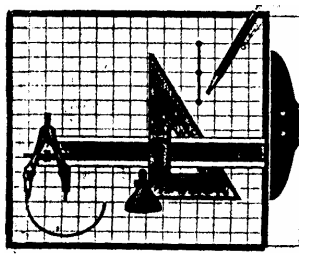


Ю.А. Тепляков  
И.А. Зауголков  
В.Н. Шамкин  
Г.М. Михайлов

# ПРАКТИКУМ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ



◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ю.А. Тепляков, И.А. Зауголков, В.Н. Шамкин, Г.М. Михайлов

**ПРАКТИКУМ  
ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ,  
ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ  
ГРАФИКЕ**

Учебное пособие  
для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки  
дипломированных специалистов в области техники и технологии

---

ТАМБОВ  
◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆  
2005

УДК 681.327.1  
ББК ←2.973.26-018.2 я 73  
П69

Рецензент  
Заслуженный деятель науки и техники РФ,  
доктор технических наук, профессор  
*В.И. Якунин*

**Ю.А. Тепляков, И.А. Зауголков, В.Н. Шамкин, Г.М. Михайлов**

П69 Практикум по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 104 с.

Даны задания для индивидуальных графических и лабораторных работ по дисциплинам «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика», методические указания по их выполнению и контрольные вопросы, приведены примеры выполнения заданий с использованием чертежного инструмента и персонального компьютера в среде AutoCAD.

Практикум предназначен для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии.

УДК 681.327.1

ББК ←2.973.26-018.2 я 73

**ISBN 5-94275-114-5**

© Тепляков Ю.А., Зауголков И.А., Шамкин В.Н., Михайлов Г.М., 2005

© Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2005

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

ТЕПЛЯКОВ Юрий Александрович,  
ЗАУГОЛКОВ Игорь Алексеевич,  
ШАМКИН Валерий Николаевич,  
МИХАЙЛОВ Георгий Михайлович

ПРАКТИКУМ  
ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ,  
ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ  
ГРАФИКЕ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Редактор М.А. Евсейчева  
Инженер по компьютерному макетированию Т.А. Сынова

Подписано к печати ..2005

Формат 60 × 84/8. Гарнитура Times. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Объем: 12,09 усл. печ. л.; 12,5 уч.-изд. л.

Тираж 400 экз. С.

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета  
392000, Тамбов, ул. Советская, 106, к. 14

## ВВЕДЕНИЕ

Проектирование, изготовление и эксплуатация машин, механизмов, приборов связаны с изображением изделия на эскизах, технических рисунках, чертежах, схемах. Дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика» или «Инженерная и компьютерная графика» готовят студентов к выполнению и чтению чертежей так же, как знание азбуки и грамматики позволяет человеку читать и писать.

Дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика» или «Инженерная и компьютерная графика» состоят из трех структурно и методически согласованных разделов: «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика».

**Начертательная геометрия** является теоретической основой построения технических чертежей. Задача изучения данного раздела сводится к развитию пространственного представления и воображения, изучению способов конструирования различных пространственных объектов (в основном поверхностей), способов получения их чертежей.

**Инженерная графика** дает студенту умение и необходимые навыки выполнять и читать технические чертежи, чтобы понять, как конструкцию, так и способ применения изображаемого изделия, а также выполнять эскизы деталей и конструкторскую документацию.

**Компьютерная графика** позволяет освободить студента от трудоемких, однотипных чертежных работ, которые на ПЭВМ выполняются качественнее, точнее и быстрее. Автоматизация инженерно-графических работ не только ускоряет процесс проектирования и разработки конструкторской документации, но и ставит его на более высокий профессиональный уровень. Целью раздела является освоение методов и средств компьютерной графики; приобретение знаний и умений по работе с пакетами прикладных программ; автоматизации процесса выполнения рабочих чертежей деталей, сборочного чертежа, оформления конструкторской документации.

Данное издание предназначено для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим специальностям.

Настоящее издание содержит задания для графических и лабораторных работ по всем темам рабочих учебных программ соответствующих специальностей. Задания к графическим работам содержат по 30 вариантов, а к лабораторным работам – по 16 вариантов, что позволяет обеспечить индивидуальными заданиями каждого студента учебной группы (подгруппы).

В издании приведены примеры выполнения графических и лабораторных работ, что значительно облегчает работу, так как студент наглядно видит, что и как нужно начертить. Расширенные методические указания по порядку оформления и выполнения графических и лабораторных работ помогут студентам самостоятельно усвоить теоретический материал и выполнить задание. Основную работу по выполнению заданий студент начинает в аудитории под руководством и контролем преподавателя и самостоятельно заканчивает его в неучебное время. Выполнение индивидуальных заданий способствует развитию навыков самостоятельной работы студентов и повышает четкость и аккуратность изготовления чертежей.

Для выполнения лабораторных работ студент должен внимательно изучить правила оформления чертежно-графической документации (ГОСТы ЕСКД), приемы выполнения и редактирования чертежей; нанесения размеров, условных обозначений и текста в системе автоматизации выполнения графических работ AutoCAD.

В связи с ограниченным объемом учебного времени (по разделам, особенно по разделу «Инженер-

ная графика» – 17 учебных часов аудиторных занятий) некоторые задания по темам упрощены, однако принятая структура практикума позволяет логично связать обширный материал всех трех разделов, изучить их, приобрести необходимые знания.

Выполнение графических и лабораторных работ обеспечивает будущим бакалаврам и инженерам знания общих методов построения и чтения чертежей, выполнения чертежей на ПЭВМ, решения разнообразных инженерно-геометрических задач, возникающих при проектировании, конструировании и изготовлении изделий.

Полное владение чертежом и производственными документами, а также устойчивость навыков в выполнении чертежей достигается в результате усвоения комплекса технических дисциплин соответствующего профиля, подкрепленного практикой курсового и дипломного проектирования.

## **1. ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ (ГР) И ЛАБОРАТОРНЫХ (ЛР) РАБОТ**

### **Порядок оформления ГР по начертательной геометрии**

Порядок оформления чертежей должен соответствовать правилам ЕСКД, которые изложены в учебниках и справочниках по машиностроительному черчению.

При традиционной ручной графике выполнение заданий с помощью чертежного инструмента чертежи графических работ (ГР) по начертательной геометрии выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297 × 420 мм), за исключением листа 1, который выполняется на формате А4 (210 × 297 мм). На расстоянии 5 мм от линии обреза листа проводится рамка поля чертежа. С левой стороны линия рамки проводится от линии обреза листа на расстоянии 20 мм.

Задания к чертежам берутся в соответствии с вариантами из табл. 2.1 – 2.5. Чертежи заданий вычерчиваются в масштабе 1 : 1 и располагаются на листе с учетом наиболее равномерного размещения всех задач в пределах формата листа.

Все надписи, как и отдельные обозначения в виде букв и цифр на чертежах, должны быть выполнены стандартным шрифтом размером 3,5 и 5 в соответствии с ГОСТ 2.304–81. Чертежи выполняются с помощью чертежных инструментов: вначале карандашом с последующей обводкой всех построений пастой, гелиевыми или капиллярными ручками. На тщательность построений должно быть обращено серьезное внимание. Небрежно выполненные построения не только снижают качество чертежа, но и приводят к неправильным результатам.

Толщину и тип линий принимают в соответствии с ГОСТ 2.303–68. Все видимые основные линии – сплошные толщиной  $S = 0,8 - 1,0$  мм. Линии центров и осевые – штрихпунктирной линией толщиной от  $S/2$  до  $S/3$  мм. Линии построений и линии связи должны быть сплошными и наиболее тонкими. Линии невидимых контуров показывают штриховыми линиями. Желательно при обводке пользоваться цветной пастой. При этом все линии исходных данных обводятся черной пастой, искомые линии красной пастой, линии построения – синей или зеленой пастой. Все основные вспомогательные построения должны быть сохранены. Номера задач на листах выполняют шрифтом высотой 5 или 7 мм. Точки на чертеже желательно вычерчивать в виде окружности диаметром 1,5 – 2 мм с помощью циркуля – «балеринки». Рекомендуется отдельные видимые элементы геометрических тел и поверхностей покрывать бледными тонами красок, используя акварель, разведенную в воде, тушь, чай или цветные карандаши.

### **Порядок оформления ГР по инженерной графике**

Оформление чертежей ГР по инженерной графике определены ГОСТ 2.301–68 ... ГОСТ 2.317–69; ГОСТ 2.101–68 ... ГОСТ 2.109–73 и др.

При выполнении чертежей следует широко использовать приспособления и устройства для механизации труда: чертежные приборы, трафареты, штампы (например, для выполнения основной надписи) и т.д. Применение приспособлений и устройств повышает производительность труда, улучшает качество чертежей и облегчает их выполнение.

До выполнения чертежа изделия необходимо провести подготовительную работу, которая позволит аккуратнее и быстрее его выполнить. Подготовительная работа включает:

- подготовку рабочего места, чертежных инструментов и принадлежностей;
- определение наименования, назначения и принципа работы изделия;
- определение материала, из которого изготовлены детали изделия, способа их изготовления и соединения в изделии (сварка, пайка, резьба и т.п.);
- выбор расположения изделия относительно фронтальной плоскости проекций, т.е. главного изображения;
- определение числа и содержания изображений чертежа (видов, разрезов, сечений), необходимых для выявления конструкции изделия. При этом вначале определяется содержание и число основных изображений, а затем дополнительных, необходимых для выявления отдельных особенностей конструкции изделия;
- определение основных и вспомогательных поверхностей;
- определение линий чертежа, которые целесообразно принять за базовые для отсчета размеров изображений чертежа;
- выполнение необходимых расчетных операций, например, определение габаритов изображений, а также размещение изображений на поле формата чертежа;
- определение масштаба чертежа и его отдельных изображений с учетом того, что для выявления мелких элементов изделия можно применять выносные элементы с увеличением масштаба их изображения;
- определение поля чертежа, которое будет занято изображениями, с учетом мест для простановки размеров, а также для выполнения надписей и таблиц;
- определение формата листа чертежа;
- выполнение задания на черновике (обычно на бумаге в клетку).

После окончания подготовительной работы рекомендуется выполнять чертеж в следующей последовательности:

- нанести на поле листа рамку, контур основной надписи;
- наметить на поле листа (в виде габаритных прямоугольников) места расположения изображений чертежа, учитывая проекционные связи, места для нанесения размеров и надписей, а также равномерное заполнение поля чертежа;
- провести базовые и осевые линии изображений, начиная с главного;
- приступить к последовательному вычерчиванию в тонких линиях требуемых изображений, начиная с главного и выполняя вначале изображение основных, частей изделия, а затем вспомогательных частей и отдельных элементов (фасок, проточек и т.п.). В местах, где будут размещены разрезы, линии видимого контура (перед секущей плоскостью) не проводят;
- выполнить необходимые разрезы и сечения;
- нанести выносные и размерные линии, затем условные знаки диаметра, радиуса, уклона и т.п.;
- определить отмеченные размеры и проставить на чертеже размерные числа;
- выполнить требуемые надписи, таблицы и т.п.;
- выполнить штриховку на разрезах и сечениях;
- удалить вспомогательные линии;
- нанести номера позиций составных частей на сборочном чертеже изделия в соответствии со спецификацией и после ее заполнения;
- проверить правильность выполненного чертежа;
- обвести чертеж линиями требуемой толщины и начертания;

- заполнить основную надпись;
- вторично проверить выполненный чертеж;
- обрезать лист, отступив от границ формата на 1 – 2 мм.

Обвести чертеж в следующей последовательности: осевые и центровые линии; выносные и размерные линии; нанести стрелки, ограничивающие размерные линии; тонкие линии вспомогательных построений (уклона, конусности, линии пересечения и т.п.); кривые линии невидимого контура и видимого контура; горизонтальные, затем вертикальные и наклонные линии невидимого контура; то же самое для линий видимого контура; цифры и другие надписи.

Линии штриховки проводят сразу требуемой толщины и четкости. При указанной последовательности обводки уменьшается загрязнение чертежа. Кроме того, при обводке сначала кривых, а затем остальных линий легче исправить ошибку (смещение линии).

При обводке чертежа необходимо выбрать толщину линий каждого типа. На отдельном листе бумаги надо провести образцы этих линий и выдерживать их на всем чертеже. Четкость и рельефность чертежа значительно зависят от толщины линий (на учебных чертежах сплошные основные линии рекомендуется проводить толщиной 0,8 ... 1,0 мм).

Для обводки рекомендуется использовать карандаши: сплошные основные линии и штриховые линии – марки Т-ТМ; тонкие линии – марки 2Т-Т; надписи – марки М.

Следует учитывать, что вид графически четкого чертежа также может быть испорчен неправильным выполнением и обводкой надписей.

Чтобы не загрязнять лист чертежа, рекомендуется закрывать его чистой бумагой, оставляя открытой только ту часть, на которой в данный момент выполняется чертеж.

### Порядок оформления ЛР по компьютерной графике

Основное внимание при выполнении лабораторных работ следует уделить умению работать с основными элементами и устройствами персонального компьютера, знанию основных параметров графической системы AutoCAD и умению формировать чертежи на экране компьютера.

Формирование чертежа на экране компьютера в графической системе AutoCAD достигается путем задания ему различных команд (точка, линия, дуга, окружность и т.д.).

Ввод координат в системе AutoCAD осуществляется двумя способами: непосредственно с клавиатуры путем задания числовых значений и с использованием графического маркера, который движется по экрану с помощью «мыши».

Координаты точек могут вводиться в виде абсолютных и относительных координат. Ввод абсолютных координат с клавиатуры возможен в двух формах:

- прямоугольных (декартовых) координатах  $(X, Y)$ ;
- полярных координатах  $r < A$ ,

где  $r$  – радиус;  $A$  – угол, заданный в градусах против часовой стрелки.

Относительные координаты задаются смещением по осям  $X$  и  $Y$  от последней введенной точки. Ввод относительных координат осуществляется аналогично вводу абсолютных координат, но перед ними ставится знак @ ( $@dx, dy$  – для прямоугольной системы,  $@r < A$  – для полярной). Текущие координаты отображаются в строке состояния. Они изменяются при перемещении курсора «мыши». Формат отображения координат (абсолютные или относительные) можно изменить, нажав клавишу F6.

В AutoCAD имеется возможность устанавливать два режима проведения линий: ортогональный, при котором линии проводятся параллельно осям координат; полярный, при котором линии проводятся под различными углами. Переключение режимов можно производить щелчком «мыши» на кнопке *ОРТО* в строке состояния.

Применение «мыши» для точного ввода координат требует использования специальных команд:

- *ШАГ* – режим привязки координат к узлам воображаемой сетки (сетка делается видимой щелчком левой кнопки мыши по кнопке *СЕТКА* в строке состояния, при этом курсор будет



ком левой кнопки мыши по кнопке *СЕТКА* в строке состояния, при этом курсор будет перемещаться только по узлам сетки);

- *ПРИВЯЗКА* – привязка координат к различным точкам уже созданных объектов (включение этого режима осуществляется щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке *ПРИВЯЗКА* в строке состояния).

Регулировать характеристики привязок можно с помощью диалогового окна *Параметры привязки*, которое вызывается щелчком правой кнопки «мыши» по информационной строке. Это окно содержит закладки:

*Привязка и сетка* – для установки параметров привязки и сетки.

*Объектная привязка* – для установки параметров объектной привязки.

Объектную привязку следует использовать, когда необходимо точно указать точку на объекте без необходимости задания координат (начальную, конечную, центр окружности и т.д.). К графическому курсору в этом случае добавляется специальный символ – мишень.

Можно задать один или несколько текущих режимов объектной привязки, которые впоследствии будут использованы при любом указании точек. Установленный режим привязки остается в силе до тех пор, пока он не будет отменен.

Основные виды объектной привязки:

*Конточка* – привязка к ближайшей конечной точке линии или дуги.

*Середина* – средняя точка отрезка или дуги.

*Центр* – центр окружности или дуги.

*Узел* – привязка к точечному элементу.

*Квадрант* – привязка к ближайшей точке квадранта на дуге или окружности (0, 90, 180, 270°).

*Пересечение* – пересечение двух линий, линии с дугой или окружностью, двух окружностей или дуг.

*Продолжение* – привязка к продолжению линии или дуги.

*Твставки* – точка вставки текста/блока.

*Нормаль* – привязка к точке на отрезке, дуге, окружности, сплайне, которая образует совместно с последней точкой перпендикуляр к этому объекту.

*Касательная* – привязка к точке на окружности или дуге, которая при соединении с последней точкой образует касательную.

*Ближайшая* – привязка к ближайшей точке на линии, дуге или окружности или просто отдельная точка.

*Кажущееся пересечение* – привязка к точке предполагаемого пересечения (например, скрещивающиеся прямые в пространстве).










*Параллель* – позволяет проводить линию, параллельно ранее начерченной.

Все режимы объектной привязки могут быть использованы в любой комбинации.

**Методика создания чертежа в системе AutoCAD** заключается в следующем.

Построение того или иного чертежа зависит от степени сложности чертежа и от вида графических элементов. При создании чертежей в системе AutoCAD можно пользоваться следующим подходом.

- 1 Задайте формат чертежа, например, А4, для этого необходимо:
  - а) задать пределы чертежа и единицы измерения;
  - б) создать текстовый стиль для выполнения надписей на чертеже;
  - в) произвести настройку стиля для простановки размеров;
  - г) выполнить чертеж рамки и основную надпись;
  - д) установить режим вывода на экран координатной сетки, например с шагом 5 мм.
- 2 Выполните сам чертеж, используя методику, аналогичную ручному способу создания чертежа:
  - а) проведите осевые линии;

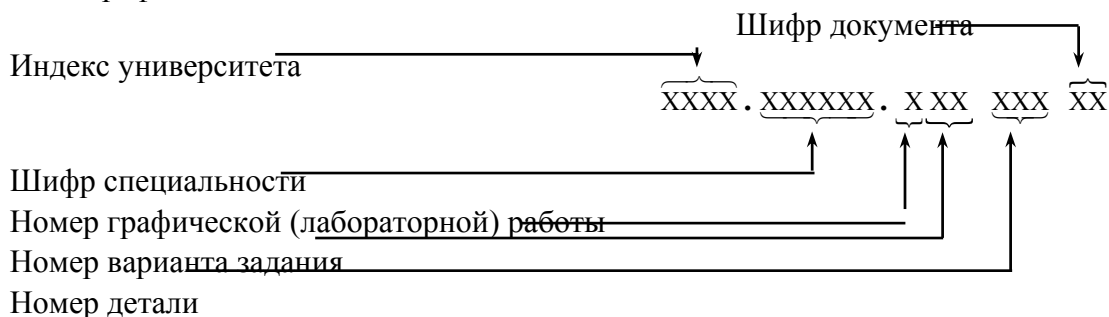
- б) получите заготовку чертежа, проводя параллельные прямые на заданных расстояниях от базовых линий при помощи команды Подобие ;
- в) постройте окружности и наклонные линии, используя объектные привязки;
- г) измените изображение, используя команды Сопряжение , Фаска , Массив , Зеркало ;
- д) отредактируйте заготовку, используя команды Удалить , Разорвать , Обрезать ;
- е) добавьте линии, используя объектные привязки, и выполните штриховку с помощью команды Кштрих ;
- ж) проставьте размеры;
- з) установите нужную толщину линий.

### Основная надпись на чертежах

Основную надпись помещают в правом нижнем углу чертежа. Формат А4 располагают только вертикально (основная надпись внизу листа). Форма, размеры и содержание граф основной надписи установлены ГОСТ 2.104–68. Основная надпись на чертежах и схемах должна соответствовать рис. 1.1, на чертежах по начертательной геометрии применяется упрощенная форма надписи рис. 1.2, основная надпись для текстовых конструкторских документов (пояснительная записка, спецификация и др.) – рис. 1.3.

Обозначение изделий и конструкторских документов, выполняемых студентами в основной надписи на учебных чертежах, рекомендуется выполнять в упрощенной форме в соответствии со стандартом предприятия СТП ТГТУ 07–97 [9].

В графах основной надписи (рис. 1.1 – 1.3 – номера граф обозначены цифрой в кружке) указывают: в графе 1



Индекс университета – сокращенное название университета, например ТГТУ.

Шифр специальности – например, 151001 «Технология машиностроения».

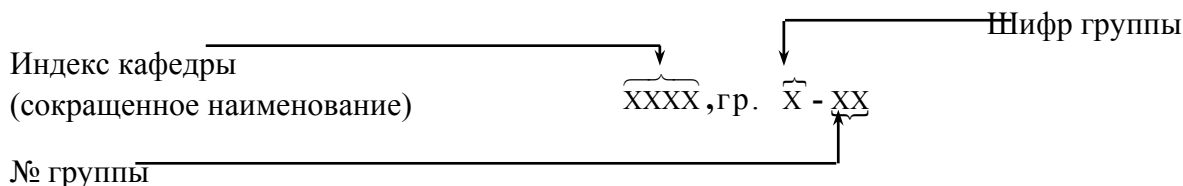
Номера графической (лабораторной) работы и варианта выбираются по данному практикуму.

Номер детали должен соответствовать номеру позиции в спецификации.

Шифр документа присваивается в соответствии с требованиями ГОСТ 2.102–68 и ГОСТ 2.701–68. Рабочим чертежам деталей и спецификации шифр не присваивают. Шифр чертежа общего вида – ВО; сборочного чертежа – СБ и т.д.

**Например: ТГТУ. 151001. 931 000 СБ.**

В графе 2 на учебных чертежах рекомендуется указывать:

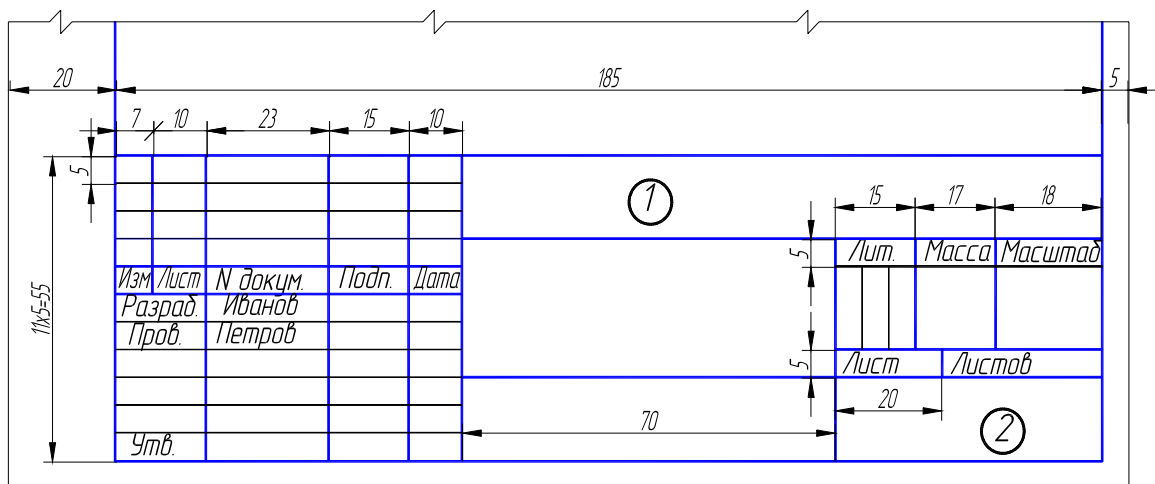


**Например, ПГКГ, гр. Т-11.**

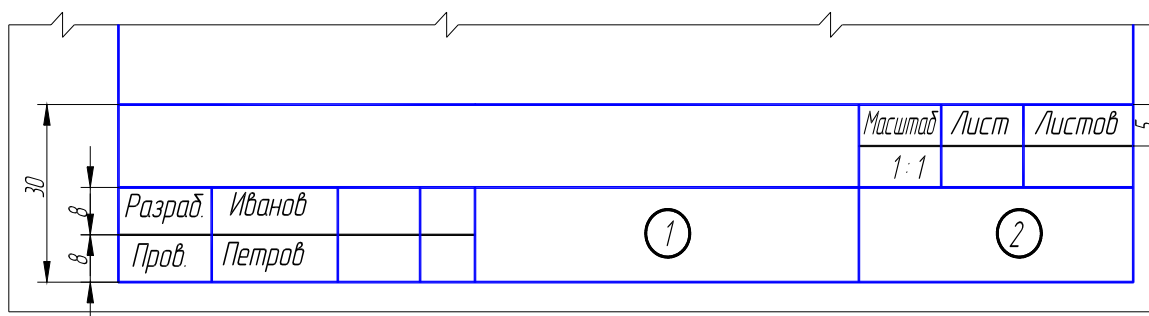
Все чертежи графических и лабораторных работ сопровождаются титульным листом, выполненным по образцу рис. 2.2.

Чертежи, помещенные как образцы выполнения ГР и ЛР, не являются эталонами исполнения, а служат лишь примерами расположения материала на листе, характеризуют объем и содержание изученной темы.

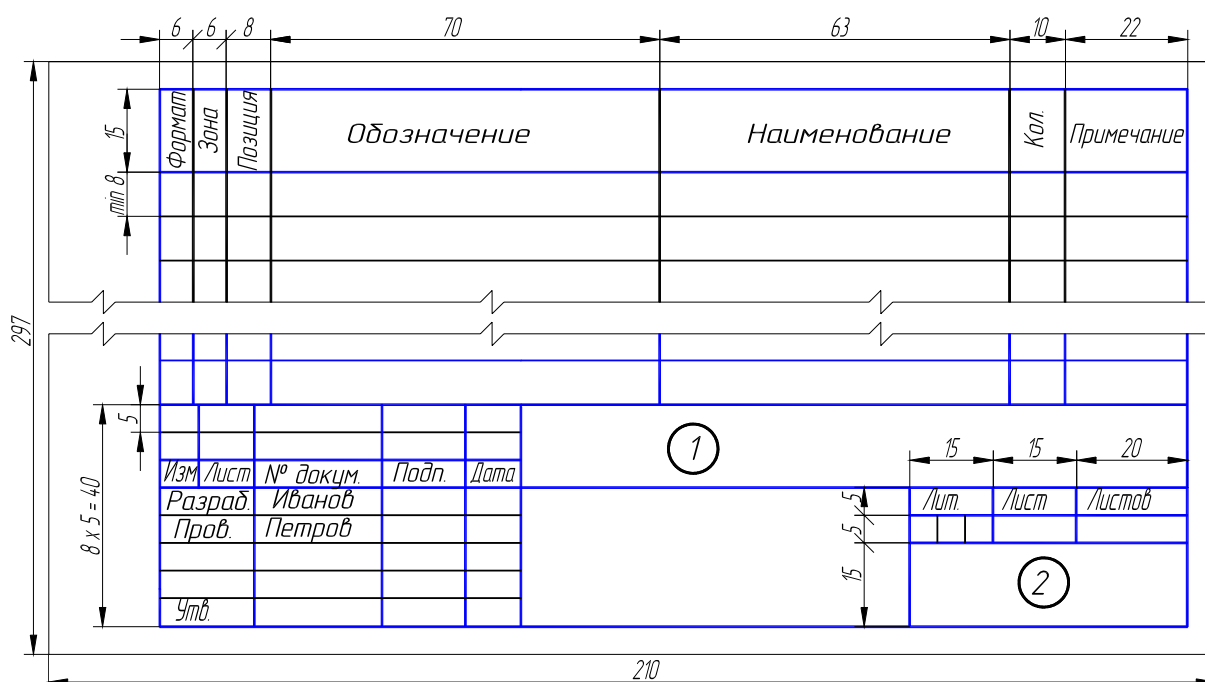
Листы чертежей выполненных ГР не складывают, а хранят и представляют на проверку и зачет в папке для черчения форматом А3.



**Рис. 1.1. Форма основной надписи на чертежах и схемах**



**Рис. 1.2. Форма надписи на чертежах по начертательной геометрии**



## Рис. 1.3. Формы основной надписи спецификации

### 2. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

#### ЗАДАНИЯ К ГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ

##### 2.1. Графическая работа № 1

#### СТАНДАРТЫ ЧЕРТЕЖА. ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ

##### 2.1.1. Стандарты чертежа. Титульный лист. ГР № 1 (Часть 1)

(Примеры выполнения приведены на рис. 2.1, 2.2)

**Цель работы:** Изучить основные правила оформления чертежей, изложенных в стандартах ЕСКД, относящихся к линиям чертежа и шрифтам чертежным; получить навыки чертежной работы и выполнить надписи стандартным чертежным шрифтом.

##### Задание

**Упражнение 1.** Вычертить основные линии, применяемые при обводке чертежей (ГОСТ 2.303–68 – ЕСКД. Линии чертежа).

**Упражнение 2.** Выполнить шрифтом размером 10 (высота букв в миллиметрах) все прописные и строчные буквы русского алфавита и цифры. Другие размеры шрифта изучить по ГОСТ 2.304–81 – ЕСКД. Шрифты чертежные.

**Упражнение 3.** Выполнить стандартным чертежным шрифтом титульный лист графических работ.

##### Порядок выполнения работы

**Упражнение 1.** Начертить наиболее распространенные типы линий: основную толстую, штриховую (длину штрихов принять 4 мм, просвета 1 мм), штрихпунктирную тонкую (длину штрихов принять равной 15 мм), сплошную тонкую и волнистую, разомкнутую. Сведения о линиях и их назначении установлены ГОСТ 2.303–68.

Упражнение выполнить на формате А4 (210 × 297 мм) карандашом. Основная надпись рис. 1.1. Толщина линий обводки выбирается по ГОСТ в зависимости от величины и сложности изображения, назначения и сложности чертежа. В чертежах ГР при обводки карандашом толщину  $S$  основной линии следует выбирать в пределах от 0,8 до 1,0 мм. Очень важным в графическом оформлении чертежа является правильно подобранное и выдержанное на всем листе соотношение толщин различных линий.

