Уп</i>	Наружный диаметр и шаг, мм	<i>Уп</i> 80 × 16 кл. 2
Трубная цилиндрическая, ГОСТ 6357—73	<i>Труб</i>	Условное обозначение размера резьбы в дюймах	<i>Труб</i> 2" кл. А
Трубная коническая, ГОСТ 6211—69	<i>КТруб</i>	Условное обозначение размера резьбы в дюймах и № ГОСТа	<i>КТруб</i> 3/4" ГОСТ 6211—69
Коническая дюймовая с углом профиля 60°, ГОСТ 6111—52	<i>K</i>	Обозначение размера резьбы в дюймах и № ГОСТа	<i>K</i> 3/4" ГОСТ 6111—52
Окулярная для оптических приборов ГОСТ 5359—77	<i>OK</i>	Наружный диаметр и шаг, мм, и № ГОСТа	<i>OK</i> 12 × 1,5 LH (P 1,5) ГОСТ 5359—77
Круглая резьба для электроарматуры, ГОСТ 8587—71	<i>A</i>	Наружный диаметр, мм, и № ГОСТа	<i>A</i> 75 ГОСТ 8587—71

254. ПРИМЕРЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЗЬБ (ДЛЯ СПРЯГАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ):

a — метрической, *б* — трапецеидальной, *в* — трубной



20 мм и ходом (т. е. осевым перемещением винта за один оборот) $3 \times 20 = 60$ мм, второго класса точности.

В обозначении многозаходных резьб других типов вначале пишется обозначение типа резьбы, ее наружный диаметр через знак умножения, величина хода в мм, затем в скобках указывается обозначение шага прописной латинской буквой *P* и величина шага в мм, например: *OK 40 × 6 (P1,5) ГОСТ 5359—77*, где *OK* — обозначение резьбы окулярной, 40 — номинальный диаметр в мм, 6 — ход в мм, *P* — обозначение шага, 1,5 — величина шага в мм. В конце указано обозначение стандарта.

С 1981 г. взамен ГОСТ 9484—75 и ГОСТ 9562—60 на трапецеидальную резьбу вводятся СТ СЭВ 146—78; СТ СЭВ 185—75; СТ СЭВ 639—77 и СТ СЭВ 836—78. Пример обозначений:

Наружная резьба: *Tr 20 × 4 (P2) - 8e* — номинальный диаметр 20 мм, ход 4 мм, шаг 2, поле допуска 8e. *Tr 20 × 4 (P2) LH - 8e* — то же, левая.

Внутренняя резьба: *Tr 20 × 4 (P2) - 8H* или *Tr 20 × 4 (P2) LH - 8H* — для левой.

Поля допусков 8e и 8H рекомендуются для предпочтительного применения.

Аналогичные обозначения введены согласно СТ СЭВ 185—75 и для многозаходной трапецеидальной резьбы, например: *Tr 80 × 40 (P10) - LH - 8e*.

Если резьба является левой, то это отмечается на чертеже надписью *лев.*, помещенной после обозначения резьбы, например *Трпн 150 × 24 кл. 1 лев.* ГОСТ 9484—73 или по СТ СЭВ прописными латинскими буквами *LH*, как в приведенном выше примере.

Обозначение шероховатости поверхности рабочих сторон резьбы может быть нанесено по общим правилам на изображении профиля этой резьбы, если профиль показан на чертеже, или на выносных линиях около обозначений резьб (рис. 254). Обозначение шероховатости конических и трубных резьб помещают на линиях-выносках (рис. 254, в).

УПРАЖНЕНИЕ 67. 1. В каком из приведенных ниже примеров правильно обозначена метрическая резьба с крупным шагом? Размер наружного диаметра 64 мм, шаг 6 мм. Резьба выполнена на стержне. Поле допуска — 6g:

- M64 × 6-6g*;
- M64-6g*;
- $\varnothing 64$;
- M64-6H*;
- $\varnothing 64-6g$.

2. В каком из примеров правильно обозначена метрическая резьба с мелким шагом, нарезанная в отверстии. Размер наружного диаметра 90 мм, шаг 1,5 мм. Поле допуска — 7H:

- M90-7H*;
- M90 × 1,5-7H*;
- M90 × 1,5*;
- $\varnothing 90 \times 1,5-7H$;
- M90-7H × 1,5*.

3. В каком из приведенных примеров правильно обозначена трубная цилиндрическая резьба левая? Условный размер резьбы 1 1/4". Класс точности 2-й:

- Труб 1 1/4" кл. А лев.*;
- Труб 1 1/4" лев. кл. А*;
- Труб 1,25" кл. А лев.*;
- Труб 1 1/4 кл. А лев.*

УПРАЖНЕНИЕ 68. Вычертите гладкий цилиндрический стержень длиной 160 мм, имеющий фаски с двух сторон $3 \times 45^\circ$. Покажите на стержне метрическую резьбу *M48* с крупным шагом. Длина резьбы 72 мм, поле допуска 8g. Обозначьте резьбу.

2. Вычертите деталь квадратного сечения

70 x 70 длиной 110 мм. Покажите в центре ее глухое резьбовое отверстие для ввинчивания обработанного вами стержня с резьбой. Отверстие с резьбой покажите в разрезе и обозначьте резьбу.

3. Покажите изображенные вами стержень и отверстие с резьбой в соединении. На гладком конце стержня вместо фаски изображите квадратный элемент для захвата ключом.

УПРАЖНЕНИЕ 69. Теперь, когда вы изучили значительную часть курса черчения, вернитесь к чертежу, приведенному на рис. 4, и ответьте на следующие вопросы к нему.

1. Как называется деталь?
2. Как называются изображения, данные на чертеже?
3. Какова форма основных элементов детали?
4. На каком элементе детали должна быть нарезана резьба?
5. Что значат буквы и цифры, вошедшие в обозначение резьбы?
6. Какое число заходов имеет эта резьба и направление подъема витка?
7. Что значат обозначения, помещенные в рамках?

8. Для чего даны изображения, помеченные цифрами 1 и 1П?
9. Какие поверхности детали должны иметь шероховатость Rz40? Rz16?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют обозначением резьбы?
2. От какого диаметра следует проводить выносные линии для обозначения резьбы (кроме трубной и конической)? Какой это диаметр по размеру?
3. Как наносят обозначение трубных и конических резьб?
4. Чем отличается обозначение метрической резьбы с крупным шагом от обозначения метрической резьбы с мелким шагом?
5. В каких случаях на чертежах показывают профиль резьбы?
6. Как можно обозначить многозаходные резьбы по ГОСТу и по СТ СЭВ?
7. Где следует искать размеры резьб, не вошедшие в их обозначение?
8. Как понимать обозначение Уп 80 x x(3 x 16) кл. 2 лев.?
9. Где может быть нанесено на рабочем чертеже детали обозначение шероховатости резьбы?

ЧЕРТЕЖИ СТАНДАРТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС, ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ И ПРУЖИН

Детали, из которых состоят машины и механизмы, делятся на три группы: детали стандартные; детали со стандартными элементами; детали оригинальные.

К первой группе относятся детали, образующие различные типовые соединения: резьбовые (болтовое, шпилечное, винтовое), шпоночные, штифтовые и пр. Составляющие эти соединения болты, винты, шпильки, шпонки, штифты и другие детали характерны тщательно отработанными формами и размерами, установленными Государственными стандартами. Стандартами внесены и ограничения в выбор формы и размеров таких деталей. Это имеет большое значение, так как использование в производстве большого числа различных однотипных изделий очень затруднило бы их изготовление и эксплуатацию.

Ко второй группе относятся детали, сходные по форме, но отличающиеся по размерам. Их размерные ряды пока не регламентированы стандартами, но для них уже установлены стандартные изображения. К таким деталям относятся, например, пружины, зубчатые колеса и пр. Например, для первых ГОСТ 2.401—68 (СТ СЭВ 285—76) и для вторых ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—75) устанавливаются, как их надо изображать и какие размеры надо нанести на чертежах подобных деталей.

К третьей группе относятся детали, форма и размеры которых отличаются от деталей первых двух групп.

Принадлежность детали к одной из этих трех групп определяет подход к выполнению ее чертежа.

§ 60. Групповые и базовые конструкторские документы

Групповые конструкторские документы в соответствии с ГОСТ 2.113—75 выполняют для группы изделий, обладающих общими конструктивными признака-

ми при некоторых различиях между ними, или на однотипные, но из различных материалов, с разными размерами, степенью точности, шероховатостью поверхностей, покрытиями и т. п. Такие документы составляют на детали и сборочные единицы.

К групповым конструкторским документам относятся групповые чертежи и групповые спецификации.

К конструктивным признакам, объединяющим группу деталей, обычно относят следующее:

единство конструкции при разных параметрах. Различными могут быть материал, степень точности и т. п. Различия в этих данных не влияют на изображения;

единство конструкции при различных размерах. Это различие также не влияет на изображения.

Сходство конструкции при различной форме отдельных элементов. В таком случае на групповом чертеже дают основное исполнение и на дополнительных отдельных изображениях показывают переменные элементы, например отверстия в стержне болтов и т. п.

Примерами изделий, конструкция которых не меняется, а изменяются лишь размеры, могут служить шестигранные гайки. Примером изделия неизменной формы, но с изменяющимися размерами и материалом являются вставные бойки к молоту, изготавливаемые из различных материалов.

Общие для всех исполнений данные называют постоянными. Характерные для каждой отдельной детали данные называют переменными.

На групповом чертеже проставляют постоянные размеры и другие постоянные данные (предельные отклонения, шероховатость поверхностей и др.). Переменные размеры наносят буквенными обозначениями, а их числовые значения и предельные отклонения помещают в таблице исполне-

ний, которую располагают над основной надписью.

Примером может служить чертеж пробойника (рис. 255). На нем проставлены не меняющиеся для всех исполнений угловые размеры и обозначения шероховатости поверхностей (как постоянные данные).

Переменные для разных исполнений размеры диаметров и длин указаны в таблице (рис. 255) (переменные размеры для наглядности выделены цветом).

Постоянной в таблице исполнений является крайняя левая графа *Обозначение*. Содержание остальных граф зависит от того, какие данные должен иметь групповой чертеж.

Изделия, сходные по конструкции, но отличающиеся некоторыми составными частями или конструктивными элементами, показывают на групповом чертеже несколькими изображениями. Над основным исполнением делают надпись *Рис. 1*, второе исполнение, показывающее конструктивное отличие от основного, отмечают надписью *Рис. 2*, и т. д.

В таблицу исполнений таких чертежей включают графу *Рис.*, где указывают номера рисунков для разных исполнений.

Обозначение основного исполнения принимают за основное. Обозначение каждого последующего исполнения состоит

из обозначения основного исполнения (на рис. 255 основным обозначением является ОКБМ. XX XXXX. 03) и указанного через тире двузначного порядкового номера (на рис. 255 01;—02 и т. д.).

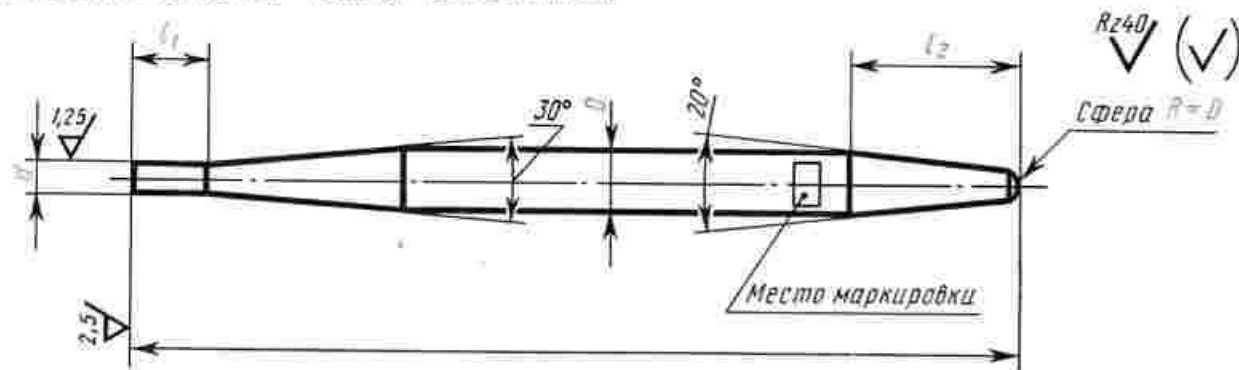
В спецификацию записывают полное обозначение каждого исполнения.

УПРАЖНЕНИЕ 70. Запишите в рабочей тетради числовые значения всех переменных размеров пробойника (рис. 255) для исполнения ОКБМ. XXXXXX. 03—04.

Чертежи стандартных изделий. Чертежи ряда деталей, форма и размеры которых стандартизованы, выполняют по особым правилам (см. ниже). Если изделие имеет несколько конструктивных исполнений, то над их изображениями делают надписи: *Исполнение 1*, *Исполнение 2* и т. д. (рис. 256).

ГОСТ 1759—70 устанавливает технические требования на болты, винты, шпильки и гайки, в частности на их механические свойства, на виды и условные обозначения покрытий для них, допускаемые отклонения от правильной геометрической формы и др. Для характеристики механических свойств болтов, винтов, шпилек из углеродистых и легированных сталей установлено 12 классов прочности, каждый из которых условно обозначается двумя числами, разделенными точкой, а именно: 3.6; 4.6;

255. ГРУППОВОЙ ЧЕРТЕЖ ПРОБОЙНИКА



Обозначение	Размеры в мм					Масса, кг
	d	L	D	l_1	l_2	
ОКБМ. XXXXXX. 03	3	80	8	15	10	0,03
-01	4	100	10	20		0,05
-02	5	125	12	25	15	0,1
-03	6	150	14	30		0,16
-04	8	200	16	40	20	0,23

1. Материал: сталь У7А по ГОСТ 1435—74.
2. Твердость рабочей части на длине 20 мм — HRC52...56; ударной части — HRC 30...40.
3. Оксидировать.
4. Маркировать: обозначение и товарный знак.

4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 6.9; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9.* Первое число, умноженное на второе, определяет предел текучести металла в кгс/мм². Если первое число умножить на 10, то определится временное сопротивление разрыву в кгс/мм² (минимальное). Например, класс прочности 4.8 означает, что предел текучести стали $4 \times 8 = 32$ кгс/мм², а минимальное временное сопротивление $4 \times 10 = 40$ кгс/мм². Второе число, умноженное на 10, определяет отношение предела текучести к временному сопротивлению в процентах, например, 8×10 дает 80% указанной величины.

Для гаек из тех же сталей установлено 7 классов прочности, каждый из которых обозначается одним числом — 4; 5; 6; 8; 10; 12 и 14.

Для предохранения крепежных деталей от коррозии применяются соответствующие защитные покрытия. Предусмотрено 12 видов покрытий и их условные обозначения.

Покрытия стандартных крепежных изделий обозначают цифрами: 01 — цинковое с хромированием; 02 — кадмиевое с хромированием; 03 — многослойное — медь — никель; 04 — многослойное — медь — никель — хром; 05 — окисное; 06 — фосфатное с промасливанием; 07 — оловянное; 08 — медное; 09 — цинковое; 10 — окисное анодизационное с хромированием; 11 — пассивное; 12 — серебряное.

Индекс 00 характеризует детали, выполняемые без покрытия.

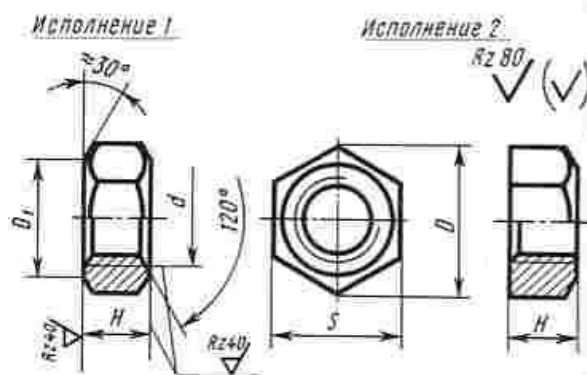
Согласно ГОСТ 1759—70, обозначения стандартных крепежных изделий с метрической резьбой записывают в такой последовательности: первое место занимает название изделия; рядом с названием помещают цифру, указывающую порядковый номер исполнения; на третьем месте — обозначение резьбы и ее диаметр; на четвертом — размер шага (если резьба мелкая); на пятом — поле допуска; на шестом — длина (болта, винта), в обозначении гаек это место не заполняют; на седьмом — класс (или группа) прочности; на восьмом — марка материала или указание о применении спокойной стали; на девятом — вид и толщина слоя покрытия и на последнем месте — ссылка на номер размерного стандарта.

Не включают в обозначение наиболее распространенные данные: *Исполнение 1, крупный шаг резьбы, поле допуска 8g и 7H.*

Для примера рассмотрим обозначение, в которое входит наибольшее число данных; *Гайка 2M20×1,5-6H. 8.028 ГОСТ*

* В условных обозначениях класса прочности крепежных деталей точка между этими числами не ставится, т. е. записывается 36 вместо 3.6; 46 вместо 4.6 и т. д.

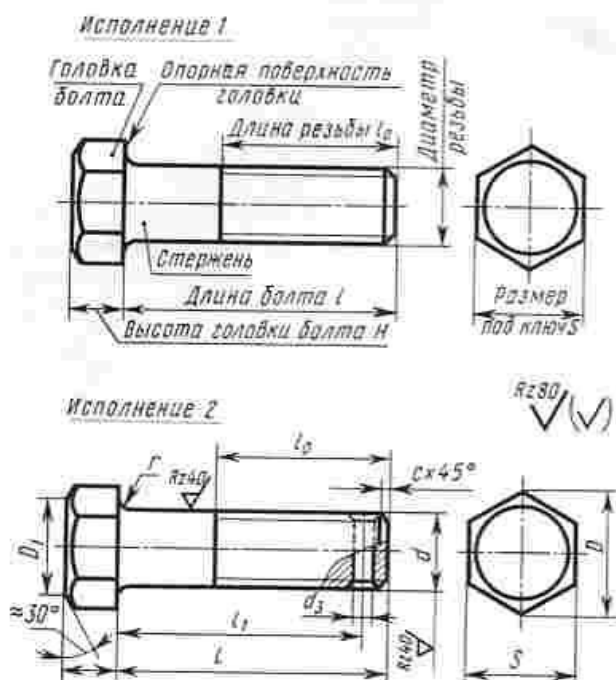
256. ГАЙКА



5915—70. Номер размерного стандарта дает возможность выяснить конструкцию изделия — в данном случае идет речь о шестигранной гайке нормальной точности. По *Исполнению 2* определяем, что гайка должна быть с одной фаской. Часть обозначения *M20×1,5-6H* читаем так: резьба метрическая, наружный диаметр 20 мм, шаг мелкий 1,5 мм, поле допуска 6H. Цифра 8 указывает класс прочности, характеризующий механические качества материала, из которого должна быть изготовлена гайка; 028 нужно разделить при чтении на 02 и 8, первые две цифры являются обозначением вида покрытия, в данном случае — кадмиевое с хромированием, а цифра 8 — толщина слоя покрытия в микрометрах.

Форму гайки определяют два изображения (см. рис. 256).

257. БОЛТ



Аналогично обозначение Болт 2 M20×1,5.6g×60.56.016 ГОСТ 7798—70 расшифровывается так: болт с шестигранной головкой нормальной точности (это мы узнаем из номера стандарта), исполнение 2, т. е. с отверстием под шплинт в стержне болта, диаметр резьбы 20 мм, шаг резьбы мелкий 1,5 мм, поле допуска резьбы 6g, длина стержня болта 60 мм, класс прочности 5.6, покрытие цинковое с хромированием (01), толщина покрытия 6 мкм, ГОСТ 7798—70. Форму болта передают двумя видами (рис. 257).

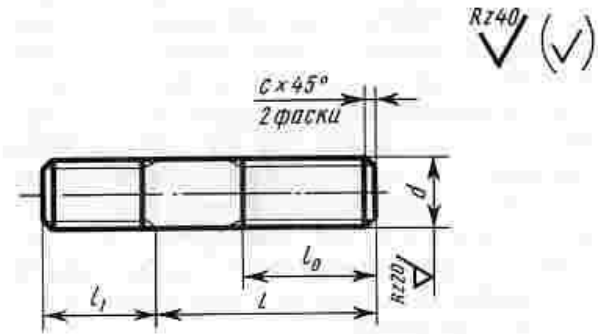
Рассмотрим теперь пример условного обозначения шпильки (в соответствии с ГОСТ 1759—70): Шпилька M16—6g×120.58.026 ГОСТ 22032—76 (рис. 258). Из номера стандарта узнаем, что шпилька с ввинчиваемым концом l_1 , равным d , нормальной точности, диаметр резьбы $d = 16$ мм, $l = 120$ мм, с крупным шагом резьбы (не указывается), с полем допуска 6g, покрытие кадмиевое с хромированием (02), толщиной 6 мкм. Шпилька изготовлена из материала класса прочности 5.8 (точка в обозначении не указывается).

Пример условного обозначения для винта с цилиндрической головкой (нормальной точности), исполнение 2, диаметр резьбы 12 мм, шаг резьбы мелкий 1,25 мм, поле допуска резьбы 6g, длина винта 40 мм, класс прочности 8.8, сталь 35X, покрытие 01, толщина 9 мкм, ГОСТ 1491—72; Винт 2M12×1,25.6g×40.88.35X.019 ГОСТ 1491—72.

Чертежи и обозначения других стандартных изделий (шайб, шпонок, штифтов, шплинтов, заклепок и пр.) можно найти в справочниках.

Обозначения стандартных изделий, содержание которых было показано выше, включают в себя полную их характеристи-

258. ШПИЛЬКА



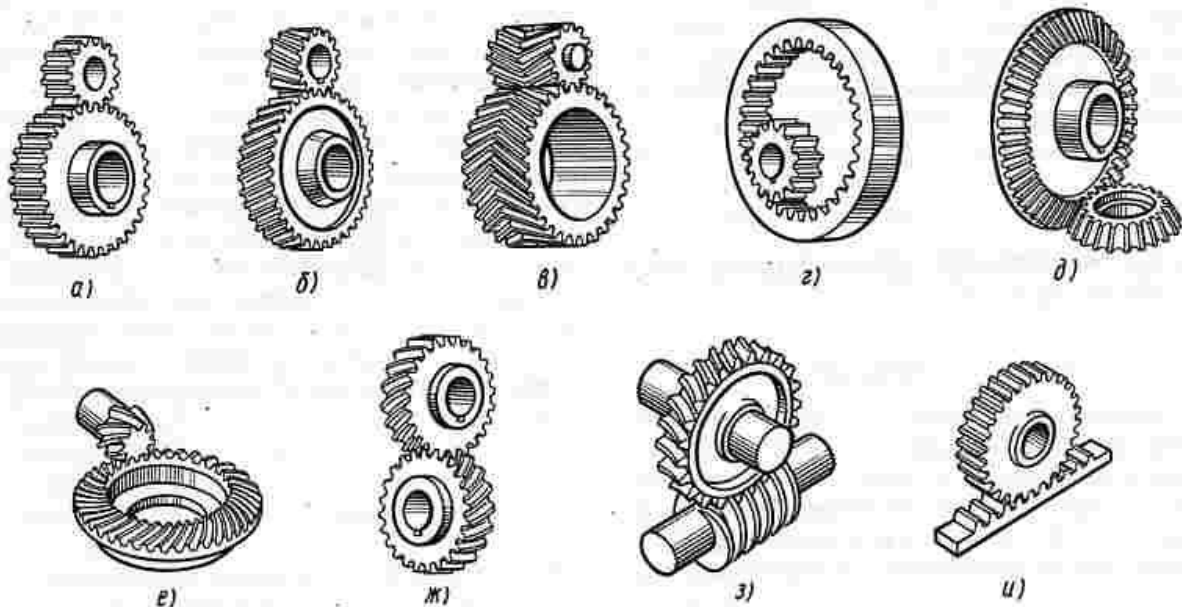
ку, которую для выполнения конструкторских документов на сборочные единицы изделий. Эти обозначения вносятся в графу *Наименование* спецификации сборочного чертежа. В учебной практике можно пользоваться сокращенными условными обозначениями.

§ 61. Общие сведения о передачах

Для передачи вращательного движения с одного вала на другой, преобразования вращательного движения в поступательное и изменения частоты вращения применяют зубчатые передачи (рис. 259), основными деталями которых являются различ-

259. ВИДЫ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ:

a — цилиндрическая прямозубая, *б* — цилиндрическая косозубая, *в* — цилиндрическая шевронная, *г* — цилиндрическая с внутренним зацеплением, *д* — коническая прямозубая, *е* — коническая с криволинейными зубьями, *ж* — цилиндрическая винтовая, *з* — червячная, *и* — реечная



ные зубчатые колеса и рейки. Зубчатые передачи — наиболее распространенный вид передачи. Термин «зубчатое колесо» относится к общим деталям передачи. Зубчатое колесо, сидящее на передающем вращение валу, называют *ведущим*, а на получающем вращение — *ведомым*. Меньшее из двух колес сопряженной пары называют *шестерней*, большее — *колесом*. При одинаковом числе зубьев шестерней называют ведущее колесо, а колесом — ведомое.

Зубчатые передачи используются как самостоятельные агрегаты (редукторы) или входят в другие машины как составные части.

Для передачи вращательного движения между валами, оси которых расположены параллельно, применяют цилиндрические передачи (рис. 259, а, б, в); если оси валов пересекаются, используют конические передачи (рис. 259, д, е).

Широко используются червячные передачи (рис. 259, з), которые обеспечивают большое передаточное число и значительный крутящий момент. Для преобразования вращательного движения в поступательное, и наоборот, применяют реечные передачи, состоящие из цилиндрического колеса и рейки (рис. 259, и). Встречаются передачи с внешним (рис. 259, а—в) и внутренним зацеплением (рис. 259, з). В первом случае вращение колес происходит в противоположных направлениях, во втором — в одном направлении.

По форме профиля различают зубья эвольвентные и неэвольвентные, например в передаче Новикова, зубья которой очерчены дугами окружности.

Различают колеса с прямыми (рис. 259, а), косыми (рис. 259, б), шевронными (рис. 259, в) и винтовыми (рис. 259, ж) зубьями.

Прежде чем перейти к рассмотрению чертежей передач, ознакомимся с правилами изображения составляющих их деталей: зубчатых колес, червяков, зубчатых реек, звездочек цепных передач.

§ 62. Чертежи цилиндрических зубчатых колес

Элементы зубчатых колес

Зубчатые колеса можно мысленно подразделить на два элемента. Зубчатый венец состоит из всех зубьев колеса, расположенных между поверхностью вершин и поверхностью впадин зубьев. Тело колеса ограничивается поверхностью впадин.

Делительными окружностями* называют соприкасающиеся окружности (поверхности) пары зубчатых колес, катящиеся одна по другой без скольжения. Эти окружности, находясь в зацеплении (в передаче), являются сопряженными. На чертеже делительные окружности проводят штрихпунктирной линией, а диаметр их обозначают буквой d (рис. 260).

Расстояние между одноименными профильными поверхностями соседних зубьев, измеренное в миллиметрах по дуге делительной окружности, называют *шагом зацепления*. Обозначается шаг буквой P_t (рис. 260). Легко видеть, что шаг равен длине делительной окружности, поделенной на число зубьев. Число зубьев на чертежах обозначается буквой z .

Длина делительной окружности равна величине шага, умноженной на число зубьев, т. е. длина делительной окружности равна $P_t z$.

Но из геометрии известно, что длина любой окружности равна $2\pi R$ или πd (где $\pi=3,14$, а d — диаметр окружности). Следовательно, длина делительной окружности равна πd и вместе с тем равна $P_t z$, т. е. $\pi d = P_t z$.

Отсюда определим диаметр делительной окружности: $d = \frac{P_t}{\pi} z$.

Величину $\frac{P_t}{\pi}$ обозначают буквой m и называют *модулем зубчатого зацепления*.

Поэтому выражение для диаметра делительной окружности можно записать и так:

$$d = mz.$$

Тогда

$$m = \frac{d}{z}.$$

Из этой формулы следует, что модулем называется число, показывающее, сколько миллиметров диаметра делительной окружности приходится на один зуб зубчатого колеса.

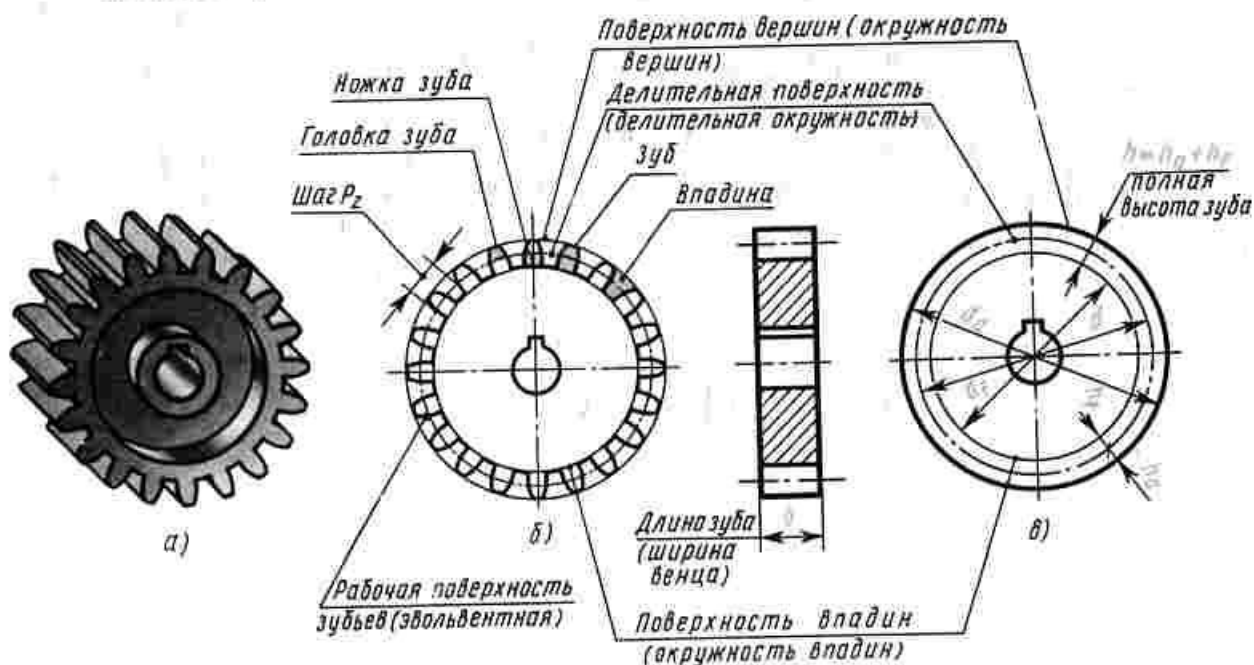
Модуль m и число зубьев z являются основными величинами (элементами), определяющими зубчатые зацепления.

Значение модулей для всех передач — величина стандартизованная, выраженная, как видно из формулы $m = \frac{d}{z}$, в миллиметрах. Ниже приведены числовые величины стандартных модулей, применяемые при изготовлении зубчатых колес, по ГОСТ 9563—60 (СТ СЭВ 310—76):

* Здесь предполагаются случаи, когда делительная окружность совпадает с начальной.

260. ЦИЛИНДРИЧЕСКОЕ ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО:

а — рисунок, *б* — натуральное изображение, *в* — условное изображение



1-й ряд, мм: 0,05; 0,06; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4,5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 80; 100.

2-й ряд, мм: 0,055; 0,07; 0,09; 0,11; 0,14; 0,18; 0,22; 0,28; 0,35; 0,45; 0,55; 0,7; 0,9; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45; 55; 70; 90.

При назначении величин модулей первый ряд следует предпочитать второму.

Зная модуль и число зубьев, рабочий может выбрать соответствующий режущий инструмент для изготовления зубчатого колеса; число зубьев необходимо, кроме того, знать для настройки делительного устройства станка.

Поскольку модуль определяет величину зубьев колеса, ясно, что в зацеплении могут участвовать колеса с одинаковым модулем.

Делительная окружность (поверхность) делит зуб зубчатого колеса на головку и ножку (рис. 260).

Часть зуба, лежащая вне делительной окружности, называется головкой зуба. Высота ее обозначается буквой h_a . Часть зуба, лежащая внутри делительной окружности, называется ножкой зуба. Высота ее обозначается буквой h_f . На рис. 260, б головка и ножка зуба для наглядности выделены цветом.

Высота головки зуба берется равной модулю, т. е. $h_a = m$.

Высота ножки зуба обычно (для колес с крупными модулями) берется равной 1,25 модуля, т. е. $h_f = 1,25m$.

Полная высота зуба равна сумме высот головки и ножки зуба, т. е. $h = h_a + h_f = m + 1,25m = 2,25m$.

Полная высота зуба равна глубине фрезерования.

Для мелко модульных колес (модули менее 1 мм) высота зуба $h = 2,3m$. Тогда высота ножки $h_f = 1,3m$.

Окружность, проходящая через вершины зубьев, называется окружностью вершин (диаметр ее обозначается буквой d_a , рис. 260, а), а окружность, проходящая по основаниям впадин, называется окружностью впадин (диаметр ее обозначается буквой d_f).

Так как высота головки зуба $h_a = m$, то диаметр окружности вершин d_a больше диаметра делительной окружности на две высоты головки зуба или на $2m$, т. е. $d_a = d + 2m$, а так как $d = mz$, то $d_a = mz + 2m = m(z + 2)$.

Значит, $d_a = m(z + 2)$.

Окружность впадин определится так:

$$d_f = d - 2h_f.$$

но $h_f = 1,25m$, тогда $d_f = d - 2 \cdot 1,25m$, или $d_f = d - 2,5m$.

Для мелко модульных цилиндрических зубчатых колес последняя формула изменяется, так как они имеют большую высоту ножки ($1,3m$). Поэтому для них $d_f = d - 2,6m$.

Полученные знания можно применить на практике.

Основными данными для подсчета размеров зубчатого венца являются число зубьев и модуль. Определим основные размеры зубчатого венца цилиндрического колеса, имеющего модуль, равный 3 мм, а число зубьев 24.

Диаметр делительной окружности определяют по формуле $d = mz$. В нашем примере $m = 3$, $z = 24$:

$$d = mz = 3 \cdot 24 = 72 \text{ мм.}$$

Диаметр окружности вершин определяют по формуле

$$d_a = m(z + 2) = 3(24 + 2) = 78 \text{ мм.}$$

Диаметр окружности впадин определяют по формуле

$$d_f = d - 2,5m = 72 - 2,5 \cdot 3 = 64,5 \text{ мм.}$$

Термины, определения и обозначения элементов зубчатых передач установлены ГОСТ 16530—70 и ГОСТ 16531—70. Основные из этих терминов и обозначений, а также формулы для определения размеров элементов зубчатых передач даны в табл. 6.

Вычерчивание цилиндрических зубчатых колес

Зубчатые колеса вычерчивают на чертежах условно (рис. 260, в), а не так, как мы видим их в натуре (рис. 260, а). Эти условные изображения зубчатых колес установлены ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) и заключаются в следующем.

Зубчатый венец изображают тремя окружностями (рис. 260, в):

о к р у ж н о с т ь в е р ш и н (диаметр ее обозначают буквами d_a) наносят сплошной основной линией;

о к р у ж н о с т ь в п а д и н (диаметр ее обозначают буквами d_f) наносят сплошной тонкой линией. Допускается эту линию не показывать;

д е л и т е л ь н а я о к р у ж н о с т ь (диаметр ее обозначают буквой d) проводится штрихпунктирной тонкой линией.

Зубчатые колеса большей частью изображают в разрезе, если секущая плоскость проходит вдоль оси зубчатого колеса. При этом зубья всегда показывают нерассеченными и незаштрихованными (рис. 261). На изображении зубьев параллельно оси колеса проводят штрихпунктирные линии, соответствующие делительной окружности.

На изображениях, перпендикулярных оси колеса, зубья в разрезах не показывают. При необходимости показать их рассеченными применяют местный разрез.

Рабочий чертеж косозубого цилиндрического зубчатого колеса приведен на рис. 261. На рабочих чертежах зубчатых колес наносят необходимые размеры, допуски, отклонения формы и расположения поверхностей, обозначения шероховатости. В технических требованиях указывают данные, относящиеся к термической обработке, справочные размеры, предельные отклонения, не нанесенные на изображениях (рис. 261).

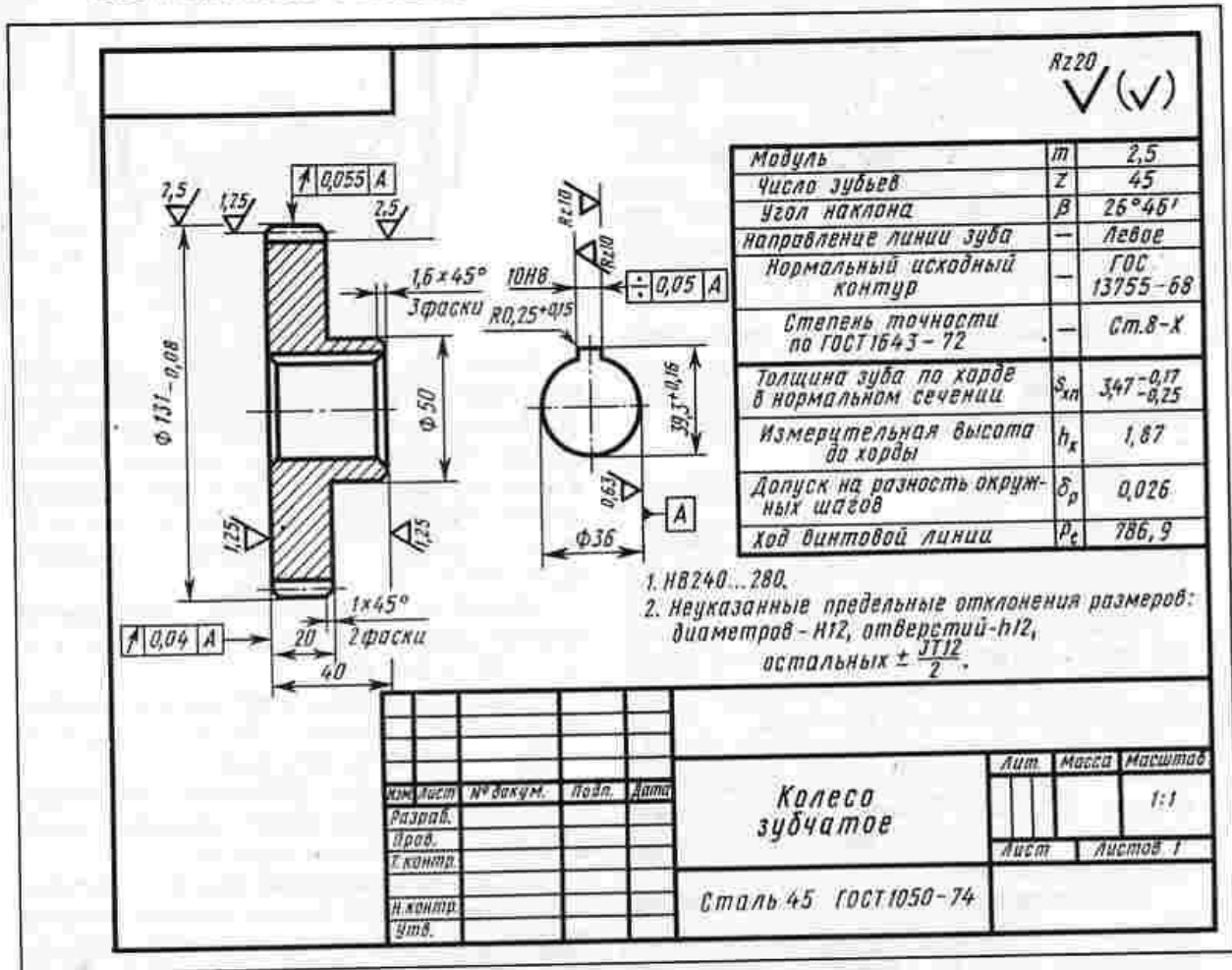
Если зубчатое колесо не имеет спиц, то в большинстве случаев полный вид слева не вычерчивают. Три окружности, изображающие зубчатый венец, в таком случае не проводят, а изображают лишь отверстие для вала (диаметр его на рис. 261 равен 36 мм) и шпоночную канавку, нанося здесь размеры ($10-H8$ и $39,3^{+0.16}$) и другие данные для обработки.

Из трех расчетных размеров диаметров окружностей (d_a , d , d_f), нужных для вычерчивания, на чертежах указывают лишь один — диаметр окружности вершин d_a (размер $\varnothing 131_{-0.08}$ на рис. 261). Кроме того, указывают ширину зубчатого венца (размер 20 на рис. 261), размеры фасок и другие размеры, в зависимости от кон-

6. Параметры цилиндрического зубчатого колеса

Обозначение	Наименование	Соотношение величин
d_a	Диаметр окружности вершин	$d_a = m(z + 2)$
d_f	Диаметр окружности впадин	$d_f = d - 2,5m$
h	Полная высота зуба	$h = h_a + h_f = 2,25m$
h_a	Высота головки зуба	$h_a = m$
h_f	Высота ножки зуба	$h_f = 1,25m$
m	Модуль	$m = p / \pi$ или d / z
d	Диаметр делительной окружности	$d = mz$
z	Число зубьев	—
P_t	Шаг зацепления колеса	$P_t = d / z = \pi \cdot m$
s	Толщина зуба	$s = 0,5 P_t$
b	Длина зуба (ширина венца)	$b = (6 \div 8)m$
n	Толщина обода венца	$n \approx (2,5 \div 4)m$
$d_{ст}$	Диаметр ступицы	$d_{ст} = (1,6 \div 2)d_n$
$L_{ст}$	Длина ступицы	$L_{ст} \approx 1,5 d_n$
c	Толщина диска	$c = (\frac{1}{2} \div \frac{3}{4})P_t$
d_n	Диаметр вала	По ГОСТ 6636—69

261. РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА



струкции колеса, например размеры 40 и $\phi 50$ на рис. 261.

Обозначение шероховатости рабочих (боковых) поверхностей зубьев условно наносят на линии делительной поверхности

($\sqrt{1,25}$) на рис. 261). Обозначение шероховатости вершин зубьев наносят на линии окружности вершин, а шероховатость поверхностей впадин зубьев — на линии окружности впадин (обозначения

($\sqrt{2,5}$) на рис. 261).

Рабочие чертежи металлических механически обработанных зубчатых колес с эвольвентными зубьями (см. рис. 259, а, б) вычерчиваются в соответствии с ГОСТ 2.403-75.

В правом верхнем углу чертежа на расстоянии 20 мм от верхней линии рамки помещают таблицу параметров, в которой указывают необходимые для изготовления и контроля данные о зубчатом венце. Ширина таблицы 110 мм, буквенные обозначения записывают в графе шириной 10 мм, а соответствующие этим обозначениям числовые данные — в графе шириной 35 мм.

В таблице параметров на рис. 261 в первых двух строках указаны модуль *m* и число зубьев *z*. Эти данные обязательно указывают на чертеже каждого зубчатого колеса. Зная их, можно определить размеры зубчатых колес и передач по соотношениям, приведенным в табл. 6.

По ГОСТ 9563-60 модуль указывают: для зубчатого колеса с прямыми зубьями — модуль *m*; для зубчатого колеса с косыми зубьями и нормальным модулем — модуль нормальный *m_n* (как на рис. 261); для зубчатого колеса с косыми зубьями и торцовым модулем — модуль торцовый *m_s*.

В третьей строке таблицы параметров указан угол наклона зуба β косых и шевронных зубьев. В данном примере он равен $26^\circ 46'$. Далее приведены данные о направлении наклона линии зубьев — левое (может быть еще правое и шевронное). В следующей строке ссылка на номер стандарта для исходного контура (ГОСТ 13755-68). Это значит, что в данном случае зубья должны иметь эвольвентный профиль и нормальную высоту, т. е. нарезание зубчатого венца будет производиться нормальным зуборезным инструментом. Затем помещены сведения о то-

чности изготовления зубьев. ГОСТ 1643—72 устанавливает степень точности для изготовления цилиндрических зубчатых колес. Данное колесо следует изготавливать по допускам 8-й степени точности.

Затем в таблице параметров проводится сплошная основная линия, после которой даются данные для контроля. Среди этих данных приводится длина общей нормали — размер, нужный для проверки точности зубьев. Схема контроля общей нормали зубчатого колеса дана на рис. 262.

В третьей части таблицы параметров может быть указан размер диаметра делительной окружности и другие справочные данные (на рис. 261 их нет).

Выполнение эскиза зубчатого колеса

Рассмотрим практическую задачу. Требуется выполнить эскиз пришедшего в негодность зубчатого колеса.

Последовательность выполнения эскизов деталей изложена в § 55 гл. VI. Здесь дополнительно рассмотрим лишь то, что относится к зубчатым колесам.

Общий порядок выполнения эскиза зубчатого колеса следующий: определяют модуль и число зубьев; подсчитывают основные параметры зубчатого колеса; выполняют эскиз.

Определение модуля и числа зубьев. При подсчете числа зубьев обычно помечают мелом один из зубьев и от него по окружности подсчитывают их число. Пусть оно равно 68.

Для определения модуля надо воспользоваться приведенной ранее для подсчета диаметра окружности вершин формулой $d_a = m(z + 2)$, откуда $m = \frac{d_a}{z + 2}$; число зубьев нам известно. Диаметр окружности вершин измеряют штангенциркулем, как показано на рис. 263. Пусть он равен 203 мм.

Подставив в формулу $m = \frac{d_a}{z + 2}$ полученные данные, получим

$$m = \frac{203}{68 + 2} = \frac{203}{70} = 2,9.$$

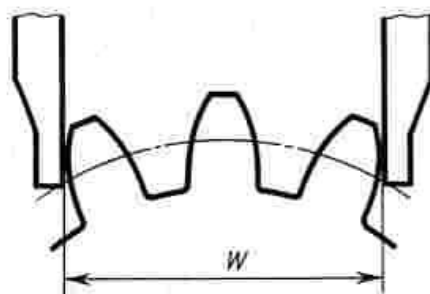
Полученное значение модуля сопоставляют со стандартными, приведенными в § 60 в соответствии с ГОСТ 9563—60 (СТ СЭВ 310—76), и берут ближайший, т. е. 3 мм.

Ошибка на 0,1 мм получилась, по-видимому, в результате неточного обмера и износа колеса.

Итак, в нашем примере число зубьев $z = 68$, а модуль $m = 3$.

Подсчет основных параметров зубчатого колеса. Чтобы условно изобразить зубчатый венец, определяют диаметр трех окружностей.

262. СХЕМА КОНТРОЛЯ РАЗМЕРА ОБЩЕЙ НОРМАЛИ



Если при подсчете модуля результат несколько отличался от стандартного вследствие износа поверхности вершин, то нужно тогда определить диаметр окружности вершин, т. е. наружный диаметр колеса. Подставив в формулу $d_a = m(z + 2)$ число зубьев и модуль, получим $d_a = 3(68 + 2) = 210$ мм.

Диаметр делительной окружности подсчитывают по формуле $d = m \cdot z = 3 \cdot 68 = 204$ мм.

Диаметр окружности впадин подсчитывают по формуле $d_f = d - 2,5m = 204 - 2,5 \cdot 3 = 196,5$ мм.

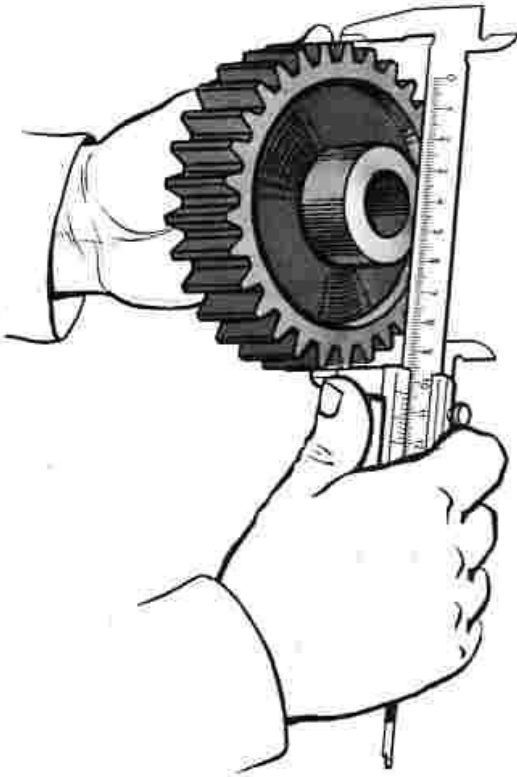
Из этих трех размеров на эскизе проставляют, как было указано, лишь диаметр окружности вершин.

Остальные размеры берут с натуры. Когда выполняют чертеж колеса, не имея натуры, эти размеры подсчитывают по соотношениям, приведенным в табл. 6. При этом диаметр вала выбирают не любой, его берут в соответствии с ГОСТ 6636—69, а размеры шпоночного пазы — в зависимости от диаметра вала по ГОСТ 23360—78.

Выполнение эскиза. Эскиз выполняют в соответствии с определенными размерами. Зарисовывают вид слева, проводя три концентрические окружности (рис. 264, а), диаметры которых в нашем примере $d_a = 210$ мм, $d = 204$ мм, $d_f = 196,5$ мм. Зарисовывают фронтальный разрез, определяя границы зубьев при помощи линий связи (рис. 264, а).

Вычерчивают на виде слева и разрезе отверстие для вала, шпоночный паз и другие конструктивные элементы. Затем обводят окружность вершин сплошной основной линией, делительную окружность штрихпунктирной, а окружность впадин сплошной тонкой линией (рис. 264, б). Заштриховывают разрез колеса, оставляя незаштрихованными зубья, на изображении которых наносятся штрихпунктирные линии, соответствующие делительной окружности. Наносят размерные линии и размерные числа, обозначение шероховатости поверхностей, предельные отклонения формы и расположения поверхностей, заполняют таблицу

263. ИЗМЕРЕНИЕ ДИАМЕТРА ОКРУЖНОСТИ ВЕРШИН ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА



параметров, записывают технические требования, заполняют основную надпись. Чертеж зубчатого колеса выполняют аналогично.

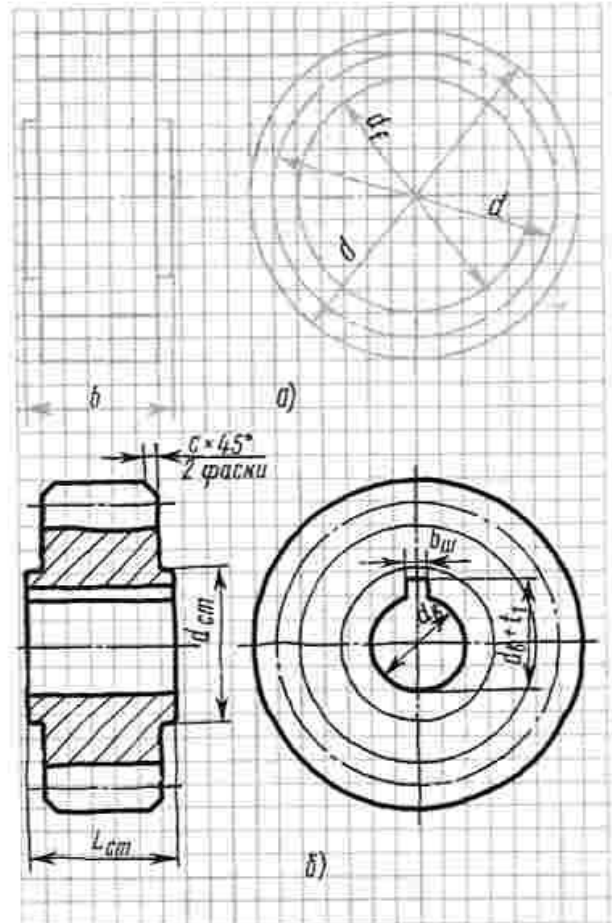
Когда выполняют чертеж цилиндрического зубчатого сектора, т. е. колеса, имеющего неполный зубчатый венец, то в таблице параметров помещают данные, характеризующие полное цилиндрическое колесо. Число зубьев указывают тоже для полной окружности. Это делается для выбора зуборезного инструмента, который маркируется модулем и числом зубьев. Фактическое число зубьев в секторе указывают в таблице параметров в третьей, справочной ее части.

Особенности чертежей цилиндрических колес с косыми зубьями

Для достижения более плавной передачи вращательного движения применяют зубчатые колеса не с прямыми, а с косыми или шевронными зубьями. Колесо с косыми зубьями нарисовано на рис. 259, б. Шевронные колеса можно представить себе как составленные из двух колес с разным направлением зубьев — одно с правым, другое с левым направлением (см. рис. 259, в).

Для колес с косыми зубьями различают нормальный модуль (m_n) и торцовый (m_s).

264. ЗАРИСОВКА ЭСКИЗА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА



Нормальный модуль определяют по так называемому нормальному сечению зуба, которое получается сечением плоскостью, перпендикулярной длине зуба. Торцовый модуль определяют по плоскости торца колеса, т. е. как и у колес с прямым направлением зубьев.

Если угол наклона зуба к оси колеса равен β , то нормальный модуль определяют через торцовый по формуле

$$m_n = m_s \cos \beta.$$

Диаметр делительной окружности колеса с косыми зубьями определяют по формуле

$$d = z \cdot m_s$$

или по формуле $d = \frac{z \cdot m_n}{\cos \beta}$, если дан нормальный модуль.

Высота головки зуба (h_a) у косозубых колес равна нормальному модулю ($h_a = m_n$), а высота ножки зуба равна $1,2m_n$ нормального модуля ($h_f = 1,2m_n$).

Диаметр окружности вершин у цилиндрических косозубых колес подсчитывают по формуле

$$d_a = d + 2m_n,$$

а диаметр окружности впадин — по формуле

$$d_f = d - 2,4m_n.$$

Чертеж зубчатого колеса с косыми зубьями приведен на рис. 261. Этот чертеж отличается тем, что в таблице параметров приведен модуль нормальной m_n , угол наклона зуба β , направление зуба, толщина зуба по хорде в нормальном сечении $s_{xнл}$, ход винтовой линии P_x .

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое модуль зубчатого колеса? В каких единицах он выражается?
2. Чему обычно равна высота головки зуба? высота ножки зуба?
3. Как называют три окружности, с помощью которых условно изображают зубчатый венец? Какими линиями их проводят на виде, перпендикулярном оси колеса?
4. Как изображают зубья зубчатого колеса в разрезе?
5. Какой из трех расчетных размеров диаметров окружностей нужно наносить на рабочих чертежах?
6. Какие основные сведения о зубчатом колесе можно узнать из таблицы параметров?
7. Где располагают обозначения шероховатости рабочих поверхностей зубьев? вершин зубьев? впадин зубьев?
8. Как определить модуль, имея зубчатое колесо?
9. Почему после определения модуля нужно сравнить полученную величину со стандартным значением для модулей?
10. Чем отличается чертеж прямозубого цилиндрического колеса от косозубого?

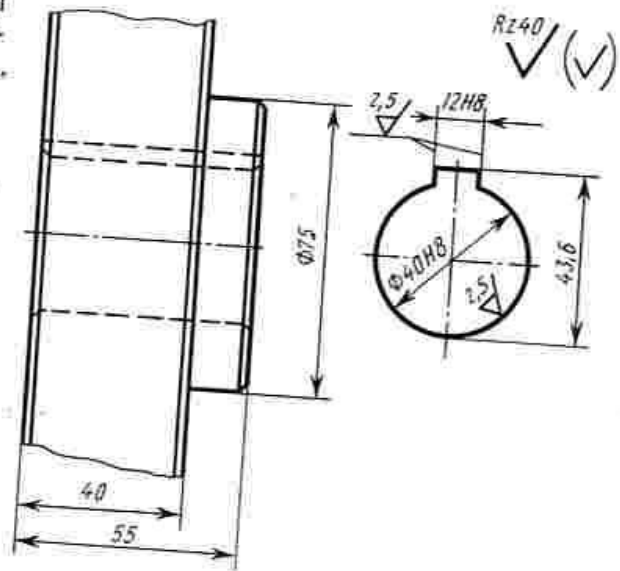
УПРАЖНЕНИЕ 71. Произведите подсчет основных размеров цилиндрического прямозубого колеса с числом зубьев 80 и модулем 2 (с числом зубьев 90 и модулем 3).

УПРАЖНЕНИЕ 72. Вычертите чертеж цилиндрического зубчатого колеса с прямыми зубьями по следующему его описанию. Модуль 2, число зубьев 42. Исходная форма колеса представляет собой цилиндр с отверстием для вала (без шпоночной канавки), края зубьев срезаны фасками $1 \times 45^\circ$. Шероховатость рабочих поверхностей зубьев $Ra 1,25$, а поверхностей выступов и впадин зубьев $Rz 20$.

УПРАЖНЕНИЕ 73. Выполните эскиз с натурой цилиндрического зубчатого колеса.

УПРАЖНЕНИЕ 74. На рис. 265 дана часть главного вида цилиндрического прямозубого зубчатого колеса и неполный вид слева. Модуль $m=4$; число зубьев $z=32$. Дочертите главное изображение, сделав его фронтальным разрезом. Подсчитайте и нанесите на чертеж размер диаметра окружности вершин d_a . Нанесите обозна-

265. ЗАДАНИЕ ДЛЯ УПРАЖНЕНИЙ



чения шероховатости поверхностей; рабочие поверхности зубьев $Ra 1,25$, поверхности вершин и впадин зубьев $Rz 20$. Фаски имеют размер $2 \times 45^\circ$.

§ 63. Чертежи конических зубчатых колес

Конические зубчатые колеса (см. рис. 259, д, е), как и цилиндрические, вычерчивают условно (рис. 266). При этом общие правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес, изложенные в предыдущем параграфе, действуют и в случае вычерчивания конических прямозубых колес. Размеры элементов этих колес подсчитывают по тем же формулам, что и для цилиндрических колес. Однако диаметры, модуль, высота головки и ножки зуба конического зубчатого колеса переменны (рис. 266). Поэтому за диаметр делительной окружности принимают максимальное его значение. Значение модуля при подсчетах также берут наибольшее (на внешнем дополнительном конусе).

ГОСТ 19325—73 устанавливает, что основой для подсчета размеров конических прямозубых колес является делительный конус (на рис. 267, а он выделен цветом)*. По вершинам зубьев проходит конус вершин, а по впадинам зубьев — конус впадин. Кроме того, могут быть два дополнительных делительных конуса — внешний и внутренний. Образующие этих конусов расположены под прямым углом к образующей делительного конуса.

Для выполнения чертежа конического прямозубого колеса нужно знать внешний

* Здесь и в дальнейшем предполагается совпадение начального конуса с делительным.

окружной модуль m_e , число зубьев шестерни z . Если рассматриваются два зубчатых колеса, находящихся в зацеплении, то числа зубьев обозначаются соответственно z_1 и z_2 .

В данном примере эти величины взяты следующие: $m_e = 3$ мм; $z_1 = 20$ (шестерни); $z_2 = 40$ (колеса); диаметр вала $d_n = 20$ мм.

Прежде чем приступить к вычерчиванию, нужно подсчитать основные параметры колеса.

Диаметр делительной окружности колеса определяем по формуле $d_2 = m_e z_2$. В данном примере $d_2 = 3 \cdot 40 = 120$ мм. Высота головки зуба h_a берется равной модулю (внешнему): $h_a = m_e = 3$ мм.

Высота ножки зуба h_f берется равной 1,2 модуля: $h_f = 1,2m_e = 1,2 \cdot 3 = 3,6$ мм.

Диаметр делительной окружности шестерни (составляющей пару с изображаемым колесом) $d_1 = m_e z_1 = 3 \cdot 20 = 60$ мм. После подсчета основных параметров приступают к вычерчиванию фронтального разреза колеса. Построение выполняют в такой последовательности (рис. 267).

Вычерчивают два делительных конуса с общей образующей (рис. 267, а). Конус большего диаметра ($d_2 = 120$ мм) принадлежит колесу, меньшего диаметра ($d_1 = 60$ мм) — шестерне. К основанию делительного конуса колеса проводят две линии, расположенные под прямым углом к образующим конуса (этот конус и угол 90° выделены цветом на рис. 267, а). В результате получают внешний дополнительный конус колеса.

Вдоль образующей этого дополнительного конуса откладывают от точки пересечения ее с образующей делительного конуса размер высоты головки h_a и размер высоты ножки h_f зуба.

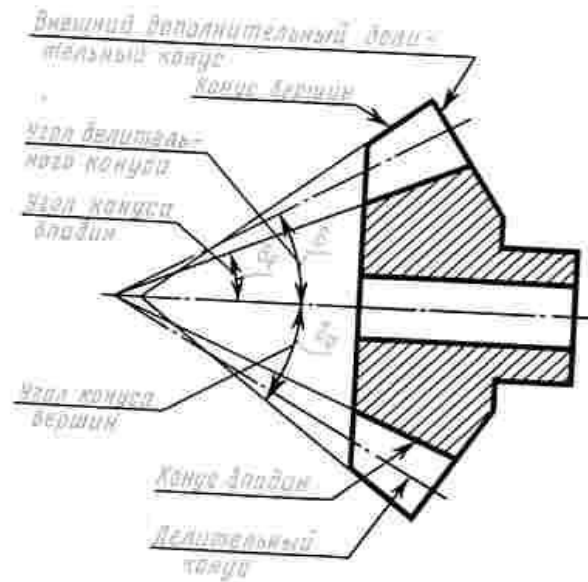
Отложив размер высоты головки зуба (в нашем примере 3 мм) вдоль образующей дополнительного конуса, проводят через полученную точку прямую под углом δ_n (угол конуса вершин), получая конус вершин колес (рис. 267, б). Отложив размер высоты ножки зуба (в нашем примере 3,6 мм) вдоль образующей дополнительного конуса, соединяют полученную точку с вершиной делительного конуса, получая конус впадин колеса.

По образующей делительного конуса колеса откладывают размер длины зуба b , который можно подсчитать по соотношению

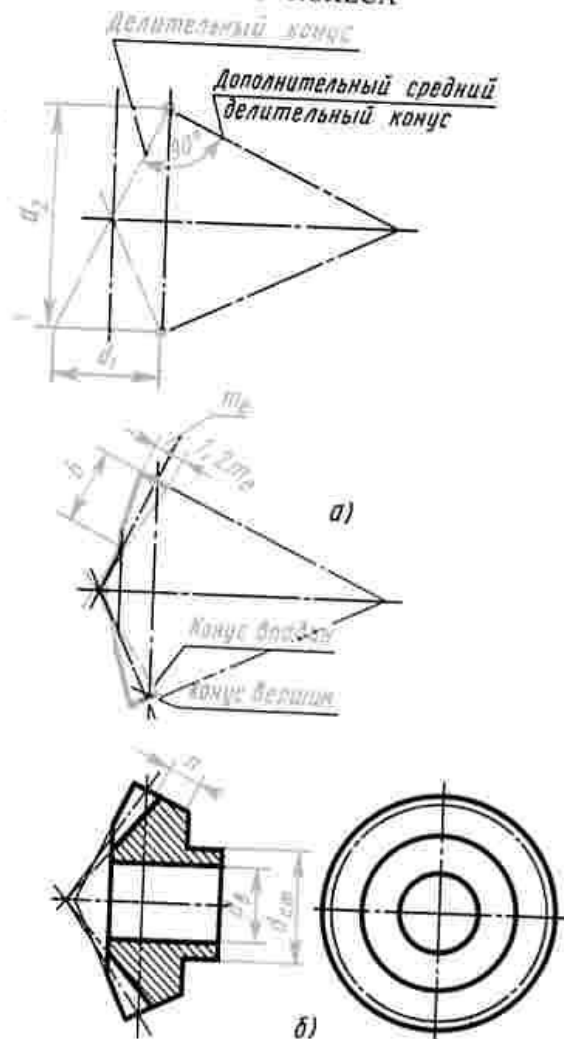
$$b = (6 \div 8) \cdot m_e$$

приведенному в табл. 6. В нашем примере возьмем коэффициент равным 6 (колесо стальное), получим $b = 6m_e = 6 \cdot 3 = 18$ мм.

266. ЭЛЕМЕНТЫ КОНИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА



267. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ КОНИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА



Определяют толщину обода венца n из соотношения, приведенного в табл. 6:

$$n \approx (2,5 \div 4) \cdot m_e$$

Для стального колеса берем коэффициент 2,5. Получаем $n = 2,5m_e = 2,5 \cdot 3 = 7,5$ мм. Откладываем этот размер вдоль образующей дополнительного конуса и проводим вертикальную линию (рис. 267, в).

По соотношениям, приведенным в табл. 6, подсчитываем диаметр $d_{ст}$ и длину $L_{ст}$ ступицы колеса, вычерчивая по этим размерам ступицу (рис. 267, в).

Показывают в ступице отверстие для вала (рис. 267, в). Диаметр его $d_v = 20$ мм.

Вычерчивают вид слева колеса.

В соответствии с ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) на нем показывают для конических колес лишь две окружности зубчатого венца: окружность вершин зубьев — сплошной основной линией и делительную окружность — штрихпунктирной тонкой линией (рис. 267, в).

В соответствии с ГОСТ 2.405—75 на рабочих чертежах конических зубчатых колес часть размеров проставляют на изображениях, а часть в таблице параметров (рис. 268).

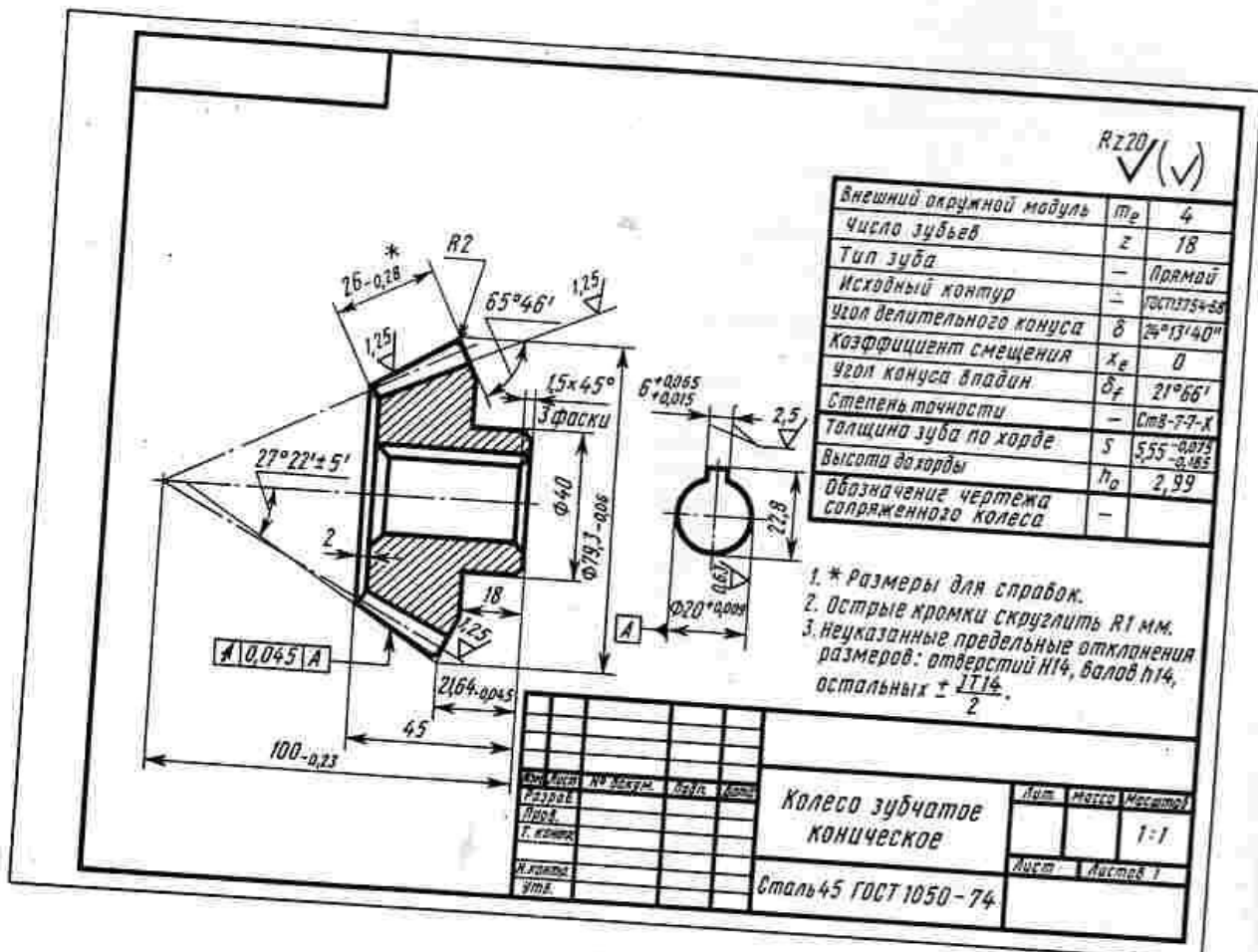
На изображениях наносят диаметр большего основания конуса вершин (внешний диаметр вершин зубьев). На

268. ЧЕРТЕЖ КОНИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

рис. 268 этот размер равен 79,3 мм. Проставляют размер от базовой поверхности (торца ступицы) до большего основания конуса вершин (размер 21,64 мм). Указывают размеры двух углов: угол конуса вершин (угол $27^\circ 22'$ на рис. 268) и угол внешнего дополнительного конуса (угол $65^\circ 46'$). Если зубчатое колесо имеет внешний дополнительный конус, то указывают ширину зубчатого венца (размер 26 мм). Всегда указывают размер базового расстояния, т. е. размер между вершиной делительного конуса и базовой плоскостью, измеренный по геометрической оси колеса (размер $100 - 0,23$ мм на рис. 268). Кроме того, приводят как справочный (со звездочкой) размер внешнего конусного расстояния (размер $87,73$ мм*). Указывают размеры фасок или радиусы скруглений на кромках зубьев.

В таблицу параметров вносят помимо модуля число и тип зубьев, угол делительного конуса δ (угол $24^\circ 13' 40''$) и угол конуса впадин δ_f (угол $21^\circ 06'$). Сведения о типе зубьев помещают в таблице параметров, потому что кроме прямых могут быть косые и круговые зубья с эвольвентными и другими профилями.

Во второй части таблицы параметров помещают данные для контроля колеса, а в третьей — справочные данные (рис. 268).



На соответствующих изображениях наносят обозначения шероховатости рабочих поверхностей зубьев и поверхностей вершин и впадин. Кроме того, указывают предельные отклонения формы и расположения поверхностей.

На рис. 268 видно, что вершина делительного конуса не совпадает с вершиной конуса вершин. Смещение вершин этих конусов обеспечивает зазор постоянной величины по всей длине зубьев сопряженных колес, что делает передачу более плавной. На учебных чертежах этот зазор допускается не показывать.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой модуль берут при подсчетах основных параметров конических зубчатых колес?
2. Как называются конусы, которые встречаются при изображении конических колес?
3. Что общего в изображении конических и цилиндрических зубчатых колес? Заштриховывают ли зубья в разрезах?
4. Под каким углом к делительному конусу расположен внешний дополнительный конус? внутренний?
5. Какие основные размеры указывают на изображениях, а какие в таблице параметров?

УПРАЖНЕНИЕ 75. Подсчитайте основные размеры конического прямозубого колеса, если модуль равен 2,5, а число зубьев 60. Шестерня, сопряженная с этим колесом, имеет 30 зубьев.

УПРАЖНЕНИЕ 76. Начертите прямозубое коническое зубчатое колесо такой же конструкции, как на рис. 267. Модуль равен 3, число зубьев 32. Сопряженная шестерня имеет 18 зубьев.

§ 64. Чертежи червячных колес и червячных винтов

Червячные передачи служат для передачи вращения между скрещивающимися валами (обычно под прямым углом) и состоят из червяка и червячного колеса (рис. 259, з). Они позволяют получать большие передаточные числа, плавность зацепления, бесшумны в работе.

Ведущим обычно является червяк.

Вычерчивание червячного винта

Червяк представляет собой винт с резьбой, нарезанной на цилиндрической (рис. 269, а) поверхности или глобоиде (торе) (рис. 269, б). Червяки, резьба которых нарезана на цилиндре, подразделяются на конволютные (ZN), эвольвентные (ZJ) и архимедовы (ZA). Тип червяка

определяется видом винтовой поверхности. У конволютных червяков теоретический торцовый профиль витка является удлиненной или укороченной эвольвентой, у эвольвентных червяков — эвольвентой окружности, а у архимедовых — спиралью Архимеда. Наиболее распространены архимедовы червяки ввиду простоты их изготовления.

Элементы червяка аналогичны элементам резьбы. Червяки подразделяются на правые и левые (в зависимости от направления винтовой линии) и по числу заходов.

Чертеж архимедового цилиндрического червяка представлен на рис. 270. На главном изображении обычно выполняют местный разрез, чтобы показать профиль витка. Образующие цилиндра впадин изображают сплошными тонкими линиями. На поперечном разрезе заштриховывают только сечение стержня витка, а сечение винтового выступа не заштриховывают.

Диаметр делительной окружности червяка подсчитывают по формуле

$$d_1 = q \cdot m,$$

где m — модуль, а q — коэффициент диаметра червяка, зависящий от заданной величины модуля (эта величина стандартизована).

Диаметр вершин витков червяка определяют по формуле

$$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1} = d_1 + 2m,$$

где h_{a1} — высота головки, а диаметр витка червяка впадин — по формуле

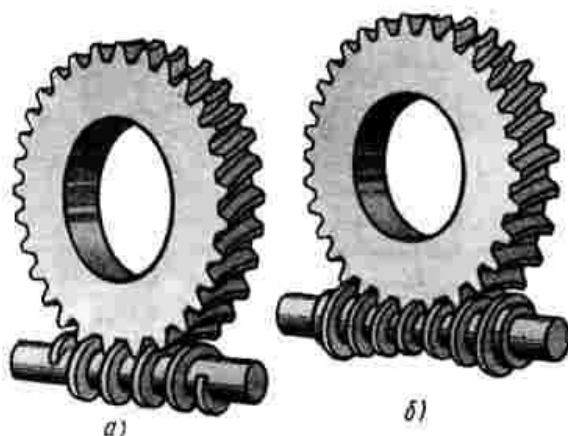
$$d_{f1} = d_1 - 2,4m,$$

так как высота головки (h_{a1}) равна модулю m , а высота ножки (h_{f1}) равна 1,2 модуля.