**Упражнение 2.** Выполнить в нижней половине формата А4.

Для написания шрифта по ГОСТ 2.304–81 следует разлиновать строки на расстоянии 10 мм друг от друга для прописных букв и цифр. Остальную разлиновку – согласно следующему пояснению. Размер шрифта есть высота прописных (заглавных) букв и цифр, например 14; 10; 7; 5; 3,5 мм. Ширина большинства букв и высота строчных букв для каждого размера шрифта, например, соответственно, 10; 7; 5; 3,5; 2,5. Ширина букв Д, Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ равна их высоте (буква М) немного уже). Расстояние между буквами приблизительно равно разности между соседними размерами шрифта, например  $10 - 7 = 3$  мм. Отростки строчных букв р, б, в, и других выступают на такую же высоту. Провести наклонные линии под углом, равным  $75^\circ$ . Рекомендуется, кроме того, проводить ориентировочные наклонные линии через 10 – 15 мм, писать

на глаз, тщательно доводя каждую букву до разлиновки. Если рядом стоят буквы Г и Д или Г и Л просвет между ними не делается. Расстояние между словами равно высоте букв. Подробные сведения о шрифте наглядно представлены на рисунках в учебниках.

Надписи на чертежах (в том числе и в основной надписи) рекомендуется выполнять шрифтом размером 7; 5; 3,5; 2,5; размерные числа – шрифтами размером 5 и 3,5.

**Упражнение 3.** Выполнить на формате А3 (297 × 420 мм), сложенным пополам по линии сгиба до формата А4. Буквы вычертить по сетке с наклоном к строке под углом 75° карандашом. Шрифт прописных букв принять размером 10; 7; 5. Вычертить рамку.

**Проработать** по учебнику [2, с. 22 – 34], по справочнику [3, с. 21 – 38] и изучить основные требования стандартов ЕСКД [8]:

ГОСТ 2.303–68. Типы линий;

ГОСТ 2.304–81. Шрифты чертежные.

### Варианты индивидуальных заданий ГР № 1 (Часть 1)

Задание ГР № 1 (Часть 1) является общим для всех студентов.

#### 2.1.2. Взаимное положение двух плоскостей. ГР № 1 (Часть 2)

(Пример выполнения приведен на рис. 2.3)

**Цель работы:** Закрепление знаний при решении позиционных задач.

##### Задание

**Задача I.** В плоскости, заданной тремя точками  $A$ ,  $B$ ,  $C$  (табл. 2.1) построить треугольник, образованный горизонталью, фронталью и профильной прямой. Начертить полученный треугольник в натуральную величину.

Построить плоскость, параллельную заданной и отстоящую от нее на расстоянии 50 мм.

**Задача II.** Построить линию пересечения  $LK$  двух непрозрачных треугольников  $ABC$  и  $DEF$  (табл. 2.2) и показать видимость их в проекциях. Определить и записать координаты точек  $L$  и  $K$ .



### **Порядок выполнения работы**

Для решения *задачи I* рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 74 – 77, рис. 185 – 191; с. 33, рис. 71].

В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и из табл. 2.1 согласно своему варианту берутся координаты точек  $A$ ,  $B$  и  $C$  вершин треугольника  $ABC$ . По координатам строится треуголь-

проекциях.

В плоскости треугольника  $ABC$  проводится фронталь, горизонталь и профильная прямая. Определяется натуральная величина профильной прямой и строится натуральная величина полученного треугольника.

В точке  $A$  восстанавливается горизонтальная и фронтальная проекции перпендикуляра к плоскости треугольника  $ABC$  и на нем откладывается отрезок  $AS$ , натуральная величина которого равна 50 мм. Через точку  $S$  проводится плоскость параллельная плоскости треугольника  $ABC$ .

Выполнив все построения в карандаше, чертеж обводят цветной пастой. Стороны треугольника  $ABC$  следует обвести черной пастой, стороны треугольника, образованного горизонталью, фронталью и профильной прямой, его натуральную величину и плоскость параллельную треугольнику  $ABC$ , обвести красной пастой. Все вспомогательные построения необходимо сохранить на чертеже и показать их тонкими сплошными линиями синей (зеленой) пастой.

## Варианты индивидуальных заданий ГР № 1 (Часть 2)

### 2.1. Данные к задаче I (координаты, мм)

№ варианта	$x_A$	$y_A$	$z_A$	$x_B$	$y_B$	$z_B$	$x_C$	$y_C$	$z_C$
1	152	77	31	97	32	96	72	105	28
2	103	70	70	25	21	19	118	23	43
3	32	8	60	132	29	78	74	57	28
4	92	82	96	22	35	3	85	2	11
5	156	79	51	15	60	0	87	14	85
6	180	59	63	57	59	120	95	30	0
7	146	90	16	86	40	93	77	92	44
8	165	64	55	57	42	92	85	0	15
9	164	81	30	44	54	7	81	21	73
10	165	61	18	17	20	38	89	88	84
11	169	51	96	35	60	62	107	18	7
12	179	40	8	10	3	15	76	76	76
13	138	38	21	4	97	10	69	16	83
14	164	81	30	40	59	0	81	21	73
15	152	77	31	97	32	96	77	92	44
16	125	29	51	54	58	110	94	71	0
17	169	48	5	10	3	15	88	88	83
18	148	38	21	14	97	10	79	16	83
19	179	51	96	45	60	62	117	18	7
20	103	70	70	25	21	19	85	2	11
21	125	29	51	54	58	110	80	2	11
22	134	38	21	0	97	10	65	16	83
23	170	84	18	107	31	98	77	92	44
24	159	51	96	25	60	62	93	18	7
25	156	79	51	44	54	6	87	14	85
26	160	64	55	52	42	92	80	0	15
27	65	86	90	5	47	38	85	2	11



28	179	40	8	17	21	38	78	76	76
29	175	64	55	67	42	92	95	0	15
30	170	84	18	107	31	98	72	105	28

Для решения *задачи II* рассмотреть в учебнике [1, с. 69 – 72, рис. 173, 177 – 179; с. 37, рис. 87, 88].

В правой половине листа формата А3 (297 × 420 мм) намечаются оси координат и из табл. 2.2 согласно своему варианту берутся координаты точек *A, B, C, D, E, F* вершин треугольников (рис. 2.3). Стороны треугольников и другие вспомогательные прямые проводятся вначале тонкими сплошными линиями. Линия пересечения треугольников *LK* строится по точкам пересечения каждой из сторон одного треугольника с другим порознь, используя вспомогательные секущие проецирующие плоскости.

Видимость сторон треугольника определяется способом конкурирующих точек. Видимые отрезки сторон треугольников выделяются сплошными жирными линиями, невидимые следует показать штриховыми линиями. Черной пастой обводят линии заданных треугольников, а красной пастой – линию пересечения треугольников. Все вспомогательные построения должны быть обязательно показаны на чертеже в виде тонких линий синей (зеленой) пастой.

Видимые части треугольников в проекциях можно покрыть очень бледными тонами красок или цветных карандашей. Все буквенные или цифровые обозначения, а так же надписи обводят черной пастой.

**Проработать** по учебнику [1, с. 62 – 80].

## 2.2. Данные к задаче II (координаты, мм)

№ вариан- та	$x_A$	$y_A$	$z_A$	$x_B$	$y_B$	$z_B$	$x_C$	$y_C$	$z_C$	$x_D$	$y_D$	$z_D$	$x_E$	$y_E$	$z_E$	$x_F$	$y_F$	$z_F$
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	65	105	80	130	18	35	12	50	0
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	40	20	15	0	50
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	110	108	0	35	20	120	0	50
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	67	0	0	0	111	48	121	78	86
17	18	79	40	83	6	107	135	38	47	67	0	20	0	20	111	121	86	78
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	135	20	30	68	90	111	10	20	20
19	117	40	75	52	107	6	0	48	38	85	100	90	68	10	0	15	78	86
20	120	38	75	50	108	5	0	54	40	100	20	0	70	110	65	15	80	85
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40	100	20	0	70	110	90	20	80	85

22	20	10	10	85	110	80	135	48	48	70	20	85	0	110	35	120	80	0
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48	70	85	20	0	35	110	120	0	80
24	117	40	9	52	111	79	0	47	48	68	20	85	135	111	36	14	78	0
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47	68	85	20	135	36	111	14	0	78
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	67	20	85	0	111	36	121	78	0
27	18	9	46	83	79	111	135	48	47	67	85	20	0	36	111	121	0	78
28	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	110	135	36	19	14	0	52
29	18	10	90	83	79	25	135	48	83	67	85	111	0	36	19	121	0	80
30	120	38	75	50	108	5	0	54	40	100	20	0	70	110	65	15	80	85

## 2.2. Графическая работа № 2

### СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА

(Пример выполнения приведен на рис. 2.4)

**Цель работы:** Закрепление знаний и основных приемов при решении метрических задач.

#### Задание

Дана пирамида  $SABCD$  с основанием  $ABCD$  (табл. 2.3), расположенным в плоскости общего положения. Требуется:

**Задача III.** Методом вращения вокруг линии уровня определить натуральную величину основания  $ABCD$ .

**Задача IV.** Методом плоско-параллельного перемещения определить расстояние от вершины  $S$  до плоскости основания  $ABCD$  ( $\triangle ABC$ ).

**Задача V.** Методом перемены плоскостей проекций определить истинную величину двугранного угла при ребре  $BC$ , образованного основанием и боковой гранью пирамиды.

#### Порядок выполнения работы

Для решения **задачи III** рассмотреть пример в учебнике [1, с. 92 – 93, рис. 223].

Выбрав в плоскости фигуры  $ABCD$  некоторую линию уровня (например, горизонталь  $AH$ ) и приняв ее за ось вращения, поворачиваем плоскость фигуры так, чтобы она стала параллельна плоскости  $\Pi_1$ . После этого фигура спроектируется на  $\Pi_1$  в натуральную величину. В процессе вращения каждую из точек  $B, C, D$  перемещают в горизонтально-проецирующих плоскостях, перпендикулярных оси вращения. Натуральную величину радиуса вращения находят методом прямоугольного треугольника. Стороны полученной натуральной величины фигуры  $ABCD$  обвести красной пастой. Все вспомогательные построения необходимо сохранить на чертеже и показать их тонкими сплошными линиями синей (зеленой) пастой.

Для решения **задачи IV** рассмотреть пример в учебнике [1, с. 91, рис. 237].

Соблюдая правила вращения геометрических фигур вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций, необходимо выполнить два действия.

1 Привести плоскость  $ABC$  в положение проецирующей плоскости, т.е. перпендикулярной плоскости проекции. Для получения фронтально-проецирующей плоскости необходимо горизонталь  $AH$  плос-

кости  $\alpha$  вместе с системой всех точек плоскости (треугольника  $ABC$ ) поставить в положение, перпендикулярное фронтальной плоскости проекций.

Проецируя фигуры на ту плоскость проекций, на которой ось вращения проецируется в точку, не изменяется ни по величине, ни по форме, изменяется только ее положение относительно оси проекций.

Линия перемещения точки на фронтальной плоскости по прямой, параллельной оси проекций.

2 Определить расстояние от точки  $S$  до заданной плоскости. Оно равно отрезку перпендикуляра  $SK$  опущенного из точки  $S$  на плоскость  $\alpha$ , выродившуюся на новой фронтально-проецирующей плоскости проекций в прямую линию. Получив основание перпендикуляра  $SK$ , построить его горизонтальную проекцию на исходном чертеже задачи.

Для решения *задачи V* рассмотреть пример в учебнике [1, с. 103, рис. 251, 252].

Двугранный угол измеряется линейным углом, составленным линиями пересечения граней двугранного угла с плоскостью, перпендикулярной к его ребру. Для того чтобы линейный угол спроецировался на плоскость проекций в натуральную величину, надо новую плоскость проекций поставить перпендикулярно к ребру двугранного угла.

При применении способа замены плоскостей нужно иметь в виду, что фигура не меняет своего положения в пространстве, плоскость же проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  заменяют новой плоскостью, соответственно  $\Pi_4$  или  $\Pi_5$ . При построении проекций фигуры на новой плоскости проекций необходимо помнить, что происходит переход от одного изображения к другому, на котором соответственные проекции точек также расположены на линиях связи. Координаты точки на новой плоскости проекций равна координате точки на заменяемой плоскости проекций.

Выполнив все построения в карандаше, чертеж обводят цветной пастой. Конечное построение двугранного угла выполнить красным цветом.

**Проработать** по учебнику [1, с. 22 – 23, 81 – 106].

## ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ГР № 2

### 2.3. Данные к задачам III, IV, V (координаты, мм)

№ варианта	$x_A$	$y_A$	$z_A$	$x_B$	$y_B$	$z_B$	$x_C$	$y_C$	$z_C$	$x_D$	$y_D^*$	$z_D^*$	$x_S$	$y_S$	$z_S$
1	15 0	55	30	12 5	20	60	80	30	30	90	–	0	11 5	58	38
2	10 0	10	30	90	40	0	30	60	30	50	–	60	75	32	35
3	13 5	60	30	15 0	50	50	90	0	55	70	–	0	95	35	38
4	30	10	30	40	40	0	10 0	60	30	80	–	60	55	62	55

5	50	10	15	12 0	35	0	10 5	45	35	70	–	50	84	0	36
6	85	60	30	70	50	55	13 0	0	55	15 0	–	0	12 4	33	50
7	35	25	5	11 0	5	30	85	50	50	50	–	30	73	0	30
8	10 0	30	5	80	0	45	50	12	55	30	–	25	60	70	30
9	70	10	25	25	10	0	40	55	55	90	–	50	85	48	55
10	10 5	55	5	13 0	10	20	95	0	50	55	–	50	10	32	40
11	75	10	5	35	10	25	25	25	50	10 5	50	–	64	14	56
12	11 0	30	5	12 0	5	30	90	5	60	55	–	30	85	50	45
13	30	30	5	50	0	45	80	12	55	10 0	–	25	60	65	40
14	45	10	25	90	10	0	75	55	55	25	–	50	48	48	36
15	80	70	30	65	60	54	12 5	10	54	14 5	–	0	85	17	36
16	75	55	30	10 0	20	60	16 0	5	30	12 0	–	0	14 0	60	50
17	12 0	10	15	50	35	0	65	45	35	10 0	–	50	86	0	36
18	11 0	25	5	35	5	30	60	50	50	95	–	30	72	0	35
19	80	55	5	55	10	20	90	0	50	13 0	–	50	95	20	26
20	55	10	35	95	0	45	10 5	25	25	50	40	–	65	20	64
21	15 0	30	55	12 5	60	20	75	30	60	90	0	–	11 5	38	58
22	10 0	30	10	90	0	40	30	30	35	50	60	–	90	25	60
23	12 0	15	40	50	0	65	65	35	30	10 0	50	–	86	20	85
24	13 5	30	60	15 0	55	50	90	55	50	70	0	–	95	35	35
25	11 0	5	25	35	30	45	60	50	12	95	30	–	73	53	50

26	30	5	50	50	45	0	80	40	20	10 0	25	–	70	30	63
27	45	10	10	90	0	10	75	45	0	25	50	–	48	36	48
28	80	5	55	55	20	10	90	50	25	13 0	50	–	95	30	30
29	55	5	10	95	25	10	10 5	50	50	25	50	–	56	25	62
30	48	10	5	88	10	25	10 0	25	35	30	65	–	60	20	65

\* Координата находится построением.

### 2.3. Графическая работа № 3

#### ПОВЕРХНОСТИ. РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

##### 2.3.1. Пересечение многогранника плоскостью. Развертка пирамиды ГР № 3 (Часть 1)

(Пример выполнения приведен на рис. 2.5)

**Цель работы:** Закрепление знаний и приобретение навыков в решении позиционных задач на гранных поверхностях и построение полной развертки многогранника.

##### Задание

**Задача VI.** Построить проекции сечения правильной пирамиды плоскостью общего положения, заданной тремя точками  $A$ ,  $B$ ,  $C$  (рис. 2.6, табл. 2.4). Центр окружности, описанной вокруг основания пирамиды, расположен в точке  $K$  с координатами (70; 60; 0).

**Задача VII.** Построить полную развертку усеченной пирамиды по условию задачи VI.

##### Порядок выполнения работы

Для решения **задачи VI** рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 116 – 118, рис. 275, 278].

В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и из рис. 2.6 и табл. 2.4 согласно своему варианту берутся величины, которыми задаются поверхность пирамиды и плоскость  $ABC$ . Определяется центр (точка  $K$ ) окружности радиусом  $R$  основания пирамиды в плоскости уровня. На вертикальной оси, на расстоянии  $H$  от плоскости уровня и выше ее, определяется вершина пирамиды. По координатам точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$  определяется секущая плоскость.

В целях облегчения построения линии сечения строится дополнительный чертеж заданных геометрических образов. Выбирается дополнительная система  $\Pi_4 / \Pi_1$  плоскостей проекций с таким расчетом, чтобы секущая плоскость была представлена как проецирующая. Дополнительная плоскость проекций  $\Pi_4$  перпендикулярна данной плоскости  $ABC$ . Линия сечения проецируется на плоскость проекции  $\Pi_4$  в виде отрезка прямой на следе этой плоскости. Имея проекцию сечения на дополнительной плоскости  $\Pi_4$  строят основные ее проекции.

Оси координат, очертания поверхности на основном чертеже и секущую плоскость следует обвести черной пастой; линию сечения в проекциях обвести красной пастой. Все основные и вспомогательные

построения на основном и дополнительных чертежах сохранить и показать тонкими сплошными линиями синей (зеленой) пастой.

Для решения *задачи VII* рассмотреть пример в учебнике [1, с. 123 – 124, рис. 288].

В правой половине листа строят полную развертку пирамиды. На фронтальной проекции определяют натуральную величину ребра пирамиды. Зная натуральную величину ребра пирамиды, строят их развертку. Определяют последовательно натуральные величины граней пирамиды. На ребрах и на гранях пирамиды (на развертке) определяют вершины пространственной ломаной пересечения пирамиды с плоскостью.

Развертку многогранника покрыть бледным тоном цветной акварели, чая или цветного карандаша. Ребра многогранника на развертке обвести черной пастой; линии пересечения плоскостью обвести красной, а все вспомогательные построения – синей (зеленой) пастой.

**Проработать** по учебнику [1, с. 107 – 124].

### **2.3.2. Взаимное пересечение поверхностей вращения. Развертка конуса ГР № 3 (Часть 2)**

(Пример выполнения приведен на рис. 2.7)

**Цель работы:** Закрепление знаний и приобретение навыков в решении позиционных задач на поверхностях вращения и построение развертки боковой поверхности конуса.

#### **Задание**

*Задача VIII.* Построить проекции линии пересечения двух поверхностей (рис. 2.8, табл. 2.5) способом вспомогательных секущих плоскостей.

*Задача IX.* Построить проекции линии пересечения двух поверхностей (рис. 2.8, табл. 2.5) способом концентрических сфер.

*Задача X.* Построить развертку боковой поверхности конуса с нанесением линии пересечения по условию задачи VIII или задачи IX.

**Варианты индивидуальных заданий ГР № 3 (Часть 1)**

**2.4. Данные к задаче IV  
(координаты, высота  $H$ , радиус  $R$  в мм)**

		№ вариан- та	$H$	$R$	$x_A$	$y_A$	$z_A$	$x_B$	$y_B$	$z_B$	$x_C$	$y_C$	$z_C$
		1	90	40	60	20	80	15	30	80	75	120	0
		2	95	45	55	20	75	15	30	75	75	120	10
		3	100	50	60	20	70	15	30	70	75	110	10
		4	95	40	55	20	65	10	35	65	80	120	15



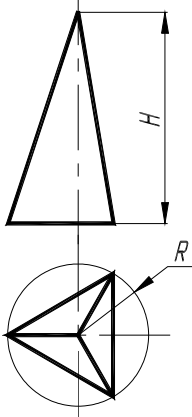
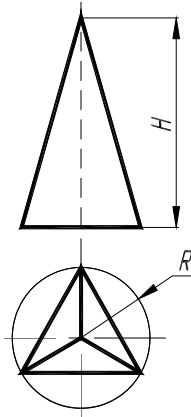
№ вариан- та	$H$	$R$	$x_A$	$y_A$	$z_A$	$x_B$	$y_B$	$z_B$	$x_C$	$y_C$	$z_C$	1; 2; 3; 4; 5		6; 7; 8; 9; 10	
															
1	90	40	60	20	80	15	30	80	75	120	0				
2	95	45	55	20	75	15	30	75	75	120	10				
3	100	50	60	20	70	15	30	70	75	110	10				
4	95	40	55	20	65	10	35	65	80	120	15				
5	90	45	60	20	60	10	35	60	80	115	15				
6	90	40	90	20	80	130	30	80	75	120	0				
7	95	45	85	20	75	130	30	75	75	125	10				
8	100	50	90	20	70	130	30	70	75	110	10				
9	95	40	85	20	65	125	35	65	80	120	15				
10	90	45	90	20	60	125	35	60	80	115	15				
11	90	40	60	120	80	15	110	80	75	20	0				
12	95	45	55	120	75	15	110	75	75	15	10				
13	100	50	60	120	70	15	110	70	75	30	10				
14	95	40	55	120	65	10	105	65	80	20	15				
15	90	45	60	120	60	10	105	60	80	25	15				
16	90	40	90	120	80	130	110	80	75	20	0				
17	95	45	85	120	75	130	110	75	75	15	10				
18	100	50	90	120	70	130	110	70	75	30	10				
19	95	40	85	120	65	125	105	65	80	20	15				
20	90	45	90	120	60	125	105	60	80	25	15				
21	90	40	90	20	80	130	30	80	75	120	0				
22	95	45	85	20	75	130	30	75	75	125	10				
23	100	50	90	20	70	130	30	70	75	110	10				
24	95	40	85	20	65	125	35	65	80	120	15				
25	90	45	90	20	60	125	35	60	80	115	15				
26	90	40	50	20	80	15	30	80	75	120	0				
27	95	45	45	20	75	15	30	75	75	125	10				
28	100	50	50	20	70	15	30	70	75	110	10				
29	95	40	45	20	65	10	35	65	80	120	15				
30	90	45	50	20	60	10	35	60	80	115	15				

Рис. 2.6

## Порядок выполнения работы

Для решения *задачи VIII* рассмотреть пример в учебнике [1, с. 200, рис. 398; с. 217 – 220, рис. 426, 428].

В левой половине листа намечают изображение трех поверхностей вращения согласно своему варианту из табл. 2.5 и рис. 2.8. Выбирают для двух пересекающихся поверхностей способ вспомогательных секущих плоскостей, а для двух других пересекающихся поверхностей способ концентрических сфер.

При решении задачи с помощью вспомогательных секущих плоскостей определяют точки линии пересечения поверхностей. Проведя вспомогательные горизонтальные плоскости – плоскости уровня, получается в сечении каждой поверхности окружность. Проекция двух окружностей на горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  пересекаются между собой в двух точках, принадлежащих искомой линии пересечения. Фронтальные проекции этих точек строятся с помощью линий связи, они расположены в плоскости  $\Pi_2$  на следе секущей плоскости. По точкам строится линия пересечения поверхностей вращения и устанавливается ее видимость в проекциях.

Очертания поверхностей вращения следует обвести черной пастой, а линию пересечения поверхностей – красной. Все основные вспомогательные построения на чертеже сохранить и показать тонкими сплошными линиями синей (зеленой) пастой.

Для решения *задачи IX* рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 206 – 212, рис. 409, 413, 416].

При решении задачи с помощью вспомогательных концентрических сфер необходимо выполнение следующих условий:

- обе поверхности должны быть поверхностями вращения;
- их оси должны пересекаться;
- каждая ось должна быть параллельна какой-либо плоскости проекций.

Из точки пересечения осей как из центра проводится сфера произвольного радиуса. Она пересекает обе поверхности по окружностям. Фронтальные поверхности окружностей изображаются отрезками прямых линий  $AB$  и  $CD$ , которые пересекаются в точке 3", являющихся фронтальными проекциями точек искомой линии пересечения поверхностей. Изменяя радиус вспомогательной секущей сферы, можно получить последовательный ряд точек линий пересечения.

Точки пересечения фронтальных меридианов заданных поверхностей вращения принадлежат искомой линии их пересечения. Они определяются на чертеже без каких-либо дополнительных построений.

Построив достаточное число точек для построения линий пересечения поверхностей и определив ее видимость в проекциях, чертеж обводят пастой. Линии, задающие поверхности, следует обвести черной пастой; линии пересечения поверхностей выделить красным цветом, а все остальные вспомогательные построения обвести синей (зеленой) пастой.

Для решения *задачи X* рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 183 – 185, рис. 378].

В правой половине листа строят развертку боковой поверхности конуса.

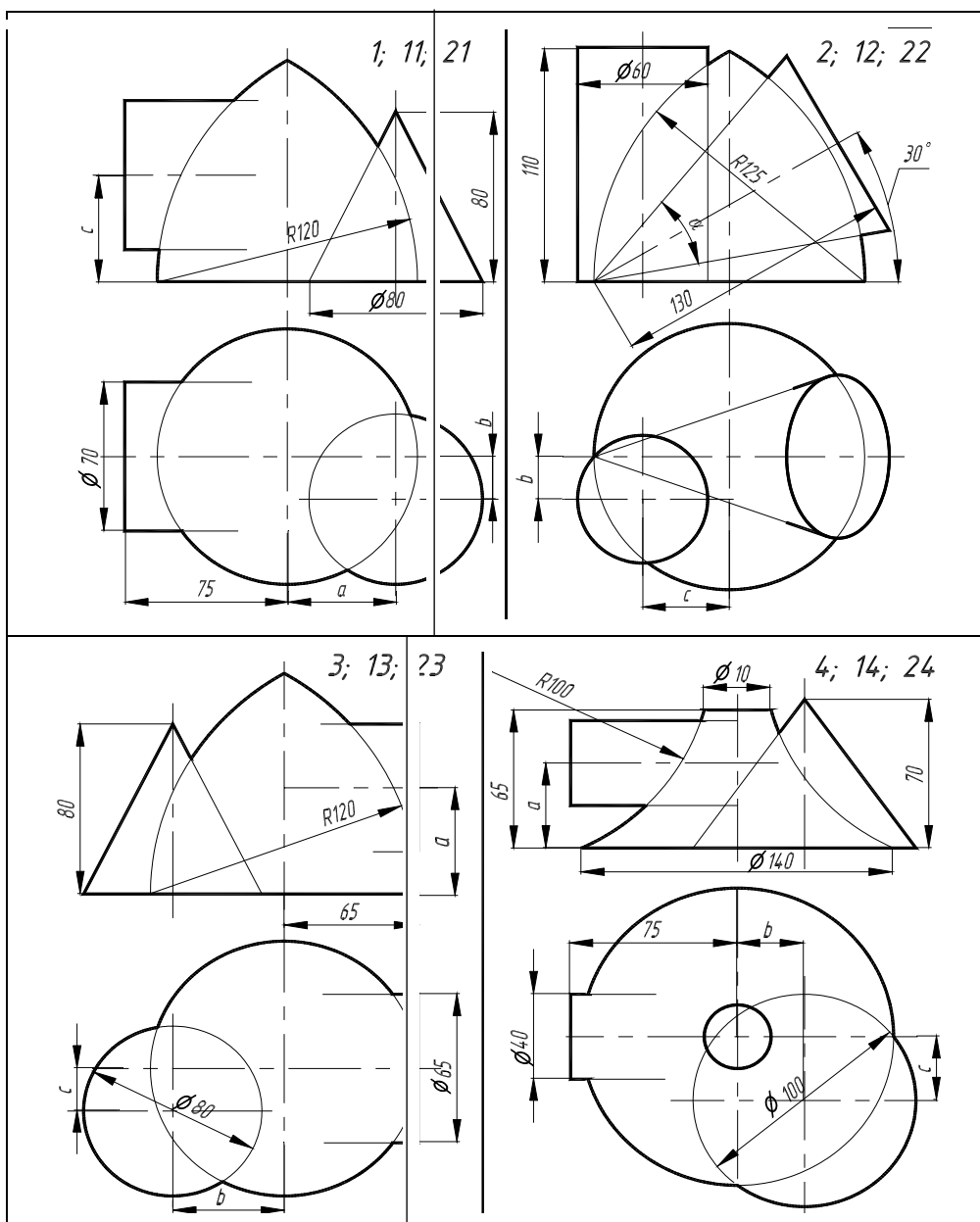
Разверткой поверхности конуса вращения является круговой сектор с углом  $\varphi = R/L \cdot 360$ ,

где  $R$  – радиус окружности основания конуса вращения;  $L$  – длина образующей.

На развертке конуса вращения строят прямолинейные образующие или параллели, проходящие через характерные точки линий пересечения конуса вращения с поверхностью вращения. Через такие точки проходят линии пересечения поверхностей в преобразовании (на развертке). Развертку поверхности конуса вращения покрыть бледным тоном цветной акварели, чая или цветного карандаша. Контур боковой поверхности конуса вращения обвести черной пастой; линии пересечения заданных поверхностей обвести красной, а все вспомогательные построения – синей (зеленой) пастой.

**Проработать** по учебнику [1, с. 150 – 156, 171 – 185, 194 – 220].

Варианты индивидуальных заданий ГР № 3 (Часть 2)



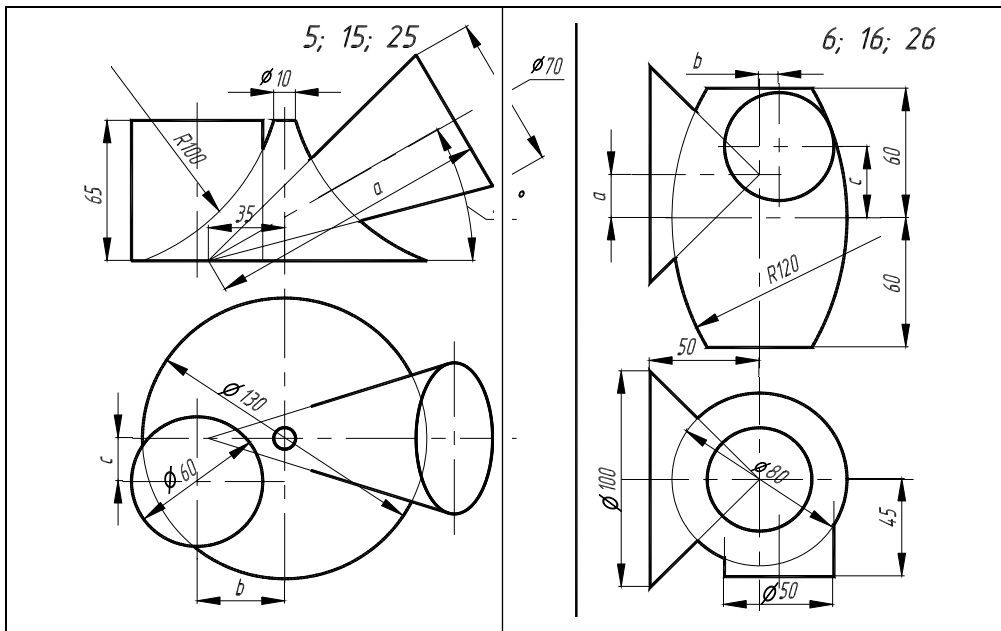


Рис. 2.8

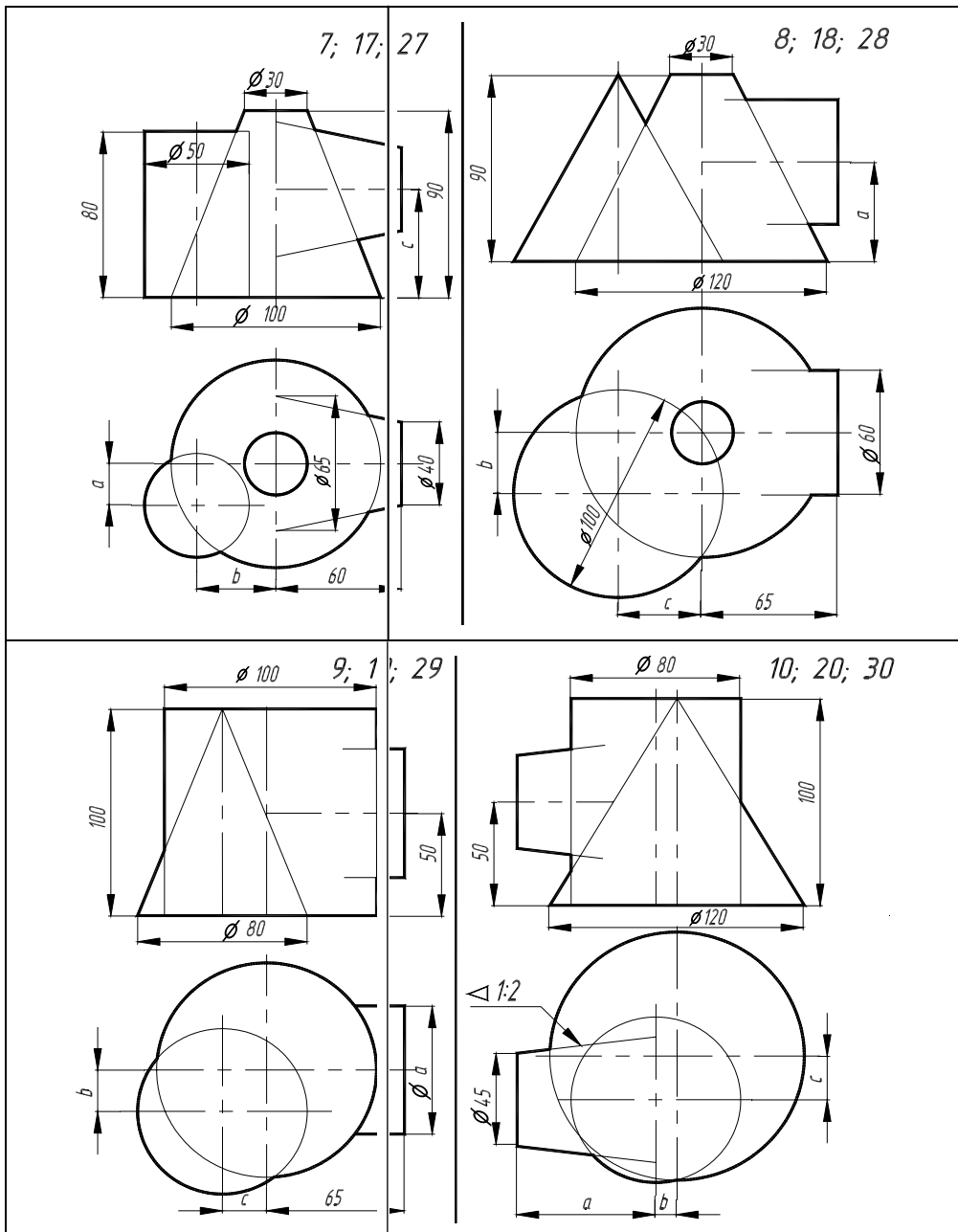


Рис. 2.8 Окончание

## 2.5. Данные к задачам VIII, IX, X (размеры в мм)

№ варианта	$a (\alpha^\circ)$	$b$	$c$	№ варианта	$a (\alpha^\circ)$	$b$	$c$	№ варианта	$a (\alpha^\circ)$	$b$	$c$
1	40	20	50	11	40	10	45	21	50	20	40
2	$\alpha = 40^\circ$	20	30	12	$\alpha = 50^\circ$	20	40	22	$\alpha = 50^\circ$	40	30
3	50	40	20	13	55	30	20	23	60	40	10
4	25	40	20	14	25	30	20	24	20	40	25
5	90	35	20	15	85	40	15	25	95	35	15
6	20	5	25	16	10	5	20	26	0	10	20
7	10	35	30	17	10	25	35	27	5	25	40
8	50	20	35	18	40	15	35	28	35	20	30
9	90	15	25	19	80	15	20	29	70	10	25
10	65	15	20	20	60	20	15	30	55	20	20

## 2.4. ВОПРОСЫ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

- 1 Центральные проекции и их основные свойства.
- 2 Параллельные проекции и их основные свойства.
- 3 Прямоугольное (ортогональное) проецирование. Комплексный чертёж Монжа.
- 4 Задание отрезка прямой линии на комплексном чертеже Монжа.
- 5 Особые (частные) случаи положения прямой линии в пространстве.
- 6 Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения и углов наклона его к плоскостям проекций.
- 7 Точка на прямой. Следы прямых линий.
- 8 Взаимное положение двух прямых в пространстве.
- 9 Проецирование прямого угла.
- 10 Способы задания плоскости на чертеже. Следы плоскости.
- 11 Прямые особого положения в плоскости – главные линии плоскости.
- 12 Частные положения плоскости относительно плоскостей проекций.
- 13 Пересечение прямой линии с плоскостью общего положения.
- 14 Построение линии пересечения двух плоскостей.
- 15 Построение линии пересечения двух плоскостей, заданных следами.
- 16 Построение прямой линии и плоскости параллельных между собой.
- 17 Построение взаимно перпендикулярных прямой и плоскости.
- 18 Построение взаимно перпендикулярных плоскостей.
- 19 Угол между прямой и плоскостью.
- 20 Способ замены плоскостей проекций. Примеры замены одной из плоскостей проекций.
- 21 Способ замены плоскостей проекций. Примеры замены двух плоскостей проекций.
- 22 Способ вращения вокруг проецирующих прямых.
- 23 Способ плоскопараллельного перемещения.
- 24 Способ вращения вокруг линии уровня.
- 25 Способ вращения вокруг следа плоскости. (Способ совмещения).
- 26 Многогранники. Призма и пирамида в трех проекциях, точки на поверхности.
- 27 Пересечение многогранника проецирующей плоскостью.
- 28 Пересечение призмы плоскостью общего положения.

- 29 Пересечение пирамиды плоскостью общего положения.
- 30 Пересечение многогранника прямой линией общего положения.
- 31 Взаимное пересечение двух многогранников.
- 32 Развертывание поверхности наклонной призмы (метод нормального сечения).
- 33 Развертывание поверхности пирамиды.
- 34 Поверхности и тела вращения. Точки на поверхности вращения (цилиндр, конус, сфера, тор).
- 35 Пересечение конической поверхности плоскостью. Виды конических сечений.
- 36 Пересечение поверхностей вращения проецирующей плоскостью. Построение «наклонного» сечения.
- 37 Пересечение поверхностей вращения плоскостью уровня. Построение «линии среза».
- 38 Пересечение цилиндра плоскостью общего положения.
- 39 Пересечение конуса плоскостью общего положения.
- 40 Пересечение сферической поверхности прямой линией общего положения.
- 41 Построение развертки цилиндра, пересеченного проецирующей плоскостью.
- 42 Построение развертки конуса, пересеченного проецирующей плоскостью.
- 43 Условное развертывание сферической поверхности.
- 44 Взаимное пересечение поверхностей. Метод вспомогательных секущих плоскостей. Построение «линии перехода».
- 45 Взаимное пересечение поверхностей. Метод вспомогательных сфер. Построение «линии перехода».
- 46 Плоскость, касательная к кривой поверхности.
- 47 Способ аксонометрического проецирования. Коэффициенты искажения. Стандартные виды аксонометрических проекций.
- 48 Изометрическая проекция, изображение окружности.
- 49 Диметрическая проекция, изображение окружности.
- 50 Построение шестигранной призмы в изометрии и в диметрии по ее ортогональным проекциям.

### **3. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

#### **ЗАДАНИЯ К ГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ**

##### **3.1 Графическая работа № 4**

##### **ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

(Пример выполнения приведен на рис. 3.12)

**Цель работы:** Изучить и выполнить геометрические построения: уклона, конусности, сопряжений.

##### **Задание**

Выполнить по вариантам на листе чертежной бумаги формата А3.

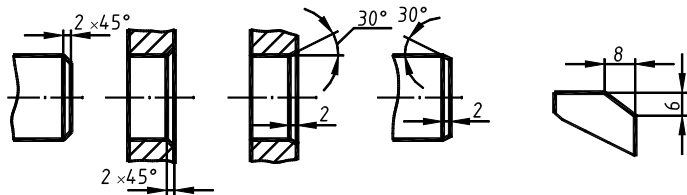
**Упражнение 4.** Построить чертеж валика (рис. 3.13, табл. 3.1).

**Упражнение 5.** Выполнить чертеж профиля швеллера (рис. 3.14, табл. 3.2) или двутавровой балки (рис. 3.15, табл. 3.3).

**Упражнение 6.** Построить сопряжения (рис. 3.16).

##### **Порядок выполнения работы**

**Упражнение 4.** При выполнении чертежа валика буквенные значения, данные на рис. 3.13, надо заменить цифровыми. *Квадрат* при отсутствии проекции, определяющей его конфигурацию, следует обозначить значком □, который проставляется перед размерным числом стороны квадрата, например □12. Диагональные линии проводятся толщиной  $s/3$ . По ГОСТ 2.307–68 размеры фасок под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на рис. 3.1. Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам линейным и



## ДИАС 2 1

угловым размерами (рис. 3.2) или двумя линейными размерами (рис. 3.3).

*Конусность* называется отношение диаметра окружности основания прямого конуса к высоте (рис. 3.4), а для усеченного конуса – отношение разности диаметров оснований к его высоте, т.е.  $K = (D - d)/h = 2 \operatorname{tg} \alpha$ .

Согласно ГОСТ 2307–68 перед размерным числом, характеризующим конусность, наносится знак  $\triangleleft$ , вершина которого должна быть направлена в сторону вершины конуса (рис. 3.4).

В машиностроительных деталях конусность нельзя принимать произвольно, ГОСТ 8593–57 устанавливает следующий ряд нормальных конусностей: 1 : 3; 1 : 5; 1 : 7; 1 : 8; 1 : 10; 1 : 12; 1 : 15; 1 : 20 и др.

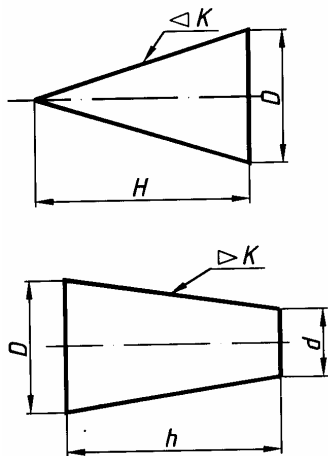


Рис. 3.4

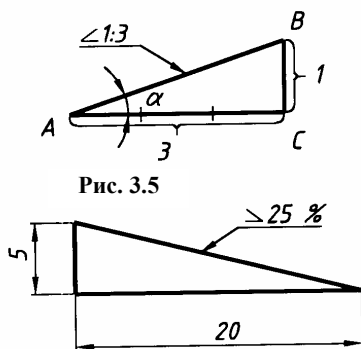


Рис. 3.5

Рис. 3.6

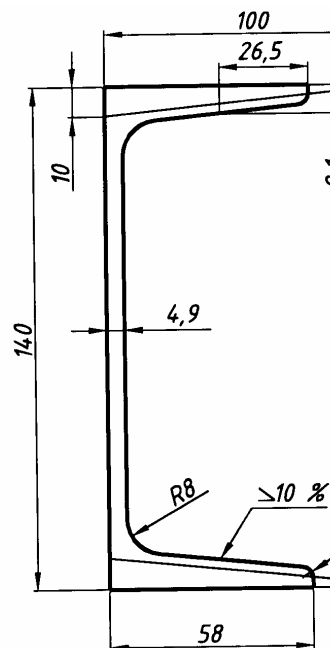


Рис. 3.7

**Упражнение 5.** При выполнении профиля швеллера или двутавровой балки все размеры берут из табл. 3.2, 3.3 и на рис. 3.14, 3.15 вместо буквенных выражений ставят цифровые. При обводке карандашом построение уклона на чертеже надо показать тонкими сплошными линиями.

*Уклон* прямой характеризует ее наклон к другой прямой, обычно горизонтальной и реже вертикальной. *Уклон выражается отношением* противолежащего катета  $BC$  к прилежащему катету  $AC$  (рис. 3.5). Он представляет собой  $\operatorname{tg} \alpha = BC / AC$ . Уклон и конусность могут быть выражены простой и десятичной дробями, а также в процентах. Согласно ГОСТ 2.307–68 перед размерным числом определяющим уклон ставится знак  $\triangleleft$ , острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (рис. 3.5, 3.6, 3.7).



**Упражнение 6.** Сопряжением называется плавный переход от прямой линии к дуге окружности или от одной дуги окружности к другой. Точкой сопряжения называется общая точка двух сопрягаемых линий. Сопряжения имеют большое применение в очертаниях технических форм.

Для выполнения сопряжений между двумя прямыми линиями от прямой линии к окружности и от одной дуги окружности к другой при помощи некоторой дуги имеются три элемента построения: *радиус дуги перехода, центр дуги перехода, точка сопряжения*. Задается один из этих элементов (например, радиус), остальные элементы должны быть получены построением.

Сопряжение может быть внешним (рис. 3.8) и внутренним (рис. 3.9). Вспомогательные построения, необходимые для нахождения центра и точек сопряжения, выполняются тонкими линиями. Эти построения основаны на следующих положениях: из рис. 3.8, 3.9 видно, что прямая, соединяющая центры касающихся дуг, проходит через точку их касания. Расстояние между центрами касающихся дуг равно сумме (касание внешнее) или разности их радиусов (касание внутреннее).

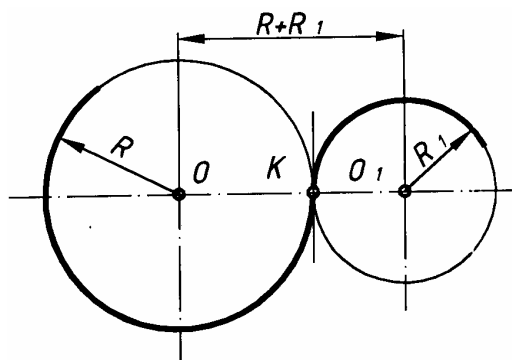


Рис. 3.8.

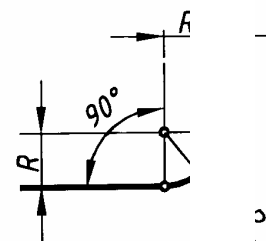
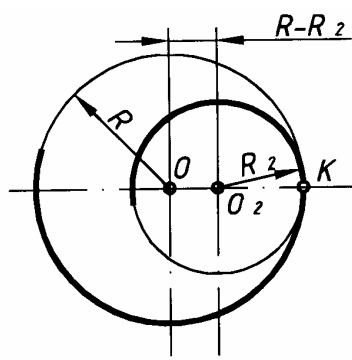


Рис. 3.9

Рис. 3.10

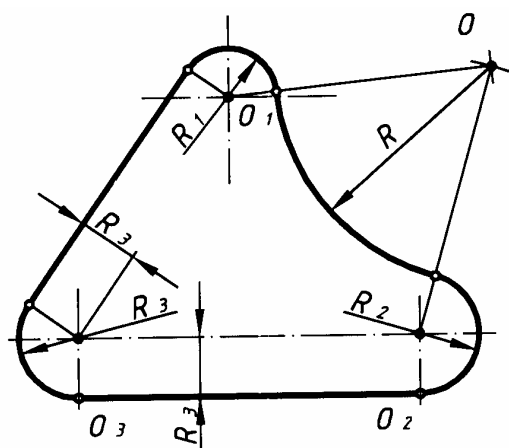


РИС. 3.11

При сопряжении дуги с прямой перпендикуляр, опущенный из центра дуги на прямую, проходит через точку их касания, т.е. центр дуги сопряжения отстоит от прямой на расстоянии, равном радиусу дуги  $R$  (рис. 3.10). Элементы сопряжения даны на рис. 3.11, где показаны сопряжения дуги с дугой и дуги с прямой.

**Проработать** по учебнику [2, с. 6 – 10, 19 – 34, 43 – 47, 78 – 83], по справочнику [3, с. 28 – 37, 40 – 46, 75 – 76, 622 – 628] и изучить основные требования стандартов ЕСКД [8]:

- ГОСТ 2.301–68. Форматы;
- ГОСТ 2.302–68. Масштабы;
- ГОСТ 2.303–68. Типы линий;

- ГОСТ 2.304–81. Шрифты чертежные;
- ГОСТ 2.104–68. Основные надписи.



Данные для упражнения 4

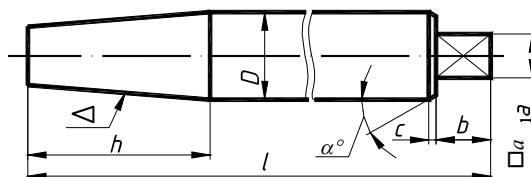


Рис. 3.13

3.1. Валик (рис. 3.13)

№ варианта	$l$	$h$	$D$	$b$	$\square a$	Конусность $\triangleleft$	Коническая фаска	
	Размеры, мм						Высота, мм	Угол $\alpha$ , град.
1; 9; 17; 25	260	50	25	15	10 × 10	1 : 5	2	45
2; 10; 18; 26	200	50	30	18	12 × 12	1 : 8	3	30
3; 11; 19; 27	220	60	35	20	15 × 15	1 : 3	3	45
4; 12; 20; 28	180	60	30	25	15 × 15	10 %	3	60
5; 13; 21; 29	160	60	25	15	10 × 10	15 %	2	30
6; 14; 22; 30	150	40	30	25	15 × 15	20 %	2	45
7; 15; 23	240	60	35	12	20 × 20	1 : 10	3	60
8; 16; 24	120	70	40	15	25 × 25	1 : 7	2	30

Данные для упражнения 5

3.2. Швеллеры ГОСТ 8240–72 (рис. 3.14)

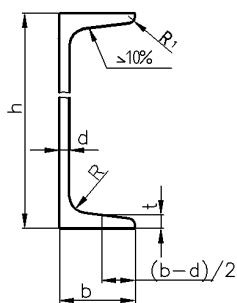


Рис. 3.14

№ варианта	№ профиля	Размеры, мм					
		$h$	$b$	$d$	$t$	$R$	$R_1$
1, 12, 23	10	100	46	4,5	7,6	7	3
2, 11, 13	12	120	52	4,8	7,8	7,5	3
3, 14, 24	14	140	58	4,9	8,1	8	3
4, 15, 25	16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5
5, 16, 26	18	180	70	5,1	8,7	9	3,5

3.3. Балки двутавровые ГОСТ 8240–89 (рис.

3.15)

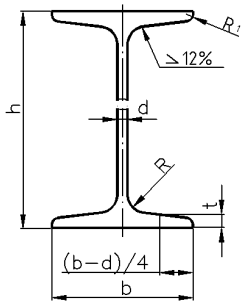


Рис. 3.15

№ варианта	№ профиля	Размеры, мм					
		$h$	$b$	$d$	$t$	$R$	$R_1$
6, 17, 27	10	100	55	4,5	7,2	7	2,5
7, 18, 19	12	120	64	4,8	7,3	7,5	3
8, 20, 28	14	140	73	4,9	7,5	8	3
9, 21, 29	16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5
10, 22, 30	18	180	90	5,1	8,1	9	3,5

Данные для упражнения 6

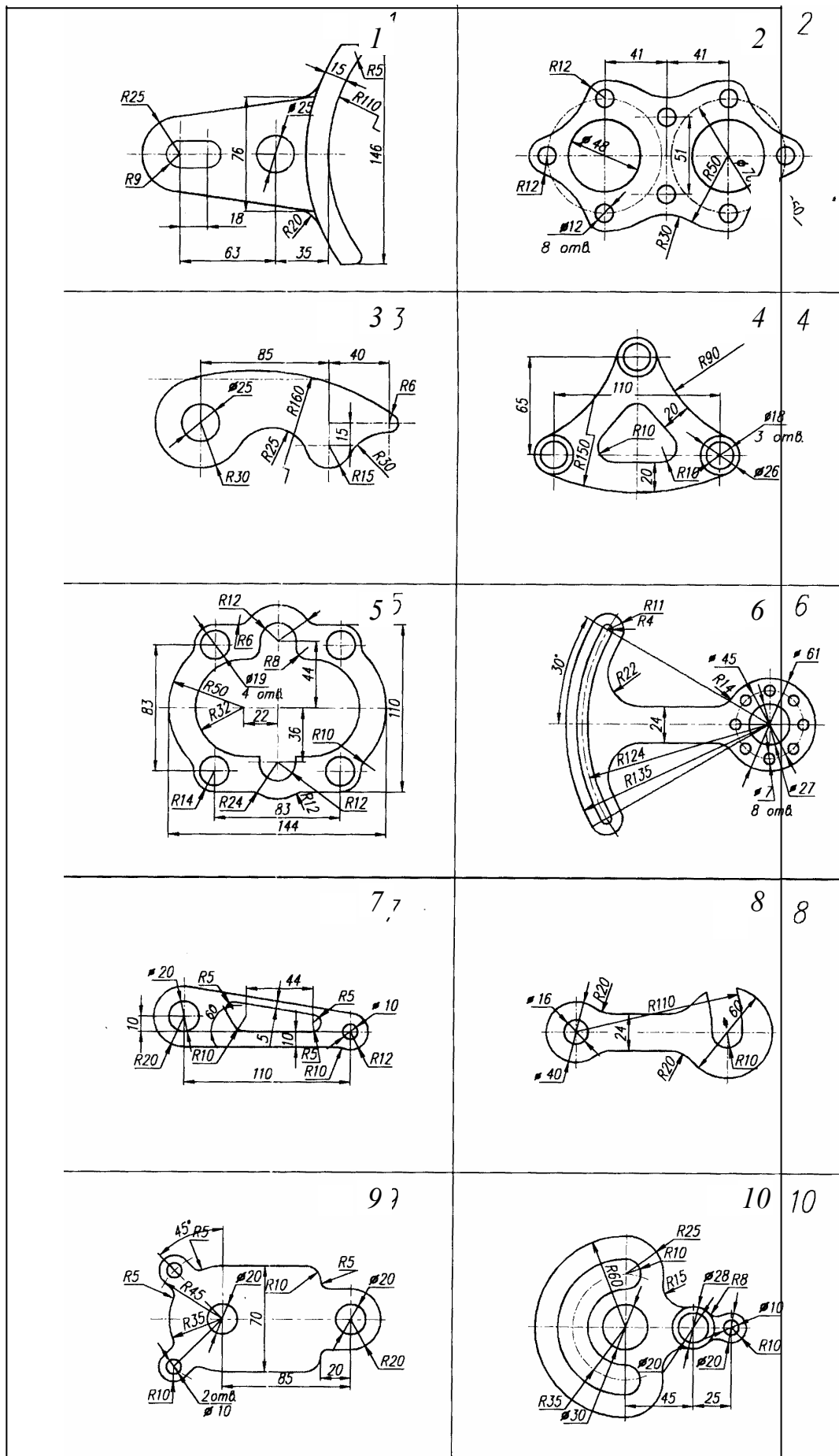


Рис. 3.16

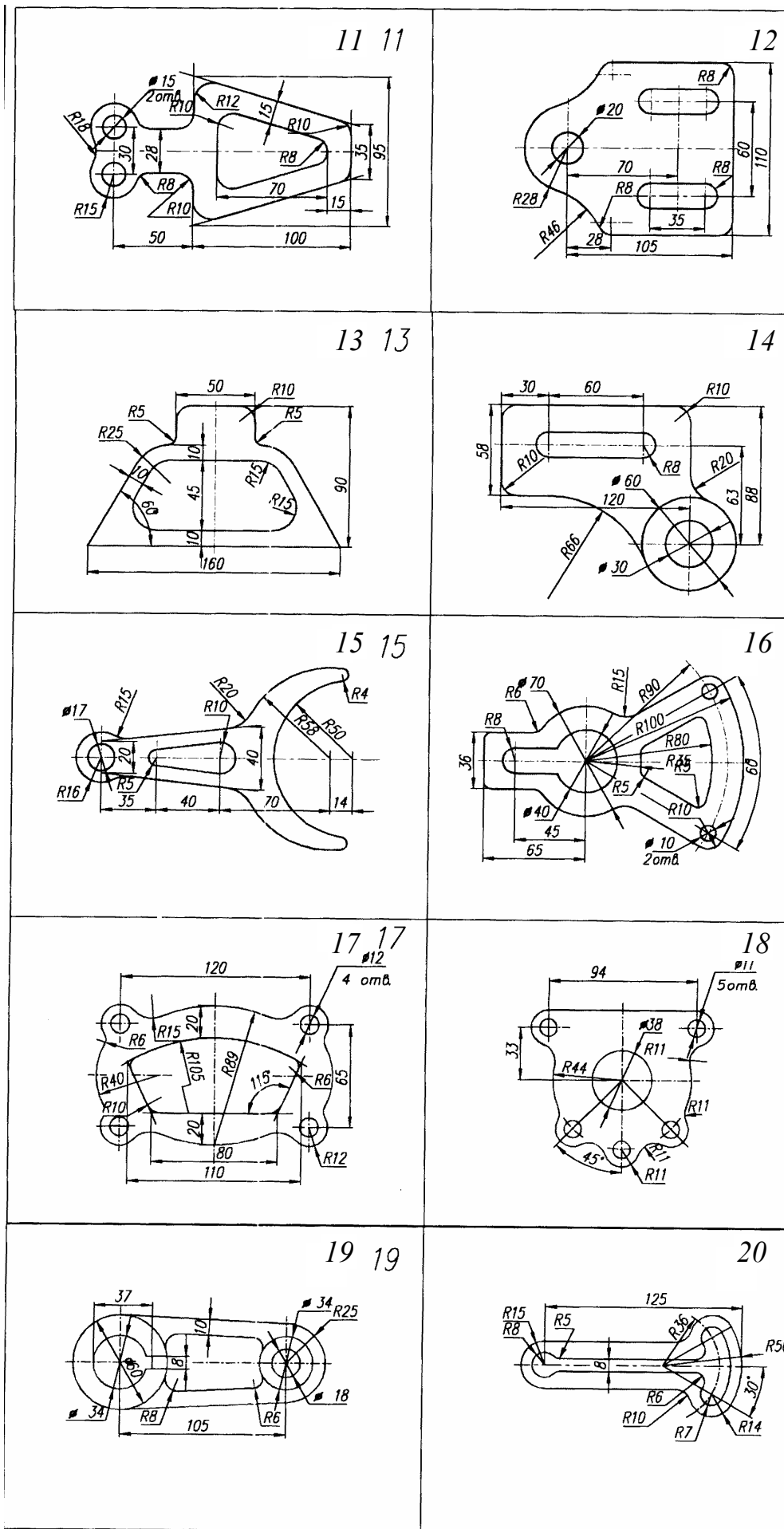


Рис. 3.16. Продолжение

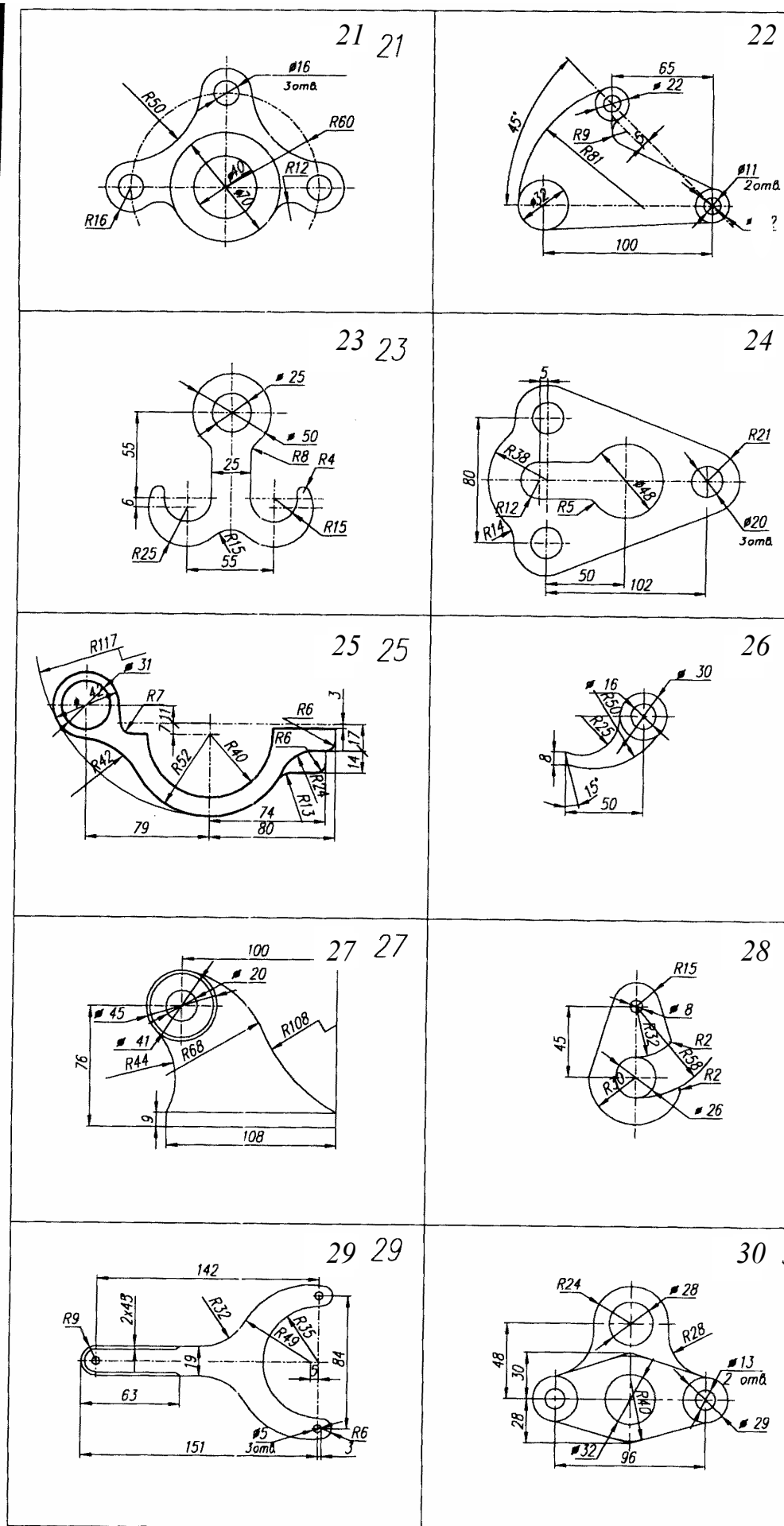


Рис. 3.16. Окончание

3.2. Графическая работа № 5

## ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ. АКСОНОМЕТРИЯ

(Примеры выполнения приведены на рис. 3.28, рис. 3.29)

**Цель работы:** Закрепить знания по применению способа прямоугольного проецирования для построения изображений пространственных геометрических форм и их комбинации на три плоскости проекции; приобрести навыки и умения в выполнении аксонометрических проекций.