Из расчетных размеров на рабочих чертежах червяков проставляют: диаметр цилиндра выступов (размер $\phi 72_{-0,046}$ мм на рис. 270), длину нарезанной части (размер $90_{-0,87}$ мм), радиуса закруглений витков ($R = 0,3$ мм и $R = 1,2$ мм). Осталь-

269. ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ:

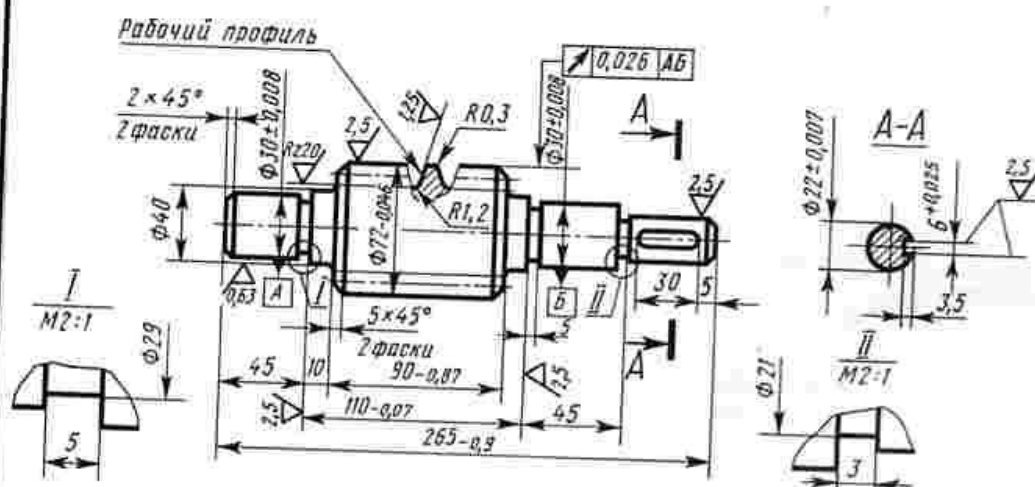
а — с цилиндрическим червяком, б — с глобоидным червяком



270. ЧЕРТЕЖ АРХИМЕДОВА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЧЕРВЯКА

Rz40 (✓)

Модуль	m	6
Число витков	z_1	2
вид червяка	—	2А
Делительный угол подъема	γ	$11^\circ 18' 36''$
Направление линии витка	—	Правое
Исходный червяк	—	ГОСТ 19036-73
Степень точности	—	Ст. 7-Х
Параметры профиля витков	Угол профиля	α_x
	Высота витка	h_f
Делительный диаметр червяка	d_f	$70-0,045$
Ход витка	P_{z1}	$37,696$



Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p>Червяк Архимедов</p> <p>Сталь 45 ГОСТ 1050-74</p>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								1:2,5
Пров.						Лист	Листов 1	
Т. контр.								
Н. контр.								
Утв.								

ные данные указывают в таблице параметров. На рис. 270 модуль равен 6 мм, число заходов 2, тип червяка архимедов, направление витка правое.

Вычерчивание червячного колеса

Расчет основных параметров и вычерчивание червячного колеса зависят от размеров червяка.

Общие правила выполнения чертежей червячных колес аналогичны правилам вычерчивания цилиндрических зубчатых колес. То же можно сказать о подсчетах основных параметров.

Их определяют по следующим формулам (в расчетах применяют модуль m).

Диаметр делительной окружности колеса

$$d_2 = m \cdot z_2,$$

где z_2 — число зубьев колеса.

Диаметр окружности вершин колеса

$$d_{a2} = d_2 + 2m.$$

Диаметр окружности впадин колеса

$$d_{f2} = d_2 - 2,4m.$$

Высота головки зуба $h_a = m$. Высота ножки зуба колеса $h_{f2} = 1,2m$.

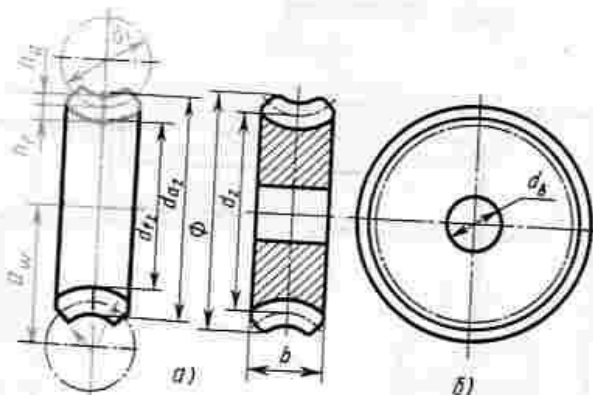
Кольцевую канавку, вытачиваемую на ободе червячного колеса, описывают на чертеже из центра червяка (рис. 271, а). Чтобы найти этот центр на чертеже, нужно определить межосевое расстояние (расстояние между центрами колеса и червяка), которое равно полусумме диаметров делительных окружностей колеса и червяка, т. е.

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2}.$$

Этот размер с предельными отклонениями помещают в таблице параметров и используют при нарезании зубьев. Его называют межосевым расстоянием в обработке.

Приступая к вычерчиванию фронтального разреза, проводят горизонтальную осевую линию отверстия для вала и вертикальную осевую линию симметрии колеса. На ней находится центр червяка, сопряженного с колесом. От центра колеса вдоль этой линии и откладывают межосевое расстояние a_w (рис. 271). Из полученной точки проводят окружность, диаметр которой равен диаметру делительной окружности червяка d_1 ($d_1 = q \cdot m$). Затем от точки встречи этой окружности с вертикальной осью колеса откладывают вдоль нее высоту головки зуба h_a ($h_a = m$) и высоту ножки зуба h_f ($h_f = 1,2m$). На рис. 271, а эти построения выделены цветом. Через полученные точки очерчивают дуги, concentричные делительной окружности. Такие же построения выполняют с противоположной стороны колеса. Полученные таким образом изображения зубьев в разрезе не заштриховывают, как и

271. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА



на чертежах цилиндрических и конических колес, а делительную окружность обводят штрихпунктирной линией (рис. 271, б).

На виде слева зубчатый венец показывают лишь двумя окружностями: проводят делительную окружность и наибольшую окружность вершин зубьев (наружный диаметр колеса). Окружность впадин не показывают (как и у конических зубчатых колес). Далее вычерчивают отверстие для вала, диаметр которого выбирают, как и для других колес, в соответствии с ГОСТ 6636—69. Размеры остальных элементов колеса определяют из соотношений, данных в табл. 6.

На рис. 272 приведен чертеж зубчатого венца червячного колеса, сопрягаемого с архимедовым червяком.

В соответствии с ГОСТ 2.406—76 на рабочих чертежах червячных колес указывают диаметр окружности вершин в средней плоскости зубчатого венца (размер $\phi 272$ мм на рис. 272), наибольший диаметр зубчатого венца (размер $\phi 281$ мм), ширину зубчатого венца (размер 54 мм), расстояние от средней плоскости зубчатого венца до базового торца (размер 27 мм), данные, определяющие внешний контур зубчатого венца, например радиус обточки поверхности выступов (размер $R24$), размеры фасок и т. п. шероховатость боковых поверхностей зубьев.

В таблице параметров, наряду с данными о модуле и числе зубьев (6 и 44), приводят сведения о сопряженном червяке (тип червяка, число витков, направление линии витка), межосевом расстоянии a_w (размер 160 мм) и др.

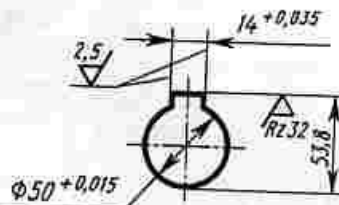
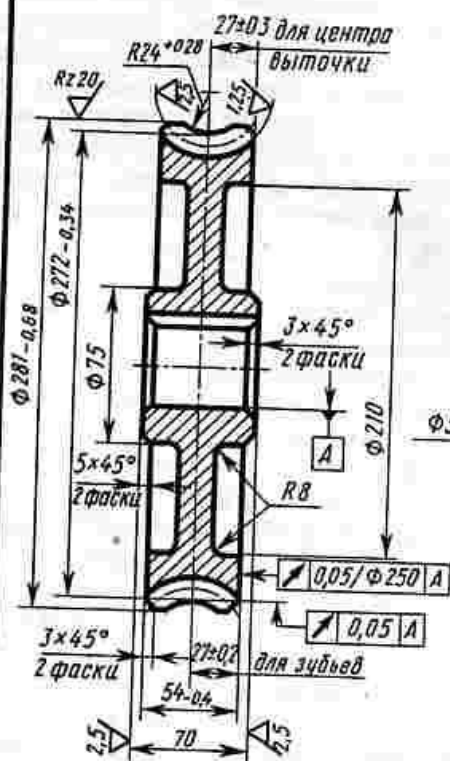
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что общего в изображении в разрезе зубьев червячных и цилиндрических зубчатых колес?
2. Какие окружности проводят при изображении зубчатого венца червячного

272. ЧЕРТЕЖ ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА,
СОПРЯЖЕННОГО С АРХИМЕДО-
ВЫМ ЧЕРВЯКОМ

Rz40 (✓) (✓)

Модуль	m	6
Число зубьев	Z_2	44
Направление линии зуба	—	Правое
Коэффициент смещения червяка	x	0,897
Исходный производящий червяк	—	ГОСТ19036-73
Степень точности	—	Ст. 7-Х
Межосевое расстояние	a_w	$160 \pm 0,042$
Делительный диаметр червячного колеса	d_2	264
Вид сопряженного червяка	—	ЗА
Число витков сопряженного червяка	Z_1	2
Обозначение чертежа сопряженного червяка	—	



Неуказанные предельные отклонения размеров:
отверстий H14, валов h14,
остальных $\pm \frac{IT14}{2}$

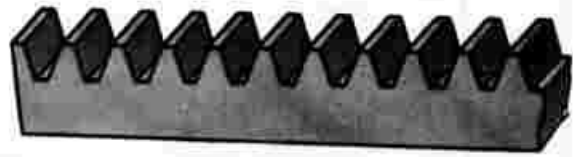
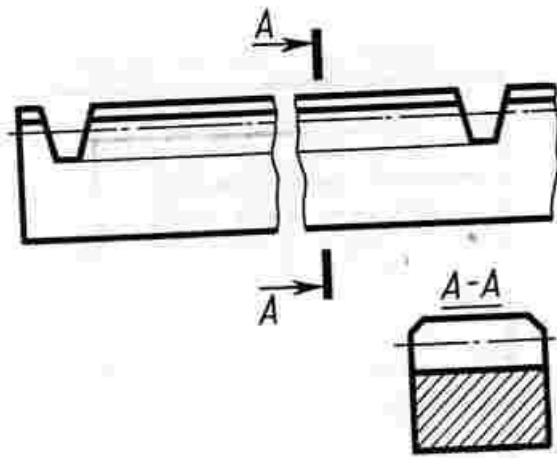
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Колесо червячное	Лит.	Масса	Масштаб
Разр.								1:4
Пров.								
Т. контр.								
Н. контр.								
Утв.					СЧ24-44 ГОСТ1412-70	Лист	Листов 1	

- колеса на виде, перпендикулярном оси колеса (на виде слева)?
3. Как определяется межосевое расстояние в червячной передаче?
 4. Какой модуль используется при определении основных параметров червячных передач?
 5. Какую часть червяка не заштриховывают на поперечном разрезе?

УПРАЖНЕНИЕ 77. Рассмотрите рис. 272 и ответьте на следующие вопросы:

1. Какое колесо изображено на чертеже?
2. Чему равен модуль?
3. Сколько зубьев у колеса?
4. С каким типом червяка сопрягается это колесо?
5. Чему равно межосевое расстояние в обработке?
6. Какова шероховатость рабочих поверхностей зубьев?
7. Какова шероховатость поверхностей выступов зубьев? поверхностей впадин?

273. ЗУБЧАТАЯ РЕЙКА



§ 65. Чертежи зубчатых реек

Зацепление зубчатого колеса с рейкой показано на рис. 259, и. Зубчатую рейку можно рассматривать как развернутый в прямую зубчатый венец цилиндрического зубчатого колеса (рис. 273). Поэтому основные правила изображения зубчатых колес относятся и к вычерчиванию рейки. Поверхности вершин зубьев вычерчивают сплошной основной линией, делительные поверхности — штрихпунктирной, а поверхности впадин — сплошной тонкой линией. В разрезе зубья не заштриховывают, а на месте делительной поверхности проводят штрихпунктирную линию (рис. 273).

Все расчетные размеры у рейки, находящейся в зацеплении с зубчатым колесом, равны соответствующим размерам колеса, т. е. модуль, высота головки и высота ножки зуба у них одинаковы.

Согласно ГОСТ 2.404—75 на рабочих чертежах зубчатых реек (рис. 274) указывают: ширину зубчатой части плоской рейки (размер 30), высоту зубчатой рейки (размер 30), длину нарезанной части рейки (размер 180 мм) — этот размер указывают по делительной поверхности, направление наклона и угол наклона зубьев (если рейка с косыми зубьями). Рейка, изображенная на рис. 274, имеет прямые зубья. Указывают также шероховатость боковых поверхностей зубьев, поверхности выступов и поверхности впадин, размеры фасок или радиусы закруглений на кромках поверхности вершин зубьев. При необходи-

мости показывают рабочий профиль зубьев.

Данные, характеризующие нарезанную часть рейки, помещают в таблицу параметров (рис. 274).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как вычерчивают в разрезе зубья рейки, если секущая плоскость проходит вдоль них?
2. Какими линиями показывают на виде спереди поверхность вершин? поверхность впадин?
3. Чему равны высота головки и высота ножки зуба рейки, если у сопряженного колеса они равны соответственно 3 и 3,6 мм?

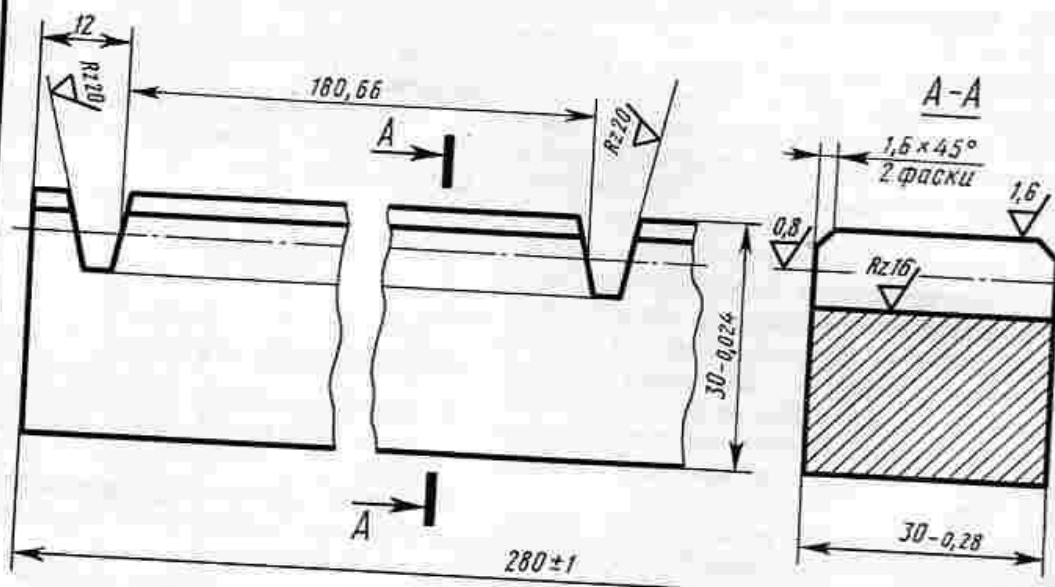
УПРАЖНЕНИЕ 78. Рассмотрите рис. 274 и ответьте на следующие вопросы к нему:

1. Как называется изображенная на нем деталь?
2. Чему равен модуль?
3. Сколько зубьев нарезано на рейке?
4. Каковы толщина зуба и измерительная высота?
5. Чему равны габаритные размеры рейки?
6. Какова глубина фрезерования?
7. Какова шероховатость рабочих поверхностей зубьев?

274. ЧЕРТЕЖ ЗУБЧАТОЙ РЕЙКИ С ПРЯ-
МЫМИ ЗУБЬЯМИ

Rz40 (✓)(✓)

Модуль	m	5
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ13755-6
Степень точности по ГОСТ 10242-73	-	Ст. 8-Ш
Толщина зуба	S_y	$7,85_{-0,25}^{+0,38}$
Измерительная высота	h_{ax}	5
Число зубьев	Z	12
Нормальный шаг	P_n	15,71



Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm IT14/2$

Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Рейка зубчатая Сталь 45 ГОСТ 1050-74	Лит.	Масса	Масшт.
Разраб.								1:1
Проб.						Лист	Листов	1
Т. контр.								
И. контр.								
Утв.								

§ 66. Зубчатые передачи

Общие положения. Зная, как изображаются цилиндрические и конические зубчатые колеса, червячные колеса, червяки и зубчатые рейки, можно рассмотреть правила выполнения и чтения состоящих из них передач.

Чертежи передач представляют собой элементы сборочных чертежей. На сборочных чертежах изображают изделие, состоящее из нескольких деталей, показывая их в собранном виде. Эти чертежи содержат данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля изделия. Рассматривая чертежи передач (рис. 259, 266), следует иметь в виду, что разрезы смежных деталей на сборочных чертежах штрихуются в противоположные стороны, сплошные детали при продольных разрезах не разрезаются и не заштриховываются, а если на такой детали нужно показать небольшое углубление, например шпоночную канавку, то применяют местный разрез (рис. 260). Около изображений деталей на сборочных чертежах на полках линий-выносок наносят номера позиций (рис. 260, 261). Эти номера присваиваются деталям согласно спецификации-таблице, содержащей основные сведения о входящих в изделие деталях.

При изображении зубчатых и червячных передач на сборочных чертежах в соответствии с ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) применяют следующие условности.

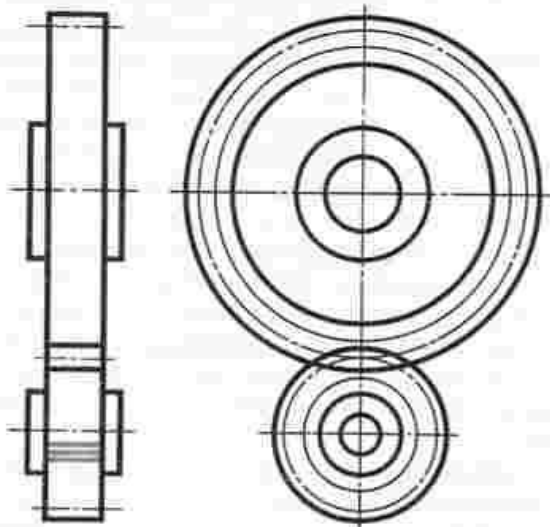
1. Зубья зубчатых колес и витки червяков вычерчивают только в осевых разрезах и сечениях, а зубья реек — в поперечных (секущая плоскость проходит через ось зубчатого колеса). В остальных случаях зубья и витки червяков не вычерчивают и изображаемые детали ограничивают поверхностями вершин, которые показывают сплошными основными линиями, в том числе и в зоне зацепления (рис. 275).

2. Штрихпунктирными тонкими линиями показывают делительные (начальные) окружности, делительные линии, образующие начальных поверхностей и окружности больших оснований начальных конусов у конических передач (рис. 275 и др.).

3. На разрезах и сечениях передач, когда секущая плоскость проходит через оси колес, а также поперек рейки или червяка, зубья и витки условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают нерассеченными независимо от угла наклона зубьев. При этом в зоне зацепления зуб одного из колес (предпочтительно ведущего) показывают перед зубом сопрягаемого колеса (рис. 276).

4. Когда секущая плоскость проходит через ось зубчатого колеса реечного за-

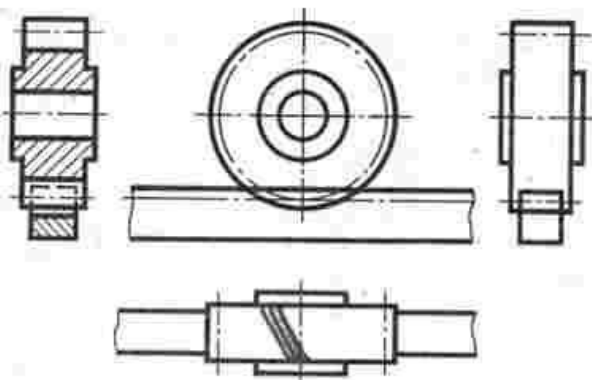
275. ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА. ВИДЫ



276. ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА. РАЗРЕЗ



277. РЕЕЧНОЕ ЗАЦЕПЛЕНИЕ.



цепления, зуб колеса показывают перед зубом рейки (рис. 277).

5. Когда нужно показать направление зубьев колеса или рейки, то на одном из элементов зацепления (на изображении поверхности зубьев) вблизи оси наносят три сплошные тонкие линии, наклон которых показывает направление зубьев (рис. 275, 277 и 278). Для наглядности эти линии выделены цветом.

6. Если секущая плоскость проходит перпендикулярно оси колеса или вдоль рейки, то их, как правило, показывают нерассеченными. При необходимости показать рассеченными применяют местный разрез, проводя штриховку до линии поверхности впадин (рис. 279). Для наглядности местный разрез выделен цветом.

Цилиндрические передачи. Цилиндрическая зубчатая передача представлена на рис. 280. Она состоит из шестерни 1, колеса 4, двух валов 3 и 6 и двух шпонок 2 и 5. На полях линий-выносок указаны номера (позиции) этих деталей. Главное изображение представляет собой фронтальный разрез. Валы и шпонка 5 на нем не разрезаны, так как секущая плоскость проходит вдоль них. Чтобы показать соединение шпонки 5 с валом 6, применен местный разрез. Разрезы зубчатых колес заштрихованы в противоположные стороны. Буквами обозначены размеры, нужные для вычерчивания. К буквенным обозначениям величин, относящихся к шестерне, обычно добавляют индекс 1, например z_1 , d_{a1} , d_{f1} и т. д., а к обозначениям колеса добавляют индекс 2, например z_2 , d_{a2} , d_{f2} и т. д.

На изображении передачи делительные окружности, которые изображаются штрихпунктирными линиями, касаются одна другой. При изображении зубчатых колес базовыми являются делительные поверхности, делительные окружности, а при вычерчивании передач — начальные поверхности, начальные окружности. Во многих передачах размеры диаметров начальных и делительных окружностей совпадают. Поэтому в § 61 была сделана оговорка, что мы рассматриваем передачи, у которых эти окружности совпадают.

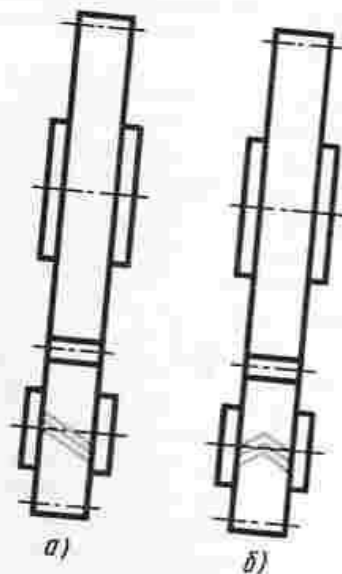
Размеры передач определяют по следующим формулам:

Для шестерни

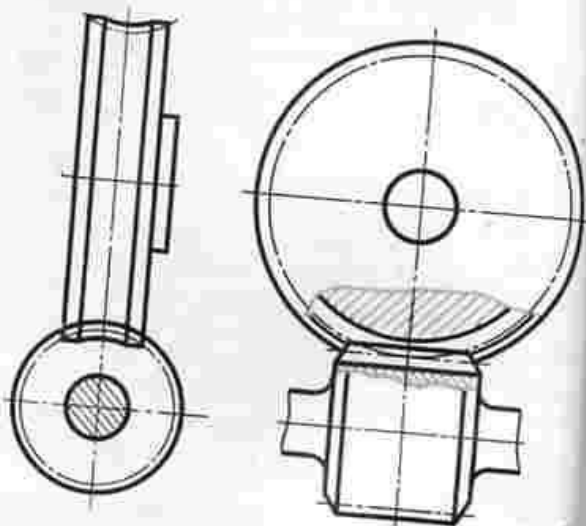
Диаметр окружности вершин	$d_{a1} = m(z_1 + 2)$
Диаметр делительной окружности	$d_1 = mz_1$
Диаметр окружности впадин	$d_{f1} = d_1 - 2,5 m$

278. ПЕРЕДАЧИ, НА ИЗОБРАЖЕНИИ КОТОРЫХ ПОКАЗАНО НАПРАВЛЕНИЕ ЗУБЬЕВ:

a — косые, *b* — шевронные



279. МЕСТНЫЙ РАЗРЕЗ ПЛОСКОСТЬЮ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ ОСИ КОЛЕС



Для колеса

Диаметр окружности вершин	$d_{a2} = m(z_2 + 2)$
Диаметр делительной окружности	$d_2 = mz_2$
Диаметр окружности впадин	$d_{f2} = d_2 - 2,5 m$

Зная модуль (m) и числа зубьев шестерни (z_1) и колеса (z_2), подсчитывают основные параметры передачи.

Межосевое расстояние a_w определяют по формуле

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Остальные размеры колес рассчитывают по соотношениям, приведенным в табл. 6.

Размеры шпоночных пазов и шпонок находят в ГОСТ 23360—78. Эти размеры (рассчитанные и выбранные из таблиц стандартов) используют для вычерчивания передач, но на чертежах не проставляют.

Вычерчивание начинают с проведения штрихпунктирных линий, касательных одна к другой делительных окружностей. Затем проводят окружности вершин, которые очерчивают сплошными основными линиями (в том числе и в зоне зацепления). Сплошными тонкими линиями проводят окружности впадин. При этом между окружностями вершин колеса и впадин шестерни (и наоборот) остаются радиальные зазоры, равные 0,25 модуля. Показывают шпоночные канавки и шпонки. Проводят другие линии, определяемые конструкцией колес и валов. Вычерчивают валы (рис. 280).

При выполнении фронтального разреза зуб шестерни в месте зацепления показывают линиями видимого контура, считая его расположенным впереди. Дно впадины колеса проводят сплошной основной линией, а контур зуба колеса в месте зацепления проводят штриховой линией. Валы и шпонки, когда секущая плоскость проходит вдоль них, не рассекают и не заштриховывают (рис. 280).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

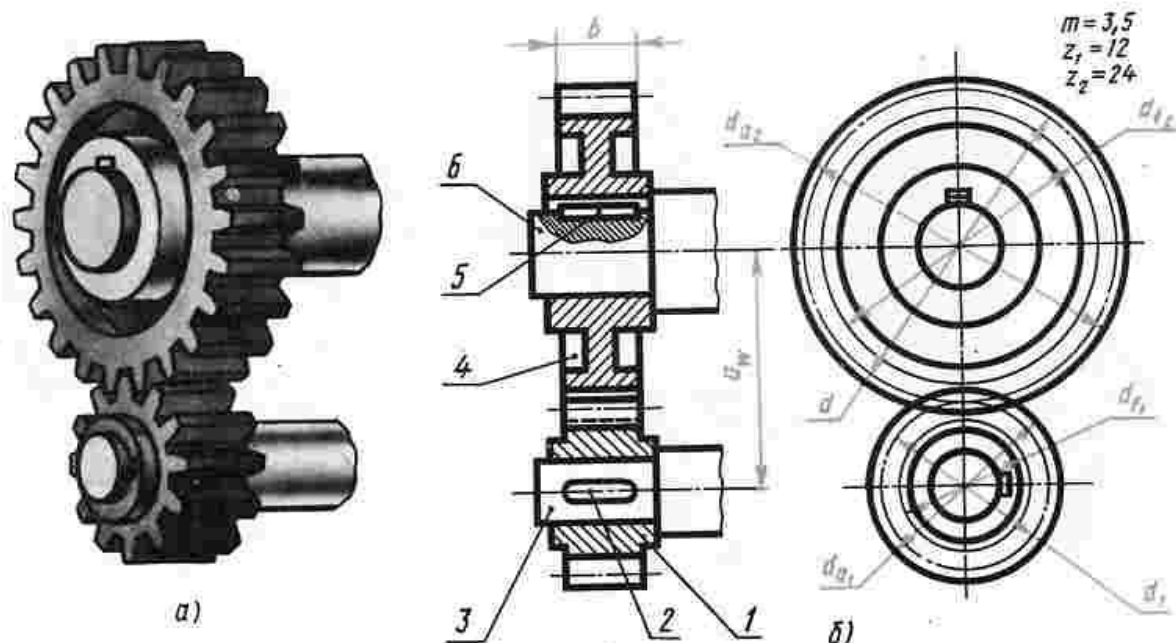
1. Что называют межосевым расстоянием зубчатой передачи?
2. Каково взаимное расположение делительных окружностей зубчатых колес, составляющих зубчатую передачу? Какой линией изображают делительные окружности?
3. Где на изображении зубчатого колеса наносят сплошные тонкие линии, показывающие направление зубьев колеса?

УПРАЖНЕНИЕ 79. Рассмотрите рис. 280 и ответьте на следующие вопросы:

1. Какая передача изображена на чертеже?
2. Из скольких деталей она состоит?
3. Назовите каждую деталь.
4. Почему не заштрихованы детали 2, 3, 5, 6?
5. Какими линиями проведены делительные окружности? Окружности вершин?
6. Для чего предназначены шпонки?
7. Как в зоне зацепления показаны зубья шестерни и колеса?

УПРАЖНЕНИЕ 80. Определите основные размеры цилиндрической зубчатой передачи, данной на рис. 280. Как видно из чертежа, $m = 3,5$, $z_1 = 12$, $z_2 = 24$. Валы соединены с колесами призматическими шпонками. После подсчета основных размеров вычертите эту передачу по образцу, данному на рис. 280. Масштаб 2:1. Буквенные обозначения наносить не нужно.

280. ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА:
а — наглядное изображение, б — чер-
теж



Конические передачи. Коническая зубчатая передача представлена на рис. 281. Она состоит из шестерни 1, колеса 4, двух валов 3 и 6 и двух шпонок 2 и 5. На полках линий-выносок указаны номера (позиции) этих деталей. Главное изображение представляет собой фронтальный разрез. Он выполнен с соблюдением тех же правил и условностей, что разрез, содержащийся на чертеже цилиндрической передачи (рис. 280).

Базовыми для конических передач служат делительные конусы, диаметры оснований которых: для шестерни $d_1 = z_1 m$, а для колеса $d_2 = z_2 m$. Длину образующей делительного конуса подсчитывают по формуле

$$R = 0,5 m \sqrt{z_1^2 + z_2^2}.$$

Длину зуба h берут от $0,25L$ до $0,35L$, но не менее $4m$. Конструктивные размеры рассчитывают по соотношениям, приведенным в табл. 6.

Чертеж конической передачи выполняют в такой последовательности. Штрихпунктирной тонкой линией изображают геометрические оси передачи: горизонтальную и вертикальную. По горизонтальной оси откладывают вправо от точки пересечения размер радиуса делительной окружности шестерни, а по вертикальной оси вниз — размер радиуса делительной окружности колеса (рис. 281). Строят начальные конусы шестерни и колеса.

От основания делительного конуса колеса проводят линии образующих дополнительного конуса и на них откладывают размеры головки и ножки зуба, проводят линии образующих конуса вер-

шин и конуса впадин. Пользуясь предварительно подсчитанными величинами размеров конструктивных элементов колеса, строят его изображение.

На основе делительного конуса шестерни строят ее изображение. Зацепление зубьев вычерчивают в разрезе по правилам, которые применялись в чертеже цилиндрической передачи (зуб шестерни, спереди, зуб колеса заслонен). Штрихуют разрезы, удаляют линии построения: образующие конусов вершин и конусов впадин, основания делительных конусов на разрезе.

УПРАЖНЕНИЕ 81. Рассмотрите рис. 281 и ответьте на следующие вопросы:

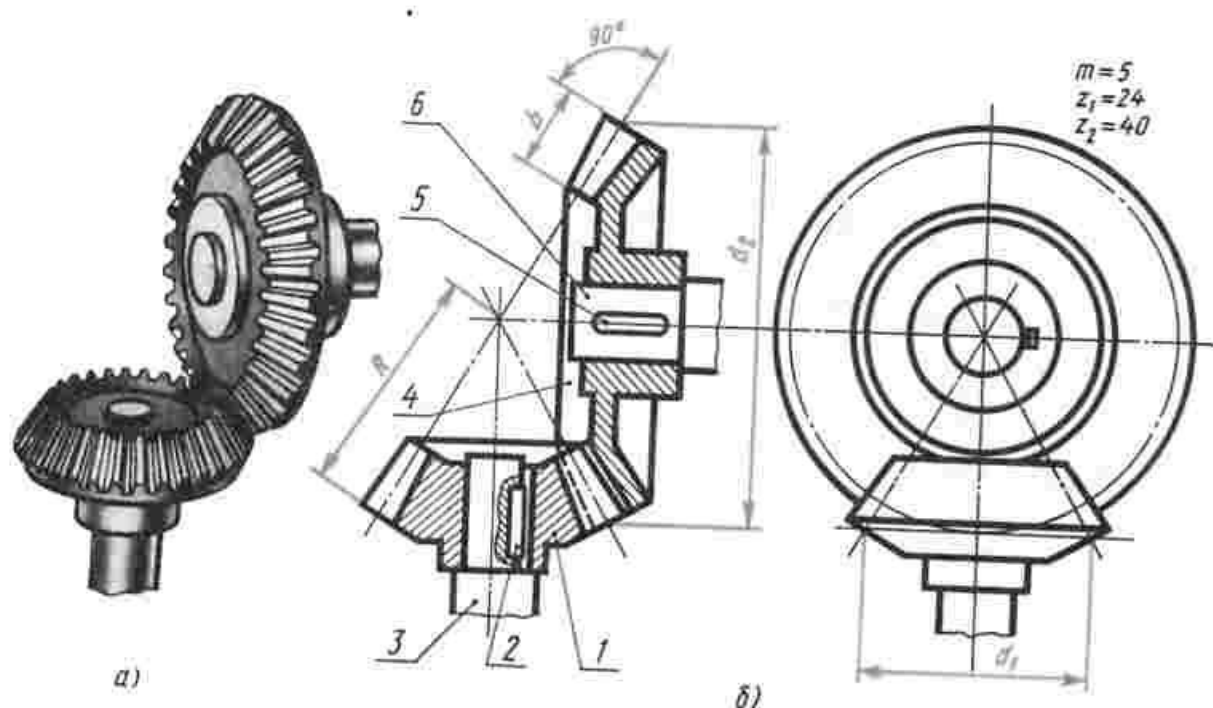
1. Какая передача изображена на чертеже?
2. Из скольких деталей она состоит?
3. Как называются детали 1 и 4?
4. Как называются детали 3 и 6?
5. Как в зоне зацепления показаны зубья в разрезе? на виде слева?

УПРАЖНЕНИЕ 82. Определите основные размеры конической передачи, данной на рис. 281. Как видно из чертежа, $m = 5$, $z_1 = 24$, $z_2 = 40$.

После подсчета основных размеров вычертите эту передачу по образцу, данному на рис. 281. Буквенные обозначения наносить не нужно.

Червячные передачи. Как и у цилиндрической передачи, где делительные окружности шестерни и колеса касательны друг другу (рис. 280), на чертеже червячной передачи образующая делительной окружности червяка должна быть касательна к делительной окружности колеса.

281. КОНИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА:
а — наглядное изображение, б — чертеж



Начинать вычерчивание следует с проведения центровых линий колеса и осевой линии червяка (рис. 282, а). Осевая линия червяка проводится на межосевом расстоянии от горизонтальной центровой колеса.

Наиболее часто встречаются цилиндрическая червячная передача с углом скрещивания осей червяка и колеса, равным 90° . Для таких передач межосевым расстоянием является размер между осями червяка и колеса, измеренный по линии, пересекающей оси под прямым углом. Для таких передач диаметры начальных и делительных цилиндров совпадают.

Затем штрихпунктирной линией проводят делительную окружность колеса. На месте будущего разреза проводят вертикальную ось симметрии. Точка пересечения ее с осью червяка является центром делительной окружности червяка. К этой окружности проводят две касательные — образующие делительной окружности червяка. Верхняя образующая и будет касательной к делительной окружности колеса (рис. 282, а). Далее описывают окружности вершин и впадин червяка и на виде слева проводят образующие наружного цилиндра червяка. Здесь же сплошной основной линией показывают наибольшую окружность вершин зубьев колеса, которая пересечет образующую червяка в двух точках. Эти точки служат для приблизительного графического определения длины червяка, как это показано на рис. 282, б. После проведения вертикальных линий, изображающих торцы червяка, вычерчивают вал червяка, который на рис. 282, б показан с обрывом.