### Задание

Выполнить по вариантам на двух листах чертежной бумаги формата А3 и А4:

**Упражнение 7.** Построить третий вид модели (детали) по двум заданным (см. рис. 3.30). Выполнить на главном виде и на виде слева необходимые разрезы. Проставить размеры.

**Упражнение 8.** Построить натуральный вид наклонного сечения фронтально-проецирующей плоскостью (плоскость задается преподавателем).

**Упражнение 9.** Выполнить на листе формата А4 аксонометрическое изображение модели (детали) в прямоугольной диметрии с вырезом одной четверти предмета. Размеры не наносить.

### Порядок выполнения работы

**Упражнение 7.** Перед тем как приступить к выполнению упражнений следует изучить по ГОСТ 2.305–68 или по учебнику основные положения, относящиеся к построению **видов, разрезов и сечений**.

**Видом** называется изображение обращенной к наблюдателю *видимой части поверхности* предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий. Видам, полученным на основных плоскостях проекций – фронтальной, горизонтальной и профильной, – присваивают названия: *вид спереди*, *вид сверху*, *вид слева*. Вид спереди условно считают главным (рис. 3.17).

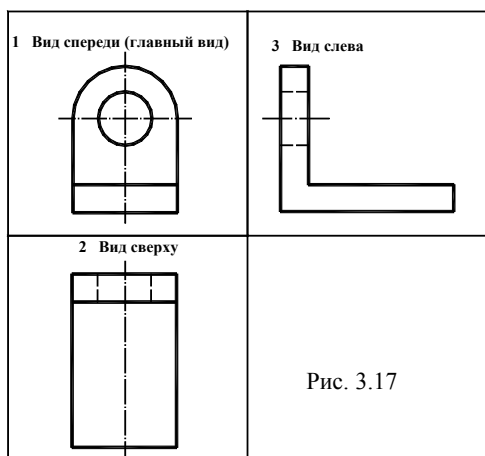


Рис. 3.17

*Главный вид* должен давать наиболее полное и ясное представление о форме и размерах детали или изделия. Относительно главного вида в установленном порядке размещают все остальные виды предмета: *вид сверху* – под главным видом, *вид слева* – справа от главного вида. При этом между изображениями предмета строго соблюдать проекционную связь и рационально заполнять лист бумаги выбранного формата.

Для выявления формы и размеров внутренних полостей изображаемого предмета следует применять *разрезы и сечения*. **Разрезом** называют изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. **Сечением** называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета плоскостью. При изображении сечения показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяют на *горизонтальные*, *вертикальные* и *наклонные*: *горизонтальные* – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций; *вертикальные* – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций; *наклонные* – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого. *Вертикальный* разрез называют *фронтальным*, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и *профильным*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.



В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на: *простые* – при одной секущей плоскости; *сложные* – при двух и более секущих плоскостях. Сложный разрез называют *ступенчатым*, если секущие плоскости параллельны. Если секущие плоскости пересекаются, то разрез называют *ломаным*.

**Обозначение разрезов (сечений).** Для указания на чертеже положения секущей плоскости применяют разомкнутую линию, называемую *линией сечения*. Толщина линии сечения от  $S$  до  $1,5S$ . Начальный и конечный штрихи этой линии не должны пересекать контур изображения. Стрелки, указывающие направление взгляда при разрезе, ставят на расстоянии  $2 \dots 3$  мм от внешнего конца штриха. У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же букву русского алфавита. Разрез отмечают надписью типа  $A-A$  – всегда двумя буквами через тире. Буквенные обозначения разрезов располагают параллельно основной надписи чертежа над соответствующим разрезом. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел на том же чертеже приблизительно в два раза. При обозначении сложного разреза штрихи линии сечения проводят также у изломов линии сечения.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, положение плоскости разреза не отмечают и разрез надписью не сопровождают (фронтальный разрез на рис. 3.18).

Допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их сплошной волнистой линией. Если при этом соединены половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (разрез  $A-A$  на рис. 3.18). Если с осью симметрии, являющейся границей между половиной разреза и половиной вида, совпадает проекция какого-либо элемента, принадлежащего внешней или внутренней поверхности фигуры (например, ребра многогранника), то в этом случае часть вида и часть разреза разделяют сплошной волнистой линией. Эту линию наносят слева или справа от ребра, так увеличивая вид или разрез, чтобы совпадающий с осью симметрии элемент фигуры проецировался видимым (вид слева на рис. 3.18).

Разрез, поясняющий устройство предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется *местным*. Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией (рис. 3.19).

ГОСТ 2.305–68 устанавливает большое количество условностей и упрощений. *Отверстия* на круглом фланце, не попадающие в секущую плоскость, *изображают в разрезе* (рис. 3.19); *тонкие стенки* типа ребер жесткости показывают *незаштрихованными*, если секущая плоскость направлена вдоль длинной стороны ребра (рис. 3.19); такие детали, как винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы, рукоятки при продольном разрезе, – изображают *нерасеченными* и т.д.

ГОСТ 2.306–68 устанавливает *обозначения графические материалов* в сечениях и разрезах главных видах предметов, некоторые из них представлены в табл. 3.4. Следует помнить, что графическое изображение дает лишь об-

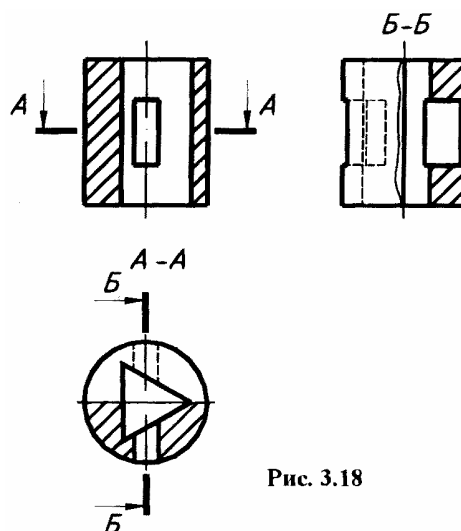


Рис. 3.18

РИС. 3.18

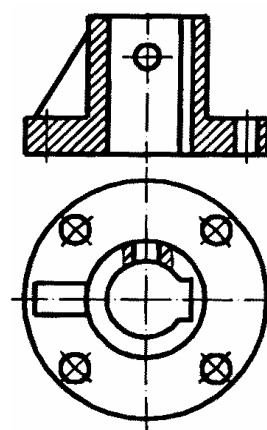
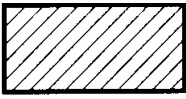
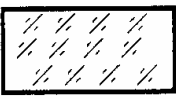
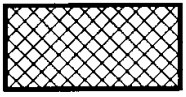



РИС. 3.19

щее представление о материале и не исключает необходимости указания на чертеже данных о нем. Эти данные приводятся в основной надписи рабочего чертежа детали или спецификации изделия. При выполнении штриховки смежных сечений трех и более деталей из одного материала следует изменять расстояние между линиями штриховки, направление штриховки или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому не изменяя угла их наклона.

*Металлы и твердые сплавы* обозначают штриховкой – сплошными параллельными линиями толщиной  $S/2 - S/3$  под углом  $\angle 45^\circ$  влево или вправо, но для всех разрезов одной и той же детали наклон в одну сторону, расстояние между линиями штриховки от одного до 10 мм. В случае совпадения линии штриховки с линией контура или осевыми рекомендуется штриховать под  $\angle 30^\circ$  или  $\angle 60^\circ$ . Сечения шириной менее 2 мм – зачернить.

### 3.4 Обозначения графические некоторых материалов в сечениях

Обозначение	Материал	Обозначение	Материал
	Металлы и твердые сплавы		Стекло и другие прозрачные материалы
	Неметаллические материалы		Жидкости

**Нанесение размеров.** Всякую деталь или изделие будут изготавливать по размерам, численные значения которых указаны на чертеже. Единые правила нанесения размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307–68. "Нанесение размеров и предельных отклонений". Для каждой фигуры задания указывают размеры простейших геометрических тел, из которых они состоят, и размеры их взаимного расположения. К простейшим геометрическим телам относятся призмы, пирамиды, прямые круговые цилиндры и конусы, сферы. Для задания каждого простого геометрического тела необходимо определенное количество размеров. Размеры призмы и пирамиды определяют размеры фигуры основания и высоты, прямых круговых цилиндров и конусов – размеры окружности, основания и высоты. Размеры сферы определяет ее радиус (или диаметр).

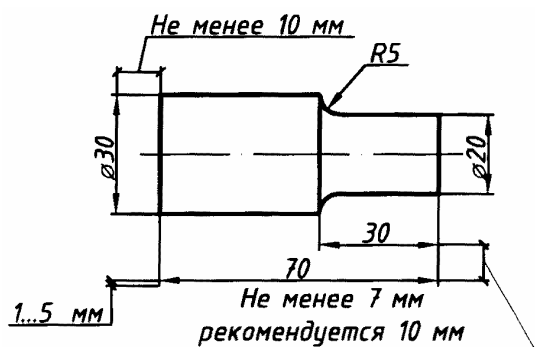


Рис. 3.20

Размеры на чертеже указывают размерными числами и размерными линиями. Линейные размеры указывают в *миллиметрах* (без указания размерности). Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы ( $4^\circ$ ,  $4^\circ 30'$ ,  $4^\circ 30' 40''$ ).

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии перпендикулярно размерным (рис. 3.20). Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1 – 5 мм. Расстояние размерной линии от параллельной ей линии контура, осевой, выносной и других линий, а также расстояние между параллельными размерными линиями должно быть в пределах 7 – 10 мм (рис. 3.20).

Необходимо избегать пересечения размерных и контурных, осевых, центровых и выносных линий. Если избежать пересечения не удается, то размерные линии выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура. Размерные линии выбираются в зависимости от толщины линий видимого контура. Размерные линии выбираются в зависимости от толщины линий видимого контура. Размерные линии выбираются в зависимости от толщины линий видимого контура.

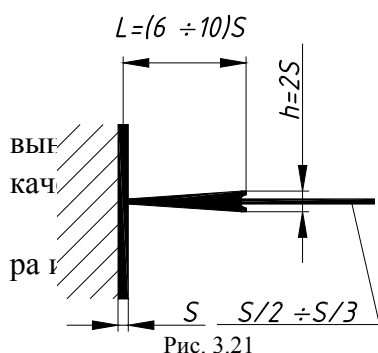


Рис. 3.21

ношение ее элементов показаны на рис. 3.21. Размерные числа наносят над размерной линией (выше нее на 1 мм) возможно ближе к ее середине. При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуются располагать в шахматном порядке. *Размерные числа соответствуют натуральным размерам предмета независимо от масштаба на чертеже. Каждый размер показывается только один раз.* Проставлять размеры от линий невидимого контура не допускается. *Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа.* В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают.

Размеры, относящиеся к *наружным* формам предмета, рекомендовано наносить *на соответствующих видах*, а *внутренние* – *на разрезах*. Предпочтительно наносить размеры вне контура изображений. При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву  $R$  (рис. 3.20). При обозначении размеров дуг окружности  $\leq 180^\circ$  указывается их радиус  $R$ , для дуг больше  $180^\circ$  и полных окружностей указывается их диаметр  $\varnothing$ .

**На рис. 3.30 часть размеров, из-за отсутствия третьего изображения размещены недостаточно целесообразно.** При выполнении задания расположение размеров надо не копировать с задания, а нанести их на всех трех изображениях, руководствуясь положениями ГОСТ 2.307–68.

**Упражнение 8.** При определении истинного вида наклонного сечения детали фронтально-проецирующей плоскостью надо воспользоваться одним из способов начертательной геометрии: вращения, совмещения, плоскопараллельного перемещения (вращения без указания положения осей) или перемены плоскостей проекций. На рис. 3.22 дано построение проекций и истинного вида сечения фронтально-проецирующей плоскостью  $\alpha$ , четырехугольной призмы способом перемены плоскостей проекций. Фронтальной проекцией сечения будет линия, совпадающая со следом плоскости. Для нахождения горизонтальной проекции сечения находим точки пересечения ребер призмы с плоскостью (точки  $A, B, C, D$ ), соединяя их, получим плоскую фигуру, горизонтальная проекция которой будет  $A'B'C'D'$ .

Для нахождения истинного вида сечения заменим горизонтальную плоскость проекции новой, параллельной плоскостью сечения. Новая ось проекций  $x_1$  будет параллельна фронтальному следу плоскости  $\alpha$ . Новая горизонтальная проекция, например, точки  $A$ , будет находиться от оси  $x_1$  на расстоянии  $l$ , равном расстоянию от оси  $x$  до прежней горизонтальной проекции точки. Ось симметрии, параллельная оси  $x$ , также будет параллельна новой оси и находиться от нее на расстоянии, равном  $l_1$ . В новой системе плоскостей проекций расстояния точек до оси симметрии сохраняют одинаковыми, как и в прежней системе, поэтому для нахождения их можно откладывать расстояния  $l_2$  от оси симметрии. Соединяя полученные точки  $A^{IV} B^{IV} C^{IV} D^{IV}$ , получим истинный вид сечения плоскостью  $\alpha$  заданного тела.

В инженерной графике проецирующая плоскость задается лишь одним следом – линией сечения и обозначается буквами русского алфавита, например  $A-A$  (рис. 3.23). Оси проекции не проводят. Построение сечения начинают с проведения линии симметрии истинного вида сечения, параллельной следу плоскости, располагая его на свободном месте чертежа. Если сечение не имеет оси симметрии, то проводят линию, параллельную следу плоскости, от которой и ведут построение фигур сечение снабжают надписью (рис. 3.23).

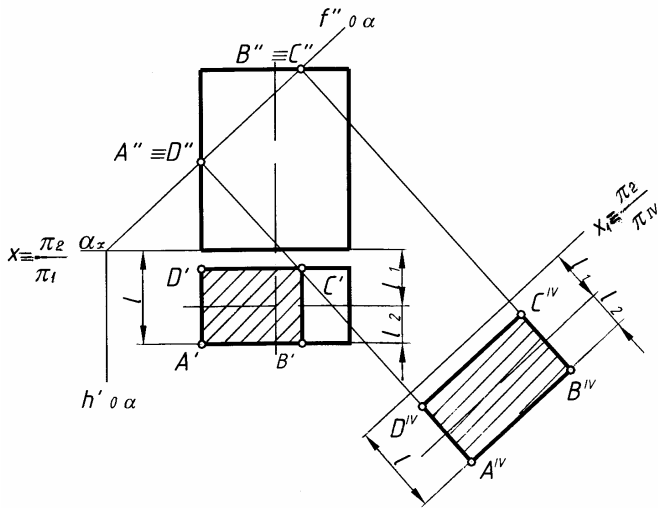


Рис. 3.22

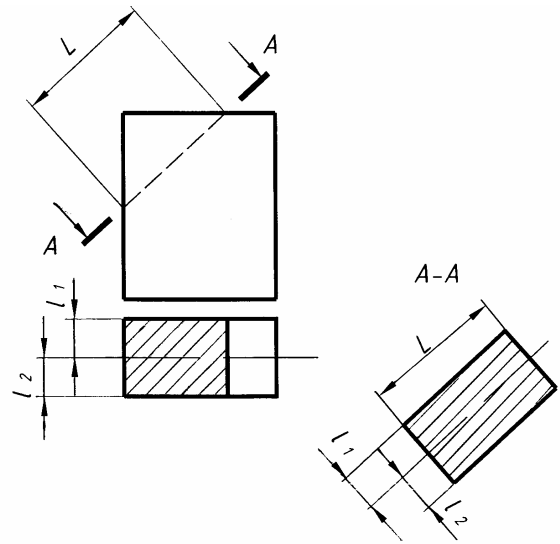


Рис. 3.23

На рис. 3.24 дано построение натурального вида наклонного сечения цилиндра, которое представляет собой эллипс. Его оси получают на чертеже: большая – отрезок 1; 7 = 1"; 7", малая – отрезок 4; 10 = 4'; 10' равный диаметру цилиндра. Для построения эллипса нужно найти еще несколько промежуточных точек, по способу указания которых находится большая и малая оси эллипса. Для построения эллипса можно повернуть, при этом нужно добавить условное графическое обозначение –

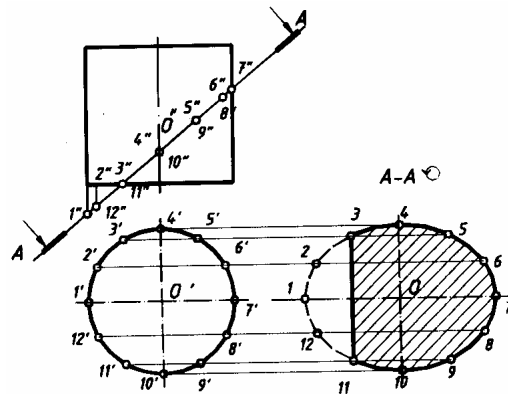


РИС. 3.24

знак "повернуто"

**Упражнение 9.** Для построения наглядных изображений применяют аксонометрическое проецирование, состоящее в том, что данный предмет вместе с системой трех взаимно перпендикулярных осей координат, к которым он отнесен в пространстве, параллельно проецируют на некоторую плоскость, называемую *плоскостью аксонометрических проекций* (или картинной плоскостью). Проекция на этой плоскости называется *аксонометрической* или сокращенно *аксонометрией*. Проекция осей координат, к которым отнесен предмет в пространстве, выполняют роль аксонометрических осей. Так как оси координат наклонены к плоскости аксонометрических проекций, они проецируются на нее с искажением.

В курсе инженерная графика студенты выполняют *изометрические* и *диметрические* аксонометрические проекции. Для изометрической проекции углы между аксонометрическими осями равны  $120^\circ$  (рис. 3.25, а), а для диметрической (рис. 3.25, в) ось  $x$  составляет с горизонтальной линией угол, равный  $7^\circ 10'$ , а ось  $y$  – угол  $41^\circ 25'$ . На практике построение аксонометрических осей для диметрических проекций производят следующим образом. Ось  $x$  проводят с уклоном 1 : 8 к горизонтальной прямой, а ось  $y$  служит биссектриса угла между осями  $x$  и  $z$ .

На всех осях изометрической проекции коэффициент искажения равен 0,82. Для диметрической проекции по осям  $x$  и  $z$  искажение равно 0,94, а по оси  $y$  – 0,47. Для упрощения построений изометрическую проекцию выполняют без искажений по всем осям, как бы приняв коэффициент искажения за 1, что соответствует увеличению изображения по сравнению с действительным в 1,22 раза. Диметрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $x$  и  $z$  и с коэффициентом искажения по оси  $y$ , равным 0,5. В этом случае диметрическое изображение увеличено по сравнению с действительным в 1,06 раза.

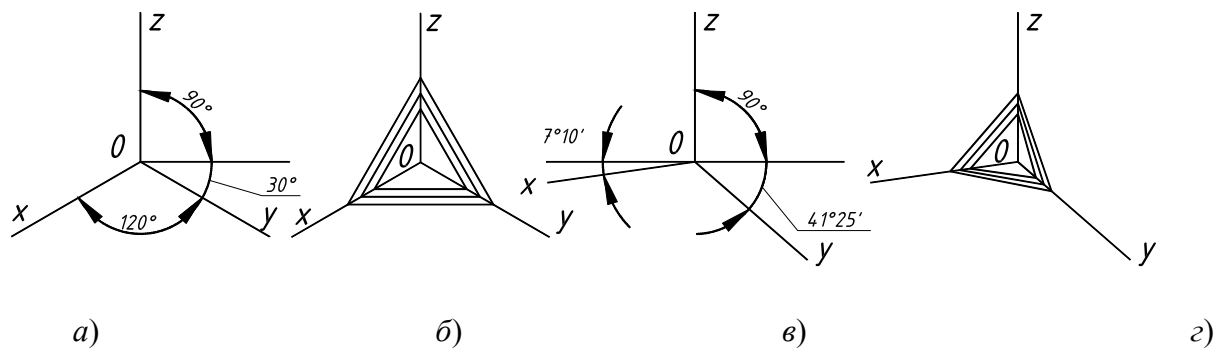


Рис. 3.25

Окружность на аксонометрических проекциях проецируется в эллипс. Эти эллипсы можно строить по его осям. В каждой координатной плоскости большая ось эллипса  $AB$ , в который проецируется окружность, расположена перпендикулярно свободной оси. Для изометрических проекций (рис. 3.26, а) во всех координатных плоскостях большая ось эллипса  $AB$  равна  $1,22$  диаметра окружности, а малая  $CD$  –  $0,71$  диаметра окружности (если изометрическая проекция строится без искажения по осям). Для диметрических проекций (рис. 3.26, б) в координатных плоскостях  $xOy$  и  $zOy$  большая ось эллипса  $AB$  равна  $1,06$  диаметра окружности, а малая  $CD$  –  $0,35$  диаметра окружности. В координатной плоскости  $xOz$  большая ось эллипса  $AB$  равна  $1,06$  диаметра окружности, а малая  $CD$  –  $0,94$  диаметра окружности. Все это при условии, что диметрическая проекция строится без искажения по осям  $x$  и  $z$ , и с искажением  $0,5$  по оси  $y$ .

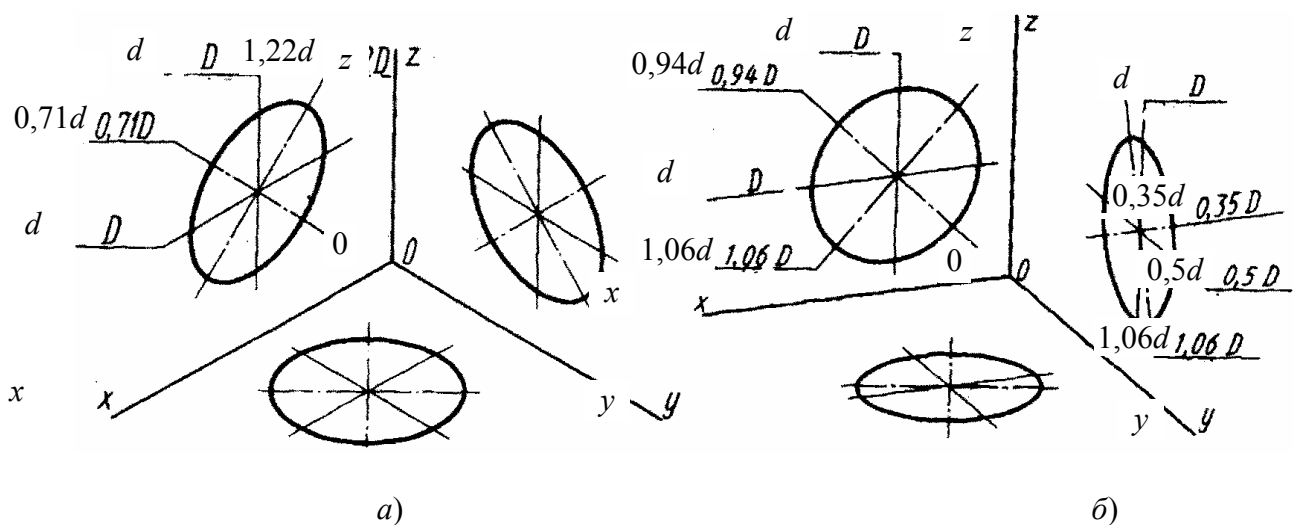


Рис. 3.26

Построение эллипса в аксонометрических проекциях можно заменить построением четырехцентрового овала. Покажем построение эллипса в изометрической (рис. 3.27, а) и диметрической (рис. 3.27, б) аксонометрических проекциях. Эллипсы можно построить по заданным аксонометрическим осям, например  $x$  и  $y$ , и диаметру окружности  $d$  без дополнительных расчетов, или по восьми точкам, предварительно рассчитав отрезки  $AB$  и  $CD$ .

Обычно аксонометрическую проекцию предмета строят по ортогональному чертежу, причем построение получается более простым, если положение детали относительно аксонометрических осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$  остается таким же, как и на ортогональном чертеже. На свободном поле чертежа намечают направления аксонометрических осей, предмет разбивают на простейшие геометрические тела: призмы, пирами-

ды, цилиндры, конусы, сферы и строят их изображения в аксонометрических проекциях.

На аксонометрических проекциях, как правило, не показывают невидимый контур штриховыми линиями. Для выявления внутреннего контура детали, так же как и на ортогональном чертеже, в аксонометрии выполняют разрезы, но эти разрезы могут не повторять контуры ортогонального чертежа. На аксонометрических проекциях, как правило, не применяют полные разрезы, так как такие разрезы уменьшают наглядность изображения.

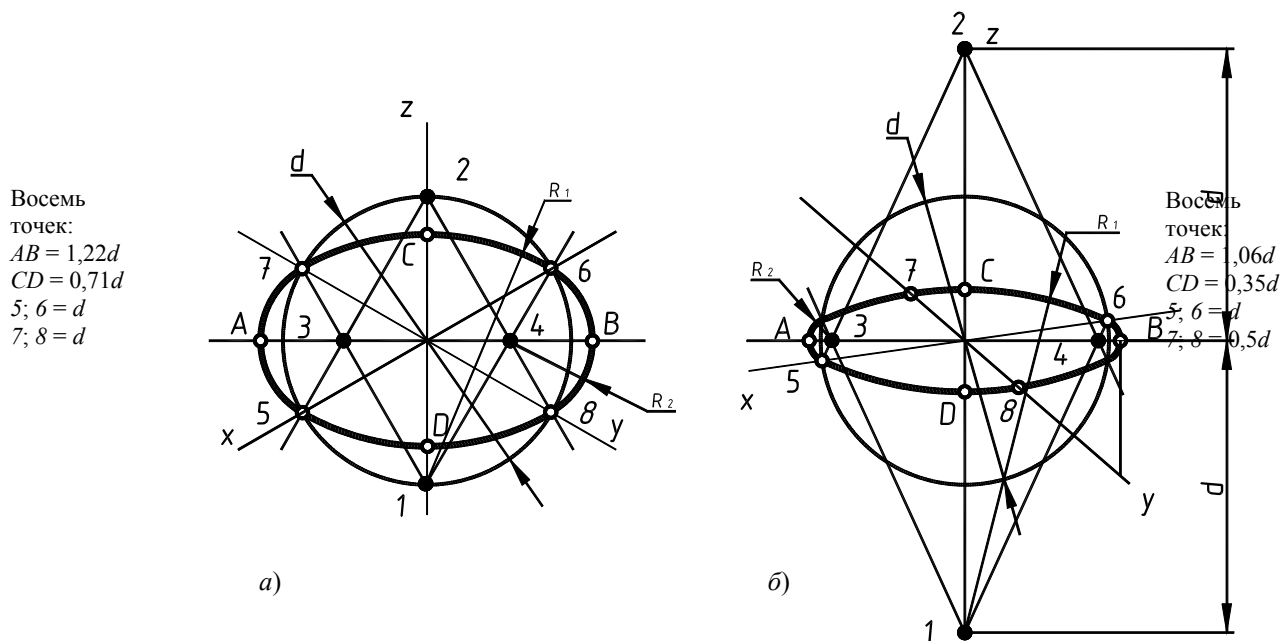


Рис. 3.27

Точки 1; 2; 3; 4 – центры овалов

При выполнении разрезов секущие плоскости направляют только параллельно координатным плоскостям  $xOz$ ,  $yOz$  или  $zOy$ . Чаще всего на аксонометрических проекциях, когда деталь представляет собой симметричную фигуру, вырезают одну четвертую часть детали. Ребра жесткости, если они попадают в секущую плоскость, штрихуются. Согласно ГОСТ 2.317–68 линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекции квадратов, расположенных в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям.

На рис. 3.25, б показано построение направлений линий штриховки на изометрических проекциях. Для этого на осях  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (или линиях, им параллельным) откладывают равные отрезки и соединяют их концы. Для диметрических проекций (рис. 3.25, в) на осях  $x$  и  $z$  откладывают равные отрезки, а на оси  $y$  – отрезок вдвое меньше.

**Проработать** по учебнику [2, с. 110 – 126, 135 – 153, 127 – 128, 34 – 47], по справочнику [3, с. 46 – 83, 87 – 91, 37 – 40] и изучить основные требования стандартов ЕСКД [8]:

ГОСТ 2.305–68. Изображения-виды, разрезы, сечения;

ГОСТ 2.306–68. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах;

ГОСТ 2.307–68. Нанесение размеров и предельных отклонений;

ГОСТ 2.317–69. Аксонометрические проекции.











## ЛИНИИ «СРЕЗА», «ПЕРЕХОДА»

(Примеры выполнения приведены на рис. 3.34, 3.35)

**Цель работы:** Закрепить знания, полученные в курсе начертательной геометрии, на примерах построения проекций линий пересечения поверхностей, различных машиностроительных деталей.

### Задание

Выполнить по вариантам на листе чертежной бумаги формата А3.

**Упражнение 10.** Построить три основных вида детали и проекцию линии «среза», полученную от сечения поверхностей вращения плоскостями, параллельными оси вращения. Выполнить полезные разрезы. Проставить размеры (рис. 3.36, нечетные варианты).

**Упражнение 11.** Построить три основных вида детали и проекции линий «перехода» от взаимного пересечения поверхностей вращения. Выполнить «полезные» разрезы. Проставить размеры (рис. 3.36, четные варианты).

### Порядок выполнения работы

Знакомство с машиностроительными деталями показывает, что подавляющее большинство элементов этих деталей являются поверхностями вращения, в одних случаях эти поверхности сочетаются соосно, в других – оси оформляющих деталей поверхностей пересекаются, параллельны или скрещиваются.

Детали первой группы обычно проходят обработку на металлорежущих станках: вначале на токарных, а затем на фрезерных или строгальных. Полученную при пересечении соосных поверхностей вращения линию плоскостью, расположенной параллельно оси вращения, называют линией «среза». Такая линия реально существует.

Детали второй группы (их заготовки), как правило, получают литьем, поковкой или штамповкой с последующей механической обработкой отдельных элементов детали. При этом, такие детали обычно имеют плавные переходы между поверхностями. Линией «перехода» называют возможную (неосязаемую) линию пересечения поверхностей, которой в действительности не существует на поверхности детали из-за плавного перехода одной поверхности в другую через третью поверхность. Такие плавные переходы одной поверхности в другую, их сглаживание необходимы на линиях деталей для уменьшения концентрации тепловых напряжений. Линию «перехода» строят на чертеже детали как линию пересечения поверхностей (без учета сглаживающей поверхности) для большей наглядности и удобства нанесения размеров.

Линии «среза» и линии «перехода» с точки зрения начертательной геометрии – это линии пересечения поверхностей.

Методика построения линии «среза» и линии «перехода» принципиально не отличается, так как обе эти задачи аналогичны по своему содержанию – это задачи на пересечение поверхностей. Конечно, построение линии «перехода» выполняется сложнее, чем построение линии «среза» из-за самого характера линий: линия «среза» – плоская кривая, а линия «перехода» – пространственная кривая. Особые приемы, упрощающие графическое решение задач на пересечение поверхностей, подробно изложены в курсе начертательной геометрии.

**Упражнение 10.** В заданиях линии «среза» обозначены знаками вопросов (?). Студенту необходимо построить эти линии классическим способом – пересечения поверхности вращения плоскостью, параллельной оси вращения. Любую деталь можно расчленить на отдельные простые геометрические тела, такие как цилиндр, конус, сфера, круговое кольцо (тор) и др.

При этом следует помнить, что плоскость, проходящая параллельно оси, пересекает цилиндр по об-

разующим, прямой круговой конус – по *гиперболе*, сфера всегда пересекается плоскостью по *окружности*, тор пересекается по кривой, называемой в общем случае *кривой Персея* (рис. 3.31).

Из рис. 3.31 видно, что построение сечений цилиндра и сферы плоскостями  $\alpha$  и  $\gamma$  не требует дополнительных пояснений. При построении сечений конуса и тора вводим дополнительные секущие плоскости  $\varepsilon_1, \varepsilon_2$  и находим промежуточные точки 4; 5; 6; 7 (для конуса) и точки 4; 5; 6; 7; 8; 9 (для тора).

В качестве примера на построение линии «среза» взята деталь изображенная на рис. 3.34.

Построение линии «среза» производится в следующей последовательности.

- Вычертить в тонких линиях все три изображения детали. При выполнении чертежа детали необходимо точно и аккуратно построить сопряжения контуров смежных поверхностей вращения, отмечая при этом центры сопрягаемых окружностей и точки сопряжения контуров: все допущенные неточности отразятся на результатах построения линии «среза».
- Определить основные геометрические тела вращения, из которых составлена деталь, и наметить их границы (границы тел определяются по точкам сопряжений контуров этих тел).
- Выделить вершины и характерные точки линии «среза», лежащие на границах поверхностей.

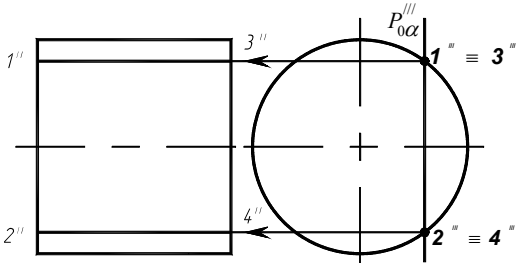
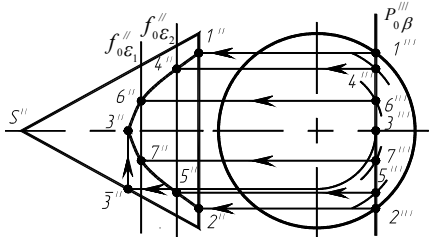
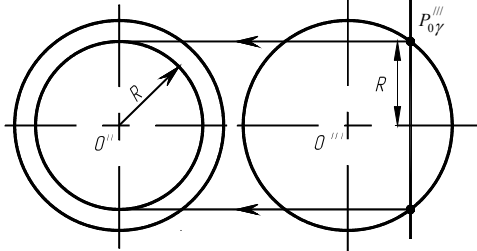
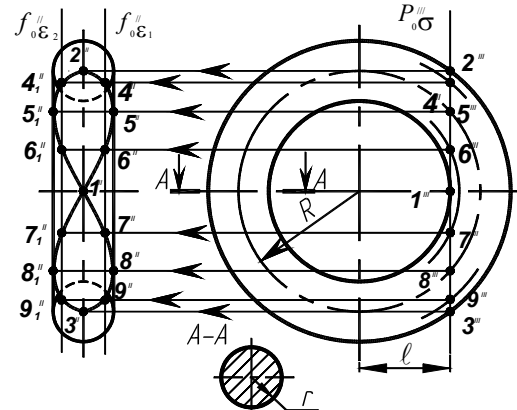
Поверхности вращения	Линии «среза»
<p>Цилиндр</p> 	<p>Две образующие</p>
<p>Конус</p> 	<p>Гипербола</p>
<p>Сфера</p> 	<p>Окружность</p>
<p>Круговое кольцо (тор)</p> 	<p>Кривые Персея (овал Кассини, при <math>R = 2r</math> и <math>l = r</math> лемниската Бернулли)</p>

Рис. 3.31. Поверхности вращения

- Построить промежуточные точки линии «среза». Количество промежуточных точек должно быть выбрано достаточно точным, чтобы определить характер линии «среза». Построенные точки соединить

по лекалу.

- Нанести размерные линии и размерные числа.

**Упражнение 11.** В заданиях линии «перехода» проведены не полностью, а лишь начало и конец их поставлены знаки вопросов (?). Студенту необходимо достроить эти линии пересечений поверхностей вращения, которые представляют собой множество точек, принадлежащих одновременно обеим поверхностям.

Построение проекций точек этой линии ведется с помощью вспомогательных секущих поверхностей, в качестве которых обычно используют плоскости или сферы. Вспомогательные поверхности выбирают так, чтобы они пересекали обе поверхности по простым для построения линиям – прямым или окружностям. На выбор вспомогательных секущих поверхностей в большей степени влияет характер пересекающихся между собой поверхностей вращения, положение их осей относительно плоскостей проекций, а также взаимное положение этих осей (т.е. пересекаются, скрещиваются или они параллельны между собой).

Выполнение задания начинается с прочтения чертежа: из каких геометрических тел состоит поверхность детали (объекта). Построение линии пересечения («перехода») каждой пары поверхностей выполняем методами подробно изложенными в курсе начертательной геометрии.

В качестве примеров на построение линии «перехода» напомним метод вспомогательных секущих плоскостей (рис. 3.32) и метод вспомогательных концентрических сфер (рис. 3.33).

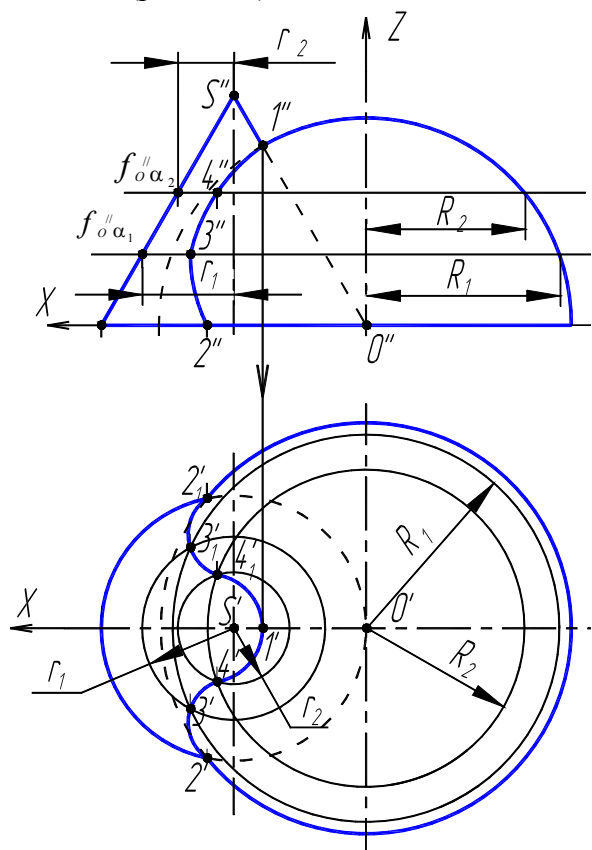


РИС. 3.32

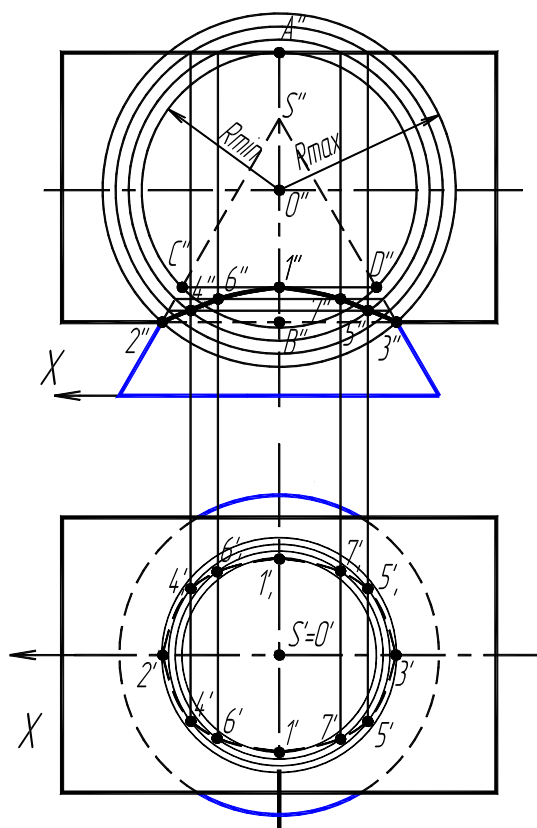


РИС. 3.33

На рис. 3.32 показано построение проекций линии «перехода» поверхности прямого кругового конуса и полусферы. При параллельном расположении осей симметрии конуса и полусферы в качестве «посредников» удобно принять плоскости  $\alpha_i$ , расположенные горизонтально на некотором расстоянии друг от друга. Тогда сечениями конуса являются окружности, радиус которых  $r_i$  зависит от высоты расположения секущей плоскости, а сечениями полусферы – окружности радиусом  $R_i$ . Взаимное пересечение этих окружностей на горизонтальной плоскости проекций дает точки искомой пространственной линии.

На рис. 3.33 рассмотрено построение проекций линии пересечения конической и цилиндрической поверхностей вращения, оси вращения которых пересекаются в точке  $O$ . Способ вспомогательных кон-

центрических сфер применяется, если: пересекаются поверхности вращения; оси этих поверхностей пересекаются; оси вращения параллельны одной из плоскостей проекций.

Центры вспомогательных сфер располагаются в точке  $O$  пересечения осей заданных поверхностей вращения. Такие сферы будут пересекать эти поверхности вращения по окружностям. На плоскость проекций, параллельную осям вращения поверхностей, эти окружности будут проецироваться в прямые  $AB$  и  $CD$ . В пересечении окружностей, принадлежащих одной сфере (например  $R_{min}$ ), получаем точки  $I$ ;  $I_1$  искомой линии пересечения заданных поверхностей вращения. Количество вводимых вспомогательных сфер зависит от требуемой точности построения линии пересечения «перехода» поверхностей.

Построение линии «перехода» производится в следующей последовательности.

- Вычертить в тонких линиях все три изображения детали.
- Определить основные геометрические тела вращения, из которых составлена деталь, и группировать все поверхности вращения попарно.
- Вычертить тонкими линиями внешние и внутренние контуры всех изображений обеих поверхностей вращения. Выбрать метод построения линии «перехода» каждой пары поверхностей вращения.
- Выделить характерные точки линии «перехода», лежащие на пересечении очерковых поверхностях.
- Построить промежуточные точки методом сечения вспомогательными плоскостями или методом секущих сфер.
- Нанести размерные линии и размерные числа.

**Проработать по учебнику** [2, с. 100 – 109] и изучить основные требования стандарта ЕСКД [8]; ГОСТ 2.305–68. Изображения – виды, разрезы, сечения (пп. 6.3, 6.4).

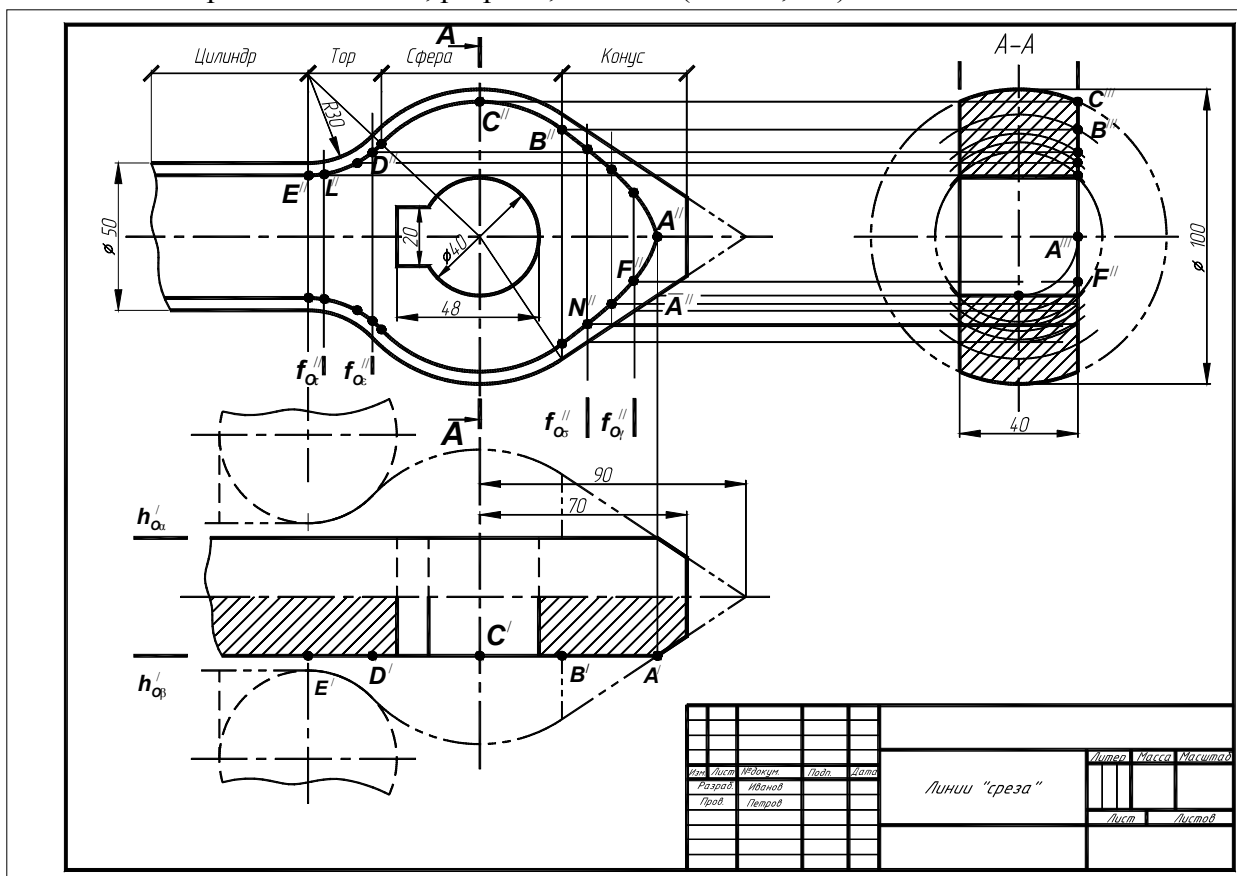


Рис. 3.34. Образец выполнения ГР № 6 (упражнение 10)

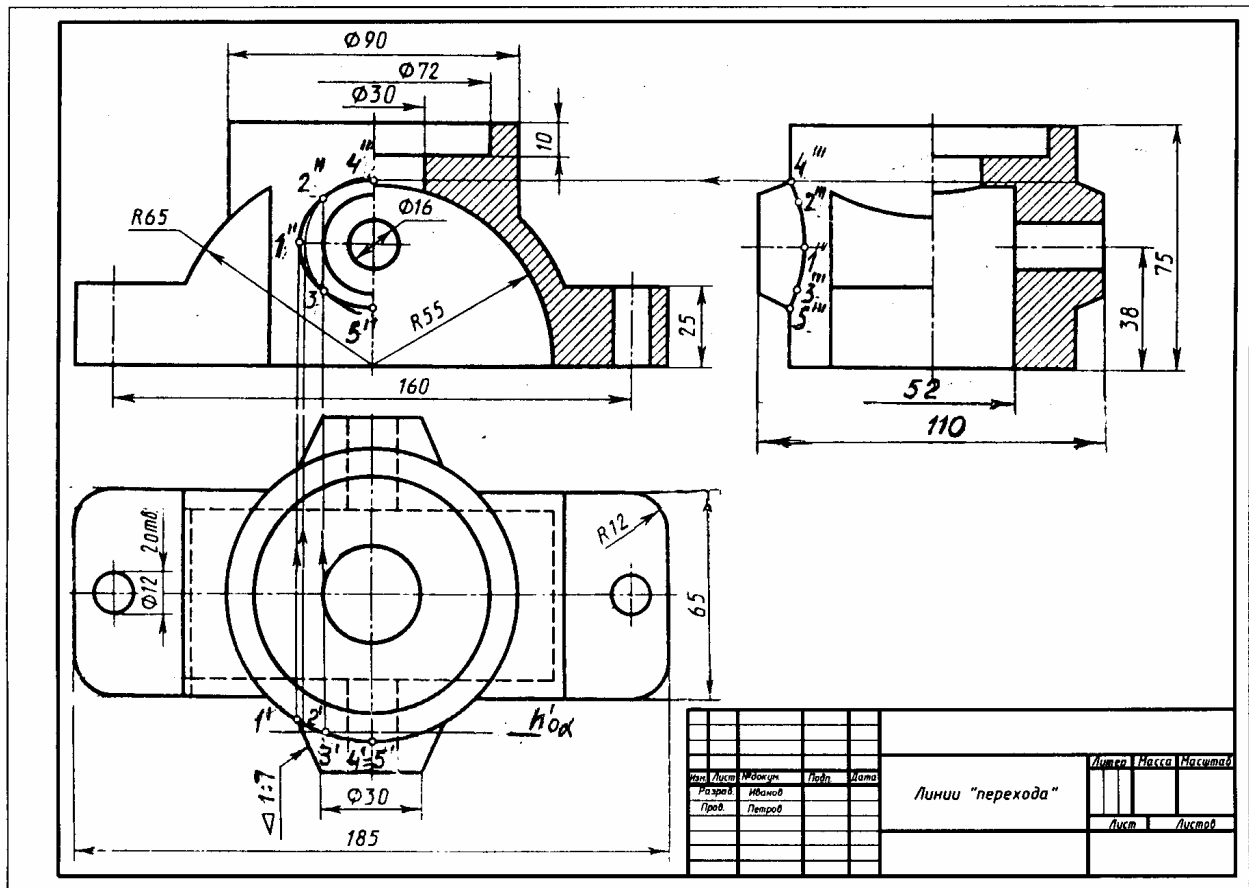


Рис. 3.35. Образец выполнения ГР № 6 (упражнение 11)



















### 3.4. Графическая работа № 7

#### Соединения деталей

(Пример выполнения приведен на рис. 3.50)

**Цель работы:** Изучить разъемные соединения (болтовые, шпилечные, винтом, труб муфтой), а также неразъемные соединения (сваркой, пайкой, склеиванием, клепкой), элементы этих соединений, их изображения и обозначения на чертежах.

#### Задание

Выполнить по вариантам на листе чертежной бумаги формата А3.

**Упражнение 12.** Начертить в левой части листа разъемные соединения деталей (рис. 3.51, табл. 3.5; рис. 3.52, табл. 3.6): упрощенное изображение соединения деталей болтом и гайкой; упрощенное изображение соединения деталей винтом; соединения деталей шпилькой и гайкой, а также гнездо с резьбой под шпильку; соединение труб заданного размера стандартной муфтой.

Проставить нужные размеры. Над изображениями выполнить поясняющие надписи, как это показано на образце выполняемого задания (рис. 3.50).

**Упражнение 13.** Выполнить в правой части листа условные изображения неразъемных соединений сваркой, пайкой, склеиванием и заклепками, перечертив рис. 3.50.

#### Порядок выполнения работы

Соединения деталей могут быть разъемными и неразъемными. Разъемные соединения позволяют выполнить их сборку и разборку без разрушения. Разборку неразъемных соединений можно произвести только с частичным разрушением некоторых деталей, входящих в соединение.

**Упражнение 12.** В практике наибольшее распространение получили резьбовые соединения, т.е. соединения с помощью деталей имеющих резьбу. *Резьбой называется поверхность образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.* Резьбы по назначению подразделяются на *крепежные* и *ходовые*. *Крепежные резьбы* служат для получения разъемных соединений деталей. *Ходовые резьбы* довольно часто выполняют многозаходными, они служат для преобразования вращательного движения в поступательное. Стандартные резьбы обозначаются сокращенно: *M* – метрическая, *G* – трубная, *Tr* – трапецидальная, *S* – упорная.

Наиболее распространенной из крепежных резьб является *метрическая* (ГОСТ 9150–81, ГОСТ 8724–81, ГОСТ 24705–81) и *трубная цилиндрическая* (ГОСТ 6357–81).

У *метрической резьбы* треугольный профиль с углом при вершине  $60^\circ$  (рис. 3.37). Диаметр и шаг (*P*) метриче-

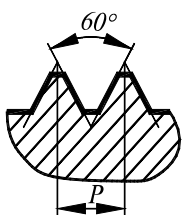


РИС. 3.37



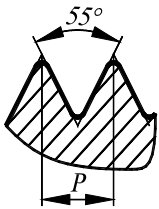


РИС. 3.38

**Трубная цилиндрическая** резьба также имеет треугольный профиль, но угол между боковыми сторонами равен  $55^\circ$  (рис. 3.38). Вершины выступов и впадин закруглены, что обеспечивает большую герметичность соединения. Трубная резьба имеет более мелкий шаг по сравнению с метрической. Ее применяют для соединения труб и других деталей арматуры трубопроводов, используемых в коммуникациях, транспортирующих жидкость, а также для прокладки электрических и телефонных кабелей.

**Изображение резьбы.** Построение точного изображения витков резьбы требует большой затраты времени, поэтому оно применяется в редких случаях. Как правило, на чертеже резьбу изображают условно, независимо от профиля резьбы, а именно: резьбу на стержне –

сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему на всю длину резьбы, включая фаску (рис. 3.39, а). На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, приблизительно равную  $3/4$  окружности и разомкнутую в любом месте. На изображениях резьбы в отверстии сплошные

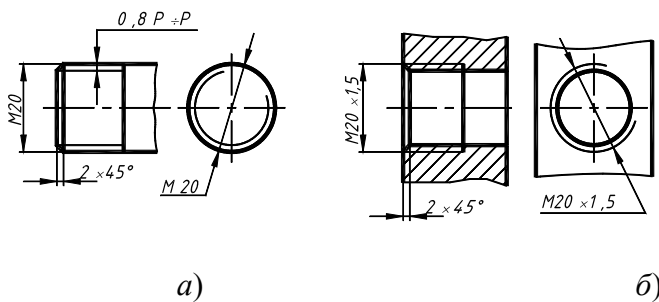


РИС. 3.39

Следует твердо запомнить правило: **в резьбовых соединениях, изображенных на разрезе, резьба стержня закрывает резьбу отверстия** (рис. 3.40, а, б). Обратите особое внимание на то, что на разрезах штриховка доводится до сплошных основных линий. Более подробно сведения об изображении резьбы см. в ГОСТ 2.311–68.

**Обозначение резьбы.** Метрическую резьбу выполняют с крупным (единственным для данного диаметра

ской резьбы выражается в миллиметрах. Метрическую резьбу подразделяют на резьбу с крупным шагом и резьбу с мелким шагом при одинаковом наружном диаметре резьбы.

основные и сплошные тонкие линии меняются местами (рис. 3.39, б). Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают. Границу резьбы на стержне и в отверстии проводят основной линией.

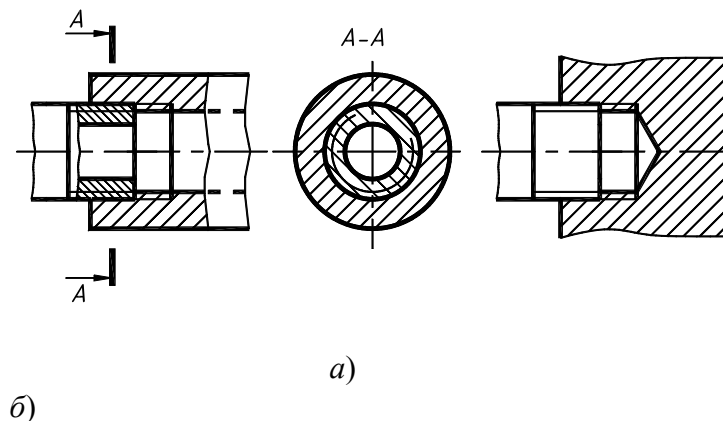


РИС. 3.40

резьбы) и мелким ша-

гами, которых для данного диаметра резьбы может быть несколько. Например, для диаметра резьбы  $d = 20$  мм крупный шаг всегда равен 2,5 мм, а мелкий может быть равен 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5 мм, поэтому в обозначении метрической резьбы крупный шаг не указывают (рис. 3.39, а), а мелкий указывают обязательно (рис. 3.39, б). Диаметр и шаги метрической резьбы установлены ГОСТ 8724–81. Его можно найти в любом справочнике или учебнике по черчению.

Если для метрической резьбы обозначение диаметра резьбы соответствует ее действительному наружному диаметру, то в трубной резьбе ее диаметр обозначается условно. Например, G1 соответствует трубе, имеющей условный проход (внутренний диаметр трубы), равный  $\approx 25$  мм. Наружный же диаметр трубной резьбы равен 33,25 мм, т.е. больше на две толщины стенки, поэтому обозначение трубной резьбы осуществляется с помощью линии – выноски со стрелкой и полкой (рис. 3.41).

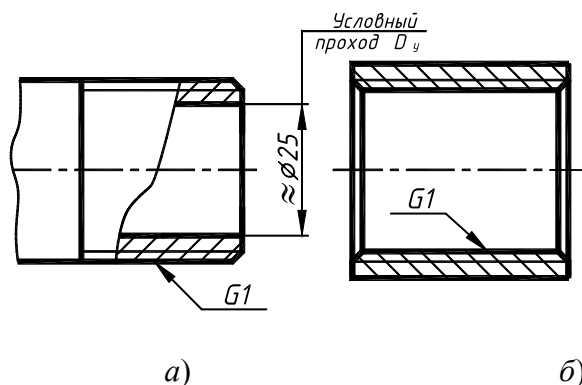


РИС. 3.41

**Разъемные соединения** деталей могут быть получены с использованием различных стандартных крепежных изделий: болтов, винтов, шпилек, гаек и шайб.

На чертежах крепежные детали (болты, винты, шпильки, гайки, шайбы) можно вычерчивать приближенно в относительных размерах, определяемых по наружному диаметру резьбы (рис. 3.47).

**Болт** представляет собой цилиндрический стержень (рис. 3.42), на одном конце которого имеется головка, на другом – резьба для навинчивания гайки. В машиностроении широкое распространение получили болты с шестигранной головкой, изготавливаемые по ГОСТ 7798–70. Расчетная длина болта определяется по формуле  $l = A + 1,25d$ , где  $A$  – суммарная толщина скрепляемых деталей;  $1,25d$  – величина, учитывающая толщину шайбы, высоту гайки и некоторый запас резьбы над гайкой;  $d$  – значение номинального диаметра резьбы болта. Полученное значение длины болта округляют до ближайшего стандартного значения по ГОСТ 7798–70, согласно которому длина болта кратна 5 мм, начиная с 20 мм до 80 мм, а с 80 мм и более кратна 10 мм. На учебных чертежах записывается сокращенное обозначение болта, в которое входят: наименование изделия (болт), диаметр резьбы, мелкий шаг резьбы (крупный не пишется), длина болта и номер стандарта, по которому изготовлен болт. Пример обозначения болта диаметром резьбы

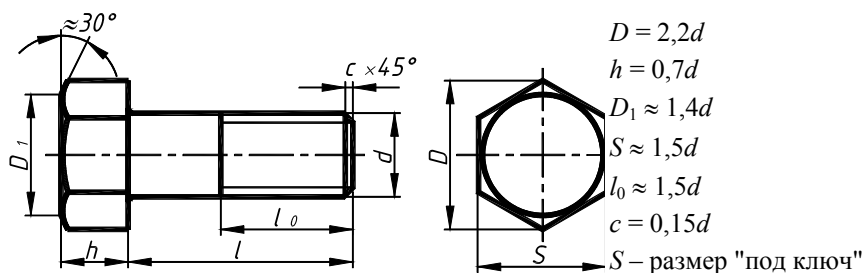


РИС. 3.42

диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с крупным шагом резьбы  $P = 2$  мм, длиной  $l = 60$  мм: Болт М16 × 60 ГОСТ 7798–70; аналогичного болта, но с мелким шагом резьбы  $P = 1,5$  мм: Болт М16 ×

1,5 × 60 ГОСТ 7798–70.