На главном изображении очерчивают ширину зубчатого венца колеса. Из центра червяка проводят дуги, показывающие границы зуба колеса. Как это делать, рассказано в § 62 (см. рис. 271). Аналогичные построения выполняют с противоположной стороны колеса (в данном случае вверху). На рис. 282, в показан в увеличенном масштабе этот элемент колеса и обозначены радиусы дуг. Надо заметить, что при выполнении фронтального разреза передачи виток червяка в месте зацепления показывают линиями видимого контура (рис. 282, б, в), считая его расположенным впереди (как и зуб шестерни в цилиндрической передаче, см. рис. 260). На виде слева образующую выступа червяка и наибольшую окружность вершин колеса показывают линиями видимого контура на всем протяжении (рис. 282, б).

Исходными данными для вычерчивания червячной передачи чаще всего служат межосевое расстояние a_w , модуль m , число зубьев колеса z_2 и число заходов червяка z_1 .

Расчетным величинам, относящимся к червяку, присваивают индекс 1, а к коле-

су — индекс 2. Червяк при этом рассматривают как шестерню червячной передачи, имеющей винтовые выступы.

Основные параметры червячной передачи подсчитывают по следующим формулам:

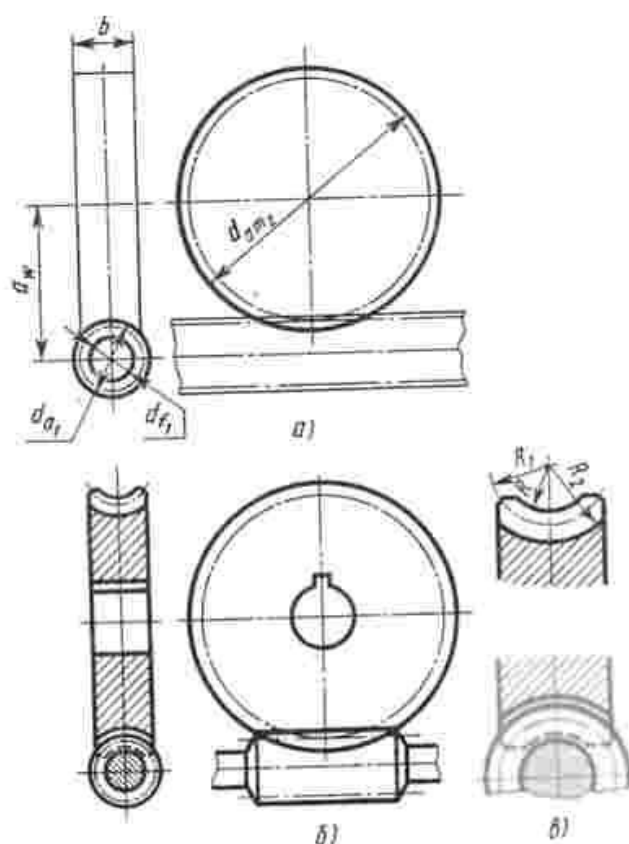
Диаметр цилиндра вершин червяка	$d_{a1} = d_1 + 2m$
Диаметр цилиндра впадин червяка	$d_{f1} = d_1 - 2,4m$
Диаметр делительной окружности червяка	$d_1 = 2a_w - d_2$
Диаметр цилиндра вершин колеса	$d_{a2} = m(z_2 + 2)$
Диаметр делительной окружности колеса	$d_2 = mz_2$
Диаметр цилиндра впадин колеса	$d_{f2} = d_2 - 2,4m$

Размер наружного диаметра колеса зависит от числа заходов сопряженного червяка:

При однозаходном червяке	$d_{am2} = d_{a2} + 2m$
При двухзаходном червяке	$d_{am2} = d_{a2} + 1,5m$
При четырехзаходном червяке	$d_{am2} = d_{a2} + m$

Ширина зубчатого венца колеса b_2 также зависит от числа заходов. При одно- и двухзаходном $b_2 = 0,75d_{a1}$, при четырехзаходном $b_2 = 0,67d_{a1}$.

282. ЧЕРВЯЧНАЯ ПЕРЕДАЧА



Пример расчета основных и некоторых конструктивных размеров и червячной передачи

Модуль $m = 4$ мм
 Число зубьев колеса $z_2 = 45$
 Межосевое расстояние $a_w = 120$ мм
 Червяк двухзаходный

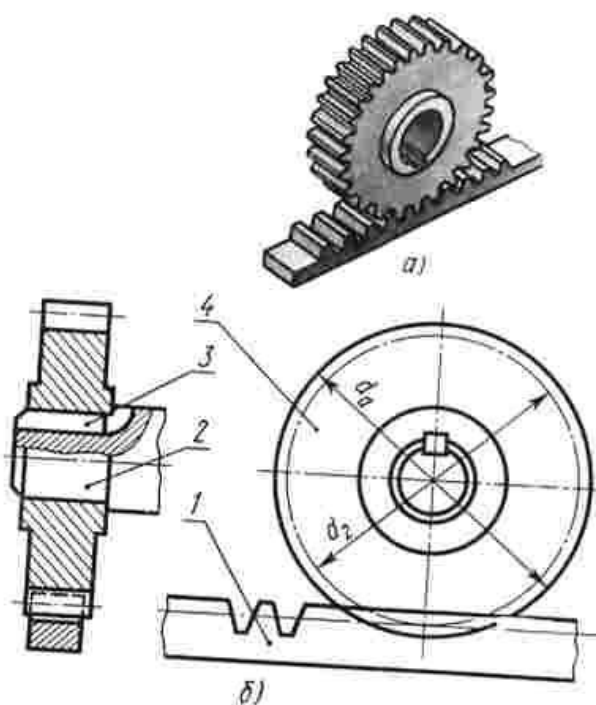
1. Диаметр делительной окружности колеса $d_2 = mz_2 = 4 \cdot 45 = 180$ мм.
2. Диаметр делительной окружности червяка $d_1 = 2a_w - d_2 = 2 \cdot 120 - 180 = 60$ мм.
3. Диаметр окружности вершин червяка $d_{a_1} = d_1 + 2m = 60 + 2 \cdot 4 = 68$ мм.
4. Диаметр окружности впадин червяка $d_{f_1} = d_1 - 2,4m = 60 - 2,4 \cdot 4 = 50,4$ мм.
5. Диаметр вала червяка $d_k = 0,9d_{f_1} = 0,9 \times 50,4 = 45,36$ мм; округляем до 45 мм.
6. Диаметр окружности выступов колеса $d_{a_2} = d_2 + 2m = 180 + 2 \cdot 4 = 188$ мм.
7. Наружный диаметр червячного колеса при двухзаходном червяке $d_{am_2} = d_{a_2} + 1,5m = 188 + 1,5 \cdot 4 = 194$ мм.
8. Ширина зубчатого венца колеса при двухзаходном червяке $b_2 = 0,75d_{a_1} = 0,75 \times 68 = 51$ мм; принимаем 50 мм.

Размеры шпоночного соединения находят из ГОСТ 23360—78.

УПРАЖНЕНИЕ 83. Рассмотрите рис. 282, б и ответьте на следующие вопросы:

1. Какая передача изображена на чертеже?
2. Сколько деталей показано на этом чертеже?
3. Как называются детали 1 и 2?
4. Как в зоне зацепления показаны зубья и витки червяка в разрезе? на виде слева?

283. РЕЕЧНАЯ ПЕРЕДАЧА:
 а — наглядное изображение, б — чертеж



УПРАЖНЕНИЕ 84. Определите основные и конструктивные размеры червячной передачи по следующим данным: $a_w = 120$ мм, $m = 3$ мм, $z = 63$, число заходов червяка $z_1 = 2$, червячное колесо соединено с валом при помощи призматической шпонки.

После подсчета основных размеров вычертите эту передачу по образцу, данному на рис. 282, б.

Реечное зацепление. Вычерчивание изображения зацепления зубчатого колеса с рейкой (рис. 283) начинают с вида слева, где вначале проводят осевые линии, затем вычерчивают зубчатое колесо. После этого изображают рейку так, чтобы делительная окружность колеса и делительная линия рейки касались. Как вычерчивать колесо и рейку, см. соответственно рис. 260 и рис. 273 и текст к ним.

Линию окружности впадин зубьев у колеса и линию впадин зубьев у рейки не показывают.

На главном изображении колесо показывают в осевом, а рейку — в поперечном разрезе. Зуб колеса в зоне зацепления изображают расположенным перед зубом рейки.

УПРАЖНЕНИЕ 85. Рассмотрите рис. 283 и ответьте на следующие вопросы:

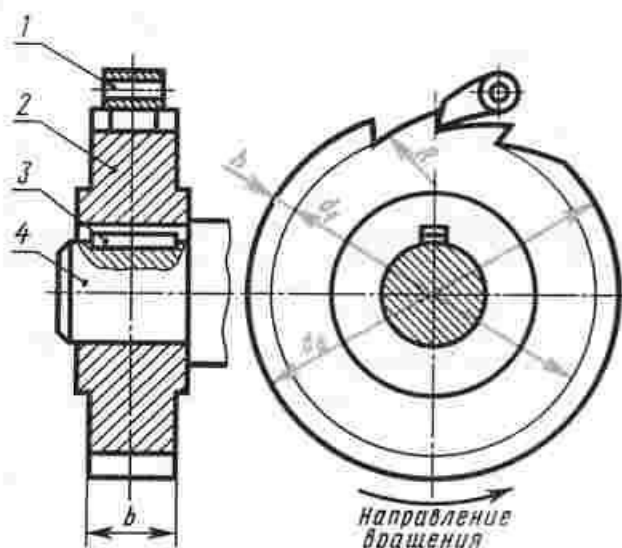
1. Какая передача изображена на чертеже?
2. Из скольких деталей она состоит?
3. Как называются детали 1 и 2?
4. Как называются детали 3 и 4?
5. Как изображают зону зацепления в разрезе? на виде слева?

Храповой механизм. Храповой механизм применяют для образования прерывистого вращательного движения в одном направлении, а также для предупреждения вращения барабана в обратном направлении в лебедках, других грузоподъемных устройствах и некоторых инструментах. Если вал или барабан повернется в обратном направлении, то собачка 1 войдет во впадину храпового колеса 2 и не даст повернуться валу, на котором закреплен храповик.

Профиль зуба храпового колеса отличается от профиля зуба зубчатого колеса. С одной стороны зуб храпового колеса очерчен по дуге, с другой — по прямой (рис. 284).

Направление плоской части зуба, упирающейся в скошенную часть крючкообразной собачки, не совпадает с радиусом храпового колеса, а составляет с ним угол, равный 12—15°. Благодаря этому собачка под действием собственного веса или пружины свободно заскакивает во впадину

284. ХРАПОВОЙ МЕХАНИЗМ:
 1 — собачка, 2 — храповое колесо,
 3 — шпонка, 4 — вал



храпового колеса, не тормозится силой трения между зубом колеса и опорной поверхностью собачки и самопроизвольно не выскакивает из впадины.

Как и для колес зубчатых передач, основным расчетным параметром храпового колеса является модуль. Обозначение параметров храпового колеса также аналогично обозначению параметров колес зубчатых передач.

При вычерчивании храпового механизма:

окружность выступов обводится сплошной основной линией;

окружность впадин на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси колеса, проводят сплошной тонкой линией, а в разрезах — сплошной основной линией;

в зоне зацепления, в разрезе, зуб собачки показывают перед зубом храпового колеса;

на сборочном чертеже показывают профиль одного-двух зубьев (рис. 284), на рабочем чертеже колеса — профиль с размерами.

Цепная передача. Цепная передача применяется при значительных расстояниях между осями параллельных валов.

Профиль зубьев звездочек очерчен дугами окружностей.

Вычерчивается звездочка аналогично вычерчиванию цилиндрического зубчатого колеса. Рабочий чертеж звездочки дан на рис. 285.

На изображениях цепных передач цепь согласно ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 286—76) показывают тонкой штрихпунктирной линией (рис. 286).

УПРАЖНЕНИЕ 86. Ответьте на следующие вопросы к одному из вариантов заданий, приведенных на рис. 287, а — г:

1. Какая передача изображена на чертеже?

2. Какой линией проведены окружности вершин?

3. Какой линией проведены делительные окружности? делительные линии?

4. По какой формуле можно определить размер диаметра делительной окружности, изображенной на чертеже передачи? По заданным преподавателем модулю, числам зубьев и другим необходимым данным вычертите зубчатое колесо, входящее в передачу (рис. 287).

§ 67. Чертежи пружин

Пружины в машинах и механизмах выполняют роль упругих элементов. По конструкции пружины подразделяются на винтовые (цилиндрические, конические и бочкообразные), плоские, пластинчатые, тарельчатые и спиральные, а по виду воспринимаемой нагрузки — на пружины растяжения, сжатия, кручения и изгиба (рис. 288).

На чертежах пружины изображают условно согласно ГОСТ 2.401—68 (СТ СЭВ 285—76). При этом витки цилиндрических и конических пружин показывают прямыми линиями, соединяющими соответствующие участки контуров пружин. В разрезе витки пружин вычерчивают прямыми линиями, соединяющими сечения. Если диаметр витка пружины на чертеже менее 2 мм, сечения витков зачерняют.

При вычерчивании винтовой пружины, у которой более четырех витков, с каждого конца показывают только один-два витка, кроме опорных. Остальные витки не изображают, а проводят осевые линии через центры сечения витков по всей длине пружины.

На чертежах пружины изображают только с правой навивкой. Направление витка указывают в технических требованиях.

Пружины на рабочих чертежах всегда изображают в свободном состоянии. Винтовые пружины изображают в горизонтальном положении (рис. 289).

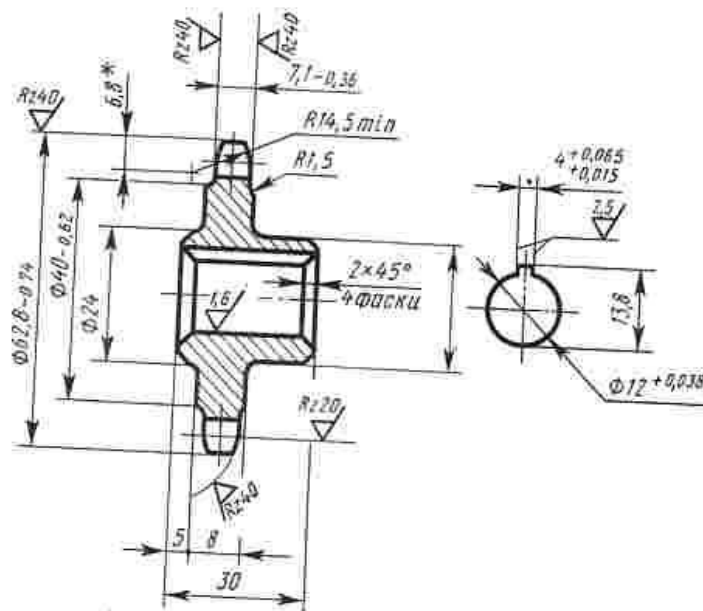
Пакеты тарельчатых пружин изображают полностью, если в пакете их не более четырех, а если больше, то с каждого конца показывают 2—3 пружины. Пружину, толщина сечения материала которой на чертеже 2 мм и менее, показывают линиями толщиной 0,6—1,5 мм.

На чертежах кроме изображений пружины помещают диаграмму ее испытаний,

285. ЧЕРТЕЖ ЗВЕЗДОЧКИ ЦЕПНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Rz 160 (✓) (✓)

Число зубьев		z	14
Сопрягаемая цепь	Шаг	p	12,7
	Диаметр ролика	D	8,51
Профиль зуба по ГОСТ 591-69		—	без смещения
Класс точности по ГОСТ 591-69		—	3
Диаметр окружности впадин		d_f	48,45-0,34
Диаметр делительной окружности		d_d	57,07
Сопрягаемая цепь	Ширина внутренней пластины	b	11,81
	Расстояние между внутренними пластинами	$K_{вн}$	7,75



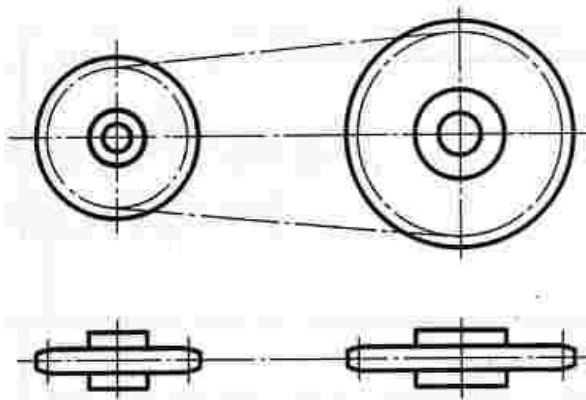
* Размер для справок.
 Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Звездочка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							0,840	1:1
Проб.						Лист	Листов 1	
Т. контр.						Сталь 45 ГОСТ 1050-74		
И. контр.								
Утв.								

в которой указывают зависимость деформации от нагрузки (рис. 289). На диаграмме показывают длину пружины соответственно в свободном состоянии и под действием предварительной рабочей P_2 и максимальной P_3 нагрузок. В свободном состоянии пружина, представленная на

рис. 289, имеет длину 41,6 мм. Под действием предварительной нагрузки $P_1 = 1,01$ кгс ее длина сократится до 30,1 мм. Эти данные соответствуют нагрузке и размеру при установке пружины на место. Затем указаны величина наибольшей рабочей нагрузки $P_2 = 2$ кгс, при

286. ЦЕПНАЯ ПЕРЕДАЧА

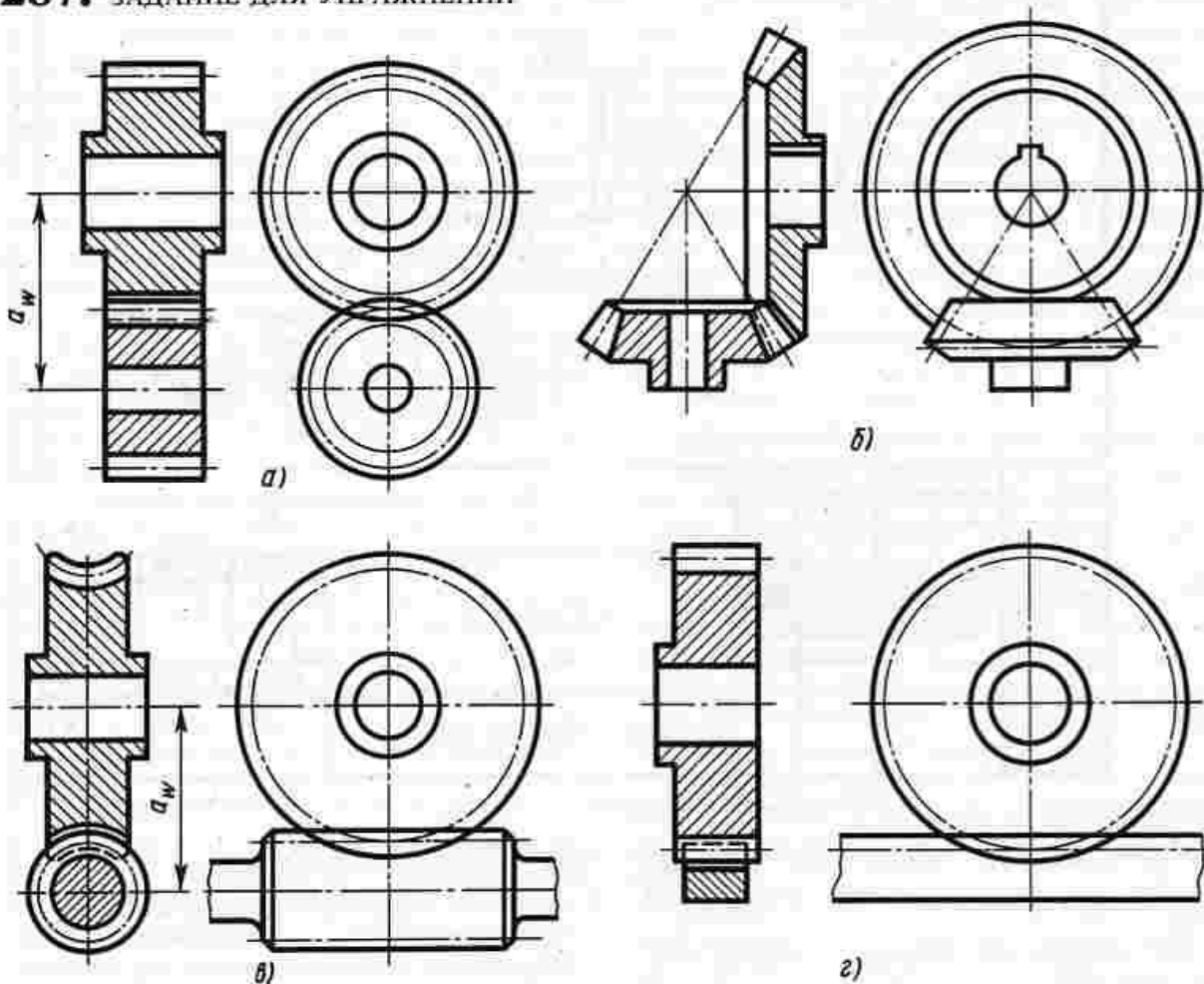


которой ее длина уменьшается до 14,1 мм, сократившись на величину наибольшего рабочего хода. Последний показатель — максимальная испытательная нагрузка $P_3 = 2,4$ кгс, сжимающая пружину до соприкосновения витков.

В этом состоянии ее длина должна сократиться до 7,7 мм.

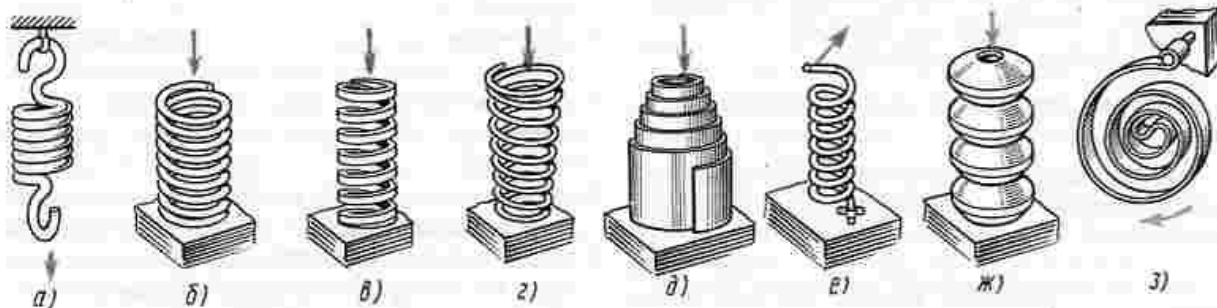
Если на чертеже диаграмму испытаний не помещают или контролируют только одну нагрузку, размер длины пружины прощают с предельными отклонениями.

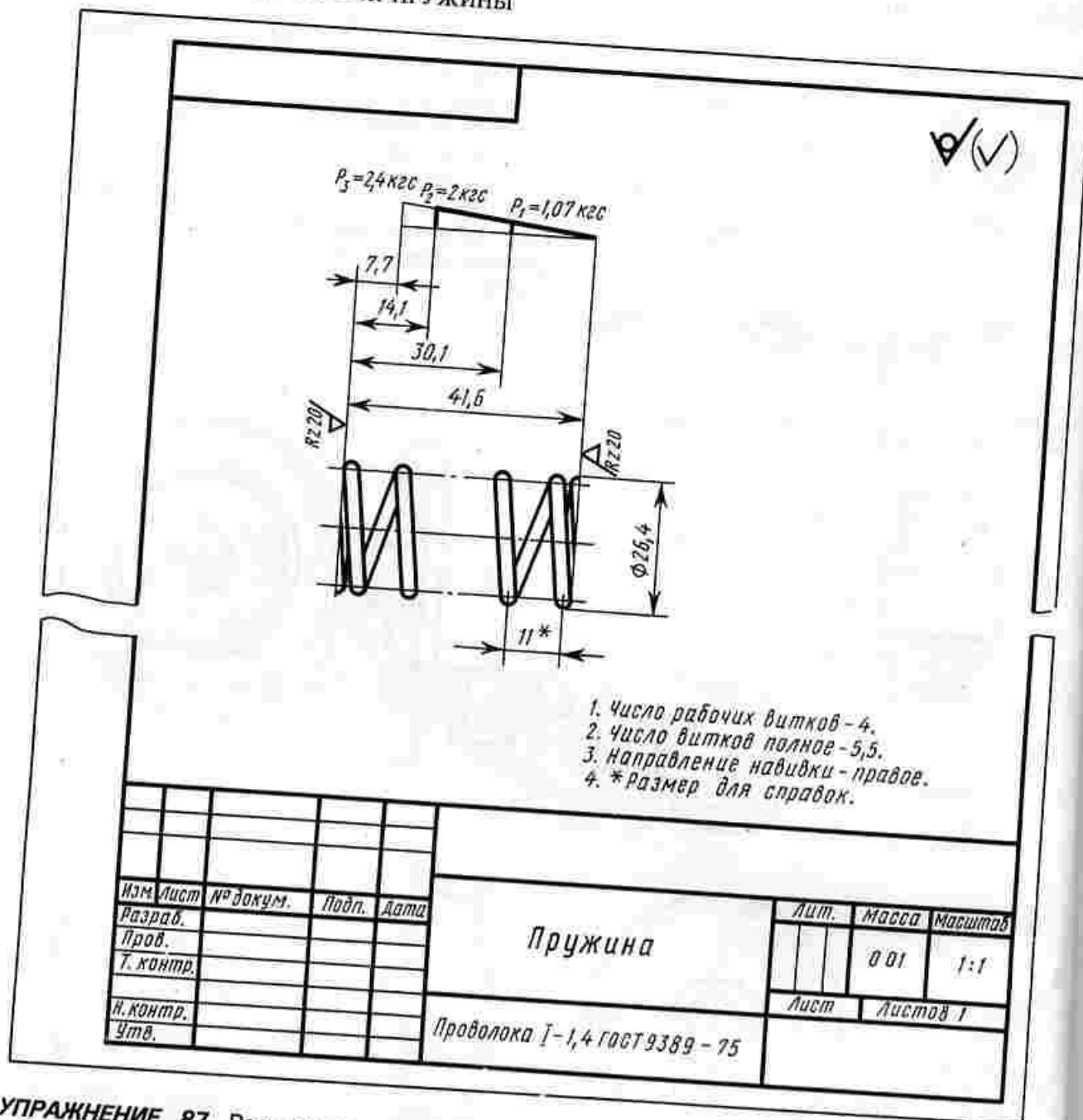
287. ЗАДАНИЕ ДЛЯ УПРАЖНЕНИЙ



288. ТИПЫ ПРУЖИН:

а — растяжения, *б* — *в* — сжатия, *г* — кручения, *ж* — тарельчатые, *з* — кольцевая.





- УПРАЖНЕНИЕ 87.** Рассмотрите рис. 289 и ответьте на следующие вопросы к нему:
1. Как называется пружина (сжатия или растяжения)?
 2. Из какого материала она изготовлена?
 3. Подлежит ли сработке поверхность проволоки, из которой навивается пружина?
 4. Каково число рабочих витков пружины?
 5. Каково полное число витков?
 6. Чему равен шаг пружины?
 7. Каково действительное направление навивки?
 8. Какова должна быть длина пружины при установке ее на место? в свободном состоянии?
 9. Какова шероховатость опорных витков пружины?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими линиями очерчивают витки цилиндрических и конических пружин (прямыми или синусоидными, что соответствовало бы натуральному изображению)?
2. С каким направлением навивки изображают пружины на чертежах? Где указывают действительное направление витка?
3. Пружины изображают в свободном состоянии, сжатыми или растянутыми?
4. Как располагают винтовые пружины на чертеже — горизонтально или вертикально?
5. В чем условность изображения пружины, имеющей более четырех витков?
6. Как называется диаграмма, помещаемая на чертеже пружины? Какие сведения из нее можно получить?

СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

§ 68. Содержание сборочного чертежа

В предыдущих главах речь шла в основном о чертежах деталей. На чертежах деталей всегда изображается только одна деталь, форма которой (см. рис. 4) может передаваться одним или несколькими изображениями (видами, разрезами, сечениями). В данной главе рассматриваются чертежи изделий, состоящих не из одной, а из нескольких составных частей, показанных в собранном виде, т. е. о чертежах общих видов и сборочных чертежах.

Чертеж общего вида — это документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Информация, содержащаяся на чертеже общего вида, в совокупности с другими документами технического проекта составляет основу для разработки рабочей документации. По чертежам общих видов разрабатывают рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи изделий (их составных частей) и другие документы, служащие для обеспечения процесса изготовления изделий.

Сборочным чертежом называют документ, содержащий изображения изделия и другие данные, необходимые для его сборки (изготовления) и контроля.

Для несложных по конструкции изделий выполняют лишь рабочую документацию. Рабочие чертежи деталей составляют по сборочному чертежу. В учебной практике также пользуются не чертежами общих видов, а сборочными чертежами.

К сборочным чертежам относятся также гидромонтажные, пневмомонтажные и электромонтажные чертежи. Сборочные чертежи, применяемые для ремонта изделий, называют ремонтными. На этих чертежах выделяют место, подлежащее ремонту. Групповые сборочные чертежи позволяют по одному чертежу изготовить несколько сборочных единиц (изделий), отличающихся в основном размерами. Их выполняют по типу групповых чертежей деталей (см. § 59).

При выполнении сборочных чертежей действует большинство правил, установленных для чертежей деталей: так же в проекционной связи располагаются изображения, для выявления формы изделий применяются виды, сечения и разрезы, таково же назначение и начертание линий чертежа, такие же размеры форматов и т. п. (рис. 290). Однако кроме этих общих правил существуют особые правила, относящиеся к выполнению и чтению сборочных чертежей. Содержание сборочных чертежей определено ГОСТ 2.109—73 «Основные требования к чертежам».

Сборочный чертеж должен содержать: изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;

эксплуатационные, габаритные, установочные и присоединительные размеры, а также справочные и другие размеры, параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу;

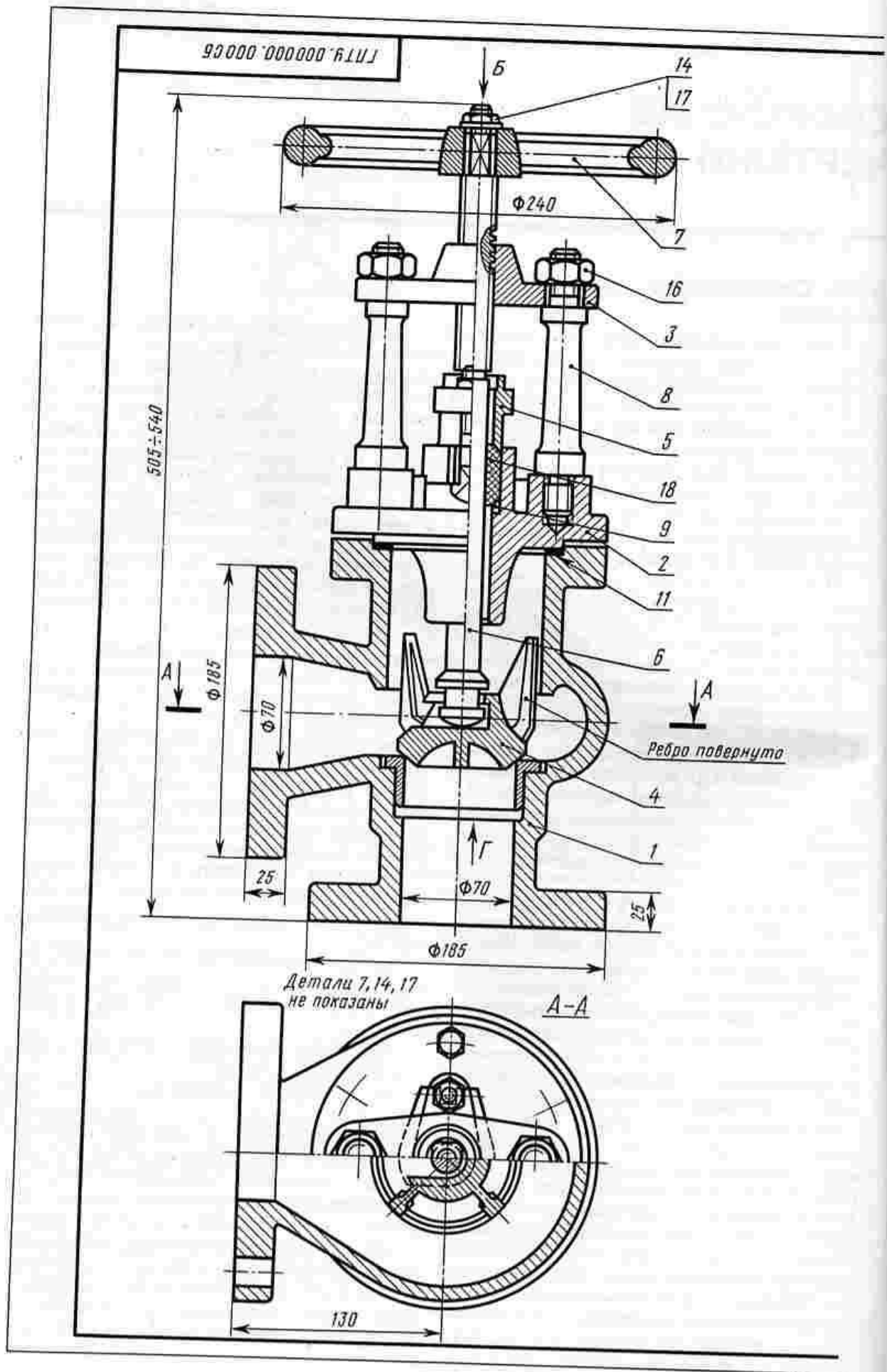
указания о характере и способе соединения деталей, в том числе неразъемных соединений (сварных, паяных, клепаных и т. п.);

номера позиций 1—18 составных частей, входящих в состав сборочной единицы, расположенные на полках линий-выносок;

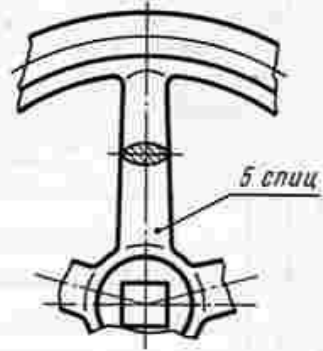
основные характеристики изделия (когда это необходимо).

Например, сборочный чертеж вентиля (рис. 290) содержит шесть изображений: фронтальный разрез в соединении с частью вида спереди, половину вида слева в соединении с половиной профильного разреза, половину вида сверху в соединении с половиной горизонтального разреза, разрез В—В (неполное изображение), вид Б (неполное изображение) и вид Г. Эти изображения дают представление о геометрической форме, взаимном расположении и характере соединения деталей.

290. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ ВЕНТИЛЯ УГ-
ЛОВОГО



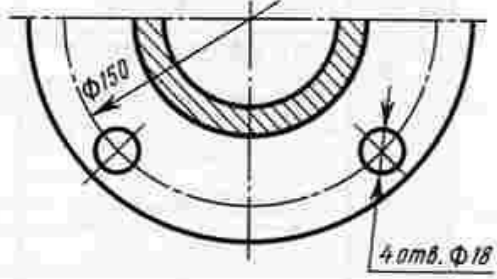
Вид Б
дет. поз. 7



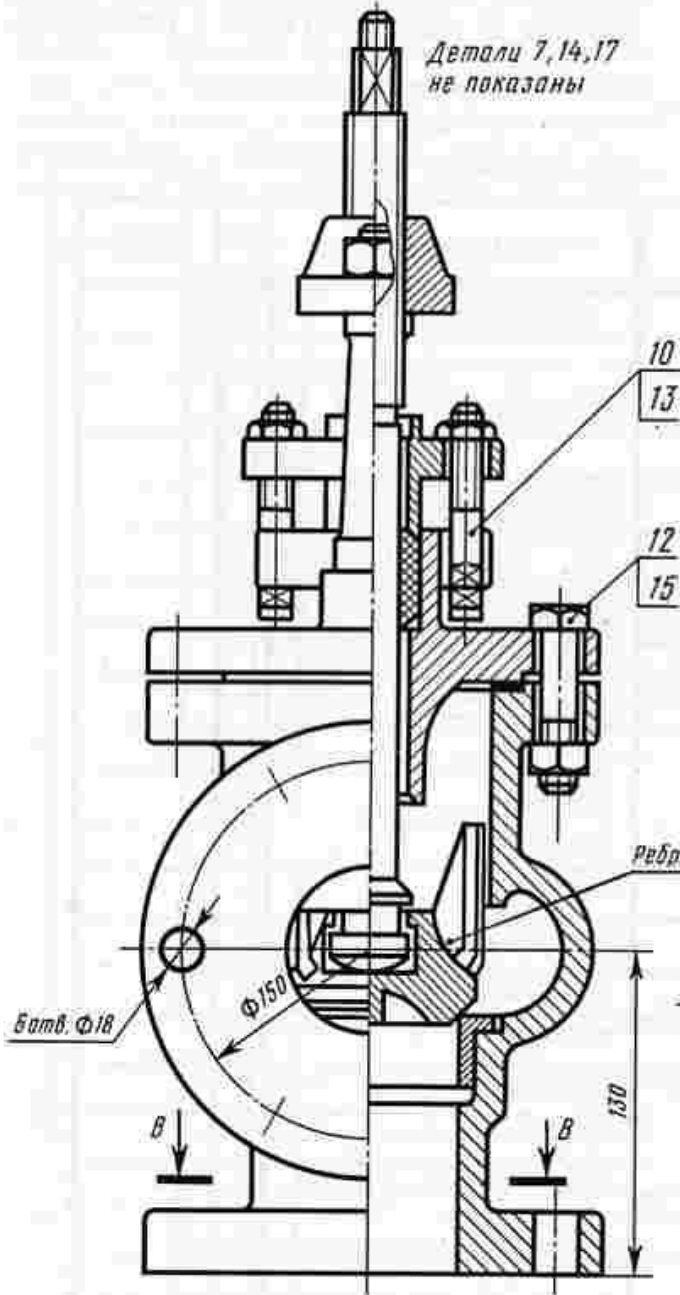
Вид Г
дет. поз. 4



В-В



Детали 7, 14, 17
не показаны



Все размеры справочные

				ГПЧ. 000 000. 000 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Лодп.	Дата	Вентиль угловой	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								
Проб.						Лист	Листов 1	
Т. контр.								
И. контр.								
Утв.								

§ 69. Спецификация

На чертежах деталей название изделия указывается в основной надписи. То же относится и к сборочным чертежам, содержание и размеры основной надписи у которых соответствуют ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 365—76 и СТ СЭВ 140—74).

Форма ее приведена в гл. I на рис. 13.

Однако сборочный чертеж содержит изображения нескольких деталей, основные сведения о которых необходимо сообщить. Поэтому к сборочному чертежу прилагают текстовый документ — спецификацию, составляемую по форме, приведенной на рис. 291 (ГОСТ 2.108—68). Ее

291. СПЕЦИФИКАЦИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ВЕНТИЛЯ УГЛОВОГО

Формат	Зона	Пол.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
24			ГПТУ.000.000.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
11	1		ГПТУ.000.000.001	Корпус	1	
				<u>Детали</u>		
12	2		ГПТУ.000.000.002	Крышка	1	
12	3		ГПТУ.000.000.003	Траверса	1	
11	4		ГПТУ.000.000.004	Клапан	1	
11	5		ГПТУ.000.000.005	Крышка сальника	1	
11	6		ГПТУ.000.000.006	Шпindelь	1	
11	7		ГПТУ.000.000.007	Маховик	1	
11	8		ГПТУ.000.000.008	Колонка	2	
11	9		ГПТУ.000.000.009	Кольцо	1	
11	10		ГПТУ.000.000.010	Болт специальный М12	2	
11	11		ГПТУ.000.000.011	Правладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	12			Болт М18×70.58 ГОСТ 7798-70	6	
	13			Гайки ГОСТ 5915-70		
				2М12.5	2	
			ГПТУ.000.000.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.					Лит.	Лист
Проб.						1
И. кантр.						2
Утв.						
				Вентиль угловой		

спецификацию с теми обозначениями, которые им присвоены соответствующими стандартами. Располагают их в алфавитном порядке наименований.

Например:

Болт М24×200.56.026 ГОСТ 7811—70
Винт М10×59.58.027 ГОСТ 1491—72
Гайка М24.6.025 ГОСТ 2524—70

Когда изделий одного наименования несколько, запись производится в порядке возрастания номеров стандартов:

Гайка М12.5.019 ГОСТ 5918—73
Гайка МВ.5.028 ГОСТ 5927—70
Гайка М10.5.019. ГОСТ 5931—70

При записи изделий, отличающихся только размерами, допускается общую часть наименований этих изделий и обозначения документа, по которому они изготавливаются, записывать в спецификации один раз в виде общего заголовка, под которым записывают только размеры изделий в порядке нарастания их размеров. Например:

Гайка ГОСТ 5915—70
2М12.5
2М16.5
2М18.5
М24.5

Графа *Обозначение* для стандартных изделий остается пустой.

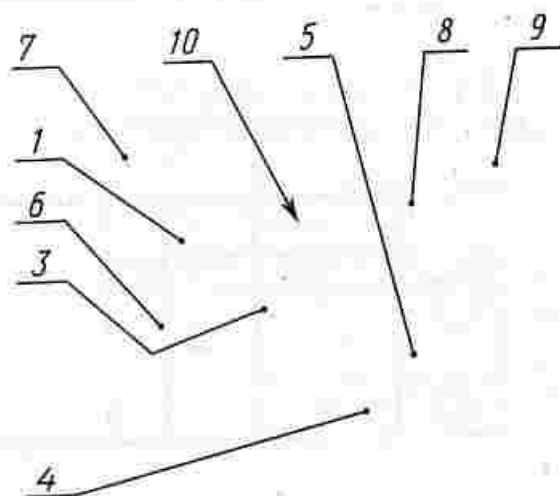
У каждой составной части изделия наносят номер позиции, присвоенный ей спецификацией. Эти номера позиций помещают на полках линий-выносок (рис. 290).

Полки и линии-выноски проводят сплошными тонкими линиями. Линия-выноска может иметь один излом (см. рис. 293, поз 3). Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем шрифт, принятый для размерных чисел на данном чертеже.

Один конец линии-выноски соединяется с полкой, а другой должен заходить на изображение детали и заканчиваться точкой. В тех случаях, когда изображение составной части мало (например, прокладка, поз. 11 на рис. 290) или изображается линией (например, пружина из тонкой проволоки), линию-выноску заканчивают стрелкой.

Цифры, указывающие номера позиций, располагают параллельно основной надписи чертежа, группируют их в строчку (по горизонтали) или в колонку (по вертикали, по возможности на одной линии). На рис. 293 показан пример возможного расположения полок с номерами позиций (в колонку и в строчку).

293. СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ НОМЕРОВ ПОЗИЦИЙ НА СБОРОЧНОМ ЧЕРТЕЖЕ



Перед проведением полок для номеров позиций рекомендуется сделать разметку: провести вертикальную тонкую линию, по которой строят колонку, и горизонтальную — для построения на ней полок в одну строчку.

Для групп деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью и для групп крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, допускается проводить одну линию-выноску, располагая полки и номера позиций в колонку. Например, поз. 10, 13 — крепежные детали, относящиеся к одному и тому же месту крепления (рис. 290).

Такая связь между номерами позиций в спецификации и на чертеже облегчает отыскание изображений соответствующих деталей и определение их формы.

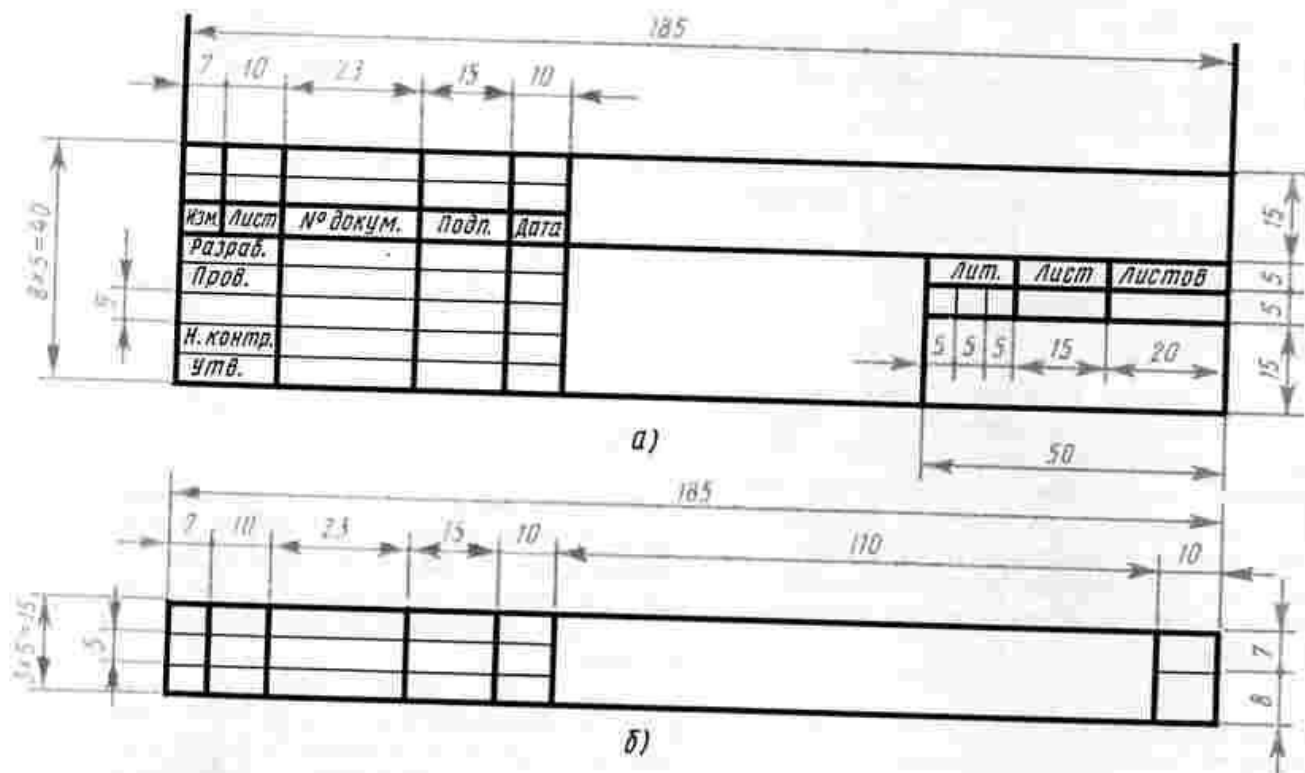
Основная надпись спецификации отличается от основной надписи чертежа и выполняется по формам 2 и 2а по ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 365—76 и СТ СЭВ 140—74). Размеры и формы этих основных надписей приведены на рис. 294, а, б. Когда спецификация выполняется на нескольких листах, основная надпись последующих листов отличается от помещаемой на первом (рис. 294, б).

Если сборочный чертеж размещен на листе формата И1, спецификацию совмещают со сборочным чертежом. Пример такого чертежа дан на рис. 295.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение сборочных чертежей? Какие сведения на них указывают?
2. Каково назначение спецификации? Какие графы она содержит?
3. На каком формате выполняется спецификация?
4. Отличается ли основная надпись спецификации от основной надписи чертежа?

294. ФОРМА И РАЗМЕРЫ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ ДЛЯ СПЕЦИФИКАЦИЙ:
a — первый лист, *б* — последующие листы



5. В каком случае спецификация совмещается со сборочным чертежом на одном формате?
6. В какой последовательности располагают разделы спецификации? От чего зависит количество заголовков разделов, вносимых в спецификацию?
7. Какой заголовок пишут перед разделом, включающим стандартные изделия?
8. Какой заголовок пишут перед разделом, включающим оригинальные детали?
9. Где записывают в спецификации их обозначения?
10. В какой последовательности располагают стандартные изделия в спецификации при разном наименовании изделий? при наличии нескольких одинаковых по названию изделий, но выполненных по разным размерным стандартам? при наличии нескольких одинаковых изделий одного стандарта, но отличающихся лишь своими размерами?
11. Какая связь между номерами позиций в спецификации и на чертеже?
12. Как наносят номера позиций на сборочном чертеже? Каково взаимное расположение полков линий-выносок?
13. Сколько линий-выносок проводят для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью?

§ 70. Разрезы на сборочных чертежах

Форма изделий обычно такова, что на сборочных чертежах наряду с видами широко используются сечения и особенно разрезы: фронтальные, горизонтальные, профильные, простые и сложные, полные, местные, соединения частей разрезов с соответствующими частями видов и т. п.

Графические обозначения различных материалов в сечениях приведены на рис. 163. Эти обозначения используются и на сборочных чертежах. По ним можно ориентировочно определить материал, из которого изготовлена составная часть изделия. Например, на рис. 290 набивка сальника (поз. 18) изготовлена из войлока. Она заштрихована в клетку (как неметаллические материалы). По штриховке остальных составных частей можно определить, что они металлические.

Однако присмотритесь к направлению штриховки на рис. 290 и др. Можно заметить, что смежные детали заштриховывают в противоположные стороны: одну — с наклоном вправо, другую — влево (дет. 3 и 6 на рис. 290). Это делают для того, чтобы легче было отличить смежные детали одна от другой.

Когда в разрез попадают три и более смежных деталей, то изменяют расстояние между линиями штриховки на изображении соседних деталей (рис. 296, *a*) или

295. ОФОРМЛЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА, ВЫПОЛНЕННОГО НА ФОРМАТЕ И

"XXXXXX"

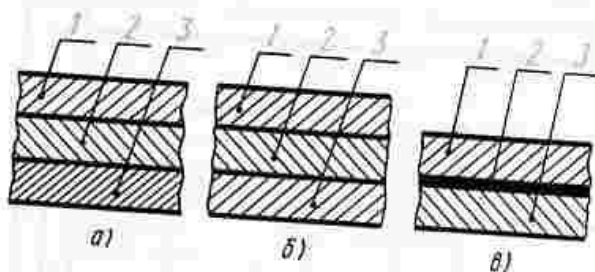
Заливку резиной произвести в пресс-форме

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Детали</u>		
Б4		1	... XXXXXX ...	Клапан Сталь...	1	
				<u>Материалы</u>		
		2		Резина...	0,001	кг

... XXXXXX ...

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лит.	Масса	Настыд
Разраб.					Клапан			

296. ШТРИХОВКА СМЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ:
a — изменение расстояния между линиями штриховки, *б* — сдвиг линий штриховки, *в* — заливка узких поверхностей



сдвигают линии штриховки (рис. 296, б). Большое расстояние оставляют для более крупных деталей.

Однако запомните, что для всех разрезов и сечений данной детали штриховка выполняется в одну сторону с одинаковым расстоянием между линиями штриховки (см. дет. 1, 2, 3, 7 и другие на рис. 290).

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже равна 2 мм или менее, показывают зачерненными (см. дет. 11 на рис. 290 и 296, в).

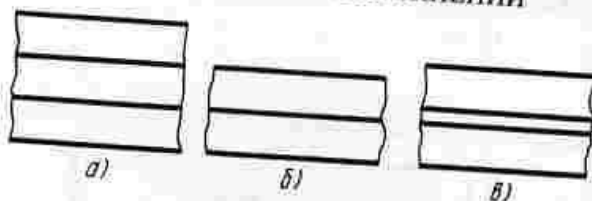
При выполнении разрезов на сборочных чертежах действует правило, по которому сплошные (не имеющие пустот) детали — валы, оси, пальцы, штыри, ручки, шпонки, винты, заклепки и т. п. — показывают в разрезах нерассеченными и не заштриховывают, если разрезы являются для них продольными. Если же секущая плоскость направлена поперек оси или длинного ребра, то эти детали изображаются разрезанными и штрихуются на общих основаниях. Показывают нерассеченными на сборочных чертежах шарики, крепежные гайки и шайбы под них.

Например, на рис. 290 шпindelь (поз. 6), колонка (поз. 8), болт специальный (поз. 10), болт (поз. 12) не рассечены и не заштрихованы на фронтальном и профильном разрезах, так как это сплошные детали, а секущие плоскости проходят вдоль них. На разрезе А—А шпindelь (поз. 6) заштрихован, так как секущая плоскость прошла поперек него (по линии А—А).

Не заштрихованы также гайки и шайба (поз. 14 и 17), так как такие детали часто встречаются и показываются нерассеченными на сборочных чертежах.

Если в сплошных деталях, которые показаны нерассеченными, имеется небольшое углубление, то, чтобы его выявить, применяют местный разрез (см. рис. 290). Также поступают, чтобы показать профиль резьбы (см. местный разрез на шпindelе, поз. 6, сделанный на главном изображении, рис. 290).

297. ЗАДАНИЕ ДЛЯ УПРАЖНЕНИЙ



УПРАЖНЕНИЕ 88. На рис. 297 показаны соединения смежных деталей в разрезе, но штриховка не нанесена. Перечертите задания, нанесите штриховку. На рис. 297, а соединяются три детали, на рис. 297, б — две детали, на рис. 297, в — три детали, одна из которых тонкая, толщиной на чертеже меньше 2 мм.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как штрихуют две смежные детали на сборочных чертежах?
2. Какова должна быть штриховка на разных изображениях одной и той же детали на сборочном чертеже?
3. Каково правило штриховки на сборочном чертеже смежных деталей, когда их больше двух?
4. Когда изображения сечений деталей зачерняют?
5. Какие детали изображают на сборочных чертежах нерассеченными, если секущая плоскость проходит вдоль их оси?

§ 71. Размеры на сборочных чертежах

На сборочных чертежах, как правило, не наносят размеров, входящих в изделие деталей. Во-первых, потому, что детали на сборку даются обычно в готовом виде, а во-вторых, сеть размерных линий затемнила бы чертеж.

На сборочных чертежах наносят следующие группы размеров: эксплуатационные, подлежащие выполнению по данному чертежу (исполнительные размеры); установочные и присоединительные; габаритные.

Эксплуатационные размеры характеризуют изделие с производственной точки зрения. Они являются его параметрами. Для вентиля углового (рис. 290) таким размером является диаметр трубопровода ($\varnothing 70$), определяющий его пропускную способность.

Установочные и присоединительные размеры должны обеспечить установку всего изделия на месте его работы. Для вентиля углового (рис. 290) к таким размерам относятся все размеры нижнего и бокового

фланцев ($\varnothing 150$; 4 отв. $\varnothing 18$; $\varnothing 185$; 6 отв. $\varnothing 18$), так как этими фланцами вентиль соединяется с трубопроводами. К установочным размерам следует отнести размер, определяющий положение бокового фланца по высоте (130), так как он определяет и положение бокового трубопровода, присоединяющегося к нему.

Габаритные размеры определяют общую длину, ширину и высоту изделия. Если какой-либо из этих размеров изделия имеет переменное значение, то на чертеже наносятся два значения данного размера. Высота вентиля (рис. 290) имеет два значения: при закрытом положении клапана 505 — минимальное значение и при полностью открытом положении клапана 540 — максимальное значение.

Установочные, присоединительные и габаритные размеры считаются для сборочных чертежей с п р а в о ч н ы м и, так как не подлежат выполнению по данному чертежу (о справочных размерах см. § 50), что оговаривается соответствующей надписью над основной надписью сборочного чертежа.

Размеры, подлежащие выполнению по данному чертежу. Размеры и предельные отклонения, подлежащие выполнению по данному чертежу, проставляют в тех случаях, когда чертеж предусматривает работы в процессе сборки или после ее окончания: совместное сверление и развертывание под штифты, сверление и нарезание резьбы под винты, шпильки и другие крепежные изделия, совместное растачивание, шлифование, притирка и т. п.

298. НАНЕСЕНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ:

a — тяга, *б* — детали тяги, *в* — втулка

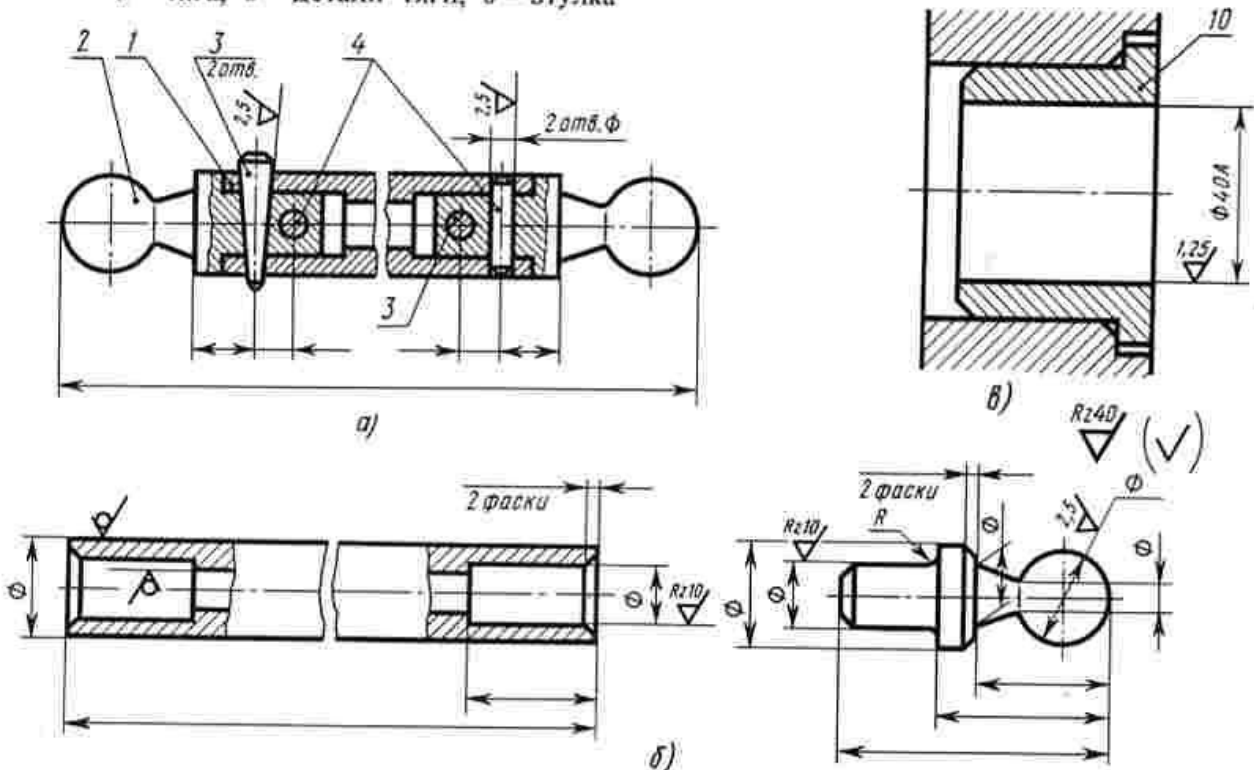
Например, в корпусе тяги (поз. 1) положения ручек (поз. 2) при сборке фиксируются штифтами 3 и 4 (рис. 298, *a*).

При сборке просверливают корпус тяги совместно с ручками, а затем развертывают коническое отверстие под штифт. Для выполнения этой работы и нанесены на чертеже размеры, определяющие положения осей штифтов, и обозначения шероховатости поверхностей отверстий. В случае применения конических штифтов под полкой с номером позиции указывают количество отверстий.

На чертежах деталей отверстия под штифты не показывают (рис. 298, *б*).

На сборочном чертеже могут быть проставлены размеры с предельными отклонениями для окончательной обработки в процессе сборки или после нее. Такая обработка предусмотрена на чертеже, показанном на рис. 298, *в*. Втулка после запрессовки должна быть обработана согласно размеру, отклонениям и обозначению шероховатости, нанесенным на сборочном чертеже.

К числу размеров, определяющих характер сопряжения, относятся номинальные размеры соединяемых деталей с обозначением допусков и посадок в виде дроби, например $\varnothing 30 \frac{H7}{h7}$. В числителе дробного обозначения указывают числовые величины или буквенное обозначение предельных отклонений отверстия, а в знаменателе — числовые значения или буквенное обозначение предельных отклонений вала. Размер в приведенном выше примере при чтении чертежа нужно пони-



мать так: номинальный размер соединения муфты с валом 30 мм, в числителе обозначение *H7* указывает, что отверстие в муфте должно быть обработано по седьмому качеству, *h7* в знаменателе указывает, что посадочная поверхность вала должна быть обработана по седьмому качеству для напряженной посадки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Нужно ли наносить размеры деталей на сборочном чертеже?
2. Какие группы размеров наносят на сборочном чертеже?
3. В каких случаях на сборочном чертеже наносят исполнительные размеры? обозначения шероховатости поверхностей?
4. Как понимать такую запись на сборочном чертеже:

$$\varnothing 40 \frac{H9}{h9}; \varnothing 40 \frac{H7}{h7}$$

§ 72. Порядок чтения сборочного чертежа

При чтении сборочных чертежей целесообразно придерживаться определенной последовательности. Можно предложить следующий план чтения сборочных чертежей.

1. Определить название изделия. Зная название изделия, которое указывается в основной надписи, легче читать чертеж. Например, название *Насос* или *Тиски слесарные* дает представление не только о назначении, но в некоторой степени и об устройстве изделия.
 2. Ознакомиться с описанием данного изделия (его паспортом).
 3. Установить, какие изображения (виды, разрезы, сечения) даны на чертеже. В результате их сопоставления создается общее представление о форме и устройстве изделия.
 4. Рассмотреть, пользуясь спецификацией, изображения каждой детали. Для этого выясняют по спецификации название первой детали и другие относящиеся к ней данные. Находят изображения детали по обозначению ее позиции. Определяют форму детали, сопоставляя все ее изображения, данные на чертеже. Так поступают последовательно со всеми деталями.
- По названию детали можно быстрее выделить ее изображения на чертеже. Например, прочитав *Болт*, *Штифт*, *Втулка*, *Гайка*, вы уже представляете их форму.
5. Определить, как соединяются между собой детали (с помощью резьбы, шпонки,

штифта, сварки, клепки и т. п.). Выяснить, как перемещаются во время работы подвижные части изделия.

6. Уяснить другие данные, приведенные на чертеже (размеры, технические требования и т. д.).

7. Определить, какими способами и в какой последовательности производится сборка и какая обработка необходима в процессе сборки.

Для примера прочитаем сборочный чертеж, приведенный на рис. 299. Вопросы к нему расположены в последовательности, указанной выше для чтения сборочных чертежей. Вначале ответьте на них самостоятельно.

Вопросы к сборочному чертежу (рис. 299)

1. Как называется изделие?
2. Каково назначение вентиля?
3. Какие изображения приведены на чертеже?
4. Сколько составных частей входит в изделие? Как называются детали 2, 4, 5?
5. Сколько стандартных изделий используется в вентиле?
6. Какова форма деталей?

Ответы на вопросы к сборочному чертежу, приведенному на рис. 299

1. На сборочном чертеже изображен вентиль угловой. Это название занесено в соответствующей графе основной надписи.
 2. Вентиль предназначен для того, чтобы пропускать или задерживать жидкость.
 3. Чертеж содержит шесть изображений: фронтальный разрез в соединении с частью главного вида, половину вида слева в соединении с половиной профильного разреза, половину вида сверху и половину горизонтального разреза, разрез *B—B* (неполное изображение), вид *Б* (неполное изображение) и вид *Г*.
- Фронтальный, профильный и горизонтальный разрезы в сочетании с соответствующими видами даны для того, чтобы выявить внутреннее устройство всего изделия и отдельных деталей, его составляющих. Разрез *B—B* приведен на чертеже, чтобы показать расположение отверстий в нижнем фланце вентиля. Вид *Г* дан, чтобы пояснить форму детали 4 (клапан). Вид *Б* выполнен для того, чтобы показать устройство детали 7 (маховик), в частности, количество и форму спиц в нем (см. надпись 5 спиц и наложенное сечение).
4. Изделие состоит из составных частей 18 наименований (1—18).
- Так как некоторые детали (колонка, болты, гайки) в изделии используются в количестве больше одной, то полное количество составных частей — 32 (см. в

спецификации графу *Количество*, рис. 292).

Деталь 2 называется *Крышка*, деталь 3 — *Траверса*, деталь 4 — *Клапан*, деталь 5 — *Крышка сальника*, деталь 6 — *Шпиндель*.

5. В вентиле используются стандартные изделия шести наименований: в том числе: шесть болтов М18, две гайки М12, одна гайка М16, шесть гаек М18, две гайки М24, одна шайба.

6. Детали *Шпиндель* спецификацией присвоена поз. 6. Найдя около главного изображения цифру 6, мы по концу линии-выноски, оканчивающейся точкой, определяем местонахождение детали в изделии. На чертеже (рис. 299) шпиндель представлен на главном изображении, на профильной проекции, на половине вида сверху, соединенной с половиной горизонтального разреза. Сопоставив все данные на чертеже изображения шпинделя (на рис. 299 они условно обведены цветом, причем на половине вида слева цветом показаны и не видимые по чертежу контуры детали), мы устанавливаем, что шпиндель имеет цилиндрическую ступенчатую форму. На одном конце его нарезана резьба под гайку М16 (см. спецификации) и профрезерован призматический элемент квадратного сечения. Далее нарезана ходовая (квадратная, она не стандартизована) резьба. Другой конец шпинделя заканчивается сферическим элементом, перед которым выточена канавка и содержится конический элемент.

Вращение шпинделя обеспечивает передвижение клапана (поз. 4).

Деталь *Траверса* (поз. 3) показана на главном изображении, профильной и горизонтальной проекциях. На рис. 300 ее изображения для наглядности обведены цветом (в том числе и невидимые на чертеже контуры). Сопоставив все три изображения траверсы, устанавливаем, что она имеет овальную внешнюю форму, конический элемент, отверстие с резьбой под шпиндель и два гладких отверстия под болты.

В таком же порядке рассматриваются другие детали.

Определив особенности конструкции, можно с помощью технологической карты правильно собрать изделие.

УПРАЖНЕНИЕ 89. Прочитайте сборочный чертеж, представленный на рис. 301. Затем дайте письменные ответы на следующие вопросы:

1. Как называется изделие?
2. Какие изображения приведены на чертеже?
3. Из скольких деталей состоит изделие?
4. Как называются детали 1, 2, 3, 4, 5?
5. Какова форма корпуса? шайбы? головки?

6. Какая резьба нарезана на детали *винт подъемный*?

7. Есть ли резьба на детали 3?

8. Как соединяются детали 1 и 3?

9. Для чего служат винты (поз 8)? Каковы их размеры?

10. Как соединяется шайба с винтом подъемным? Каково назначение шайбы?

11. Почему не заштрихованы детали 6, 8?

12. Каковы габаритные размеры изделия?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова последовательность чтения сборочного чертежа?
2. Из какого документа можно получить сведения об основных размерах стандартных изделий, изображенных на сборочном чертеже?
3. Какие сведения содержит паспорт изделия?

§ 73. Условности и упрощения на сборочных чертежах

С целью рационализации работы по выполнению сборочных чертежей допускается ряд условностей и упрощений.

На видах и разрезах в сборочных чертежах можно не показывать такие элементы деталей, как фаски, галтели, проточки, углубления, выступы, рифления, насечки, оплетки и другие мелкие элементы (рис. 302). Шестигранные и квадратные гайки и головки болтов рекомендуется изображать упрощенно, без конических фасок и линий, их изображающих (рис. 302).

Если необходимо показать составные части изделия, закрытые крышками, щитами, кожухами, перегородками и т. п., то последние допускается не показывать. В этом случае на чертеже должна быть сделана надпись типа: *Крышка не показана* или *Крышка поз. 4 не показана*. См. подобные записи на рис. 290.

Допускается не показывать видимые части изделий или их элементы, расположенные за пружиной или частично закрытые деталями, расположенными впереди.

Пружина, изображенная сечениями ее витков, считается также закрывающей расположенные за ней предметы в пределах осевых линий сечений витков или самих сечений витков (рис. 303).

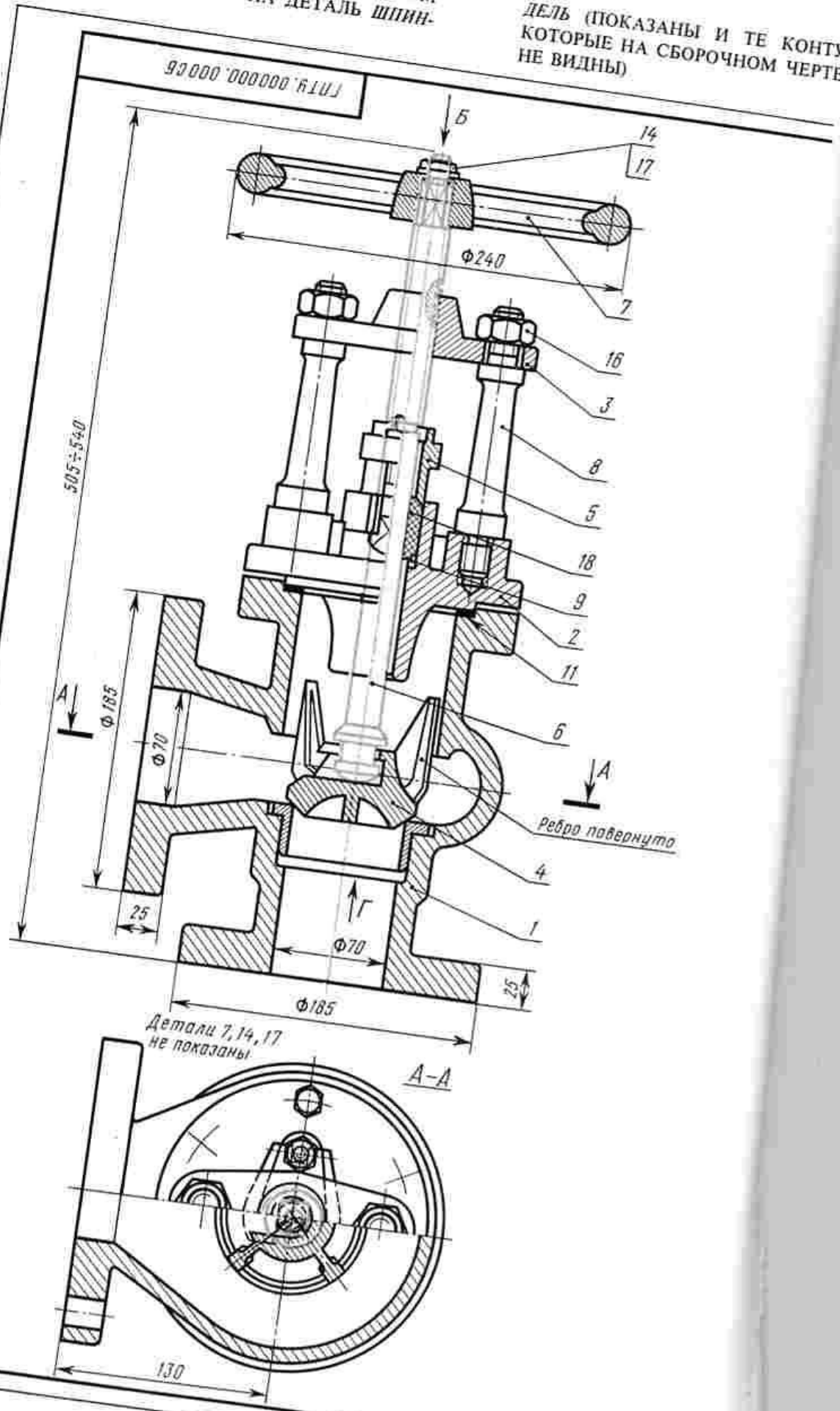
Предметы, изготовленные из прозрачных материалов, следует изображать как непрозрачные.

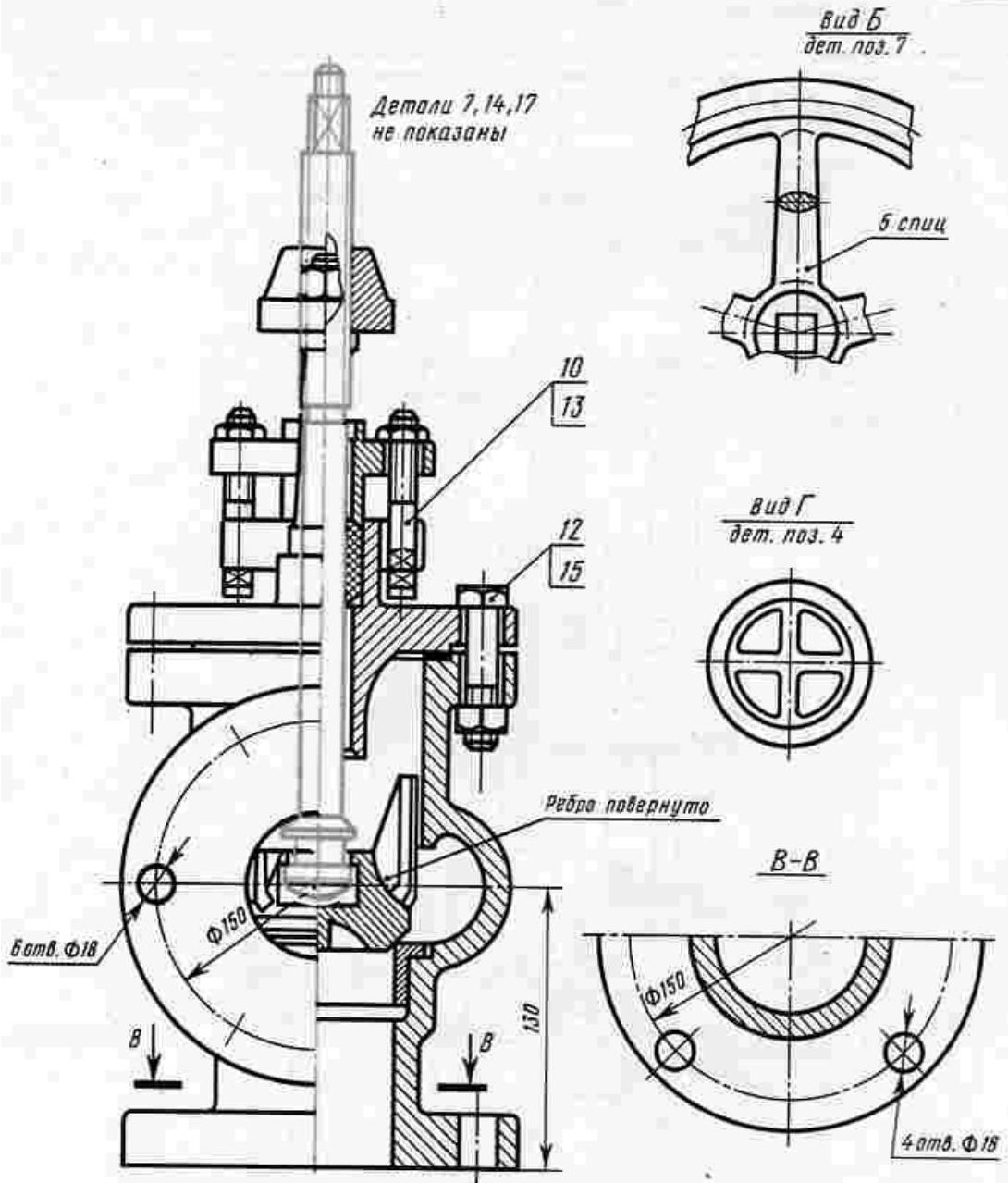
Шлицы головок винтов, шурупов и других подобных изделий рекомендуется показывать одной сплошной утолщенной линией (рис. 304).