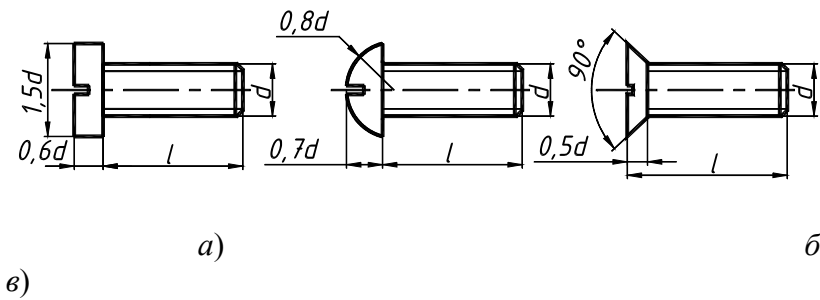


РИС. 3.43

**Винт** представляет собой резьбовую стержень с головкой различной формы, в которой для завинчивания его отверткой имеется специальная прорезь – шлиц. Наиболее широкое распространение имеют винты нормальной точности с цилиндрической (ГОСТ 1491–80), по-

лукруглой (ГОСТ 17473–80) и потайной (ГОСТ 17475–80) головками. На рис. 3.43, а – в такие винты представлены упрощенно с указанием рекомендуемых относительных размеров головок.

Длина винта определяется толщиной скрепляемой детали и глубиной ввинчивания  $l_1$ . Глубина ввинчивания винта может приниматься:  $l_1 = d$  – для стали, бронзы и латуни;  $l_1 = 1,25d$  – для серого и ковкого чугуна;  $l_1 = 2d$  – для легких сплавов. Длина винта должна выбираться так, чтобы длина резьбы винта  $l_0$  была не менее глубины ввинчивания.

Например (рис. 3.48), винтом с резьбой М12 необходимо прикрепить деталь 1 толщиной  $b = 15$  мм к детали 2 алюминиевого сплава. Определяем глубину ввинчивания  $l_1 = 2d$ ,  $l_1 = 2 \cdot 12 = 24$  мм. Длина винта  $l = b + l_1$ ,  $l = 15 + 24 = 39$ . Выбираем винт стандартной длины  $l = 40$  мм. Длина винтов  $l$  с цилиндрической и полукруглой головками берется без головки, а винтов с потайной головкой – вместе с головкой (рис. 3.43). В случае применения винта с потайной головкой в прикрепляемой детали отверстие должно быть раззенковано под головку винта.

Ряд длин винтов: 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80.

Обозначение винта аналогично обозначению болта, например: Винт М16 × 1,5 × 60 ГОСТ 1491–80.

**Шп**

**и  
л  
ь  
к  
а  
–  
ц  
и  
л  
и  
н  
д  
р  
и**

ч  
е  
с  
к  
и  
й

с  
т  
е  
р  
ж  
е  
н  
ь  
,  
и  
м  
е  
ю  
щ  
и  
й

с  
д  
в  
у  
х  
к  
о  
н  
ц  
о  
в  
р  
е  
з  
ь

б  
у  
(  
р  
и  
с  
·  
3  
·  
4  
4  
)  
·  
Ц  
е  
р  
т  
е  
ж  
  
ш  
п  
и  
л  
ь  
к  
и  
  
в  
ы  
п  
о  
л  
н  
я  
е  
т  
с  
я

В  
О  
Д  
Н  
О  
Й

П  
Р  
О  
Е  
К  
Ц  
И  
И

·  
Ш

П  
И  
Л  
Ь  
К  
И

П  
Р  
И  
М  
Е  
Н  
Я  
Ю  
Т  
Д  
Л  
Я  
С  
О  
Е

Д  
И  
Н  
Е  
Н  
И  
Я  
Д  
Е  
Т  
А  
Л  
Е  
Й  
,  
К  
О  
Г  
ДА  
О  
Т  
С  
У  
Т  
С  
Т  
В  
У  
Е  
Т  
М  
Е  
С  
Т  
О  
Д  
Л  
Я

р  
а  
з  
м  
е  
щ  
е  
н  
и  
я  
г  
о  
л  
о  
в  
к  
и  
  
б  
о  
л  
т  
а  
и  
л  
и  
  
к  
о  
г  
д  
а  
о  
д  
н  
а  
и  
з  
с



о  
е  
д  
и  
н  
я  
е  
м  
ы  
х  
д  
е  
т  
а  
л  
е  
й

и  
м  
е  
е  
т  
з  
н  
а  
ч  
и  
т  
е  
л  
ь  
н  
у  
ю

т  
о  
л

Щ  
И  
Н  
У  
,  
Ч  
Т  
О  
Д  
Е  
Л  
А  
Е  
Т  
Н  
Е  
Э  
К  
О  
Н  
О  
М  
И  
Ч  
Н  
О  
Й  
  
У  
С  
Т  
А  
Н  
О  
В  
К  
У  
Б  
О

У шпилек различают ввинчиваемый резьбовой конец  $l_1$  и гаечный  $l_0$ . Длина ввинчиваемого конца  $l_1$  в длину шпильки  $l$  не включается и зависит от материала детали, в которую ввинчивается шпилька:

$l_1 = d$  ГОСТ 22032–76 – сталь, бронза, латунь и т.п.;

$l_1 = 1,25d$  ГОСТ 22034–76 – ковкий и серый чугун;

$l_1 = 2d$  ГОСТ 22038–76 – легкие сплавы.

Длина шпильки  $l$  определяется по формуле  $l = A + 1,25d$ , где  $A$  – толщина скрепляемой детали;  $1,25d$  – величина, учитывающая толщину шайбы, высоту гайки и некоторый запас резьбы над гайкой. Полученное значение длины шпильки студент должен округлить до ближайшего стандартного значения.

Ряд длин шпилек: 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

Пример обозначения шпильки диаметром резьбы  $d = 20$  мм, с крупным шагом резьбы  $P = 2,5$  мм, длиной 110 мм, с длиной ввинчиваемого конца  $l_1 = 1,25d$ : Шпилька М20 × 110 ГОСТ 22034–76; аналогичной шпильки, но с мелким шагом резьбы  $P = 1,5$  мм: Шпилька М20 × 1,5 × 110 ГОСТ 22034–76.

**Гайка** – деталь, имеющая отверстие с резьбой и предназначенная для навинчивания на болт, шпильку или иные детали. Чаще всего в машиностроении применяют шестигранные гайки нормальной точности. Конструктивно они могут быть двух исполнений: исполнение 1 – гайки, имеющие с двух сторон как наружную, так и внутреннюю фаски; исполнение 2 – гайки, имеющие с одной стороны наружную, а с другой внутреннюю фаску. Чертеж гайки (рис. 3.45) выполняется в двух проекциях. Пример обозначения шестигранной гайки первого исполнения, диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с мелким шагом  $P = 1,5$  мм: Гайка М16 × 1,5 ГОСТ 5915–70.

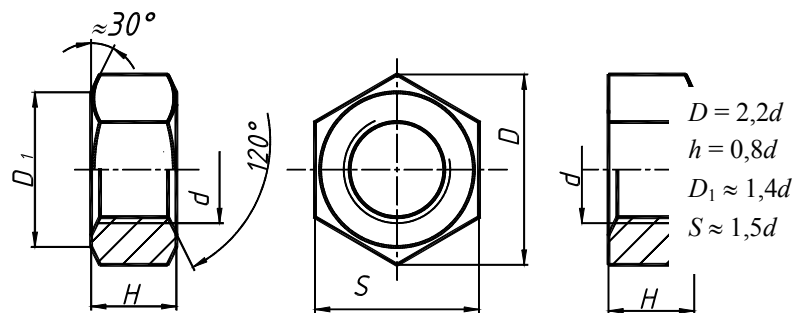
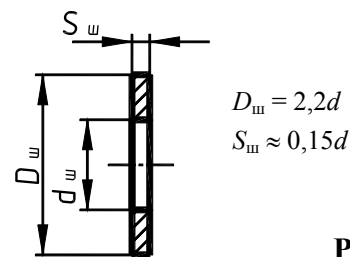


Рис. 3.45

**Шайба** представляет собой пластину с отверстием, как правило, круглой формы, подкладываемую под гайку или головку болта, винта. Чертеж шайбы выполняется в одной проекции (рис. 3.46). Шайбы применяются для предохранения материала детали от задиров и смятия при затяжке гайки. Диаметр отверстия в шайбе делается немного больше диаметра стержня болта, шпильки или винта, но в обозначении шайбы указывается не действительная величина внутреннего диаметра шайбы, а диаметр крепежной детали, например: Шайба 20 ГОСТ 11371–78.



3.46

Рис.

**Упрощенное изображение соединения деталей болтом** (рис. 3.47). На сборочных чертежах и чертежах общего вида крепежные детали изображают с упрощениями, которые заключаются в следующем: не изображаются фаски на головке болта и на гайке; не показывают зазор между болтом и скрепляемыми деталями; резьбу изображают по всей длине стержня; на виде сверху тонкую линию резьбы не проводят и не изображают контур шайбы.

При этом размеры гайки, шайбы и головки болта вычисляют по условным соотношениям, зависящим от номинального диаметра резьбы, следовательно, только два размера – диаметр стержня болта и его длина – сохраняются действительными, а остальные приближенно равными реальным.

Построение проекций болта и рекомендуется начинать с вида сверху. В главном виде крепежные детали (болт, гайка) показываются нерассеченными, попадают в разрез. Следует иметь в виду, что расстояние между крайними головкой болта и гайки на главном виде чертежа болтового соединения проставляют два размера: резьба болта и его длина.

**Упрощенное изображение соединения деталей винтом** состоит из скрепляемых деталей, одна из которых имеет глухое отверстие с резьбой в которое ввинчивается винт. В прикрепляемой детали имеется сквозное отверстие или отверстие раззенкованное под головку потайной головкой. Размеры винта вы-

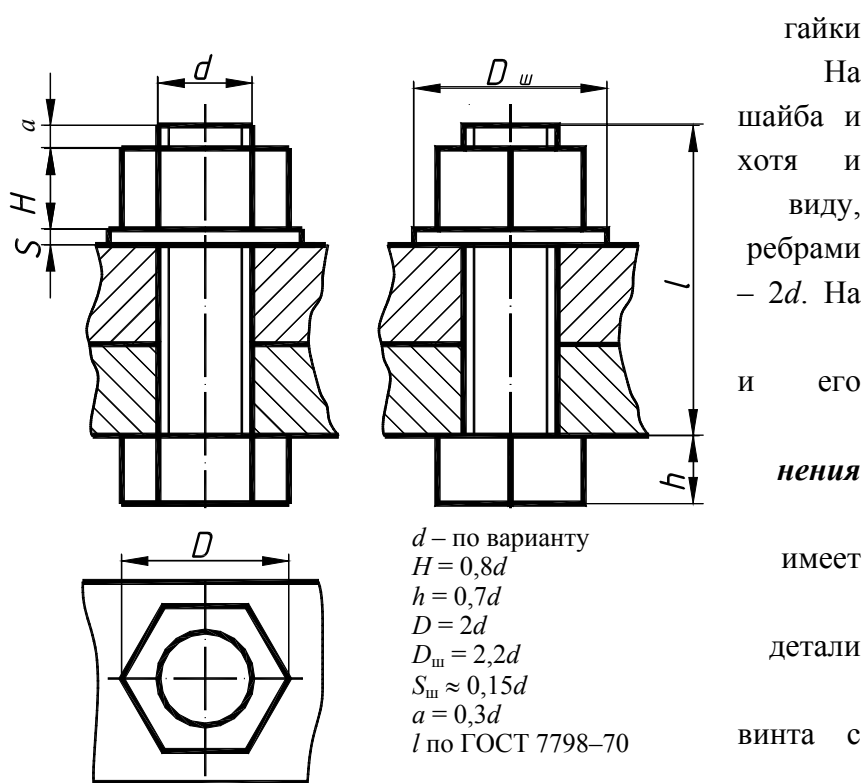


Рис. 3.47

числяются по условным соотношениям, зависящим от номинального диаметра резьбы  $d$ . Длина винта  $l$  определяется толщиной детали  $b$  и глубиной ввинчивания  $l_1$ , зависящей от материала детали. Шлицы на головках винтов изображаются одной сплошной линией. На рис. 3.48 показано конструктивное изображение соединения деталей винтами различных типов. Размеры отверстий деталей, скрепляемых винтами, рассчитываются аналогично соединению шпилькой (рис. 3.49).

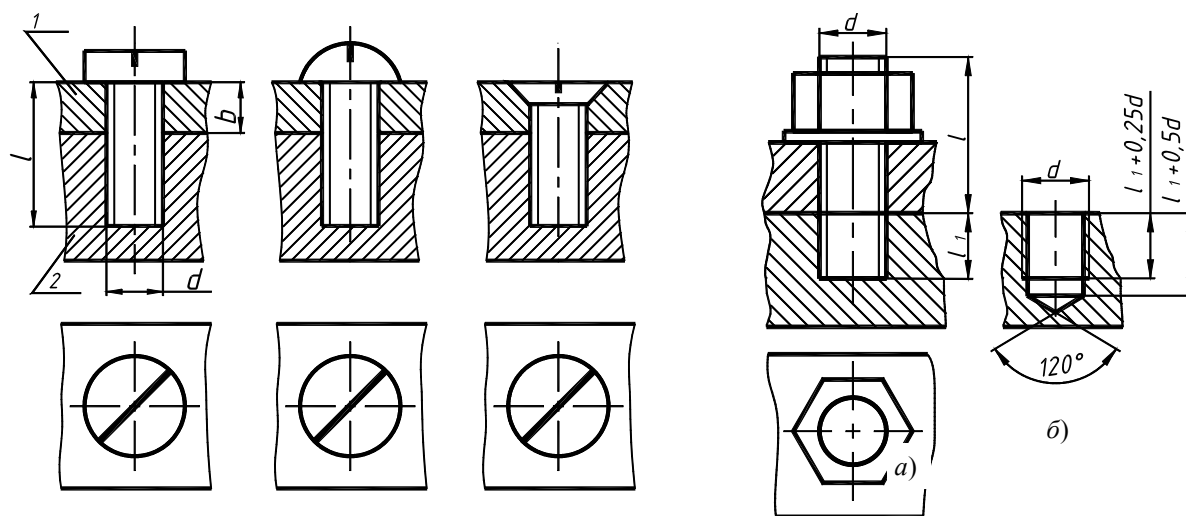


РИС. 3.48

РИ

**Упрощенное изображение соединения деталей шпилькой** состоит из **С.** скрепляемых деталей (рис. 3.49, **а**), одна из которых имеет глухое отверстие **3.4** гнездом, в которое ввинчивается одним концом шпилька. В прикрепляемой **9** и имеется сквозное гладкое отверстие для прохода шпильки. Гнездо вначале высверливают с **9** имеющим диаметр, примерно равный  $0,85d$ . Глубина гнезда обычно берется на  $0,5d$  больше длины ввинчиваемого конца  $l_1$  шпильки. Затем в гнезде метчиком нарезают резьбу (рис. 3.49, **б**).

Упражнение состоит в вычерчивании гнезда после нарезания в нем резьбы для шпильки. После этого вычерчивают изображение шпилечного соединения в двух проекциях, размеры берут по условным соотношениям и с упрощениями принятыми для болтового соединения (рис. 3.47). Обращается внимание, что на упрощенном изображении шпильки проводится линия, отделяющая ввинчиваемый конец от гаечного. Глубина гнезда на сборочном чертеже условно показывается равной длине ввинчиваемого конца  $l_1$  шпильки.

**Соединение труб муфтой** предусматривает выполнение чертежа соединения труб прямой стальной муфтой, выполненного в двух видах (рис. 3.52).

Трубные соединения применяют в коммуникациях, транспортирующих жидкости или газы. Трубы соединяются между собой с помощью фитингов – специальных деталей, среди которых наибольшее распространение получили муфты, угольники, тройники, крестовины. Фитинги отливаются из ковкого чугуна, некоторые изготавливаются стальными. Все фитинги имеют внутреннюю трубную цилиндрическую резьбу, такая же резьба нарезается и на наружной поверхности трубы. Для облегчения монтажа и создания герметичности при соединении труб муфтой применяют прокладки и контрагайки.



При соединении труб на "длинный" конец  $l_1$  трубы  $2$  навинчивают контрагайку  $4$ , надевают прокладку  $5$  и навинчивают муфту  $3$  (рис. 3.52). Затем приставляют "короткий" конец трубы  $1$  и свинчива-

ют на него муфту с "длинного" конца примерно на половину длины муфты. После этого сдвигают к муфте прокладку, свинчивают контрагайку до муфты и "затягивают" ее до отказа. Длина резьбы трубы 2 должна быть приблизительно равна длине муфты плюс удвоенную высоту контрагайки. На чертежах соединительных частей трубопроводов в обозначении трубной резьбы указывают не наружный диаметр резьбы, как для других стандартных резьб, а размер внутреннего диаметра трубы (и притом условный), на которой нарезается резьба. Наружный диаметр трубы получается больше на удвоенную величину толщины стенки трубы.

**Упражнение 13. Неразъемные соединения** могут быть получены сваркой, пайкой, склеиванием, клепкой (рис. 3.50). Выполняя это упражнение студент должен ознакомиться только с основными понятиями неразъемных соединений, основными правилами изображения соединений и некоторыми их условными обозначениями.

**Сварка.** Различают соединения: *стыковое, нахлесточное, угловое и тавровое*, обозначаемые символами *C, H, Y, T* соответственно. Кромки свариваемых деталей могут быть подготовлены различным способом: без скосов, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок, с двумя симметричными скосами одной кромки, с отбортовкой кромок и др. Для их различия к соответствующему буквенному символу добавляется еще цифровое обозначение вида подготовленных кромок: *C1, C2, C3* и т.д.; *Y1, Y2, Y3, ...*; *H1, H2, H3, ...*; *T1, T2, T3, ...*.

Шов может быть односторонним и двусторонним, непрерывным или прерывистым с цепным или шахматным расположением свариваемых участков, точечным и др. Шов может выполняться при монтаже изделия по замкнутой или незамкнутой линии, на флюсовой подушке, на стальной или флюсомедной подкладке, в среде защитного газа, с плавящимся или неплавящимся электродом и т.д. Все это находит отражение в условных обозначениях швов сварных соединений, в соответствующих стандартах. Так, например, правила обозначения швов сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой, изложены в ГОСТ 5264–80; выполняемых сваркой под флюсом – в ГОСТ 8713–79; выполняемых дуговой сваркой в защитном газе – в ГОСТ 14771–76 и т.д. Следовательно, чтобы правильно обозначить шов сварного соединения надо знать вид сварки (дуговая или газовая, ручная или автоматическая и т.д.), тип шва (*C, H, Y, T*), форму подготовки кромок.

Согласно ГОСТ 2.312–72, *видимый шов* изображают *сплошной основной линией*, а *невидимый – штриховой линией*. Условное обозначение шва наносят или над полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва или одиночной сварной точки с лицевой стороны, или под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны, причем на линии выноске  делается *односторонняя стрелка*. За лицевую сторону одностороннего шва принимают сторону, с которой производят сварку. Вспомогательный знак – треугольник  и размеры катета проставляют согласно стандарту на данный шов. Знак выполняется сплошными тонкими линиями. Высота знака должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

**Пайка. Склеивание.** Правила изображения швов, получаемых пайкой, склеиванием изложены в ГОСТ 2.313–82 "Условное изображение неразъемных соединений". Согласно стандарту, *место соединения элементов*, начерченных в разрезе и на видах, *показывают толстой сплошной линией, толщиной 2s*. От места пайки проводится начинающаяся *двусторонней стрелкой* тонкая линия – выноска. На линии-выноске, между стрелкой и полкой, наносится сплошной основной линией символ пайки ( ( ) вы-

пуклостью к двусторонней стрелке симметричной формы или символ склеивания ( $\overleftrightarrow{\text{E}}$ ). Для обозначения на чертеже швов по периметру, линию-выноску заканчивают окружностью, диаметром 3 ... 4 мм.

**Клепка.** При соединении заклепками скрепляемые листы или накладывают один на другой – соединение *внахлестку*, или стыкуют один к другому – соединение *встык*, и ставят одну или две накладки, затем в соединяемых деталях просверливают отверстия, вставляют заклепку и ударами, или сильным давлением расклепывают свободный конец, создавая вторую головку. По числу рядов заклепок швы делят на *однорядные* и *многорядные*, а по расположению заклепок – на *параллельные* и *шахматные*. По ГОСТ 2.313–82 швы заклепочных соединений могут изображаться условно. В проекциях на плоскость, перпендикулярную к оси, заклепки должны изображаться условными знаками "+", нанесенными тонкими линиями. Если изделие, изображенное на чертеже, имеет клепаный шов, то одну или две (крайние) заклепки в сечении и на виде следует показывать условно, а остальные центровыми или осевыми линиями. Все конструктивные элементы и размеры шва клепаного соединения приведены на рис. 3.50.

**Проработать по учебнику** [2, с. 216 – 264, 272 – 278], по справочнику [3, с. 270 – 349] и изучить требования ЕСКД [8]:

ГОСТ 2. 311–68. Изображение резьбы;

ГОСТ 2. 312–72. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений;

ГОСТ 2. 313–82. Условные изображения и обозначения швов неразъемных соединений;

ГОСТ 2. 315–68. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей.

Варианты индивидуальных заданий ГР № 7

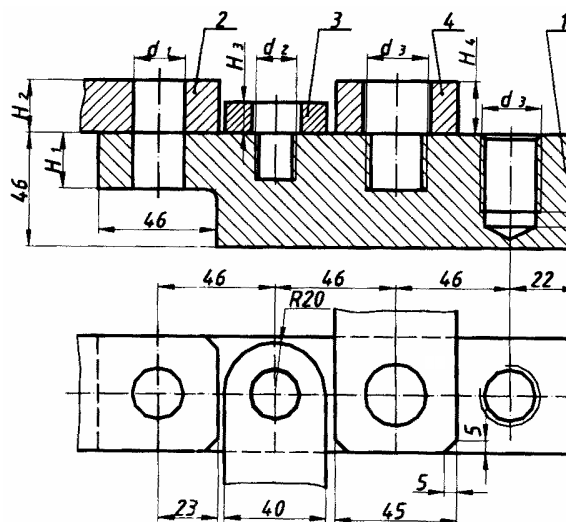


Рис. 3.51



3.5. Данные для упражнения 12 (рис. 3.51) (размеры, мм)

Вариант №	Вид соединения									Толщина скрепляемых деталей			
	Болтом		Винтом		Шпилькой		Материал детали 1	Труб муфтой (табл. 3.6)					
	Диаметр резьбы $d_1$	Шаг резьбы	а – ГОСТ 1491–80 б – ГОСТ 17473–80 в – ГОСТ 17475–80		Диаметр резьбы $d_3$	Шаг резьбы		Резьба $G$	Масштаб	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$
			Диаметр резьбы $d_2$	Тип винта									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	M10	1,5*	M16	а	M20	1,5	Сталь	¼	2,5 : 1	38	28	16	18
2	M12	1,25	M14	б	M16	2*	Чугун	⅜	2 : 1	36	26	14	16
3	M14	2*	M12	в	M14	1,5	Сталь	½	2 : 1	34	24	12	14
4	M16	1,5	M10	б	M12	1,75*	Алюминий	¾	1 : 1	32	22	10	12
5	M20	2,5*	M8	в	M10	1,25	Сталь	1	1 : 1	30	20	8	10
6	M22	1,5	M6	а	M8	1,25*	Чугун	1 ¼	1 : 2	28	18	6	8
7	M10	1,25	M6	в	M8	1,25*	Алюминий	1 ½	1 : 2	28	10	14	12
8	M12	1,75*	M8	а	M10	1,25	Чугун	2	1 : 2,5	26	12	12	14
9	M14	1,5	M10	б	M12	1,75*	Алюминий	2 ½	1 : 2,5	24	14	10	16
10	M16	2*	M12	а	M14	1,5	Сталь	3	1 : 2,5	22	16	8	18
11	M20	1,5	M14	б	M16	2*	Чугун	¼	2,5 : 1	20	18	12	14
12	M22	2,5*	M16	в	M20	1,5	Сталь	⅜	2 : 1	18	20	14	16
13	M10	1,5*	M12	б	M14	1,5	Алюминий	½	2 : 1	32	12	10	8
14	M12	1,25	M10	в	M16	2*	Чугун	¾	1 : 1	30	14	12	10
15	M14	2*	M16	а	M20	1,5	Сталь	1	1 : 1	28	16	14	12
16	M16	1,5	M14	в	M12	1,75*	Сталь	1 ¼	1 : 2	26	20	10	16
17	M20	2,5*	M6	а	M8	1	Чугун	1 ½	1 : 2	24	16	8	14
18	M22	1,5	M8	б	M10	1,5*	Алюминий	2	1 : 2,5	22	14	6	16
19	M10	1,25	M14	а	M12	1,75*	Сталь	2 ½	1 : 2,5	34	18	14	18
20	M12	1,75*	M6	б	M14	1,5	Алюминий	3	1 : 2,5	32	16	12	20
21	M14	1,5	M8	в	M16	2*	Чугун	¼	2,5 : 1	30	14	10	22
22	M16	2*	M6	б	M20	1,5	Сталь	⅜	2 : 1	28	12	8	18
23	M20	1,5	M12	в	M10	1,5*	Чугун	½	2 : 1	22	10	10	16

24	M22	2,5*	M10	а	M8	1	Алюми- ний	¾	1 : 1	20	14	12	14
25	M10	1,5*	M8	б	M12	1,25	Алюми- ний	1	1 : 1	30	22	14	12
26	M12	1,25	M16	а	M14	2*	Сталь	1 ¼	1 : 2	28	20	12	10
27	M14	2*	M6	в	M16	1,5	Чугун	1 ½	1 : 2	26	18	10	16
28	M16	1,5	M8	б	M20	2,5*	Сталь	2	1 : 2,5	24	16	8	20
29	M20	2,5*	M16	в	M10	1,25	Чугун	2 ½	1 : 2,5	20	14	12	14
30	M22	1,5	M12	а	M8	1,25*	Алюми- ний	3	1 : 2,5	18	10	14	12

\* Крупный шаг резьбы.

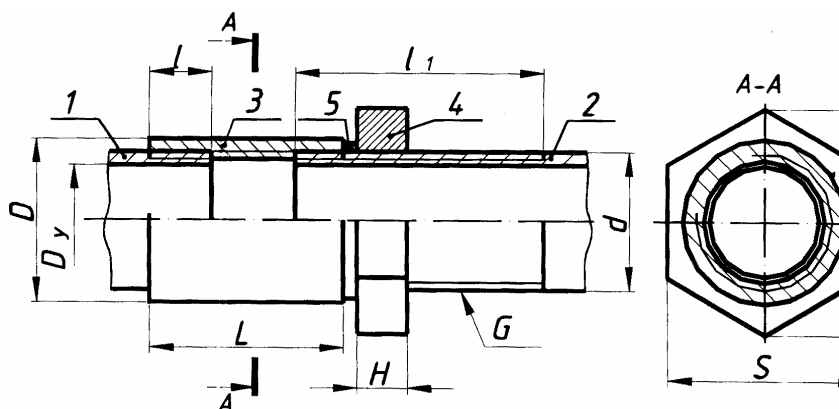


Рис. 3.52

### 3.6. СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ МУФТОЙ (РИС. 3.52) (РАЗМЕРЫ, ММ)

G	D <sub>y</sub>	Деталь 1 Труба (ГОСТ 3262–75)		Деталь 2 Труба (ГОСТ 3262–75)		Деталь 3 Муфта (ГОСТ 8966– 75)		Деталь 4 Контрагайка (ГОСТ 8968–75)		
		d	l	d	l <sub>1</sub>	L	D	H	S	D <sub>1</sub>
¼	8	13,5	7,0	13,5	37	25	19	6	22	22,4
¾	10	17	8,0	17	42	26	24	6	27	31,2
½	15	21,3	9,0	21,3	50	34	27	8	32	36,9
¾	20	26,8	10,5	26,8	54	36	32	9	36	41,6
1	25	33,5	11,0	33,5	63	43	40	10	46	53,1
1 ¼	32	42,3	13,0	42,3	68	48	49	10	55	63,5

1 ½	40	48,0	15,0	48,0	68	48	55	10	60	69,4
2	50	60,0	17,0	60,0	76	56	68	10	75	88,5
2 ½	65	75,5	19,5	75,5	89	65	85	12	95	110
3	80	88,5	22	88,5	95	71	100	12	105	121

Деталь 5. Прокладка.

### 3.5. Графическая работа № 8 ЭСКИЗЫ И РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ (Примеры выполнения приведены на рис. 3.61 – 3.63)

**Цель работы:** Изучить правила и приемы составления эскизов, способов обмера деталей и выполнения рабочих чертежей деталей (без нанесения шероховатости поверхностей и предельных отклонений размеров). Приобрести навыки работы со справочной литературой.

#### Задание

Выполнить по вариантам эскизы на писчей бумаге в клетку формата А4 или А3 каждый, рабочий чертеж – на чертежной бумаге формата А3.