В соответствии с ГОСТ 2.420—69 допускается подшпунники качения изобра-

299. ЧЕРТЕЖ ВЕНТИЛЯ, НА КОТОРОМ
ЦВЕТОМ ВЫДЕЛЕНА ДЕТАЛЬ ШПИН-
ДЕЛЬ (ПОКАЗАНЫ И ТЕ КОНТУРЫ
КОТОРЫЕ НА СБОРОЧНОМ ЧЕРТЕЖЕ
НЕ ВИДНЫ)

ДЕЛЬ (ПОКАЗАНЫ И ТЕ КОНТУРЫ
КОТОРЫЕ НА СБОРОЧНОМ ЧЕРТЕЖЕ
НЕ ВИДНЫ)

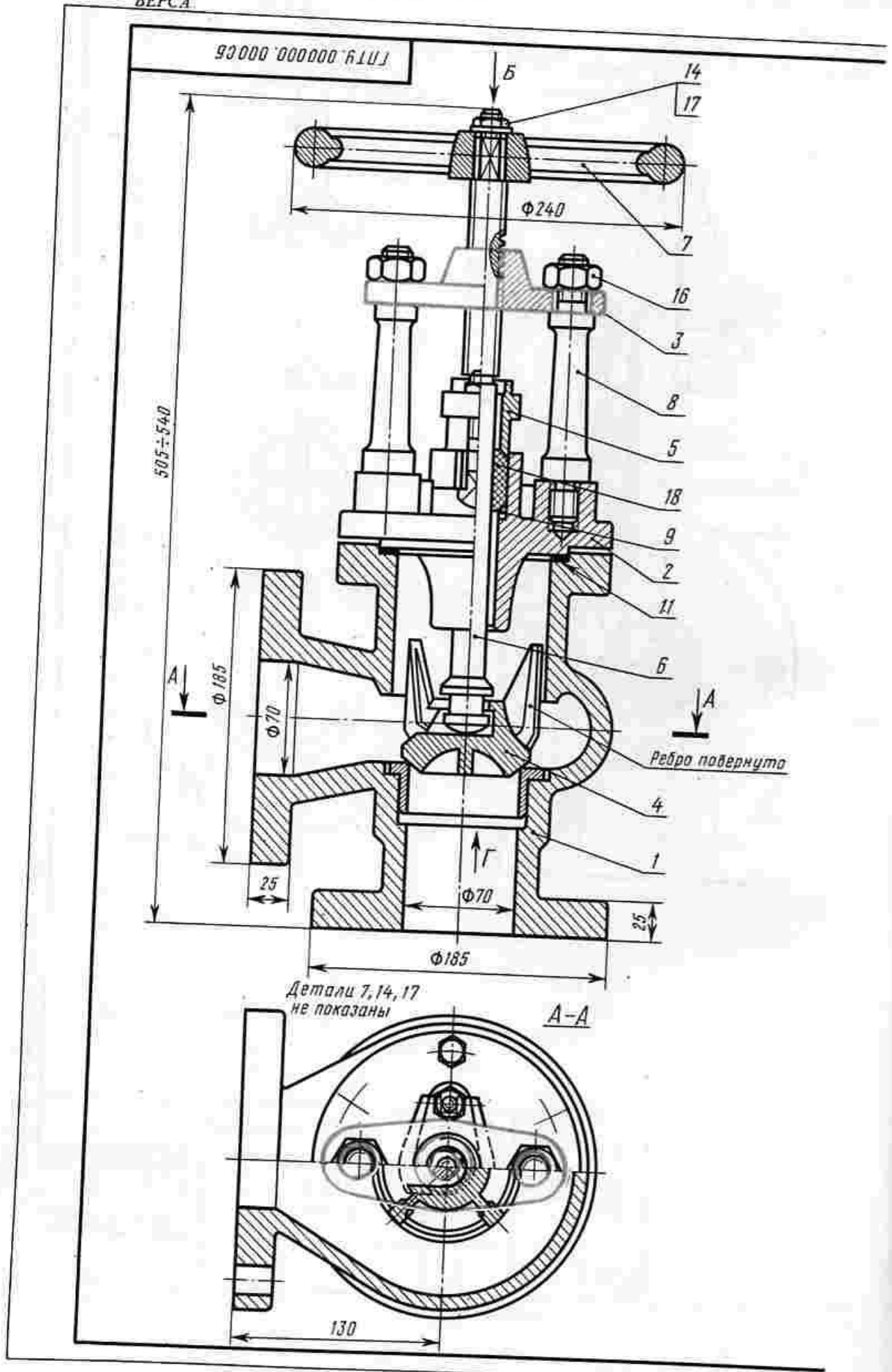


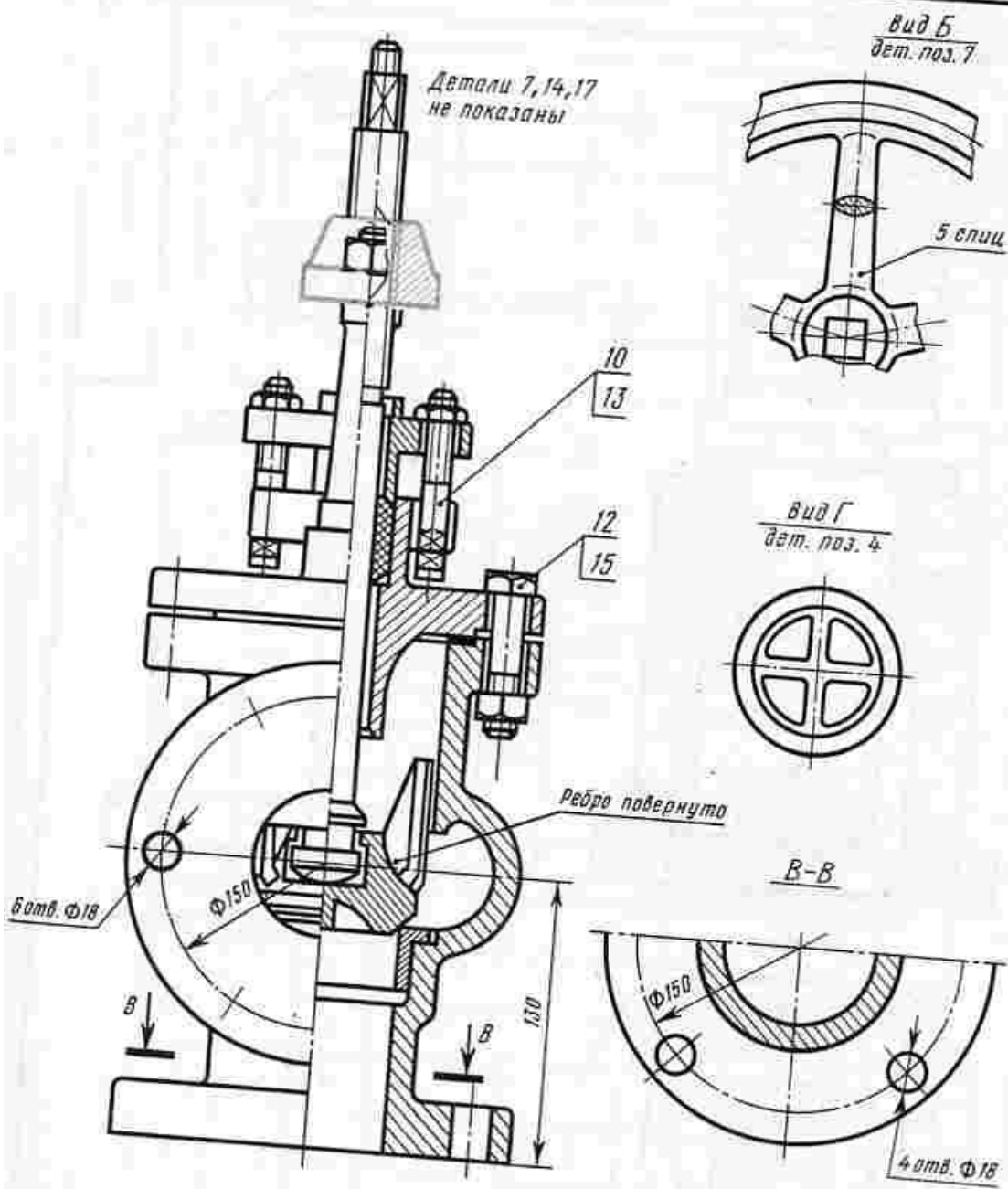


Все размеры справочные

				ГПТУ. 000 000. 000 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вентиль угловой	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								
Пров.						Лист	Листов 1	
Т. контр.								
Н. контр.								
Утв.								

300. ЧЕРТЕЖ ВЕНТИЛЯ, НА КОТОРОМ ЦВЕТОМ ВЫДЕЛЕНА ДЕТАЛЬ ТРА-ВЕРСА

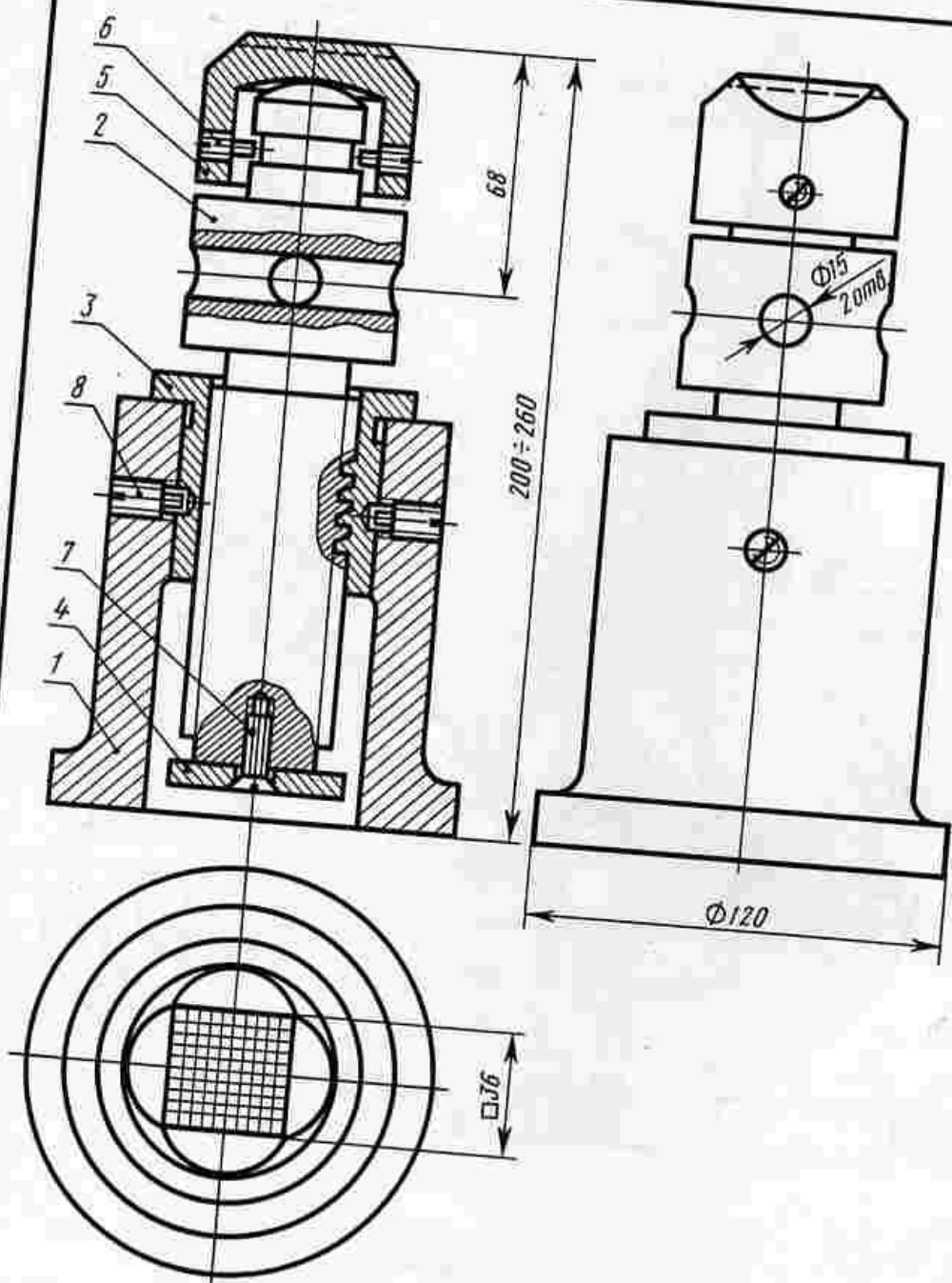




Все размеры справочные

				ГЛУ. 000000. 000СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вентиль угловой	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								
Проб.								
Т. контр.								
И. контр.						Лист	Листов 1	
Утв.								

301. ЗАДАНИЕ ДЛЯ УПРАЖНЕНИЙ



МЗЧИ.000000.0000СБ

Все размеры справочные

МЗЧИ.000000.0000СБ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Т. контр.				
И. контр.				
Утв.				

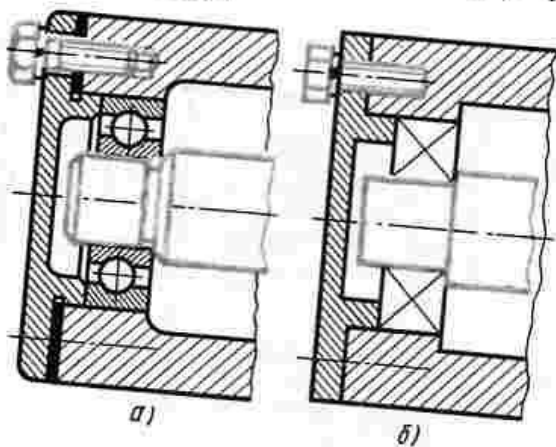
Домкрат

Лит.	Масса	Масштаб
Лист	Листов 1	

а)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
12			МЧЗИ.000000.000СБ	Сборочный чертёж	1	
				<u>Детали</u>		
11		1	МЧЗИ.000000.001	Корпус	1	
11		2	МЧЗИ.000000.002	Винт подъемный	1	
11		3	МЧЗИ.000000.003	Втулка		
11		4	МЧЗИ.000000.004	Шайба		
11		5	МЧЗИ.000000.005	Головка		
				<u>Стандартные изделия</u>		
		6		Винт М6×14,5 ГОСТ1478-75	2	
		7		Винт М8×25 ГОСТ17475-72	1	
		8		Винт М10×22,5 ГОСТ1478-75	2	
			МЧЗИ.000000.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.					Лит.	Лист
Пров.						Листов
						1
Н. контр.					Домкрат.	
Утв.						

302. УПРОЩЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ:
a — подробное изображение, *б* — упрощенное



жать на сборочных чертежах упрощенно: вместо вычерчивания разреза (см. рис. 302, *a*) проводят внутри его контура тонкие перекрещивающиеся линии (см. рис. 302, *б*). ГОСТ допускает и такое изображение подшипника, когда половина его показана разрезом, а вторая половина — упрощенным способом.

Если вид, разрез или сечение представляет собой симметричную фигуру, рекомендуется показывать половину изображения (см. рис. 290) или несколько более половины с проведением линии обрыва.

Если деталь на сборочном чертеже имеет несколько одинаковых равномерно расположенных элементов, то рекомендуется показывать полностью один-два таких элемента, а остальные показывать упрощенно или условно. Например, при изображении одинаковых отверстий на фланце полностью показывается одно-два отверстия, а остальные фиксируются пересечением центровых линий (см. рис. 290).

Надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях не пишут, а показывают только их контур. Шкалы, циферблаты, стрелки приборов, расположенные за прозрачными предметами, внутреннее устройство ламп и т. п., изображают как видимые.

На сборочных чертежах применяют следующие способы упрощенного изображения составных частей изделий:

a) составные части на разрезах изображают нерассеченными, если на них оформлены самостоятельные сборочные чертежи;

б) типовые, покупные и другие широко применяемые изделия не вычерчивают, а дают их внешнее очертание.

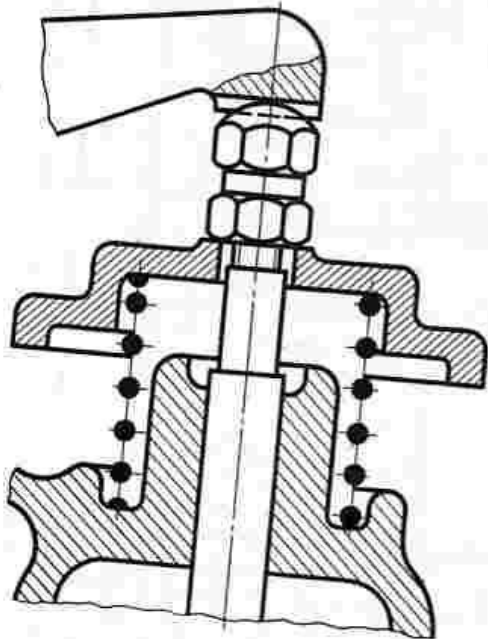
Если на сборочном чертеже встречается несколько одинаковых составных частей (колес, опорных катков и т. п.), можно дать полное изображение одной составной части, а остальные части показывать упрощенно.

Сварное, паяное, клееное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями изделия сплошными основными линиями (рис. 305, *a*, *б*).

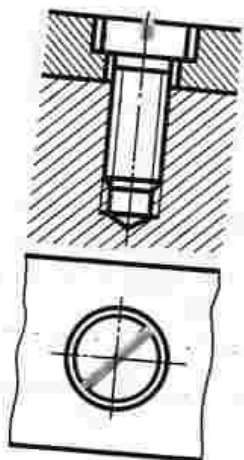
На сборочных чертежах иногда приходится изображать детали, не входящие в данную сборочную единицу — «обстановку». Эти детали вычерчивают с целью показать связь изображенной на чертеже сборочной единицы с другими деталями или механизмами.

Для того чтобы отличить детали, имеющие вспомогательное значение, от деталей, из которых собирается данная часть изделия, их изображения вычерчива-

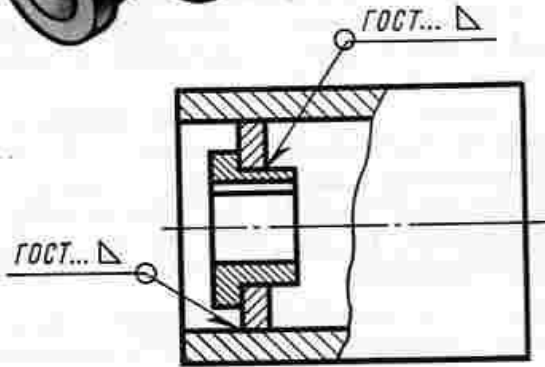
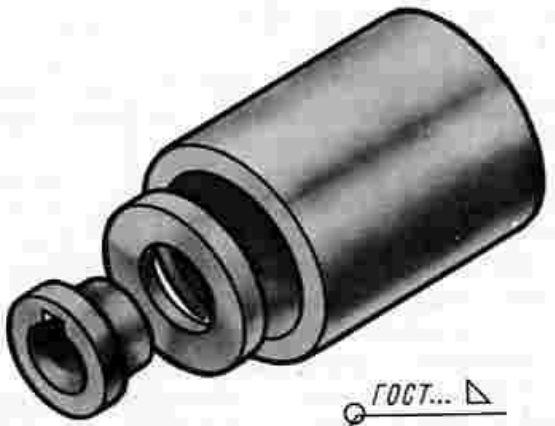
303. УСЛОВНОСТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ, РАСПОЛОЖЕННОГО ЗА ВИНТОВОЙ ПРУЖИНОЙ



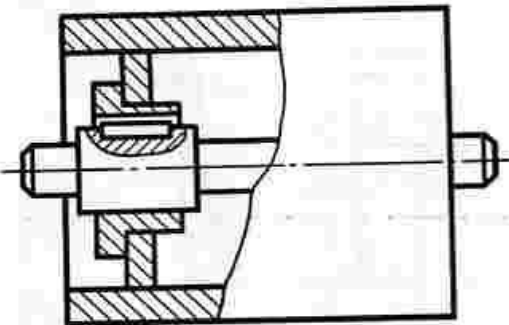
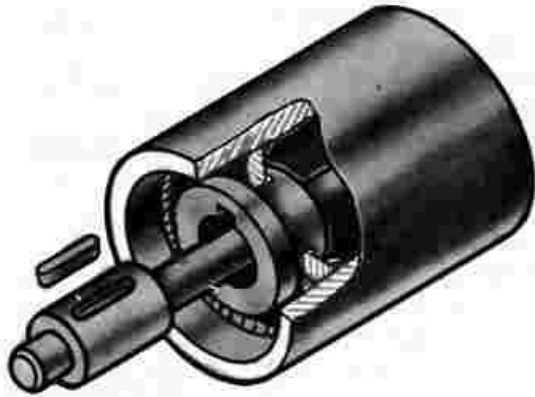
304. УПРОЩЕННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ШЛИЦОВ ВИНТОВ, ШУРУПОВ



305. ИЗОБРАЖЕНИЕ СВАРНОГО ИЗДЕЛИЯ ИЗ ОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА:
a — без других деталей, *b* — в сборе с другими изделиями



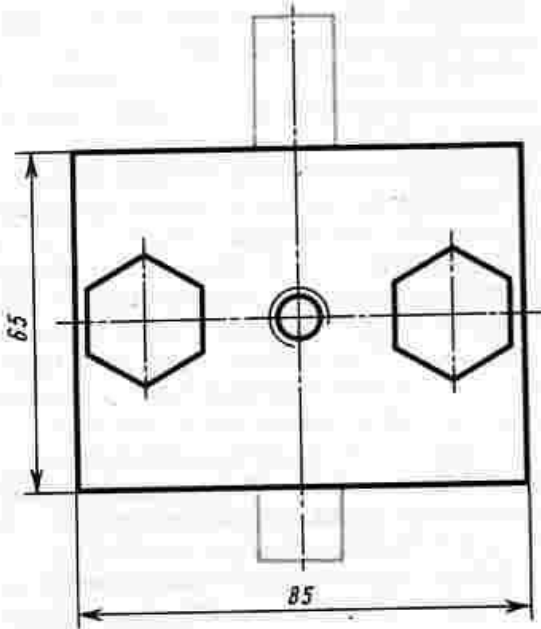
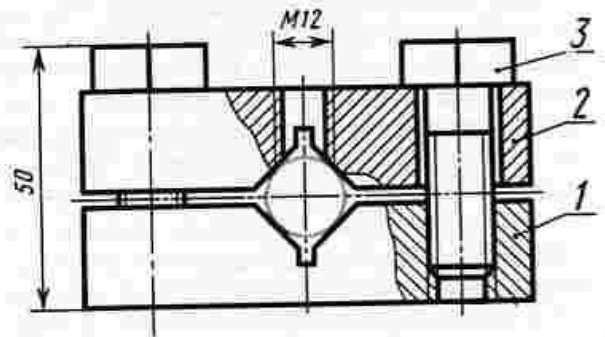
a)



b)

ют тонкими сплошными линиями. Пример такого чертежа приведен на рис. 306, на котором тонкими линиями показан контур детали, не являющейся частью этого изделия (контур детали, закрепленной в приспособлении).

306. ЧЕРТЕЖ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ



УПРАЖНЕНИЕ 90. Прочтите сборочный чертеж, данный на рис. 306, и запишите в тетради, какие условности и упрощения на нем использованы (изделие состоит из призмы верхней, призмы нижней и двух винтов M14 × 20).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего на сборочных чертежах используют условности и упрощения?
2. Какие элементы деталей можно не показывать на сборочных чертежах?
3. Как упрощенно показывают на сборочных чертежах шлицы головок винтов и т. п. изделий?
4. Какие упрощения допускаются при вычерчивании подшипников на сборочных чертежах?
5. Как можно поступать при изображении одинаковых равномерно расположенных повторяющихся элементов?
6. Какой линией показывают на сборочных чертежах «обстановку»?

§ 74. Изображение резьбовых соединений

Болты, гайки, шпильки и винты обычно изготавливают специальные заводы, которые снабжают этими деталями все предприятия. Поэтому с изображением крепежных деталей приходится встречаться в основном на сборочных чертежах, где их показывают в соединении с другими деталями.

На сборочных чертежах резьбовые соединения обычно вычерчивают по относительным размерам. Величину отдельных элементов соединений определяют в зависимости от наружного диаметра резьбы.

Размеры крепежных деталей на сборочных чертежах не наносят.

Необходимые данные содержатся в обозначении, которое записывают в спецификации.

Болтовые соединения. Чертежи болтовых соединений рекомендуется вычерчивать условно, как на рис. 307, з.

Упрощения заключаются в том, что не изображают фаски на шестигранных и квадратных головках болтов и гаек, а также на стержне. Это значит, что отпадают линии, являющиеся изображением фасок. На рис. 308 они для наглядности выделены красным цветом. Допускается не показывать зазор между стержнем болта и отверстием в соединяемых деталях 1—5. Этот зазор залит красным цветом.

Чтобы чертеж, представленный на рис. 307, з, легче было понять, его образование показано по этапам. Сначала из-

бражен болт и над ним две соединяемые детали 1 и 2 (рис. 307, а), затем болт показан в отверстиях этих деталей, а над ними шайба 4 (рис. 307, б). На рис. 307, в шайба надета на болт 3, а над ними показана гайка 5. Законченный чертеж болтового соединения приведен на рис. 307, з.

Линии невидимого контура при изображении гайки и шайбы не проводят (рис. 307, з).

При вычерчивании гайки и головки болта сторону шестигольника берут равной наружному диаметру резьбы. Поэтому на главном изображении вертикальные линии, ограничивающие среднюю грань гайки и головки болта, совпадают с линиями наружного диаметра резьбы.

Примеры условных обозначений для болтов, гаек и других крепежных деталей приведены в гл. VIII (§ 59).

Размеры, по которым вычерчивают элементы болтового соединения, обычно подсчитывают в зависимости от наружного диаметра резьбы из соотношений, приведенных на рис. 307. Их называют относительными.

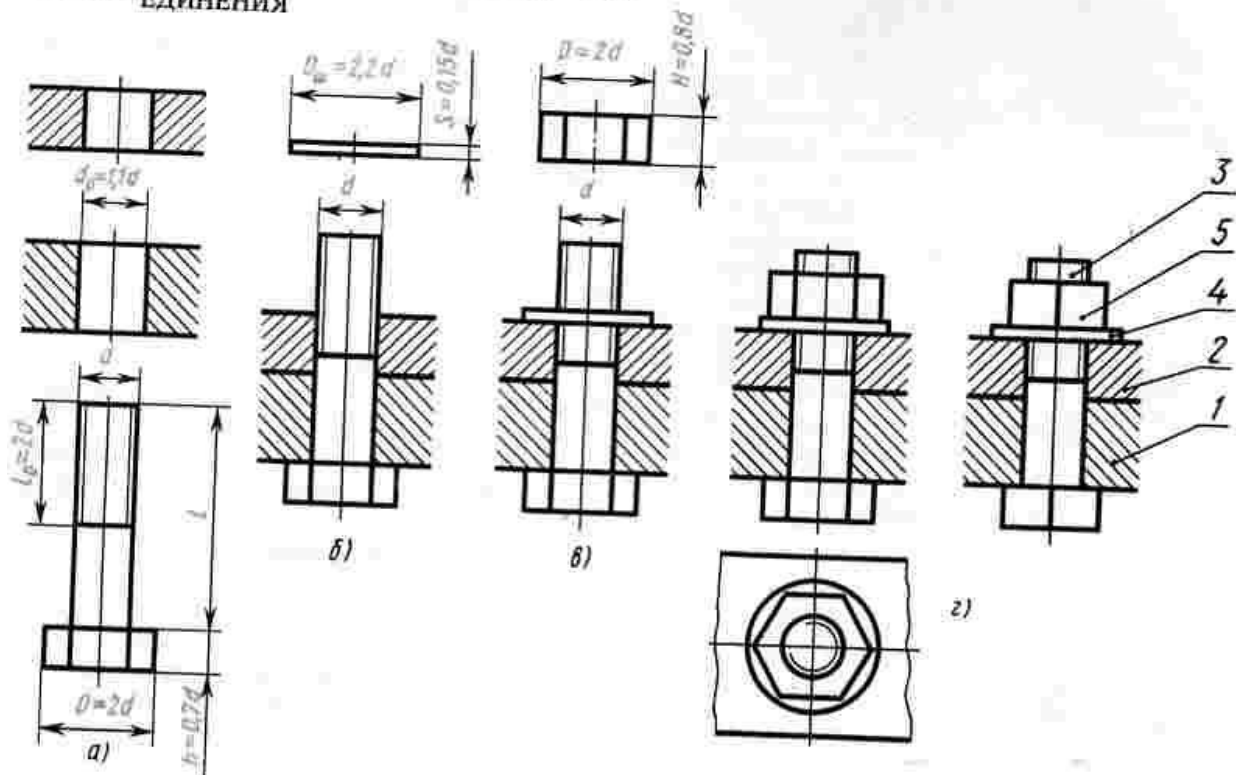
Рассмотрим пример определения относительных размеров для болтового соединения с резьбой М30 ($d = 30$ мм).

Диаметр окружности, описанной вокруг шестигольника, $D = 2d = (2 \times 30) = 60$ мм;
высота головки болта $h = 0,7d = 0,7 \times 30 = 21$ мм;

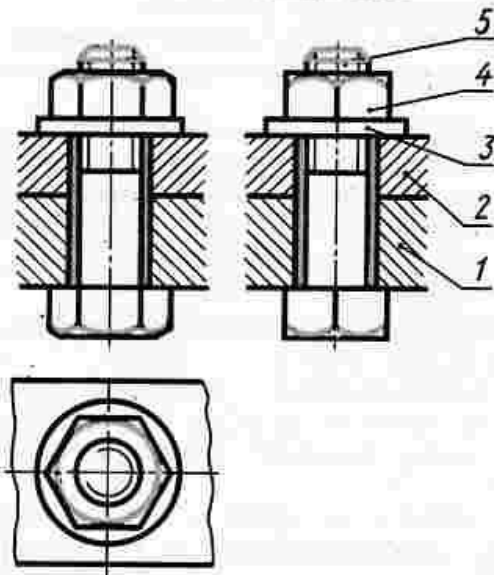
длина нарезанной части $l_0 = 2d + 6 = 2 \times 30 + 6 = 66$ мм;

высота гайки $H = 0,8d = 0,8 \times 30 = 24$ мм;

307. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ



308. ЧЕРТЕЖ, ГДЕ ЦВЕТом ВЫДЕЛЕНы ЭЛЕМЕНты, КОТОРЫЕ ДОПУСКАЕТСЯ НЕ ПОКАЗЫВАТЬ



диаметр отверстия под болт $d_0 = 1,1d = 1,1 \times 30 = 33$ мм;
 диаметр шайбы $D_{ш} = 2,2d = 2,2 \times 30 = 66$ мм;
 высота шайбы $\zeta = 0,15d = 0,15 \times 30 = 4,5$ мм.

Шпильчные соединения. Образование чертежа шпильчного соединения показано по этапам на рис. 309.

Сначала в детали просверлено отверстие под резьбу (рис. 309, а), метчиком нарезана резьба (рис. 309, б), показана шпилька 3 (рис. 309, в). Шпилька ввернута в отверстие. Над ней изображена соединяемая деталь, имеющая гладкое отверстие (рис. 309, г). На свободный конец шпильки надета деталь 2, а сверху изображена шайба (рис. 309, д). Шайба 4 надета на шпильку, выше изображена гайка 5 (рис. 309, е), которая навинчивается на шпильку 3 (рис. 309, ж).

Гайку 5 и шайбу 4 изображают упрощенно, как и в болтовом соединении, т. е. без фасок.

Линию, определяющую границу резьбы на нижнем конце шпильки, всегда проводят на уровне поверхности детали 1, в которую ввернута шпилька.

Обратите внимание, как изображается стержень с резьбой, ввернутый в отверстие. Об этом рассказано в гл. VII, а соответствующие изображения приведены на рис. 242.

Резьбу в отверстии показывают только там, где она не закрыта концом стержня (см. рис. 242, б и рис. 309, з—ж).

Нижнюю часть глухого отверстия показывают незаполненной стержнем с резьбой, как это сделано на рис. 242, б и 309, ж.

Сплошные основные линии, соответствующие наружному диаметру резьбы на стержне, переходят в сплошные тонкие линии, соответствующие наружному диаметру резьбы в отверстии. И наоборот, сплошные тонкие линии, соответствующие внутреннему диаметру резьбы на стержне, переходят в сплошные основные линии, соответствующие внутреннему диаметру резьбы в отверстии.

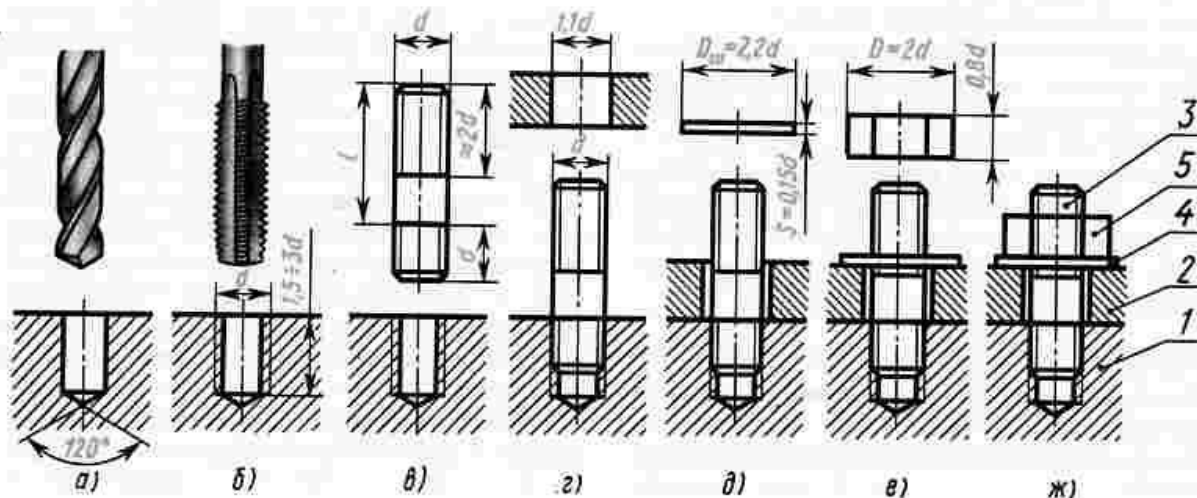
Относительные размеры для вычерчивания шпильчного соединения подсчитывают в зависимости от диаметра резьбы по соотношениям, приведенным на рис. 309.

Примеры условных обозначений для шпилек приведены в гл. VIII, § 60.

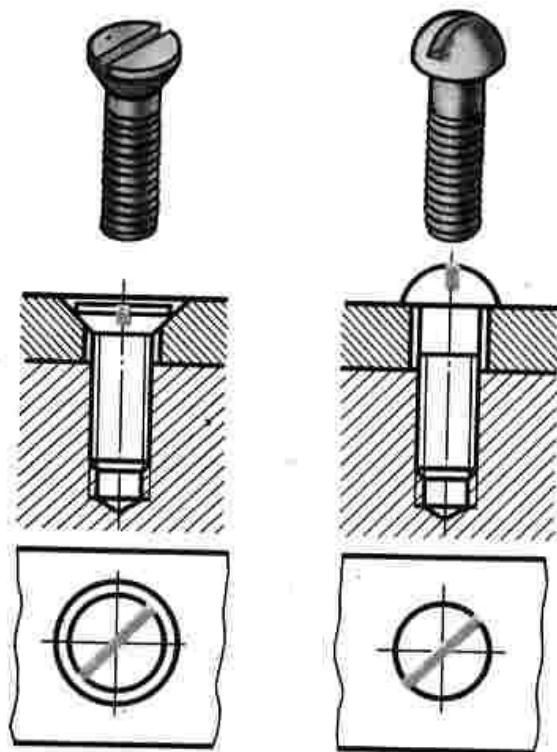
Винтовые соединения. В винтовом соединении гайка отсутствует. Глухое отверстие с резьбой и нарезанную часть винта вычерчивают так же, как и в шпильчном соединении. Только граница резьбы на стержне находится выше линии разъема соединяемых деталей.