**Упражнение 14.** Выполнить с натуры эскиз колеса зубчатого.

**Упражнение 15.** Выполнить с натуры эскиз корпуса (плиты, скобы и др.).

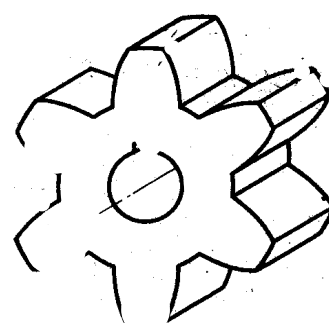
**Упражнение 16.** Начертить по эскизу (упр. 15) рабочий чертеж детали и ее аксонометрическое изображение – прямоугольную изометрию с вырезом одной четверти.

Задания на выполнение эскизов деталей – индивидуальные и выдаются преподавателем на практических занятиях из имеющихся на кафедре реальных деталей, широко применяемых в машиностроении.

#### Порядок выполнения работы

Эскиз является конструкторским документом для разового использования деталей или выполнения по нему рабочих чертежей. Эскизы и чертежи по содержанию не имеют различий, а отличаются лишь по технике исполнения. Эскизы рисуют от руки без применения чертежных инструментов с соблюдением на глаз пропорциональности размеров между элементами детали. Чертеж чертится с помощью чертежных инструментов и с соблюдением масштаба.

**Упражнение 14.** Объектом для эскиза служит цилиндрическое зубчатое колесо с прямыми некорректированными (рис. 3.53). Правила выполнения чертежей цилиндрических и конических зубчатых колес, изложенные в ГОСТ 2.403–75 и в полном объеме могут быть изучены только в курсе деталей курса инженерной графики студент должен получить только



зубьями  
2.405–75,  
машин. В  
самое

Рис. 3.53

общее представление об основных параметрах зубчатого колеса – шаге, модуле, диаметрах вершин и впадин зубьев, делительном диаметре и некоторые другие; знать, что зубья на плоскости, перпендикулярной оси шестерни, изображаются условно: сплошной основной линией показывают окружность выступов зубьев, штрихпунктирной тонкой – начальную или делительную окружность, окружность же впадин показывается только на изображении цилиндрической шестерни (не обязательно). При необходимости показать профиль зуба применяют местный разрез или выносной элемент.

Отметим, что таблица параметров на рис. 3.61 содержит меньше данных по сравнению с таблицами, применяемыми на заводских рабочих чертежах. Только после изучения этой темы в курсе деталей машин и ряде других студент сможет на чертежах шестерен помещать подробную таблицу параметров, отвечающую требованиям производства. Выполняя разрез, учесть, что зубья шестерен в продольном разрезе всегда показываются незаштрихованными.

На эскизе шестерни должны быть указаны модуль  $m$  и число зубьев  $z$ . Эти параметры обязательно указываются на рабочем чертеже любой шестерни. Зная рабочий получает режущий инструмент соответствующего модуля (фрезу, рейку). Значение  $z$  необходимо знать для настройки делительного устройства станка.

Модуль показывает число миллиметров диаметра делительной окружности на один зуб шестерни, т.е.

$$m = d/z, \text{ отсюда } d = mz. \quad (3.1)$$

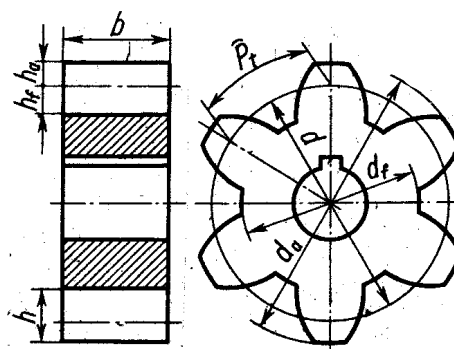


Рис. 3.54

Вывод этой формулы весьма прост. Из рис. 3.54 легко видеть, что  $\pi d = P_t z$ , отсюда  $d = P_t z / \pi$ .

где  $P_t$  – шаг, измеренный по дуге делительной окружности.

Отсюда  $d = P_t / \pi z$ .

Обозначая величину  $P_t / \pi$  через  $m$  получим формулу (3.1). Так как  $z$  – всегда целое число, то  $P_t$  – число несоизмеримое. Принимая  $P_t$  кратным  $\pi$ , мы исключаем последнее из уравнения (3.2) и освобождаемся, таким образом, от необходимости пользоваться несоизмеримыми числами.

Высота головки зуба обычно равна модулю, т.е.

$$h_a = m.$$

Тогда диаметр окружности выступов, очевидно, определяется формулой

$$d_a = d + 2m = mz + 2m = m(z + 2).$$

При снятии эскиза следует измерить наружный диаметр шестерни  $d$  (см. обмер деталей) и, подсчитав число зубьев  $z$ , определить модуль, мм:

$$m = d_a / (z + 2).$$

При составлении эскиза шестерни возможно, что полученное значение модуля будет несколько отличаться от стандартного (см. ГОСТ 9563–60, его можно найти в любом справочнике или учебнике по черчению). Тогда следует принять ближайшее значение стандартного модуля и сделать перерасчет, уточнив замеренные величины. Высота  $h_f$  ножки зуба обычно берется равной  $1,25m$ . Эскиз шестерни оформить так, как показано на рис. 3.61.

**Упражнение 15.** Практика выработала определенную последовательность операций при выполнении эскиза, которой надо строго придерживаться (это в значительной степени предотвратит совершение ошибок).

1. Подготовить листы писчей бумаги в клетку формата А4, А3; нанести рамку поля чертежа и рамку основной надписи от руки, без применения линейки. Карандаш М или 2М.

2. Внимательно осмотреть деталь, уяснить ее назначение, конструктивные особенности, выявить поверхности, которыми она будет соприкасаться с другими деталями при сборке изделия, составной частью которого она является, и т.д. Нельзя упрощать конструкцию детали и опускать линейные уклоны, галтели, зенковки, смазочные канавки и т.п., в особенности фаски (рис. 3.55), которые студенты часто не показывают на своих эскизах, считая их несущественными. Отметим, что внимательный осмотр деталей развивает способность к критическому анализу формы изделия, весьма важную для последующей конструкторской деятельности.

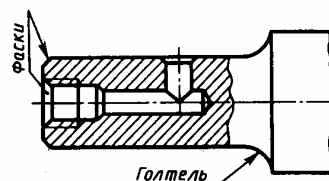


Рис. 3.55

3. Наметить необходимое (минимальное с учетом условностей, установленных ГОСТ 2.305–68) число изображений – видов, разрезов, сечений, которые в своей совокупности должны выявить форму детали с исчерпывающей полнотой. Особое внимание уделить выбору главного изображения (изображение на фронтальной плоскости проекций); оно должно давать полное представление о формах и размерах детали.

4. Выделить на листе соответствующую площадь в виде прямоугольника для каждого изображения; провести осевые линии. Нанести тонкими линиями линии видимого контура на видах и разрезах (не штриховать), добавить полезные линии невидимого контура, позволяющие избежать построения дополнительного вида (рис. 3.56). Оси проекций и линии связи не проводить. Все линии по возможности проводить по линиям имеющейся на бумаге сетки. Центры кругов помещать в точках пересечений линий сетки. Окружности большого радиуса можно проводить циркулем тонкими линиями с последующей их обводкой.

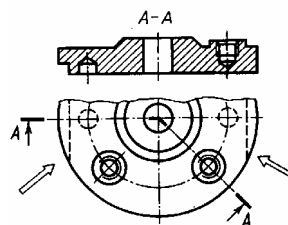


Рис. 3.56

5. Построив все изображения и убедившись в их правильности, обвести линии контура, придав им толщину 0,8 – 1 мм; заштриховав разрезы.

6. Нанести размерные и необходимые выносные линии, как бы мысленно изготавливая деталь. Никаких измерений при этом не производить.

7. Произвести обмер детали и вписать в эскиз размерные числа шрифтом 5 по ГОСТ 2.304–81. Обозначить резьбу (проверить шаги), размеры проточек согласовывать с ГОСТ 10549–80.

8. Заполнить основную надпись (наименование детали, обозначение эскиза и т.д.). Материал указывать, например, Сталь 20 ГОСТ 1050–88; Бр. АЖ9-4 ГОСТ 493–79 и т.п.

9. Внимательно осмотреть эскиз, внося при необходимости соответствующие поправки.



них должен быть использован при ее изготовлении и проверен при приемке готовой детали;

3) размеры, служащие для той или иной справки, а поэтому их называют справочными. К ним, в частности относятся габариты. Справочные размеры запрещается использовать при изготовлении детали, они не контролируются при приемке готовой детали, а поэтому оговариваются знаком «\*» и надписью «\*Размеры для справок», располагаемой над основной надписью чертежа.

Практика выработала ряд условностей, позволяющих уменьшать количество проставляемых на чертеже размеров. Так, на чертеже прокладки (рис. 3.58) видно, что все четыре ее угла скруглены одним и тем же радиусом и что центр окружности совпадает с центром квадрата. Количество размеров, проставляемых на чертеже, может быть также сокращено применением соответствующих знаков или записей в технических требованиях.

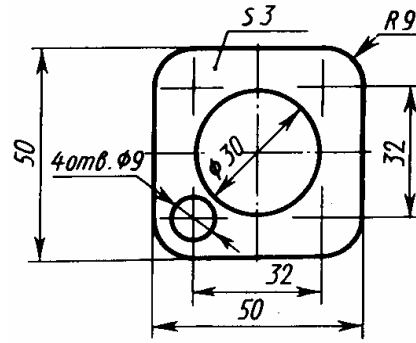


Рис. 3.58

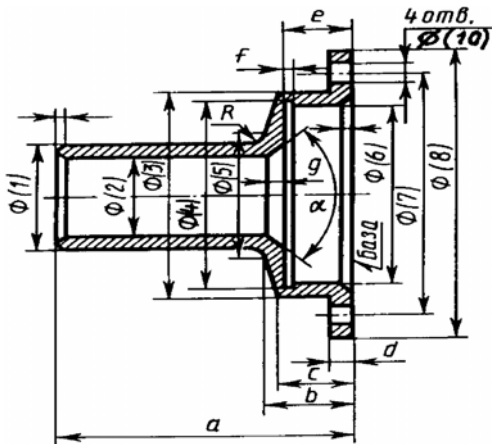


Рис. 3.59

Задание размеров связано с выбором баз для отсчета размеров. Базами называют элементы (плоскости, линии, точки), от которых ведется отсчет размеров других элементов детали (изделия). На рис. 3.59 показана деталь, у которой основной базой является привалочная плоскость, от которой отсчитываются размеры  $a, b, c, d, e$ .

При выполнении эскиза (чертежа) отдельные элементы деталей имеют мелкие размеры и на чертеже трудно показать их геометрические, технологические и другие характеристики, то следует применять так называемые выносные элементы. *Выносной элемент* это дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой либо части предмета. В виде выносных элементов

рекомендуется выполнять сложные контуры деталей, проточки, галтели, расточки, профили специальных резьб и т.п.

Часть изделия, изображаемую в виде выносного элемента, обводят замкнутой сплошной тонкой линией в виде окружности и обозначают заглавной буквой на полке линии-выноски (рис. 3.60). У выносного элемента указывают эту букву и для чертежа детали масштаб по типу А (5:1), а для эскиза – по типу А (увеличено).

Выносной элемент располагают возможно ближе к поясняемым частям предмета.

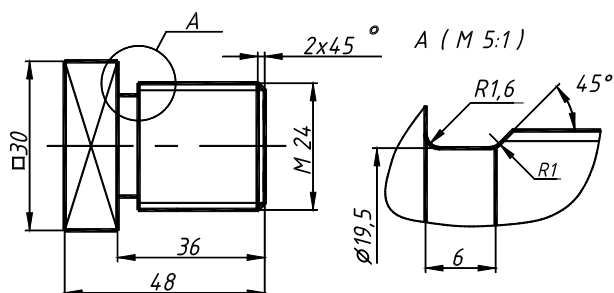


Рис. 3.60

**Упражнение 16. Рабочий чертеж детали** будет отличаться от ее эскиза только тем, что изображения на нем будут выполнены в масштабе (1 : 1; 1 : 2; 2 : 1 и т.д. в зависимости от размеров детали). Чертеж детали является ее основным конструкторским документом, основой всего технологического процес-

са изготовления и контроля. Изображаемую деталь располагают применительно к основной операции ее изготовления, например, точеную деталь – горизонтально, для токаря. Форма детали должна быть ясна из чертежа. Сведения о видах, разрезах и сечениях даны в ГР № 5,

следует применять показанные там условности и упрощения, в том числе разрывы при изображении длинных деталей. Можно показывать лишь половину симметричного изображения.

Обозначения графические материала в сечениях (и разрезах) – штриховку выполняют согласно ГОСТ 2.306–68.

Основанием для суждения о величине детали и ее отдельных частей служат размерные числа, нанесенные на чертеж, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнено изображение. На чертеже указывают размеры согласно ГОСТ 2.307–68, необходимые для изготовления, контроля и испытания детали.

Построение наглядных изображений в **аксонометрических** проекциях следует выполнять по чертежам деталей на том же листе чертежной бумаги (см. пример выполнения рис. 3.63).

Аксонометрию любого предмета начинают строить с нанесения аксонометрических осей и отдельных точек по координатам. Для выяснения внутренних очертаний деталей необходимо дать вырез по аксонометрическим осям.

Практику построения аксонометрических изображений студент получил при выполнении ГР № 5. Вид аксонометрической проекции – ортогональная изометрическая (см. ГОСТ 2.317–69).

**Проработать по учебнику** [2, с. 154 – 157, 161 – 168, 180 – 192, 199 – 204], по справочнику [3, с. 9 – 26, 369 – 376, 575 – 602] и изучить основные требования стандартов ЕСКД [8]:

ГОСТ 2.101–68. Виды изделий;

ГОСТ 2.102–68. Виды и комплектность конструкторских документов;

ГОСТ 2.403–75. Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес.





### 3.6. Г р а ф и ч е с к а я р а б о т а № 9 СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ ИЗДЕЛИЯ

(Примеры выполнения приведены на рис. 3.66, 3.67 или рис. 3.68, 3.69)

**Цель работы:** Изучить назначение и взаимодействие деталей сборочной единицы, закрепить знания и навыки съемки эскизов, научиться выполнять спецификацию, получить представление о простановке размеров сопрягаемых поверхностей деталей с учетом конструкторских баз; ознакомиться с некоторыми стандартами ЕСКД «Основные положения», закрепить навыки работы со справочной литературой.

#### Задание

*Упражнение 17.* Составить спецификацию на отдельном листе формата А4 с основной надписью по форме 2 ГОСТ 2.104–68 (рис. 1.3).

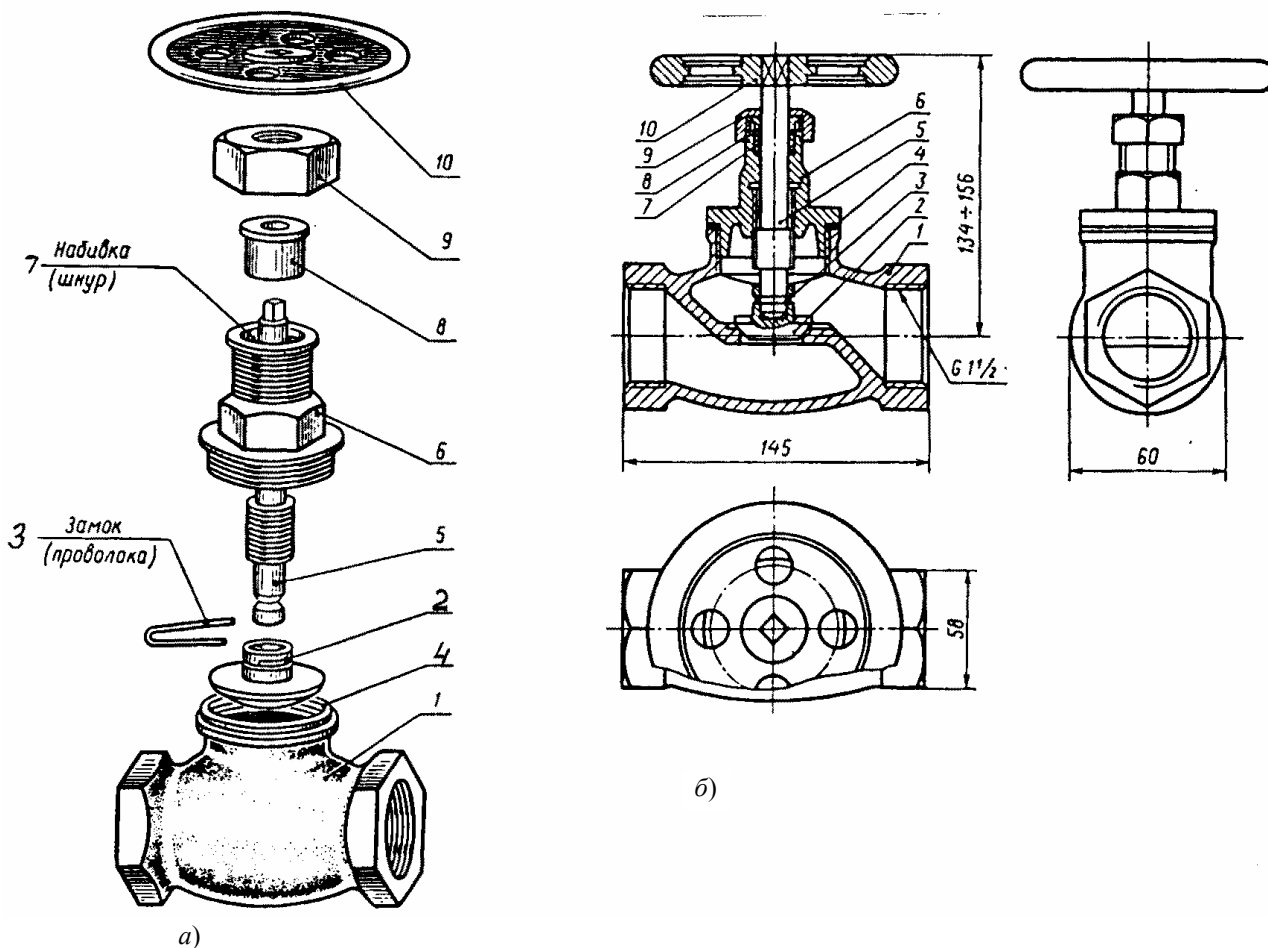
*Упражнение 18.* Выполнить эскизы всех частей сборочной единицы на листах писчей бумаги в клетку, приведенных к стандартным форматам А3 или А4 в зависимости от сложности детали.

*Упражнение 19.* Выполнить сборочный чертеж изделия на листе чертежной бумаги формата А2 или А3, для малогабаритных изделий применить масштабы увеличения в соответствии ГОСТ 2.302–68.

Задания на выполнение сборочного чертежа изделия – индивидуальные, студент по указанию преподавателя на кафедре получает вентиль или пробковый кран.

#### Порядок выполнения работы

Программой по разделу «Инженерная графика» предусмотрено выполнение эскизов деталей сборочной единицы с натуры. В практикуме невозможно представить сборочный узел в натуре. Будем считать, что изображенный на рис. 3.64 вентиль заменяет сборочную единицу в натуре.



**Рис. 3.64. Вентиль:**

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – замок; 4 – прокладка; 5 – шпindelь; 6 – крышка; 7 – набивка; 8 – втулка сальника; 9 – гайка накидная; 10 – маховик

В качестве примера рассмотрим выполнение сборочного чертежа вентиля (рис. 3.64). Осмотрев и разобрав на составные части сборочную единицу – вентиль (рис. 3.64, а), определяем, что он служит для регулирования подачи жидкости или пара по трубопроводу. Выделим детали входящие в изделие, стандартные детали и материалы. Вентиль присоединяется к трубопроводу при помощи резьбы (рис. 3.64, б), сделанной на внутренней поверхности входного отверстия корпуса 1. Сверху к корпусу привинчивается крышка 6. Между крышкой и корпусом кладется прокладка 4. Через крышку проходит шпindelь 5. Конец шпинделя вводится при сборке в цилиндрическое углубление, имеющееся в клапане 2. Для соединения шпинделя 5 с клапаном 2 применяется замок 3. В верхней части крышки располагается сальниковая набивка 7 для устранения течи жидкости вдоль шпинделя. Сверху набивки устанавливают нажимную втулку 8, которая давит на сальниковую набивку посредством накидной гайки 9. Сверху на шпindelь надевается маховик 10, с помощью которого поднимается или опускается клапан и тем самым регулируется количество пара (жидкости), проходящей через вентиль.

Ознакомившись с устройством сборочной единицы, перейдем к составлению спецификации и выполнению эскизов. На рис. 3.65 даны эскизы деталей вентиля: корпуса 1, клапана 2, шпинделя 5, крышки 6, втулки сальника 8, гайки накидной 9, маховика 10.

**Упражнение 17. Спецификация** в общем случае состоит из разделов, которые располагают в такой последовательности: «Документация», «Комплексы», «Сборочная единица», «Детали», «Стандартные изделия», «Материалы», «Комплекты».

Наличие тех или иных разделов определяется составом изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией. Спецификацию надо заполнять сверху вниз. Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше – не менее одной свободной строки (для возможных дополнительных записей). Наименование детали записывают в именительном падеже единственного числа. Если наименование состоит из двух

слов, то на первом месте пишут имя существительное, например «Гайка накидная». В графе «Кол.» указывают количество составных частей на одно изделие.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия в алфавитном порядке. Наименование стандартных изделий должны строго соответствовать наименованиям, установленным стандартами. В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в изделие. Более подробные указания о заполнении спецификации см. ГОСТ 2.108–68 или в справочной литературе.

**Упражнение 18.** Выполнить эскизы всех деталей, входящих в состав изделия, за исключением стандартных, строго руководствуясь методическими указаниями ГР № 8 и обращая особое внимание на правильность обмера и увязку размеров соединяемых деталей.

При составлении эскизов следует обратить внимание на простановку размеров, нанесение размерных линий и, особенно, на замер сопряженных деталей. Две детали, соединяющиеся между собой, должны иметь общие номинальные размеры по сопряженным поверхностям. Таким образом, замер деталей нельзя производить механически, а необходимо все время следить за тем, как связан каждый размер с размерами смежных деталей. Например, наружная резьба М16 на шпинделе 5 и внутренняя резьба в крышке 6 тоже – М16 (рис. 3.65).

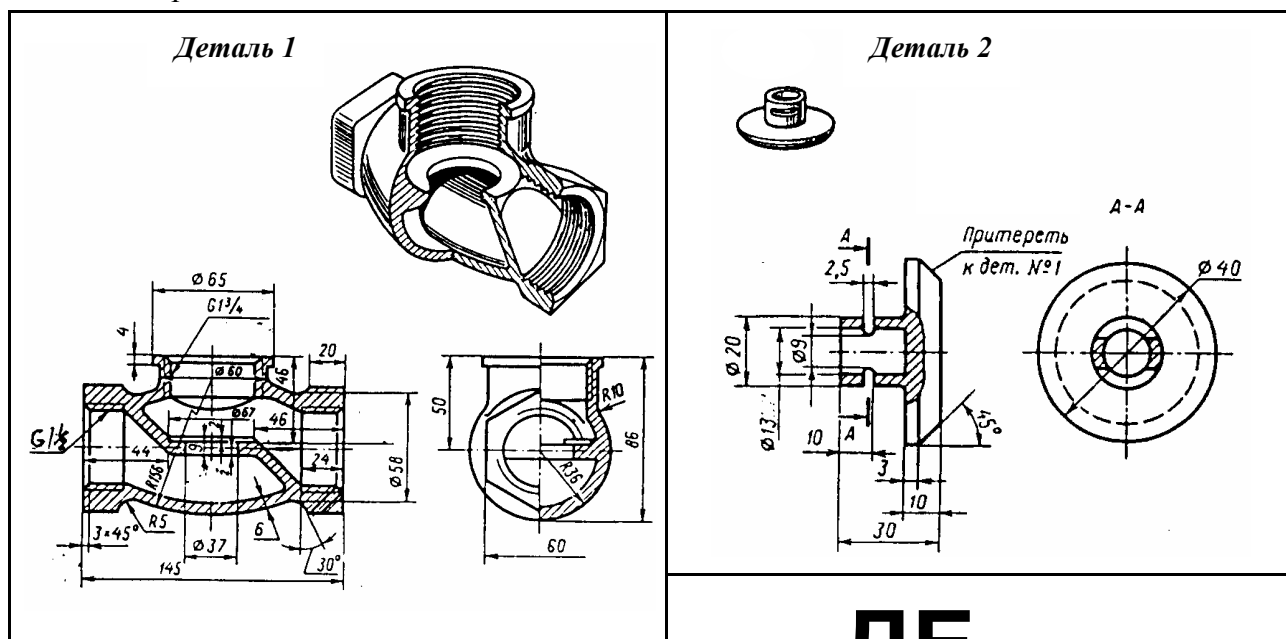
Лучше начать выполнение эскизов с наиболее простых деталей (накопление опыта), постепенно переходя к эскизированию более сложных. Не следует переходить к эскизу следующей детали, пока не составлен полный эскиз предыдущий. Эскизы на детали сложной конфигурации выполнять возможно крупнее на листах писчей бумаги в клетку формата А3; эскизы простых деталей – на листах формата А4. Эскиз каждой детали должен иметь рамку и основную надпись по рис. 1.1.

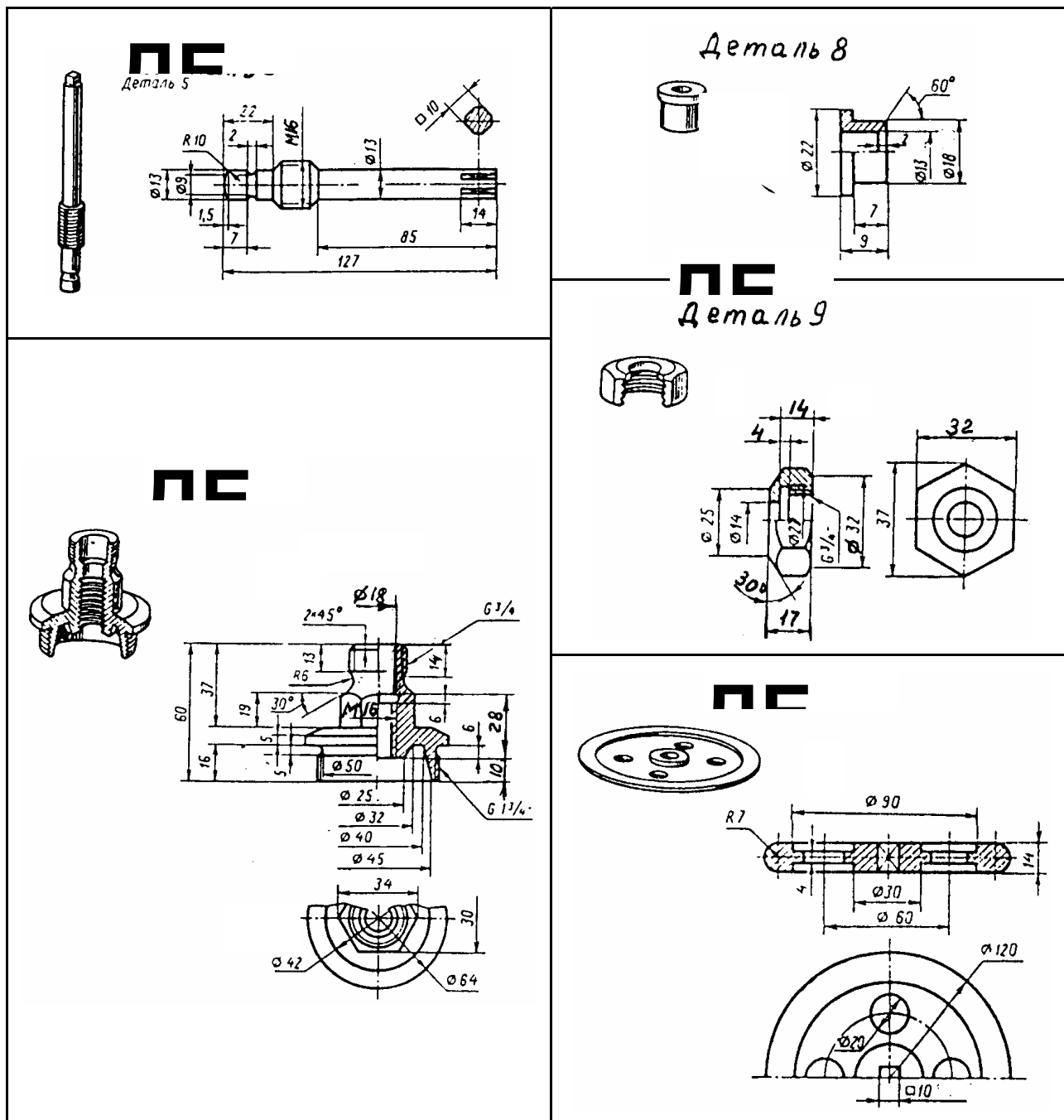
Следует помнить, что чем тщательнее составлены эскизы, тем легче по ним составлять сборочный чертеж. Если при выполнении последнего обнаружится на эскизе та или иная неточность, пропуск размера, то эти недочеты должны быть устранены путем повторного осмотра составляющей детали.

**Упражнение 19.** Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля (ГОСТ 2.102–68).

Сборочный чертеж по ГОСТ 2.109–73 должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи ее составных частей, соединяемых по данному чертежу и обеспечивающее возможность сборки и контроля сборочной единицы;
- размеры: габаритные, установочные, присоединительные, параметрические, полезные справочные, используемые в процессе сборки и контроля изделия;
- номера позиций составных частей изделий.





**Рис. 3.65. Эскизы деталей вентиля (рис.3. 64)**

Компоновку сборочного чертежа изделия полезно начать с разметки площадей (в виде прямоугольников), отводимых для каждого изображения, при этом надо предусмотреть места для нанесения размеров и соответствующих надписей. Построение следует вести одновременно на всех (или почти всех) намеченных изображениях, увязывая их друг с другом. Сначала выбирается главное изображение, при этом учитывается рабочее положение изделия. Главное изображение должно дать наиболее полное представление об изделии, выявить основные взаимосвязи деталей. Обычно оно является фронтальным разрезом или соединением половины вида спереди с половиной фронтального разреза, если изделие имеет профильную плоскость симметрии.