Соединения винтами показаны на рис. 310. Когда винты имеют прорезь

309. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ШПИЛЬЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ



310. СОЕДИНЕНИЯ ВИНТАМИ



(шлиц) для захвата отверткой, эту прорез условно изображают одной сплошной утолщенной линией. На виде сверху ее проводят под углом 45° (рис. 310).

Примеры условных обозначений для винтов приведены в гл. VIII, § 60.

На сборочных чертежах допускается применять условные и упрощенные изображения крепежных деталей в соединениях (рис. 311, а—в). Их выбирают в зависимости от масштаба чертежа.

УПРАЖНЕНИЕ 91. Ответьте на вопросы к следующему чертежу:

Вопросы к рис. 307

1. Сколько деталей входит в соединение, изображенное на рис. 307. Как называется соединение? Как называются детали 1, 4, 5?
2. Изображением чего является большая окружность на виде сверху?
3. Назовите номер детали, изображенной на виде сверху шестиугольником?
4. Почему не заштрихованы детали 3, 4, 5?
5. Можно ли на рис. 307, г не показывать зазор между стержнем болта и отверстиями в соединяемых деталях?
6. Какой берется при вычерчивании высота-головки болта? высота гайки?

Вопросы к рис. 309

1. Как называется соединение, изображенное на рис. 309?
2. Сколько деталей содержит соединение?

3. Почему штриховка на разрезе нанесена в разные стороны?
4. Как называется деталь 3?
5. Как называется деталь 4?
6. До какой линии наносят штриховку при выполнении разреза отверстия с резьбой?
7. Чему равен угол при вершине конуса в конце глухого резьбового отверстия?
8. Какому диаметру резьбы равен диаметр основания этого конуса?

Вопросы к рис. 310

1. Как называется соединение, изображенное на рис. 310?
2. Что изображено сплошными утолщенными линиями на видах сверху? Под каким углом проводят эти утолщенные линии?
3. Нарезана ли резьба в отверстиях на деталях, соприкасающихся с головками винтов?

УПРАЖНЕНИЕ 92. 1. Выпишите в рабочую тетрадь соотношения для подсчета относительных размеров при вычерчивании болтового соединения.
2. То же, для шпилечного.

§ 75. Изображение шпоночных и зубчатых (шлицевых) соединений

Шпоночные соединения. Соединение деталей призматической шпонкой показано на наглядном изображении, приведенном на рис. 312, а сборочный чертеж дан на рис. 313.

На сборочном чертеже при выполнении продольного разреза шпонка условно показана неразрезанной.

На чертеже соединения призматической шпонкой 3 показывают небольшой промежуток (зазор) между верхней плоскостью 2 шпонки и дном канавки во втулке 1.

Соединения клиновой и сегментной шпонками мало отличаются от рассмотренного. При клиновой шпонке зазоры располагаются по бокам, при сегментной изменяется форма канавки в вале.

Условные обозначения шпонок показаны на следующих примерах.

Шпонка $18 \times 11 \times 100$ ГОСТ 23360—78 — это обозначение следует понимать так: шпонка призматическая обыкновенная исполнения 1 (со скругленными торцами) с размерами: ширина $b = 18$ мм, высота $h = 11$ мм, длина $l = 100$ мм (первое исполнение в обозначении не указывают).

Обозначение той же шпонки исполнения 2 (с плоскими торцами) — **Шпонка 2— $18 \times 11 \times 100$ ГОСТ 23360—78**.

311. УСЛОВНЫЕ И УПРОЩЕННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Вид соединения	Изображение соединения		
	упрощенное	условное	
		в сечениях	на видах
		a)	
		б)	
		в)	

Обозначение шпонки клиновой исполнения 1 (со скругленными торцами) с размерами: ширина $b = 18$ мм, высота $h = 11$ мм, длина $l = 100$ мм — Шпонка $18 \times 11 \times 100$ ГОСТ 8792—68.

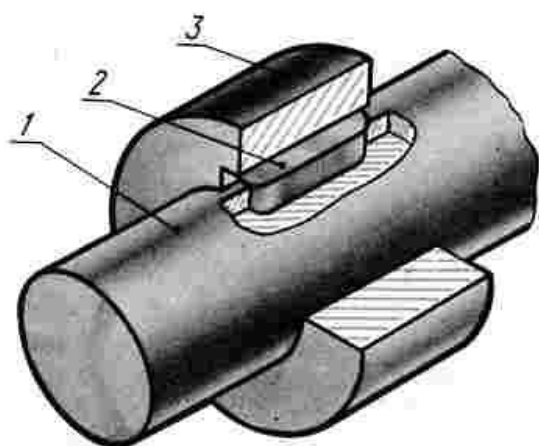
Обозначение шпонки сегментной с размерами: ширина $b = 6$ мм, высота (сегмент) $h = 100$ мм — Шпонка сегм. 6×10 ГОСТ 8795—68.

Размеры шпонок стандартизованы. Стандартизованы, следовательно, форма и размеры шпоночных канавок (пазов) на валу и во втулке. Выбирают эти размеры в зависимости от диаметра вала, входящего в соединение.

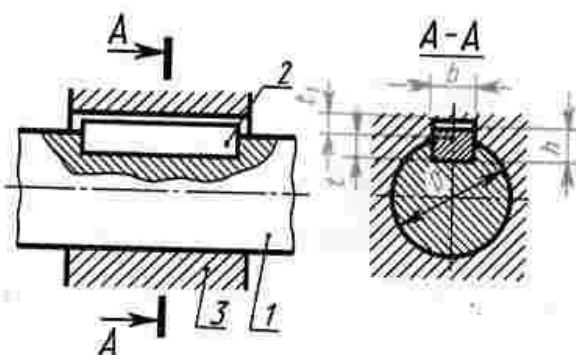
В таблицах стандартов для шпонок указаны: диаметр вала D , соответствующие этому диаметру размеры шпонок (ширина b , высота h и глубина шпоночных пазов; t — для вала, t_1 — для втулки). Длину шпонки l выбирают в необходимых пределах из таблиц стандартов.

УПРАЖНЕНИЕ 93. Пользуясь таблицей в справочнике по черчению, напишите, какие размеры будет иметь шпонка и пазы соединения призматической шпонкой. Диаметр вала 30 мм.

312. СОЕДИНЕНИЕ ШПОНКОЙ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ



313. ЧЕРТЕЖ ШПОНОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ



Шлицевые соединения. Зубчатый вал — деталь цилиндрической формы, по наружной поверхности которого равномерно расположены впадины (шлицы). Между впадинами находятся зубья. Зубья входят во впадины насаживаемой детали, образуя зубчатое (шлицевое) соединение. Профили зубьев и впадин бывают прямобочными, эвольвентными (боковые стороны профиля зуба очерчены эвольвентной) и треугольными.

Согласно ГОСТ 2.409—74 зубчатые поверхности валов и отверстия соединяемых с валами деталей вычерчивают упрощенно.

На рис. 314, а показано упрощенное изображение вала с зубчатым участком. Образующие цилиндра впадин должны пересекать линию границы фаски и проходить по ее изображению. При изображении вала в продольном разрезе образующие цилиндра впадин показывают сплошной основной линией, а зубья условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают нерассеченными (рис. 314, а).

На изображении торца зубчатой части вала показывают профиль только одного зуба и двух впадин; окружность, ограничивающую выступы, изображают сплошной основной линией. Дугу окружности, ограничивающей впадины, изображают

сплошной тонкой линией (рис. 314, б), фаску на этом виде не показывают. При необходимости допускается изображать большее число зубьев и впадин.

В сечениях, перпендикулярных оси зубчатой части вала (рис. 314, в), вычерчивают один зуб и две впадины и также проводят дугу окружности впадин.

Если детали, имеющие зубчатые отверстия, вычерчивают в продольном разрезе, впадины условно совмещают с плоскостью чертежа (рис. 314, г). На изображении торца зубчатого отверстия показывают профиль одного зуба и двух впадин, дугу окружности впадин проводят сплошной тонкой линией (рис. 314, д).

Все рассмотренные выше правила применяют и при изображении деталей зубчатых соединений эвольвентного и треугольного профилей. Чертежи этих деталей дополняют изображениями образующих делительных цилиндров (рис. 314, е) и делительных окружностей (рис. 314, ж), которые вычерчивают тонкими штрихпунктирными линиями.

Применяют три способа центрирования отверстия детали на валу при зубчатом соединении прямобочного профиля: по внутреннему диаметру, по наружному диаметру и по боковым сторонам зубьев.

Зубчатые шлицевые соединения можно представить себе как многошпоночные. Пример шлицевого соединения двух деталей показан на рис. 315.

Обозначаются шлицевые соединения на сборочных чертежах следующим образом (по СТ СЭВ 187—75):

Пример условного обозначения

соединения с числом зубьев $z = 8$, внутренним диаметром $d = 36$ мм, наружным диаметром $D = 40$ мм, шириной зуба $b = 7$ мм, с центрированием по внутреннему диаметру, с посадкой по диаметру центрирования $\frac{H7}{e8}$ и по размеру $b \frac{D9}{f8}$;

$$d - 8 \times 36 \frac{H7}{e8} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8};$$

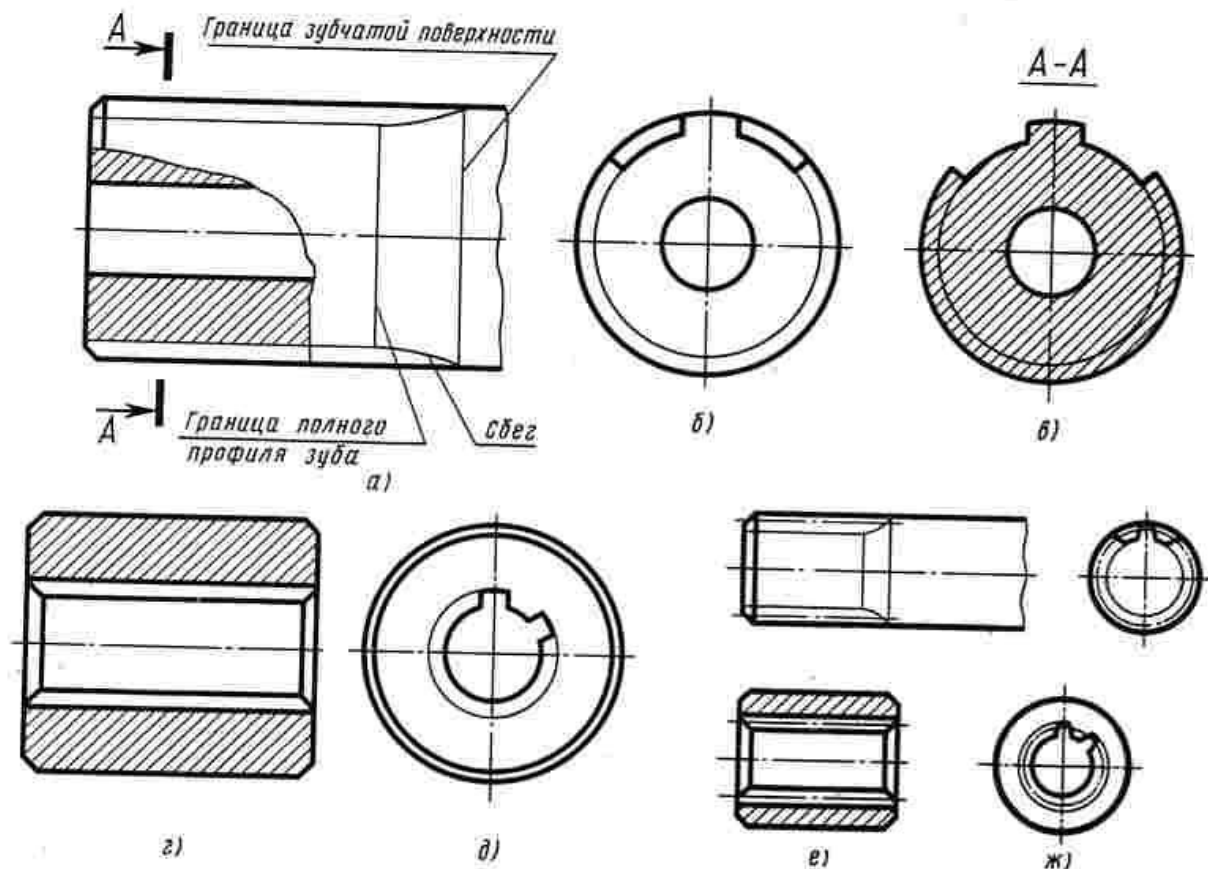
то же, при центрировании по наружному диаметру с посадкой по диаметру центрирования $\frac{H8}{h7}$ и по размеру $b \frac{F10}{h9}$

$$D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H8}{h7} \times 7 \frac{F10}{h9};$$

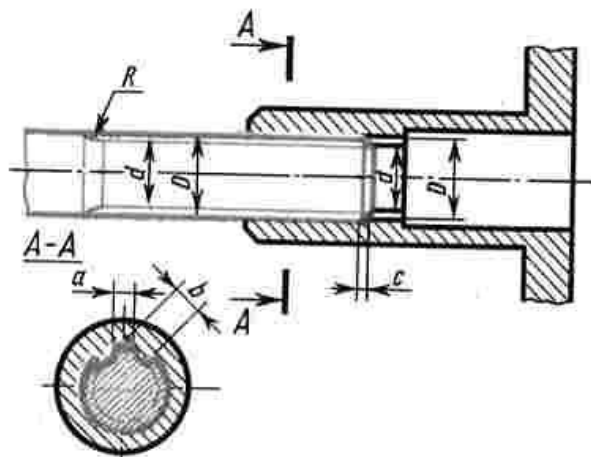
то же, при центрировании по боковым сторонам:

$$b - 8 \times 36 \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{h8}.$$

314. ШЛИЦЕВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ:
a, б — на стержне, *в* — в сечении,
г, д — в отверстиях, *е, ж* — эволь-
 вентные



315. ШЛИЦЕВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

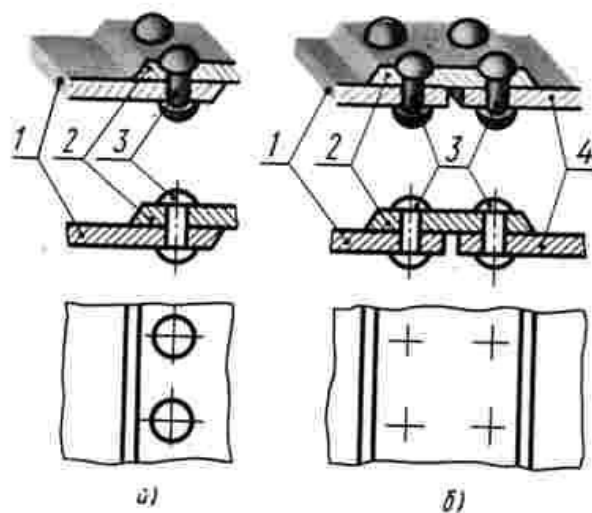


**§ 76. Соединение деталей за-
 клепками**

Основным элементом этого соедине-
 ния является заклепка.

Применяют следующие типы закле-
 почных соединений: внахлестку (рис. 316,
a), когда соединяемые элементы наклады-
 ваются один на другой, и встык с наклад-
 ками (рис. 316, *б*). В этом случае на
 соединяемые детали накладывают одну
 или две дополнительные полосы — на-

316. СОЕДИНЕНИЕ ЗАКЛЕПКАМИ:
a — внахлестку, *б* — встык с одной
 накладкой



кладки. Заклепки располагают в один, два
 ряда и более.

Заклепки на разрезе показывают не-
 рассеченными, если секущая плоскость
 проходит вдоль их оси (рис. 316, *a*). Если
 надо указать только размещение заклепок,
 то вместо головок изображают короткие
 центровые линии (рис. 316, *б*).

В обозначении заклепки указывают ее диаметр, длину и номер стандарта, который определяет форму и размеры заклепки. Например, обозначение *Заклепка 8 × 20 ГОСТ 10299—68* следует понимать так: заклепка с полукруглой головкой диаметром $d = 8$ мм, длиной $l = 20$ мм. Обозначение *Заклепка 8 × 20.36 ГОСТ 10300—68* следует понимать так: заклепка с потайной головкой диаметром $d = 8$ мм, длиной $l = 20$ мм, из алюминиевого сплава с окисным анодизационным покрытием. В примере обозначение дано без указания материала и защитного покрытия.

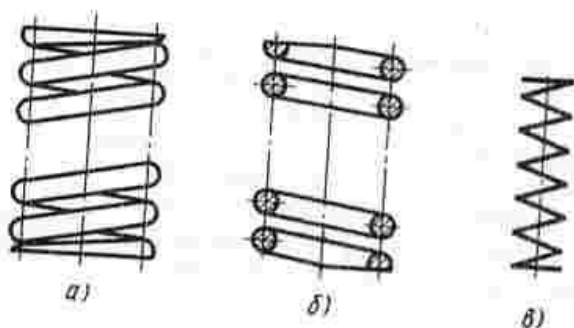
§ 77. Изображение пружин на сборочных чертежах

Кроме правил изображения пружин на рабочих чертежах ГОСТ 2.401—68 (СТ СЭВ 285—76) установил для чертежей общих видов и сборочных чертежей следующие положения. При вычерчивании вида с разрывом так, как показано на рис. 317, а, пружина может быть показана в разрезе (рис. 317, б).

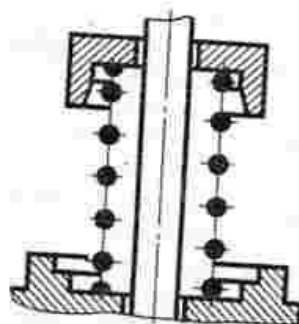
Когда диаметр проволоки или сечение материала на чертеже равно или меньше 2 мм, пружины изображают условно, линией толщиной 0,6—1,5 мм (рис. 317, в). Согласно ГОСТ 2.109—73 винтовая пружина, показанная в разрезе лишь изображениями сечений витков, условно считается непрозрачной в пределах зоны между штрихпунктирными линиями, проведенными через сечения витков. Линии изображаемых деталей, расположенных за пружиной, доводят только до штрихпунктирных линий (рис. 318).

Примеры изображения пружин на сборочных чертежах даны на рис. 319, а—в.

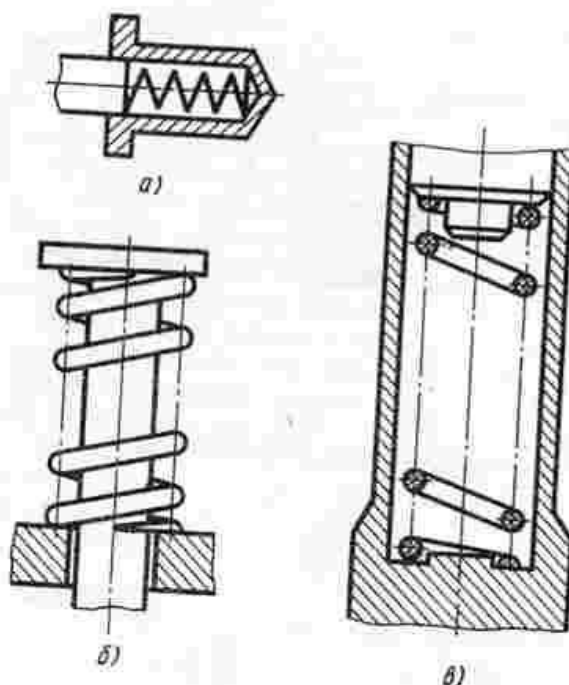
317. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРУЖИН:
а — на виде, б — в разрезе, в — условное



318. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ, СОДЕРЖАЩИЙ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРУЖИНЫ



319. ПРИМЕРЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРУЖИН НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ



§ 78. Деталирование

Чтобы собрать изделие по сборочному чертежу, нужно предварительно изготовить детали.

Для изготовления деталей надо обеспечить производство их рабочими чертежами.

Составление рабочих чертежей деталей производится на основе чертежей общих видов технического проекта, определяющих конструкцию изделия и взаимодействие основных его частей. Выполнение рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида называется **деталированием**.

Учебное деталирование обычно проводят на основе сборочных чертежей, если они выявляют форму деталей.

Чтобы облегчить работу по детализованию, надо придерживаться определенных правил. Рекомендуется такой порядок детализования сборочного чертежа:

1. Прочитать сборочный чертеж в последовательности, приведенной в § 71, обратив особое внимание на форму деталей, их назначение и взаимодействие.

2. Мысленно расчленить изделие на отдельные детали, из которых оно состоит.

3. Выделить стандартные и прочие изделия, на которые не составляют рабочих чертежей.

4. Определить число изображений для каждой детали. Нельзя при этом механически копировать с чертежа общего вида (или со сборочного чертежа) все изображения детали.

Число изображений должно быть минимальным, но достаточным для определения формы и размеров детали. Винт, например, на чертеже общего вида (или на сборочном чертеже) может иметь три вида. Однако на рабочем чертеже этой детали достаточно одного вида. И наоборот, деталь типа клапана (см. рис. 290), имея на сборочном чертеже три вида, на ее рабочем чертеже требует не менее пяти изображений. Это объясняется тем, что сборочный чертеж не обязательно должен выявлять полную форму всех деталей.

При выборе положения для главного изображения также нельзя слепо копировать ее положение на чертеже общего вида или сборочном чертеже.

5. Отметить сопрягаемые поверхности деталей. Сопрягаемыми называют поверхности, взаимодействующие с поверхностями других деталей, например: поверхности штифта и отверстия, в которое он входит; поверхности шпонки и паза, в который она закладывается.

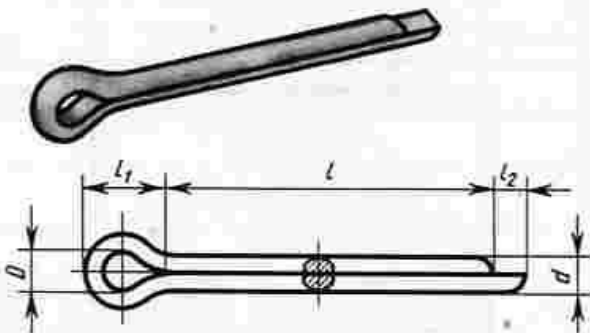
Для сопрягаемых поверхностей нужно согласовать размеры. Это значит, что одинаковыми должны быть, например, номинальный размер диаметра отверстия в зубчатом колесе и номинальный наружный диаметр вала в передаче. К сопрягаемым поверхностям предъявляют повышенные требования в отношении точности обработки и шероховатости поверхностей.

6. Выбрать масштаб изображения для каждой детали.

Начинать выполнение чертежа лучше с простых по форме деталей. Мысленное удаление этих деталей облегчает определение формы более сложных.

При детализовании, особенно при простановке размеров, нужно пользоваться справочниками. Так, например, размеры пазов для шпонок должны быть выбраны и нанесены в соответствии с рекомендациями, данными в § 73. Размеры

320. ИЗОБРАЖЕНИЯ ШПЛИНТА



резьбовых изделий также должны быть выбраны и нанесены в соответствии с данными справочников. Наконец, справочником целесообразно воспользоваться, когда что-либо забыто или встретилось впервые. Например, в спецификации сборочного чертежа встретилось обозначение *Шплинт 1,5×15 ГОСТ 397—66*. Вы не знаете, какую форму имеет деталь и что означают цифры в этой записи. Из справочника узнаем, что деталь имеет форму, представленную на рис. 320. Обозначение надо понимать так: шплинт для отверстия диаметром 1,5 мм, длина шплинта 15 мм.

Из этого примера видно, как важно научиться работать со справочниками, содержащими выписки из стандартов.

Выполняя детализовку, надо каждую деталь вычерчивать на отдельном формате, размер которого берут в соответствии с выбранным масштабом.

В правом нижнем углу помещают основную надпись, в которой указывают наименование детали, ее номер, материал, масштаб изображения и др. Часть этих данных берут из спецификации сборочного чертежа.

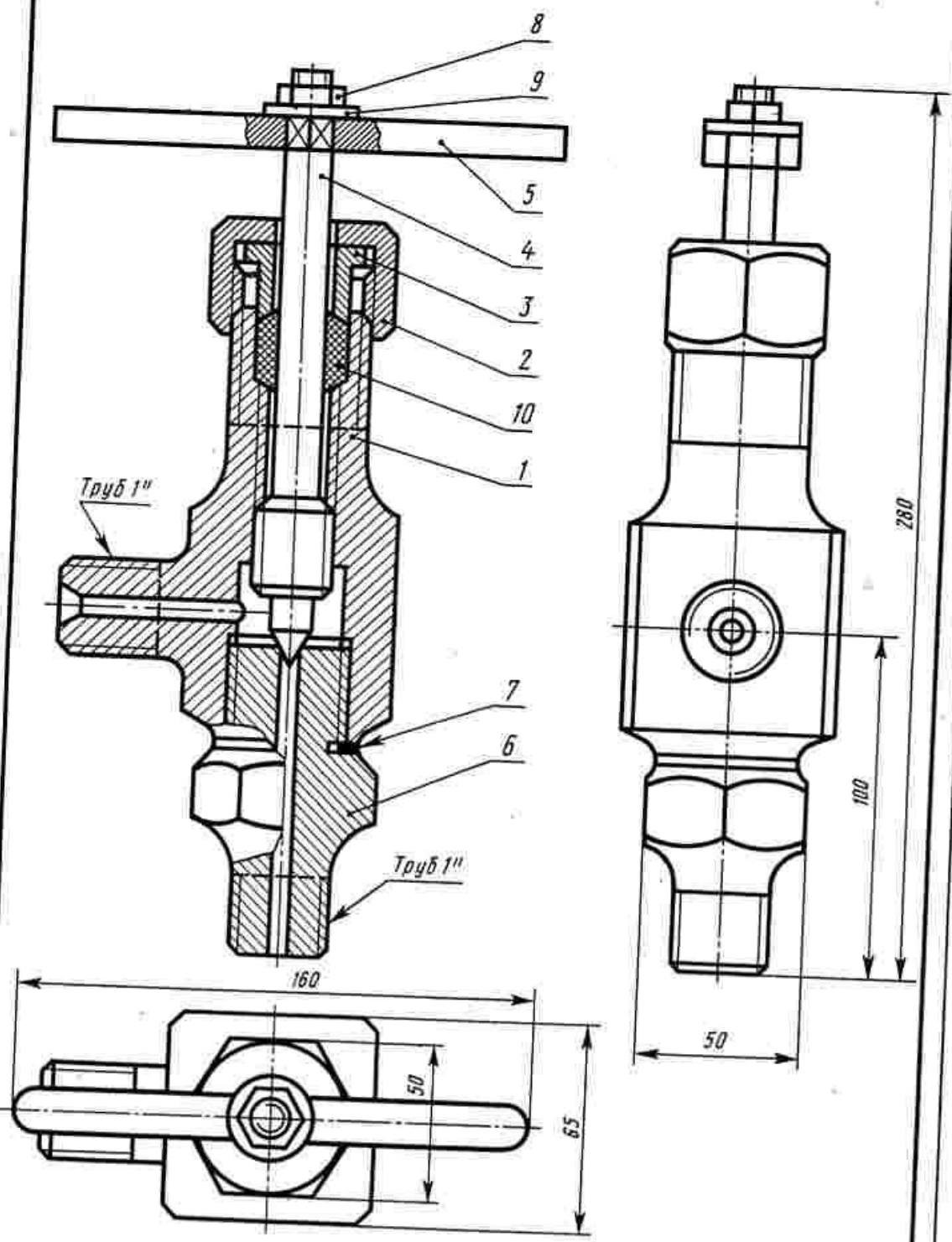
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой процесс называют детализованием?
2. На основе каких чертежей производят детализование?
3. В чем заключается процесс детализования?
4. Перечислите этапы детализования.
5. Можно ли, составляя рабочие чертежи деталей, во всех случаях копировать с чертежа общего вида (или со сборочного чертежа) все их изображения, положение для главного изображения и пр.?
6. Что значит согласовать размеры?

УПРАЖНЕНИЕ 94. Прочитайте сборочные чертежи и выполните рабочие чертежи следующих деталей:

рис. 290, дет. 2, 3, 5, 6, 8; рис. 301, дет. 1, 2, 3, 4, 5; рис. 321, дет. 1, 2, 3, 4, 5.

321. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ И СПЕЦИФИКАЦИЯ К НЕМУ



Все размеры справочные

					МЗЧИ.000000.000СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вентиль угловой	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								
Пров.								
Т. контр.								
И. контр.						Лист	Листов 1	
Утв.								

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
12			МЗЧМ.000000.000СБ	Сборочный чертеж	1	
				<u>Детали</u>		
11		1	МЗЧМ.000000.001	Корпус	1	
11		2	МЗЧМ.000000.002	Гайка накидная	1	
11		3	МЗЧМ.000000.003	Втулка нажимная	1	
11		4	МЗЧМ.000000.004	Шпиндель	1	
11		5	МЗЧМ.000000.005	Рукоятка	1	
11		6	МЗЧМ.000000.006	Штуцер	1	
11		7	МЗЧМ.000000.007	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		8		Гайка М10.5 ГОСТ5915-70	1	
		9		Шайба 10 ГОСТ11371-74	1	
				<u>Материалы</u>		
		10		Пенька	0,001	кг

					МЗЧМ.000000.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.					Лит.	Лист	Листов
Проб.							
И. контр.					Вентиль угловой		
Утв.							

СХЕМЫ

Когда на чертежах не требуется показывать конструкцию изделия и отдельных деталей, а достаточно показать лишь принцип работы изделия, передачу движения (кинематику машины или механизма), пользуются схемами.

Схемой называют конструкторский документ, на котором составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними показаны в виде условных обозначений.

Схема, как и чертеж, — графическое изображение. Разница заключается в том, что на схемах детали изображаются с помощью условных графических обозначений. Эти обозначения представляют собой значительно упрощенные изображения, напоминающие детали лишь в общих чертах. Кроме того, на схемах изображаются не все детали, из которых состоит изделие. Показывают лишь те элементы, которые участвуют в передаче движения жидкости, газа и т. п.

§ 79. Кинематические схемы

Условные обозначения для кинематических схем установлены ГОСТ 2.770—68, наиболее часто встречающиеся из них приведены в табл. 7.

Как видно из таблицы, вал, ось, стержень, шатун обозначаются сплошной утолщенной прямой линией (п. 1). Винт, передающий движение, обозначается волнистой линией (п. 12). Зубчатые колеса обозначают окружностью, проведенной штрихпунктирной линией на одной проекции, и в виде прямоугольника, обведенного сплошной линией, на другой (п. 9). При этом, как и в некоторых других случаях (передача цепью, передачи ременные, муфты фрикционные и др.), применяются общие обозначения (без уточнения типа) и частные обозначения (с указанием типа). На общем обозначении, например, тип зубьев зубчатых колес не показывают вовсе (п. 9, а), а на частных обозначениях показывают тонкими линиями (п. 9, б, в). Пружины сжатия и растяжения обозначаются зигзагообразной линией (п. 15).

Для изображения соединения детали с валом также имеются условные обозначения.

Свободное для вращения соединение показано в п. 3, а, подвижное без вращения — в п. 3, б, глухое (крестиком) — в п. 3, в; 7; 8 и др.

Условные знаки, применяемые в схемах, вычерчивают, не придерживаясь масштаба изображения. Однако соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов должно примерно соответствовать действительному соотношению их размеров.

При повторении одних и тех же знаков нужно выполнять их одинакового размера.

При изображении валов, осей, стержней, шатунов и других деталей применяют сплошные линии толщиной s . Подшипники, зубчатые колеса, шкивы, муфты, двигатели обводят линиями примерно в два раза тоньше. Тонкой линией вычерчивают оси, окружности зубчатых колес, шпонки, цепи.

При выполнении кинематических схем делают надписи. Для зубчатых колес указывают модуль и число зубьев. Для шкивов записывают их диаметры и ширину. Мощность электродвигателя и его частоту вращения также указывают надписью типа $N = 3,7$ кВт, $n = 1440$ об/мин.

Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, присваивают порядковый номер, начиная от двигателя. Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы — арабскими.

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

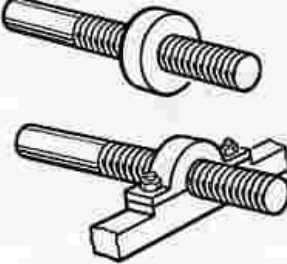
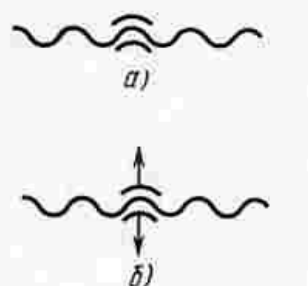
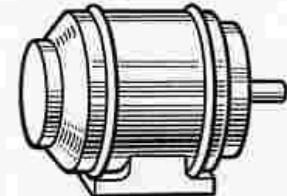

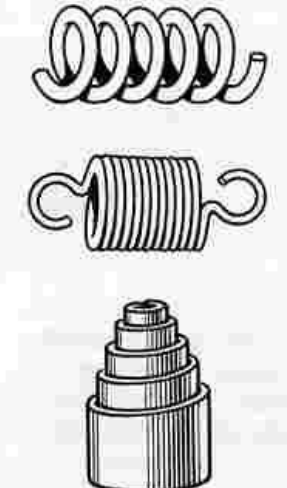
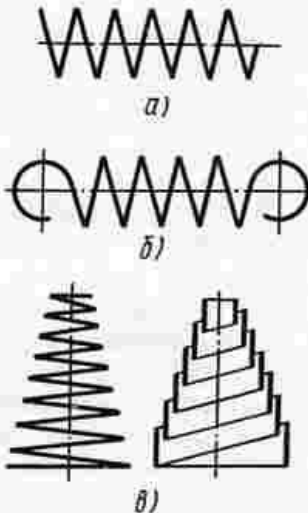
Если схема сложная, то для зубчатых колес указывают номер позиции, а к схеме прикладывают спецификацию колес.

При чтении и составлении схем изделий с зубчатыми передачами следует учитывать особенности изображения таких передач. Все зубчатые колеса, когда их изображают в виде окружностей, условно считают как бы прозрачными, предполагая, что они не закрывают находящиеся за ними предметы. Пример подобного изображения приведен на рис. 322, где на главном виде окружностями изображено зацепление из двух пар

Условные графические обозначения для кинематических схем

№ п/п	Наименование	Наглядное изображение	Условное обозначение
1	Вал, ось, валик, стержень, шатун и пр.		
2	Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): <i>a</i> – радиальный <i>b</i> – упорный односторонний		
3	Соединение детали с валом: <i>a</i> – свободное при вращении <i>b</i> – подвижное без вращения <i>в</i> – глухое		
4	Соединение валов: <i>a</i> – глухое <i>b</i> – шарнирное		
5	Муфты сцепления: <i>a</i> – кулачковая односторонняя <i>b</i> – кулачковая двусторонняя <i>в</i> – фрикционная двусторонняя (без уточнения типа)		
6	Шкив ступенчатый, закрепленный на валу		

№ п/п	Наименование	Наглядное изображение	Условное обозначение
7	Передача плоским ремнем открытая		
8	Передача цепью (без уточнения типа цепи)		
9	Передачи зубчатые (цилиндрические): а — общее обозначение (без уточнения типа зубьев) б — с прямыми в — с косыми зубьями		
10	Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические): а — общее обозначение (без уточнения типа зубьев) б — с прямыми в — со спиральными г — с круговыми зубьями		
11	Передача зубчатая реечная (без уточнения типа зубьев)		
12	Винт, передающий движение		

№ п.п	Наименование	Наглядное изображение	Условное обозначение
13	Гайка на винте, передающем движение: <i>а</i> — неразъемная <i>б</i> — разъемная		
14	Электродвигатель		
15	Пружины: <i>а</i> — сжатия <i>б</i> — растяжения <i>в</i> — конические		

зубчатых колес. По этому виду нельзя определить, какие из зубчатых колес находятся впереди и какие сзади. Определить это можно с помощью вида слева, на котором видно, что пара колес 1—2 находится спереди, а пара 3—4 расположена за ней.

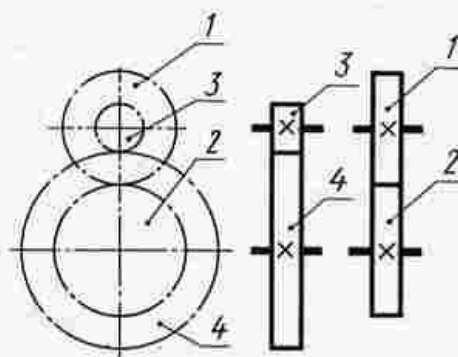
Другой особенностью изображения зубчатых колес является применение так называемых развернутых изображений. На рис. 323 выполнены два вида схемы зубчатого зацепления.

Расположение колес таково, что на виде слева колесо 2 перекрывает часть колеса 1, в результате чего может возникнуть неясность при чтении схемы. Чтобы не возникло ошибок, допускается поступать так, как на рис. 323, б, где главный вид сохранен, как и на рис. 323, а, а вид слева показан в развернутом положении. При этом валы, на которых расположены зубчатые колеса, располагают друг от друга на расстоянии суммы радиусов колес.

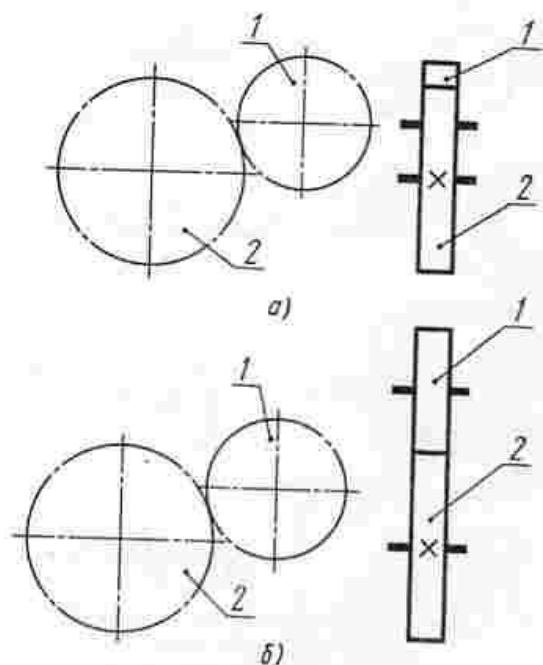
На рис. 324, б приведен пример схемы коробки скоростей токарного станка, а на рис. 324, а дано ее аксонометрическое изображение.

Чтение кинематических схем рекомендуется начинать с изучения технического паспорта, по которому знакомятся с устройством механизма. Затем переходят к чтению схемы, отыскивая основные детали, пользуясь при этом их условными обозначениями, часть из которых приведена в табл. 7. Чтение кинематической схемы следует начинать от двигателя, дающего движение всем основным деталям механизма, и идти последовательно по ходу передачи движения.

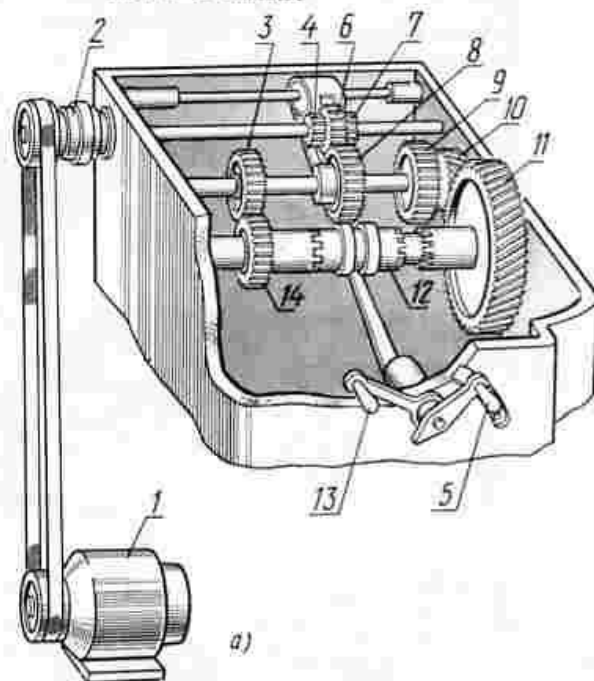
322. СХЕМА ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ



323. РАЗВЕРНУТОЕ И НЕРАЗВЕРНУТОЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ В СХЕМЕ



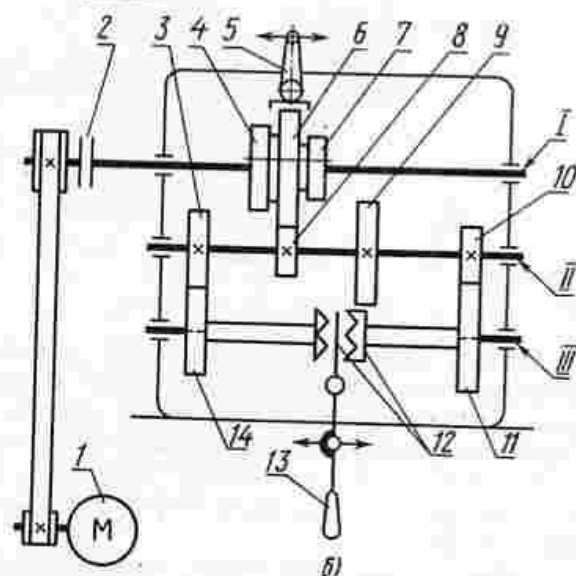
324. АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ И КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ ТОКАРНОГО СТАНКА



§ 80. Чтение кинематических схем

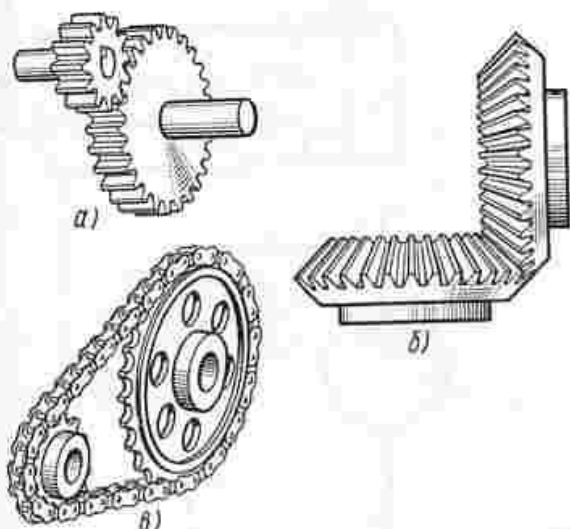
Разберем кинематическую схему механизма коробки скоростей токарного станка (см. рис. 324, б). Известно, что коробка скоростей предназначена для передачи шпинделю станка нескольких различных скоростей вращения. Рассматривая схему и сопоставляя ее при необходимости с аксонометрическим изображением (рис. 324, а), можно видеть, что механизм коробки скоростей состоит из трех валов, пронумерованных римскими цифрами I, II и III; блока зубчатых колес 4, 6 и 7, который может перемещаться вдоль вала I по направляющей шпонке, зубчатых колес 3, 8, 9, 10, глухо насаженных на вал II, зубчатых колес 11, 14, свободно вращающихся на валу III, являющемся шпинделем станка, двусторонней кулачковой муфты 12, расположенной между зубчатыми колесами 11 и 14, рукоятки 5 и рычага 13.

Определим, как передается движение и сколько различных скоростей можно сообщить шпинделю. Движение в коробке скоростей сообщает электродвигатель 1 через ременную передачу и фрикционную муфту включения 2. Следовательно, вал I получает одну скорость вращения, так как шкив не ступенчатый. Вместе с валом I вращается блок зубчатых колес 4, 6 и 7, который, передвигаясь при помощи рукоятки 5 по направляющей шпонке, может вводить в зацепление три разные пары зубчатых колес: 3—4, 6—8, 7—9. Таким образом, промежуточному валу II можно сообщить

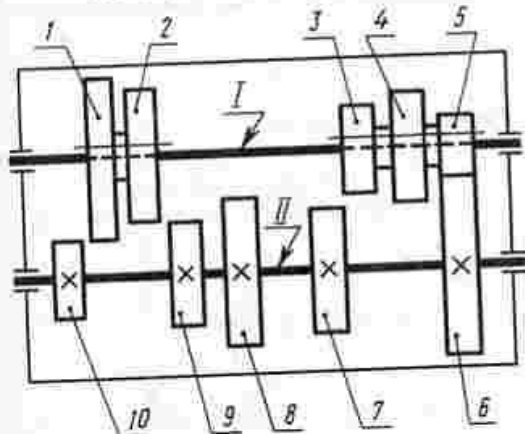


три разные скорости вращения. При этом наибольшая частота вращения получается при зацеплении колес 6 и 8, а наименьшая — при зацеплении колес 7 и 9. Зубчатые колеса 3 и 10 находятся в постоянном зацеплении с колесами 14 и 11, свободно насаженными на вал III. Если кулачковая муфта 12 находится в нейтральном положении, шпиндель станка не вращается. Если же передвижением налево или направо вдоль направляющей шпонки включить муфту, шпиндель станка получит вращение, равное скорости вращения зубчатого колеса 14 или зубчатого колеса 11. Следовательно, при неизменной скорости вращения вала II шпинделю могут быть сообщены две скорости вращения, а так как вал II имеет три разные скорости, то шпиндель может вращаться с шестью различными частотами вращений.

325. ЗАДАНИЕ НА СОСТАВЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ



326. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА КОРОБКИ ПОДАЧ



УПРАЖНЕНИЕ 94, а. Вычертите условные обозначения зубчатых зацеплений, изображенных на рис. 325, а, б.

УПРАЖНЕНИЕ 95. Вычертите условные обозначения цепной передачи, изображенной на рис. 325, в.

УПРАЖНЕНИЕ 96. Вычертите условное обозначение трехступенчатого шкива, глухо посаженного на вал.

УПРАЖНЕНИЕ 97. Составьте спецификацию деталей коробки передач (рис. 326). В спецификации против номера детали напишите ее название. Укажите характер соединения с валом зубчатых колес. Определите, сколько различных передач дает механизм.

§ 81. Гидравлические и пневматические схемы

В современной промышленности и технической литературе широко используются гидравлические и пневматические схемы. Поэтому нужно ознакомиться с правилами их составления и чтения.

Наиболее часто встречаются принци-

пиальные (полные) схемы и схемы соединений (монтажные).

Принципиальная (полная) схема — это схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними. Она дает полное представление о принципах работы изделия (установки). Принципиальными схемами пользуются для изучения принципа работы изделия, а также при наладке, регулировке, контроле и ремонте.

Схема соединения (монтажная) — это схема, показывающая соединение частей изделия (установки) и определяющая трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединения и ввода.

Схемы соединений разрабатываются на основе принципиальных схем.

Принципиальные схемы. Элементы и устройства на этих схемах изображают в виде условных графических обозначений.

Условные графические обозначения на принципиальных схемах выполняют в соответствии со следующими стандартами: направление потока рабочей среды и знаки регулирования — по ГОСТ 2.721—74, баки, аккумуляторы и другие элементы сетей — по ГОСТ 2.780—68, аппаратура управления — по ГОСТ 2.781—68; насосы и двигатели — по ГОСТ 2.782—68.

В табл. 8 даны краткие выписки из части этих стандартов.

Элементы в схеме нумеруют. Номера располагают по порядку, начиная с единицы, по направлению потока жидкости или воздуха. Пример нумерации показан на рис. 327, а.

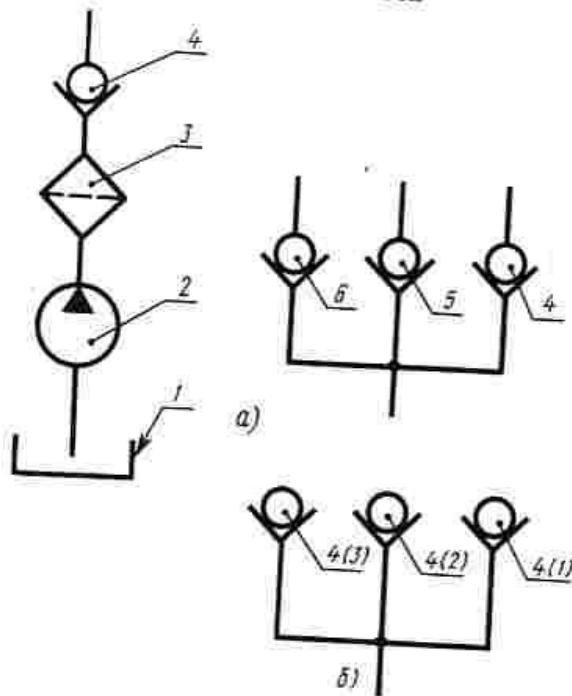
Одинаковым элементам присваивают общий порядковый номер, после которого в скобках ставят порядковый номер данного элемента (рис. 327, б). Номера проставляют на полках линий-выносок.

Линии связи (трубопроводы) также нумеруют. Порядковые номера трубопроводам присваивают после того, как даны номера всем элементам в схеме. Трубопроводы нумеруют также по направлению потока жидкости или воздуха (рис. 328). Если трубопровод выполнен в виде сверления или канала внутри устройства, то перед номером такой линии связи через точку ставят номер данного устройства (например, номер 4.10 на рис. 328). Номер трубопровода проставляют около линий-выносок, но в отличие от номера элемента — без полок (см. рис. 328).

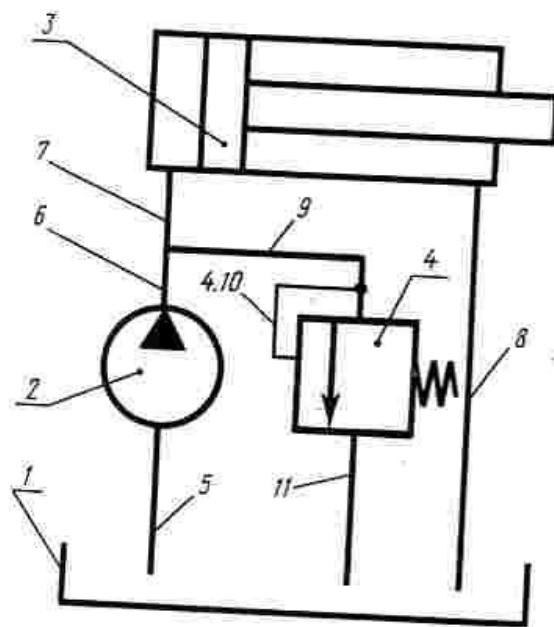
На рис. 329 в качестве примера дана принципиальная гидравлическая схема, составленная в соответствии с изложенными правилами.

Надо заметить, что на принципиальных схемах наряду с условными гра-

327. НУМЕРАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ

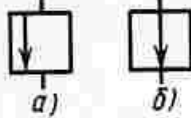
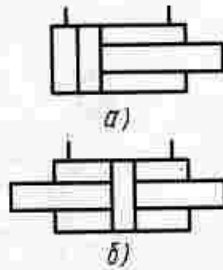
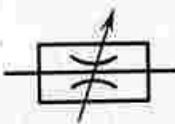


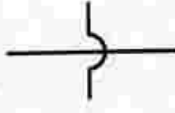



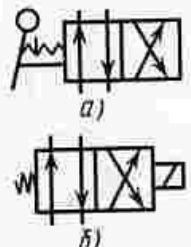
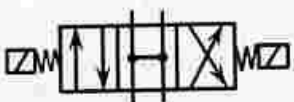


328. НУМЕРАЦИЯ ЛИНИЙ СВЯЗИ



8. Условные графические обозначения для гидравлических и пневматических схем

№ п/п	Наименование	Условные обозначения
1	Трубопровод: а — всасывания, напора, слива б — управления	
2	Бак (резервуар)	
3	Насос с постоянным направлением потока	
4	Насос шестеренчатый	
5	Насос винтовой	
6	Насос ротационный лопастной	
7	Фильтр для жидкости или воздуха	
8	Гидромотор, общее обозначение	

№ п/п	Наименование	Условные обозначения
9	Регулирующий орган: а — нормально открытый б — нормально закрытый	
10	Цилиндр двустороннего действия: а — с односторонним штоком б — с двусторонним штоком	
11	Дроссель	
12	Клапан обратный	
13	Соединение линий связи	
14	Перекрещивание линий связи	
15	Подвод жидкости под давлением	
16	Слив жидкости из системы	
17	Подвод воздуха (газа) под давлением	
18	Распределитель 4/2 с управлением: а — от рукоятки с фиксатором б — от электромагнита с пружинным возвратом	
19	Распределитель 4/3 с управлением от двух электромагнитов	

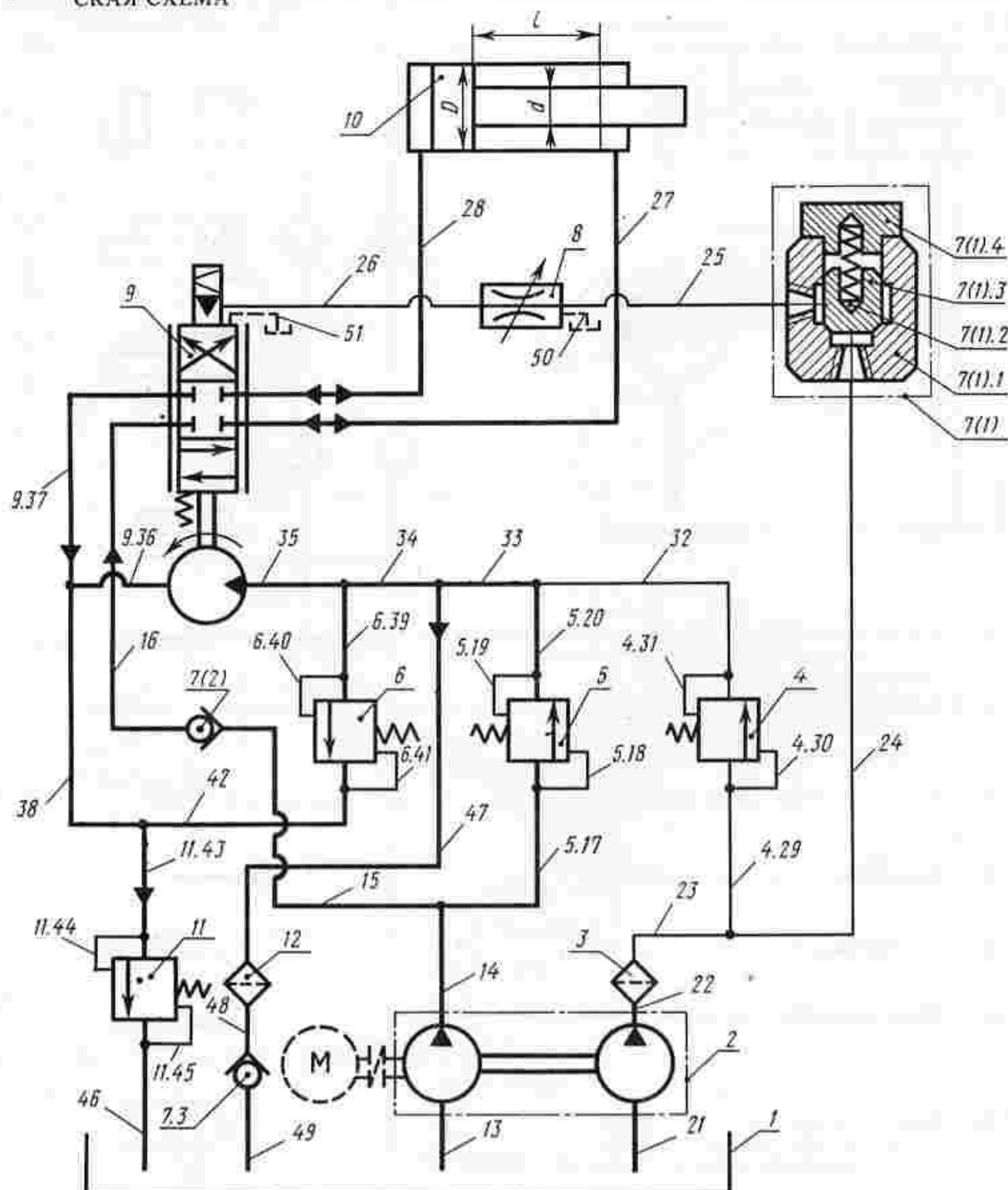
фическими обозначениями элементы и устройства допускается изображать в виде схематических разрезов. Такой разрез содержится на схеме, приведенной на рис. 329.

Элементы схемы и трубопроводы, которым присвоены номера, записывают в перечень элементов.

Перечень элементов — это

таблица, заполняемая сверху вниз. Она содержит следующие графы: позиционное обозначение, обозначение, наименование, количество, примечание.

Одинаковые элементы с общим номером записывают в одну строку. В этой строке указывают номер начального и конечного элементов. Например, три одинаковых элемента с общим номером 7



записывают так: 7(1)—7(3). Такую запись можно видеть в табл. 9, которая содержит перечень элементов принципиальной схемы, приведенной на рис. 329.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде последующих листов. На схемах, где количество элементов небольшое, наименования, обозначения и технические данные указывают на полках линий-выносок.

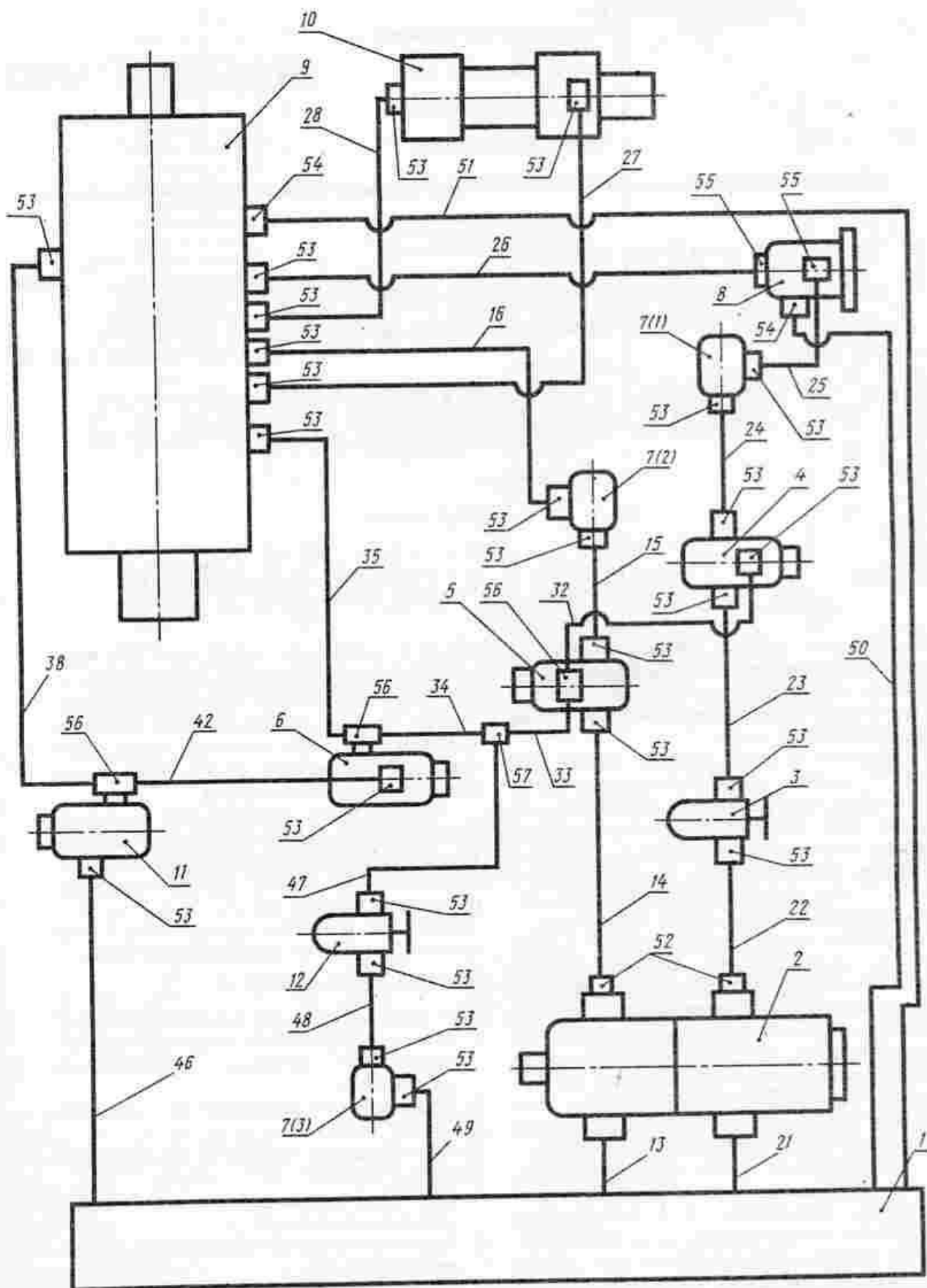
Схемы соединений (монтажные). В отличие от принципиальных схем элементы, устройства и соединения изображают на монтажных схемах не в виде условных графических обозначений. На монтажных схемах элементы, устройства и соединения изображают внешними очертаниями, зна-

чительно упрощенными. Трубопроводы изображают сплошными основными линиями (рис. 329).

Номера элементов и устройств, а также линий связи на монтажной схеме должны соответствовать номерам, принятым на принципиальной схеме, на основании которой разработана данная монтажная схема.

Соединения трубопроводов на монтажной схеме присваивают номера после номеров трубопроводов. Перечень элементов к монтажной схеме составляют примерно так же, как и для принципиальной схемы. На рис. 330 дана монтажная схема изделия, принципиальная схема которого приведена на рис. 329.

330. МОНТАЖНАЯ СХЕМА ИЗДЕЛИЯ, ПРЕДСТАВЛЕННОГО НА РИС. 329



9. Перечень элементов (к рис. 329)

Позиционные обозначения	Обозначения	Наименование	Количество	Примечание	
1	АБВГ. ХХХХХХ. 003	Бак	1	$V = 85$ л	
2		Насос лопастной сдвоенный 5Г12-12А	1	$p = 63$ кгс/см ² $Q = 5/12$ л/мин	
3		Фильтр пластинчатый 0,2 Г41-12	1	$p = 63$ кгс/см ² $Q = 18$ л/мин	
4 . . . 6		Золотник напорный Г54-12	3	$p = 20$ кгс/см ² $Q = 18$ л/мин	
7(1) . . . 7(3)		Клапан обратный Г51-22	3	$p = 200$ кгс/см ² $Q = 18$ л/мин	
8		Дроссель Г77-11	1	$p = 50$ кгс/см ² $Q = 8$ л/мин	
9		Золотник следящий с электроуправлением Г68-12	1	$p = 50$ кгс/см ² $Q = 18$ л/мин	
10		АБВГ. ХХХХХХ. 011	Гидроцилиндр	1	$D = 65$ мм, $d = 45$ мм Наибольший ход $L = 200$ мм
11			Золотник напорный Г54-12	1	$p = 20$ кгс/см ² $Q = 18$ л/мин
12			Фильтр приемный сетчатый С41-11	1	$Q = 18$ л/мин Степень фильтрации 0,65 мм
13 . . . 17 20; 27; 28 .			Линии связи: всасывания, напора, слива	21	
33 . . . 39 42; 43 46 . . . 49 18; 19 21 . . . 26 29 . . . 32 40; 41 44; 45 50; 51					
			управления	16	
			дренажа	2	

Порядок чтения гидравлических и пневматических схем. Последовательность чтения гидравлических и пневматических схем близка к последовательности чтения кинематических схем.

Вначале следует изучить технический паспорт рассматриваемого изделия. Затем выясняют, какие элементы изображены на схеме. При чтении принципиальных схем можно воспользоваться условными графическими обозначениями, приведенными в табл. 8 или в соответствующих стандартах, номера которых были даны выше.

Читать схему надо, начиная с элемента, обозначенного цифрой 1. На рис. 330 этой цифрой обозначен бак. Далее следуют по направлению потока рабочей среды. Это нетрудно сделать, если рассматривать элементы и устройства в последовательности присвоенных им номеров. При этом нельзя забывать, что номера трубопроводов присваиваются им после номеров элементов и устройств.

Рассматривая таким образом схему, целесообразно одновременно разбирать и перечень элементов. Это значительно облегчает чтение схемы. Так, например, читая схему, приведенную на рис. 330, и рассматривая перечень элементов, данный в табл. 9, мы видим, что поток рабочей среды (масла) идет от детали 1. По условному графическому обозначению и из

перечня элементов ясно, что это бак, объем его 150 л, обозначение — АБВГ.ХХХХХХ.003. Жидкость нагнетается сдвоенным лопастным насосом, которому на схеме присвоен порядковый номер 2. Из перечня обозначений видна производительность насоса.

Так же рассматривают все последующие элементы. При этом следует обратить внимание на то, что трасса масла 23, 24, 25, 26 показана линией, которая наполовину тоньше трассы 13, 14, 15 и т. д. Это значит, как это видно из п. 1 табл. 8, что трасса 23 является трассой управления.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких случаях пользуются схемами?
2. Нужно ли соблюдать масштаб при вычерчивании условных обозначений на схемах?
3. Какие надписи наносятся на кинематических схемах?
4. Какие надписи наносятся на гидравлических схемах?
5. Для какой цели предназначаются принципиальные схемы?
6. Чем отличаются принципиальные схемы от монтажных?
7. Как нумеруются элементы и линии связи на принципиальных схемах?
8. В какой последовательности читают схемы?

ПРИЛОЖЕНИЕ

Шрифты чертежные
Прописные буквы

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

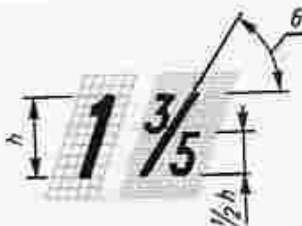
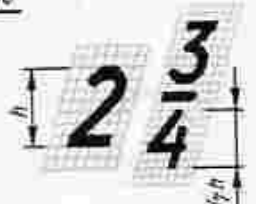

Строчные буквы

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


Цифры

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Цифры и знаки

 **1**  **2**  **3** **φ 17^{+0,3}_{-0,5}** **□ 16**

∠ 12% **∠ 1:5** **∠ 5° 20' 47"**

76  **Пр 23** **t_{n2}** **x⁴** **d₁**

Боголюбов С. К., Воинов А. В. Машиностроительное черчение.—М.: Высшая школа, 1974.

Вышнепольский И. С. Преподавание черчения в средних профессионально-технических училищах.—М.: Высшая школа, 1979.

Основы методики обучения черчению/Под ред. А. Д. Ботвинникова.—М.: Просвещение, 1966.

Сальников А. Н. «Конструктор» для моделирования при обучении чтению машиностроительных чертежей.—М.: «Высшая школа», 1978.

СПИСОК УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИЙ

Сальников А. Н. «Конструктор» для моделирования.—Всесоюзный трест учебно-наглядных пособий.

Вышнепольский И. С. Плакаты «Техническое черчение».—М.: Высшая школа, 1979.

Диафильмы:

Абугов Б. Г. «Чтение машиностроительных чертежей».

Вышнепольский И. С. «Выполнение чертежей в системе прямоугольных проекций»; «Сечения и разрезы»; «Чертежи для чтения»; «Построение наглядных изображений (аксонометрических проекций)»; «Нанесение размеров на чертежах»; «Выполнение эскизов деталей»; «Изображение зубчатых колес и зубчатых зацеплений»; Сборочные чертежи»; «Условные графические обозначения в схемах»—Ленинградская фабрика экранных пособий.

Кинофильмы:

Как читать рабочий чертеж детали?

Способы проецирования.
Прямоугольные проекции.

Сечения и разрезы.

Особые случаи разрезов и сложные разрезы.

Способы преобразования проекций. Дополнительные виды.

Изображение и обозначение резьбы на чертежах.

Резьбовые соединения и их изображения на чертежах.

Изображение зубчатых колес на чертежах.

Зубчатые передачи и их изображения на чертежах.

Сборочные чертежи (разд. I).

Кинофрагменты:

Шпоночные соединения и их изображения на чертежах.

Штифтовые соединения и их изображения на чертежах.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I	3	§ 32. Построение третьей проекции по двум данным	69
Введение в курс черчения	5	§ 33. Способы определения натуральной величины отрезка прямой линии и плоской фигуры	73
§ 1. Способы проецирования	7	§ 34. Построение разверток поверхностей тел	76
§ 2. Расположение видов на чертеже	8	§ 35. Взаимное пересечение поверхностей геометрических тел	77
§ 3. Линии	12	Глава V	
§ 4. Масштабы	12	Сечения и разрезы	83
§ 5. Форматы	13	§ 36. Сечения	83
§ 6. Основные надписи	13	§ 37. Построение разрезов	89
§ 7. Основные сведения о нанесении размеров	14	§ 38. Классификация разрезов	90
§ 8. Обозначение шероховатости поверхностей	18	§ 39. Расположение и обозначение разрезов	92
§ 9. Порядок чтения чертежа	23	§ 40. Графические обозначения материалов и правила их нанесения на чертежах	94
Глава II	26	§ 41. Местный разрез	94
Применение геометрических построений	26	§ 42. Соединение части вида и части разреза	96
§ 10. Как выполняют геометрические построения	26	§ 43. Особые случаи разрезов	97
§ 11. Деление и построение линий и углов	27	§ 44. Сложные разрезы	99
§ 12. Деление окружности на равные части	30	Глава VI	
§ 13. Сопряжения	35	Рабочие машиностроительные чертежи и эскизы деталей	104
§ 14. Лекальные кривые	39	§ 45. Виды изделий и конструкторских документов	104
§ 15. Практическое применение геометрических построений	40	§ 46. Расположение основных видов на чертеже	107
Глава III	42	§ 47. Дополнительные и местные виды	109
АксонOMETрические проекции	42	§ 48. Выносные элементы	110
§ 16. Общие сведения	42	§ 49. Компоновка изображений на поле чертежа	110
§ 17. Фронтальная диметрическая проекция	43	§ 50. Условности и упрощения на чертежах деталей	112
§ 18. Изображение окружностей во фронтальной диметрической проекции	46	§ 51. Нанесение и чтение размеров на чертежах деталей	115
§ 19. Прямоугольная изометрическая проекция	47	§ 52. Конусность и уклон	119
§ 20. Построение изометрической проекции окружностей	48	§ 53. Обозначения на чертежах допусков и посадок	121
§ 21. Построение изометрических проекций деталей	50	§ 54. Нанесение на чертежах обозначений покрытий термической и других видов обработки	122
§ 22. Понятие о диметрической прямоугольной проекции	50	§ 55. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей	124
§ 23. Техническое рисование	52	§ 56. Эскизы	125
Глава IV	55	Глава VII	
Прямоугольные проекции	55	Изображение и обозначение резьб и резьбовых соединений	133
§ 24. Прямоугольное проецирование	55	§ 57. Классификация резьб	133
§ 25. Плоскости проекций	56	§ 58. Изображение резьб	134
§ 26. Комплексный чертеж предмета	57	§ 59. Обозначение резьб	138
§ 27. Проекция геометрических тел	60		
§ 28. Вспомогательная прямая комплексного чертежа	62		
§ 29. Проекция точки, лежащей на поверхности предмета	64		
§ 30. Построение проекций вырезов на геометрических телах	67		
§ 31. Последовательность построения прямоугольных проекций деталей	68		

Глава VIII	
Чертежи стандартных деталей, зубчатых колес, зубчатых передач и пружин	
§ 60. Групповые и базовые конструкторские документы	142
§ 61. Общие сведения о передачах	142
§ 62. Чертежи цилиндрических зубчатых колес	145
§ 63. Чертежи конических зубчатых колес	146
§ 64. Чертежи червячных колес и червячных винтов	152
§ 65. Чертежи зубчатых реек	155
§ 66. Зубчатые передачи	159
§ 67. Чертежи пружин	161
Глава IX	
Сборочные чертежи	
§ 68. Содержание сборочного чертежа	161
§ 69. Спецификация	171
§ 70. Разрезы на сборочных чертежах	171
§ 71. Размеры на сборочных чертежах	174
§ 72. Порядок чтения сборочного чертежа	178
§ 73. Условности и упрощения на сборочных чертежах	180
§ 74. Изображение резьбовых соединений	
§ 75. Изображение шпоночных и зубчатых (шлицевых) соединений	
§ 76. Соединение деталей заклепками	
§ 77. Изображение пружин на сборочных чертежах	
§ 78. Деталирование	
Глава X	
Схемы	
§ 79. Кинематические схемы	
§ 80. Чтение кинематических схем	
§ 81. Гидравлические и пневматические схемы	
Приложения	
Литература	
Список учебно-наглядных пособий	

Игорь Самуилович Вышнепольский

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Редактор *Коноплева Е. Б.*
 Художественный редактор *Спирова В. П.*
 Художник *Веселов-Новицкий И. Н.*
 Технический редактор *Гарина Т. Д.*
 Корректор *Кожуткина В. В.*

ИБ № 2344

Изд. № М — 118 Сдано в набор 23.06.80.
 Подп. в печать 17.12.80. Формат
 70 × 108¹/₁₆.
 Бум. офсетная № 1. Гарнитура Таймс.
 Печать офсетная. Объем 18,9 усл. печ.
 л. 38, 15 усл. кр.-отт. 19,4 уч.-изд. л. Тираж
 300 000 экз. Зак. № 580. Цена 55 коп.

Издательство «Высшая школа». 101430,
 Москва, Неглиная ул., д. 29/14.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014. Ярославль, ул. Свободы, 97.