Изображение деталей на сборочном чертеже строятся на основе выполненных эскизов. Первой вычерчивается основная, базовая деталь, обычно корпус. Штриховка на разрезах одной и той же детали выполняется в одном и том же направлении и с одинаковыми расстояниями между линиями штриховки.

**Правила нанесения номеров позиций** на сборочных чертежах изложены в двух стандартах – ГОСТ 2.109–73 и 2.316–68. Ниже приводятся наиболее существенные правила.

1. На сборочном чертеже составные части изделия нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этого изделия. Номера позиций указывают на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей.
2. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах.
3. Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображений и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.
4. Номера позиций наносят на чертеж, как правило, один раз.
5. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже (рекомендуется шрифт размера 7).
6. Линию-выноску от составных частей изделия проводят тонкой сплошной линией и заканчивают точкой, которую наносят на изображение данной составной части. У зачерненных или узких поверхностей точка заменяется стрелкой.
7. Линии-выноски не должны пересекаться между собой, быть не параллельными линиями штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю) и не пересекать по возможности размерные линии и изображения составных частей, к которым не относится данная линия-выноска.
8. Линии-выноски допускается выполнять с одним изломом.
9. Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления.

**Уплотнительные устройства.** В технике широко применяется так называемое *сальниковое устройство*, на изображение которого надо обратить особое внимание, поскольку такого рода уплотнительные устройства встречаются во многих изделиях (вентиллях, задвижках, клапанах, насосах и т.п.). Их назначение – препятствовать просачиванию через зазоры между движущимися частями изделия, жидкостей, паров и газов. Обычно сальниковое устройство состоит из втулки, мягкой набивки и накидной гайки. При затягивании накидной гайки втулка опускается и сжимает набивку. Конические поверхности втулки и крышки вентиля, между которыми находится набивка, при сжатии плотно прижимают ее к поверхности шпинделя, чем и обеспечивается достаточная герметичность соединения. Так как уплотнение набивки производится путем постепенного завинчивания накидной гайки, то сальниковое устройство, как правило, изображается при выдвинутом («исходном») положении втулки. Задвижки и вентиль изображают в закрытом положении, краны – в открытом.

**Проработать по учебнику** [2, с. 158 – 160, 317 – 335], по справочнику [3, с. 26 – 28, 518 – 525], изучить требования ЕСКД [8]:

ГОСТ 2.103–68. Стадии разработки;

ГОСТ 2.108–68. Спецификация;

ГОСТ 2.109–68. Основные требования к чертежам.







### 3.7. Графическая работа № 10

## ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ИЗДЕЛИЯ

(Пример задания приведен на рис. 3.70)

**Цель работы:** Совершенствование знаний и навыков чтения чертежей и особенно сборочного чертежа изделия, закрепление знаний по выполнению чертежей деталей и навыков работы со справочной литературой.

#### Задание

**Упражнение 20.** Выполнить рабочие чертежи четырех деталей и по чертежам двух деталей аксонометрию (изометрию и диметрию).

Индивидуальные задания на чтение и детализацию сборочного чертежа изделия выдаются преподавателем на практических занятиях из альбома [18].

#### Порядок выполнения работы

**Чтение сборочных чертежей** – это процесс определения конструкции, размеров и принципа работы изделия по его чертежу.

Рекомендуется следующая последовательность чтения чертежа:

- по основной надписи установить название изделия, его массу, масштаб изображения, номер чертежа и организацию, выполнившую чертеж;
- определить назначение изделия и его габаритные размеры;
- ознакомиться с содержанием и взаимной связью изображений чертежа;
- ознакомиться с содержанием технических требований;
- по спецификации установить наименование каждой детали и определить ее изображения на чертеже;
- установить способы соединения отдельных деталей и их взаимодействие, определить крепежные детали, установить пределы перемещения подвижных деталей;
- определить геометрические формы и размеры отдельных деталей (определить их конструкцию);
- мысленно представить внешние и внутренние формы изделия и всю его конструкцию;
- разобраться в работе изделия (если есть описание, то необходимо использовать);
- определить порядок сборки и разборки изделия.

**Детализация** – процесс, выполнения рабочих чертежей деталей изделия по его сборочному чертежу. Порядок выполнения рабочего чертежа детали по сборочному чертежу аналогично выполнению рабочего чертежа по эскизу (см. ГР № 8).

**Упражнение 20.** Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля (см. ГОСТ 2102–68).

В общем случае детали на чертеже изображаются такими, какими они являются в действительности, однако при этом необходимо учесть следующее:

- при выполнении рабочего чертежа с натуры формы и размеры детали непосредственно видны, а при детализации по сборочному чертежу – их необходимо определить, т.е. прочитать заданный чертеж;
- расположение детали относительно фронтальной плоскости проекции, т.е. главный вид, выбирается исходя из общих требований, а не из расположения ее на заданном чертеже;
- число и содержание изображений детали на ее рабочем чертеже также определяется, исходя из общих требований, и может не совпадать с заданным чертежом, детали на рабочих чертежах следует изображать с наименьшим количеством видов, но их должно быть достаточно для определения формы и размеров детали. Располагать детали на рабочих чертежах следует с учетом того, как их будут обраба-

тывать. Так, точеные детали, поверхности которых являются поверхностями вращения, следует располагать с горизонтально расположенной осью вращения;

- рабочие чертежи на стандартные детали не выполняют;
- если не требуется точное построение линий пересечения поверхностей детали, то вместо лекальных кривых допускается проводить дуги окружностей;
- при определении размеров детали по заданному чертежу необходимо выяснить истинный масштаб чертежа и произвести необходимые расчеты;
- наименование детали и ее обозначение определяется по описанию сборочного чертежа;
- при заполнении основной надписи необходимо указать материал, нанести обозначение чертежа детали;
- аксонометрию двух деталей расположить на том же листе, что и изображение детали.

**Проработать по учебнику** [2, с. 11 – 18, 205 – 215, 336 – 349], по справочнику [3, с. 120 – 131, 166 – 176, 185 – 207, 450 – 497, 518 – 525], изучить требования ЕСКД [8]:

ГОСТ 2.316–68. Правила нанесения на чертеж надписей, технических требований и таблиц;

ГОСТ 2.118–73. Техническое предложение;

ГОСТ 2.119–73. Эскизный проект;

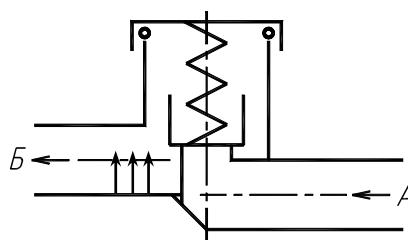
ГОСТ 2.120–73. Технический проект.

В качестве образца индивидуального задания приведен сборочный чертеж для детализирования «Клапан переливной» (описание работы, схема, задание, спецификация и сборочный чертеж – рис. 3.70).

### КЛАПАН ПЕРЕЛИВНОЙ (Описание работы)

Переливной клапан служит для уменьшения давления в гидравлической или пневматической сети, к которой он присоединяется с помощью трубной резьбы. Клапан под давлением тарированной пружины плотно перекрывает проходное отверстие в корпусе. При повышении давления в сети выше расчетного клапан открывается, при этом избыточная жидкость или газ устремляется из отверстия А в отверстие Б (см. схему).

Схема



### Задание

1. Выполнить рабочие чертежи деталей 1 – 4.
2. Построить аксонометрическую проекцию детали 4 (изометрия) и детали 2 (диметрия) с разрезом.
3. Какими поверхностями ограничены детали 4 и 7?
4. Определить последовательность сборки клапана.
5. Каково назначение детали 9?
6. Что такое местный разрез, какой линией он ограничивается?
7. Какие размеры указываются на чертежах общего вида?
8. Как изображаются на сборочных чертежах детали, расположенные за пружиной?
9. В каких случаях допускается соединять половину вида и половину разреза?

### Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A3			22.000 СБ	Сборочный чертеж		
A4			22.000 ТО	Техническое описание		
				<u>Детали</u>		
		1	22.001	Тарелка	1	Ст3
		2	22.002	Гайка накидная	1	Ст.3
		3	22.003	Клапан	1	Л62
		4	22.004	Корпус	1	Сталь 35
		5	22.005	Прокладка	1	Резина
		6	22.006	Пружина $d = 3; n = 10; H_0 = 30$	1	Сталь 65Г
				<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Винт М4 × 12 ГОСТ 17473–80	1	
		8		Гайка М4 ГОСТ 5915–70	1	
		9		Кольцо 045-055-58 ГОСТ 9833–73	1	
		10		Шайба 4 ГОСТ 6402–70	1	

### 3.8. ВОПРОСЫ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

1. Какие форматы листов установлены для чертежей?
2. Что называется масштабом? Какие Вы знаете масштабы?
3. Какие типы чертежного шрифта установлены ГОСТом? Как определяется высота строчных букв?
4. Содержание основной надписи. Какими линиями выполняются рамки и графы основной надписи?
5. Что такое уклон, как его обозначают на чертеже?
6. Что такое конусность, как ее обозначают на чертеже? Как обозначают конические фаски на чертеже?
7. Что такое сопряжение? Какими элементами определяется сопряжение?
8. Какое изображение предмета называется видом? Перечислите основные виды.
9. Что называется разрезом? Как различаются разрезы в зависимости от положения секущих плоскостей?
10. Что называется сечением? Назовите известные Вам виды сечений? Как обозначаются сечения?
11. Каковы правила нанесения на чертежах графических обозначений материалов (штриховок) в разрезах и сечениях?

12. Какой толщины должны быть размерные и выносные линии? На каком расстоянии друг от друга и от контурной линии проводятся размерные линии?
13. Что называется выносным элементом? Как обозначают выносные элементы?
14. В чем сущность аксонометрических проекций? Какие виды аксонометрии Вы знаете?
15. Что такое коэффициент искажения в аксонометрии? Каков масштаб изображения в прямоугольной изометрии? В прямоугольной диметрии?
16. Каково правило выбора направления штриховки вырезов на аксонометрических изображениях?
17. Какие соединения относятся к разъемным? Какие Вы знаете стандартные резьбы? Как их условно обозначают?
18. Как на чертеже изображается резьба на стержне? в отверстии? в соединении стержня с отверстием?
19. Как обозначаются резьбы на чертежах?
20. Какие Вы знаете стандартные резьбовые изделия?
21. Какая резьба нарезается в соединительных деталях трубопроводов?
22. Какие размеры проставляют на упрощенном изображении болтового, шпилечного и винтового соединений?
23. Охарактеризуйте метрическую резьбу. Какой профиль имеют ходовые резьбы?
24. Какие соединения относятся к неразъемным? Приведите примеры.
25. Какие существуют виды сварных соединений и как их обозначают?
26. Какие условные графические знаки используют на чертежах конструкций, выполненных с помощью пайки и склеивания?
27. Чем отличаются линии выноски для обозначения сварных, паяных и клееных швов?
28. Какое изделие называется деталью?
29. Что называется эскизом детали? Для каких целей составляется эскиз?
30. Какие требования предъявляются к эскизу детали?
31. Что общего и в чем различие между эскизом и рабочим чертежом детали?
32. В какой последовательности надо выполнять эскиз детали с натуры?
33. Что называют модулем передачи? Как определить модуль готового зубчатого колеса?
34. С чего начинают выполнение чертежа готового зубчатого колеса? Как изображают на чертежах зубчатые колеса, и какие условности соблюдают?
35. Какие инструменты используют для обмера детали?
36. Каковы требования к рабочим чертежам деталей?
37. Каков порядок составления рабочего чертежа детали по данным его эскиза?
38. Как наносятся размеры на рабочих чертежах с учетом производственных требований?
39. Какие размеры называются справочными? Когда их применяют?
40. Где и как даются сведения о материале, из которого изготовлена деталь?
41. Каковы особенности выполнения сборочных чертежей?
42. В какой последовательности нужно выполнять сборочный чертеж по чертежам (эскизам) деталей?
43. Какие условности и упрощения применяются при выполнении сборочного чертежа изделия?
44. Какие размеры проставляют на сборочных чертежах?
45. Как на сборочном чертеже в разрезе штрихуются смежные детали?
46. Как на сборочном чертеже изображаются крепежные детали? Как наносят номера позиций на сборочных чертежах?
47. Что собой представляет спецификация? Как она заполняется? Перечислите основные разделы спецификации.
48. Что называется детализацией?
49. В какой последовательности рекомендуется вести разбор сборочного чертежа изделия?
50. Как определяют размеры элементов детали при детализации?

#### **4. КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

#### **ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

## 4.1. Лабораторная работа № 1

### ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ПЭВМ В СИСТЕМЕ AutoCAD

(Примеры выполнения приведены на рис. 4.2)

**Цель работы:** Овладение практическими навыками работы на ПЭВМ в графической системе AutoCAD.

#### Задание

**Упражнение 21.** Выполнить элементы следующих построений:

- наиболее распространенные типы линий чертежа;
- проекции предмета как пример применения линий чертежа.

Перенести чертеж в форматную рамку с основной надписью и получить чертеж формата А4 на принтере.


#### Последовательность выполнения задания на компьютере


**Упражнение 21.** Построение линий чертежа и проекций предмета (рис. 4.2).

1. Загрузка AutoCAD 2000, определение формата листа и единиц измерения.

Запуск AutoCAD 2000 в операционной системе Windows95/NT выполняется двойным щелчком левой кнопкой мыши на пиктограмме на рабочем столе или командой *Пуск* ➤ *Программы* ➤ *AutoCAD2000* ➤ *AutoCAD2000*. Кнопка *Пуск* расположена на панели задач чаще всего в нижней части экрана.

Для настройки системы, если вы находитесь в начале сеанса работы, используются диалоговые окна

*Начало работы* или *Создание нового рисунка*, управляющие созданием нового чертежа, кнопка . В

этих диалоговых окнах следует выбрать кнопку *Вызов мастера* , пункт *Детальная подготовка*. Нажмите кнопку *ОК*. Измените точность представления единиц измерения и выберите из раскрывающегося списка *Точность 0*. Нажмите кнопку *Далее*. Измените установку точности измерения углов и нажмите кнопку *Далее*. Щелкните по кнопке *Далее*, чтобы принять предлагаемое по умолчанию направление нулевого угла. Снова щелкните по кнопке *Далее*, приняв ориентацию отсчета углов против часовой стрелки. На следующем шаге задается область, используемая для рисования. Для задания формата А4 введите 210 в поле *Ширина* и 297 в поле *Длина*. Щелкните по кнопке *Готово*.

2. Настройка параметров рабочего экрана.

Откройте диалоговое окно *Настройка*, которое вызывается из падающего меню *Сервис* ➤ *Настройка...* Щелкните мышью по закладке *Экран*. В поле *Гладкие дуги и окружности* введите 10000. Нажмите кнопку *Цвета*. Выберите из раскрывающегося списка *Цвета* белый цвет рабочего поля чертежа.

3. Создание текстового стиля для выполнения надписей.

При загрузке системы по умолчанию установлен стиль текста *STANDARD*, в котором установлен шрифт *txt.shx*. Для выполнения надписей на чертеже удобно использовать шрифт *ISOCPEUR*. Для создания нового стиля шрифта в диалоговом окне *Стиль текста*, которое открывается с помощью меню *Формат* ➤ *Текстовые стили...*, нажмите кнопку *Новый*. В новом окне ввести имя нового стиля текста, например *ТЕКСТ*. Нажмите кнопку *ENTER*. В окне *Текстовые стили* в поле списка *Имя стиля* установите стиль *ТЕКСТ*, а в поле списка *Шрифт* выберите нужный шрифт *ISOCPEUR*. В поле *Угол наклона* установите 15. Нажмите кнопку *Применить*, кнопку *Заккрыть*.


4. Настройка стиля для простановки размеров.



Откройте диалоговое окно *Диспетчер размерных стилей*, используя падающее меню *Размеры* ➤ *Стиль...* . Щелкните мышью по кнопке *Новый...* В новом диалоговом окне введите имя нового стиля. В

диалоговом окне *Новый размерный стиль* выберите закладку *Линии и стрелки*. В поле *Размер стрелки* введите **5**. В поле *Отступ от объекта* задайте **0**. Из раскрывающихся списков *Стрелки* выберите *Заполненная замкнутая*. Щелкните по закладке *Текст*. В списке *Стиль текста* укажите имя созданного в п. 3 стиля *ТЕКСТ*, в списке *Высота текста* задайте **3.5**, а в поле *Отступ от размерной линии* укажите значение **1.3**.

Щелкните по закладке *Размещение*. Отметьте опцию подгонки *Текст и стрелки*. Щелкните по закладке *Основные единицы*. В раскрывающемся списке *Округление* выберите **1** (округление до целых). Нажмите кнопку *ОК*, а затем кнопку *Заккрыть*.

5. Выполнение чертежа рамки и основной надписи.

Воспользуйтесь инструментом *Прямоугольник* . Ответьте на подсказки следующим образом:  
*Первый угол: 20, 5*. Нажмите кнопку *ENTER* (↵). *Второй угол: 205, 292* ↵.

Выполните команду *Отрезок* . Введите координаты концов отрезка **20, 60** ↵ и **205, 60** ↵. Нажмите *ENTER* (↵). Перезапустите команду, снова нажав клавишу *ENTER*. Введите новые координаты концов отрезка: **37, 60** и **37, 5**. Нажмите *ENTER*. Используя инструмент , выполните команду *Подобие*. Ответьте на подсказки следующим образом:

*Определите величину отступа или [Точка] <Точка>: 23* ↵.

*Выберите объект для подобия или <выход>:*

Укажите мышью отрезок, построенный на предыдущем этапе. После подсказки:

*Определите точку со стороны отступа:*

Щелкните мышью левее построенного отрезка. Будет построен отрезок, параллельный указанному, который расположен на расстоянии 23 мм левее. Аналогично закончите построение штампа.

Для заполнения штампа выполните команду *Однострочный текст*, используя падающее меню *Рисование* ➤ *Текст* ➤ *Однострочный*. Необходимо ответить на подсказки следующим образом:

*Начальная точка текста или [Выравнивание / Стиль]: 39, 36* ↵. *Высота <2.5000>: 3.5* ↵

*Угол поворота текста <0>: ↵ Введите текст: № докум.* ↵

Аналогично заполняется основная надпись.


6. Установка режима вывода на экран координатной сетки и режимов объектной привязки.

Откройте диалоговое окно *Режимы рисования*, используя меню *Сервис* ➤ *Режимы рисования...*. Щелкните по закладке *Шаг и сетка*. В поле *Шаг сетки по X*: введите **5**, нажмите *ENTER* (↵). В поле *Шаг привязки по X*: введите **1**, нажмите *ENTER*.

Щелкните по закладке *Объектная привязка* и установите привязки *Конточка*, *Ближайший*, *Пересечение*, *Нормаль*, отметив соответствующие поля диалогового окна.

Включите режимы вывода сетки, привязки к сетке и объектной привязки, щелкнув по кнопкам *ШАГ*, *СЕТКА* и *ПРИВЯЗКА*.

7. Установка типа линии.

На панели инструментов *Свойства объектов* выберите из раскрывающегося списка *Типы линий*  тип *Другой*, чтобы открыть диалоговое окно *Диспетчер типов линий*. В раскрывшемся окне нажмите кнопку *Загрузить*. В новом окне *Загрузка и перезагрузка типов линий* прокрутите список типов линий так, чтобы можно было выбрать типы линий *осевая* ( — — — — — ), *невидимая* ( - - - - - ). Удерживая нажатой клавишу *Ctrl*, выберите указанные типы линий (они подсвечиваются). Отпустите клавишу *Ctrl*, щелкните кнопку *ОК*. Укажите *Continuous* из списка и щелкните по кнопке *Текущий*, закройте диалоговое окно *Диспетчер типов линий*.

8. Выполнение надписей.

Выполните команду *Однострочный текст* (меню *Рисование* ➤ *Текст* ➤ *Однострочный*). Необходимо ответить на подсказки следующим образом:

*Начальная точка текста или [Выравнивание / Стиль]: 70, 280* ↵ *Высота <2.5000>: 5* ↵

*Угол поворота текста <0>: ↵ Введите текст: Линии чертежа по ГОСТ 2.303–68* ↵

Перезапустите команду *Однотрочный текст*, нажав клавишу *ENTER*. Ответьте далее на подсказки:

*Начальная точка текста или [Выравнивание / Стиль]: 40, 270 ↵*


*Высота <2.5000>:5 ↵ Угол поворота текста <0>: ↵*

*Введите текст: 1 0,8 Сплошная основная ↵*

Закончите выполнение надписи.

9. Построение графических примитивов.

Выполните команду *Отрезок*. Затем введите координату начальной точки линии *50, 270*↵. При включенном режиме *ОРТО* (нажатая кнопка *ОРТО* в строке состояния) переместите курсор вправо от введенной точки и задайте длину отрезка *40*↵. Нажмите клавишу *ENTER* еще раз.

Для построения сплошной волнистой линии выполните команду *Слайн* . На подсказки следует ответить следующим образом:

*Первая точка или [Объект]: 50, 240 ↵ Следующая точка: 55, 245 ↵*

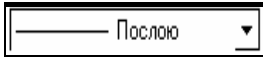
*Следующая точка или [Замкнуть/Допуск] <касательная в начале>: 65, 240 ↵*

*Следующая точка или [Замкнуть/Допуск] <касательная в начале>: 70, 250 ↵*

*Касательная в начальной точке: ↵ Касательная в конечной точке: ↵*

Аналогично постройте остальные линии чертежа.

10. Построение проекций предмета.

Используя инструмент *Типы линий*  (панель *Свойства объектов*), выберите из раскрывающегося списка тип линии *CENTER* ( — — — — ). Выполните команду *Отрезок*. Ответьте на подсказки следующим образом:

*Первая точка: 35, 120 ↵ Следующая точка или [Отменить]: @70, 0↵*

Перезапустите команду *Отрезок*, нажав клавишу *ENTER*. Ведите координаты:

*Первая точка: 125, 120 ↵ Следующая точка или [Отменить]: @78, 0 ↵*

Снова перезапустите команду *Отрезок*. Введите


*Первая точка: 165, 160 ↵ Следующая точка или [Отменить]: @0, -78↵*

Измените текущий тип линии (*Continuous*) для построения контура детали. Ведите команду *Отрезок* и ответьте на подсказки следующим образом:

*Первая точка: 40, 120 ↵ Следующая точка или [Отменить]: 40, 155↵*


*Следующая точка или [Отменить]: @10, 0↵ Следующая точка или [Отменить]: @0, -35↵*

*Следующая точка или [Отменить]: ↵*

Выполните команду *Круг* (*\_CIRCLE*), вводя *K* (*\_C*) и нажимая *ENTER*, или указывая инструмент *Круг*  из панели инструментов *Рисование*. При появлении подсказки: *Центр круга или [3T / 2T / KKP (кас кас радиус)]*:, используя привязку к пересечению осевых линий, щелкните мышью вблизи точки пересечения. На следующую подсказку команды введите радиус окружности *35*. Нажмите *ENTER*.

Завершите построение контуров детали аналогично.

11. Использование команды *Разрыв* для разрыва объекта на части.

Введите команду *Разрыв* . После запуска команды на запрос *Определите объект* укажите точку *I* (рис. 4.1). При появлении подсказки *Определите вторую точку или [Первая точка]*: введите *II*, чтобы выбрать опцию *Первая точка*, и нажмите *ENTER* ↵. На запрос *Определите первую точку разрыва*, используя объектную привязку, снова укажите точку *I* отрезка. На запрос *Определите вторую точку разрыва* укажите точку *2* отрезка.

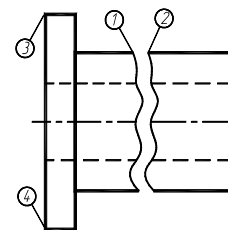


Рис. 4.1

12. Нанесение размеров.



Выполните вызов команды для простановки линейных размеров, используя, например, падающее меню **Размеры** ➤ *Линейный*, при появлении запроса *Определите начало первой выносной линии размера или <выберите объект>*: укажите, используя объектную привязку *Конточка*, точку **3**. На подсказку *Определите начало второй выносной линии размера или <выберите объект>*: укажите точку **4**. После появления запроса *Определите положение линии размера или [Мтекст/ Текст/ Угол/ Горизонтальный/ Вертикальный/ Повернутый]*: введите **T** и нажмите *ENTER* для выбора опции *Текст*. Затем, перейдя на английскую раскладку клавиатуры, введите **%%c70**. **%%c** позволяет получить знак  $\emptyset$ . На подсказку *Определите положение линии размера или [Мтекст/ Текст/ Угол ]* укажите на экране точку, через которую пройдет размерная линия.

#### 13. Установка толщины линий.

Включите режим отображения толщины линий, щелкнув по кнопке *ВЕС* в статусной строке. Затем выделите линии контура, щелкнув по ним левой кнопкой мыши. Раскройте список инструмента *Выбор толщины линии*, используя стрелку пиктограммы этого инструмента. В раскрытом списке сделайте выбор **0.8 мм**. Толщина линий изменится. Аналогично установите толщину **0.3 мм** осевых линий.

#### 14. Сохранение чертежа и выход из AutoCAD.

Сохранение файла чертежа в системе AutoCAD выполняется так же, как и в Windows 95. Выполните команду *Сохранить как*, используя меню **Файл**. В диалоговом окне *Сохранить как* в раскрываемом списке *Папка* выбрать нужный диск, например **A:\**. В поле *Имя файла* введите имя чертежа, например **Задание1**, нажмите кнопку *ENTER* или щелкните по кнопке *Сохранить*.




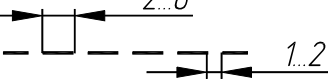
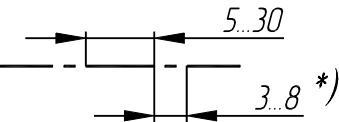
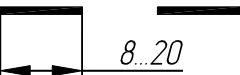
Для выхода из системы AutoCAD необходимо выбрать меню **Файл**, команду *Выход* или щелкнуть мышью по кнопке *Закреть* (кнопка расположена в правом верхнем углу экрана).

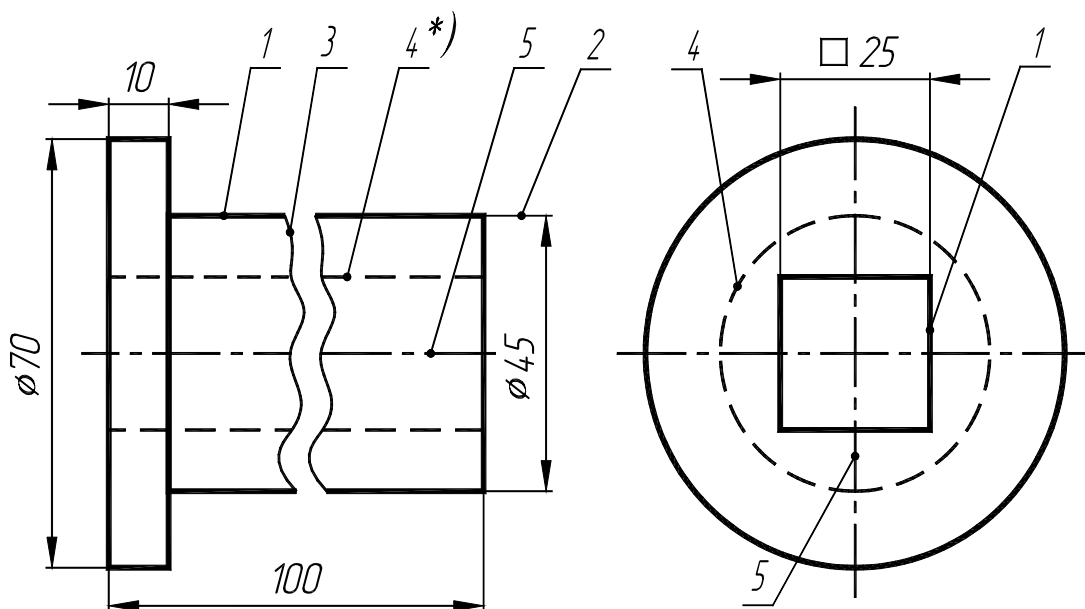
**Проработать по учебнику** [4, с. 138 – 155].

### Варианты индивидуальных заданий к ЛР № 1

Задание ЛР № 1 является общим для всех студентов.

Линии чертежа по ГОСТ 2.303-68

1		0,8 Сплошная основная
2		0,3 Сплошная тонкая
3		0,3 Сплошная волнистая
4		0,4 Штриховая
5		0,3 Штрихпунктирная
6		1,2 Разомкнутая



\*) Размеры и обозначения линий на чертеже не проставлять

					31			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Линии чертежа	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов					у		1:1
Провер.	Петров					Лист	Листов	
					-11			

Рис. 4.2. Образец выполнения ЛР № 1 (Упражнение 21)

4.2. Лабораторная работа № 2  
ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ. МАСШТАБИРОВАНИЕ

(Примеры выполнения приведены на рис. 4.4, 4.5)

**Цель работы:** Закрепить знания по применению способа прямоугольного проецирования для построения изображений пространственных геометрических форм в трех основных видах на компьютере; приобрести навыки масштабирования изображения.

### Задание

**Упражнение 22.** По наглядному (аксонометрическому) изображению предмета в соответствии с вариантом (рис. 4.6) построить три вида: главный вид, вид сверху и вид слева в масштабе 1 : 1 (М 1 : 1). Нанести необходимые размеры на изображение предмета.

**Упражнение 23.** Выполнить изображение предмета в масштабе 2 : 1 (М 2 : 1) (варианты 1 – 10) или в масштабе 1 : 2 (М 1 : 2) (варианты 11 – 16).

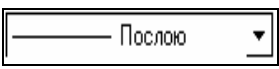
Получить два чертежа формата А4 на принтере.

### Последовательность выполнения задания на компьютере


**Упражнения 22, 23.** Формирование изображения основных видов предмета. Масштабирование. Исходные данные и задания для выполнения чертежа приведены на рис. 4.3.

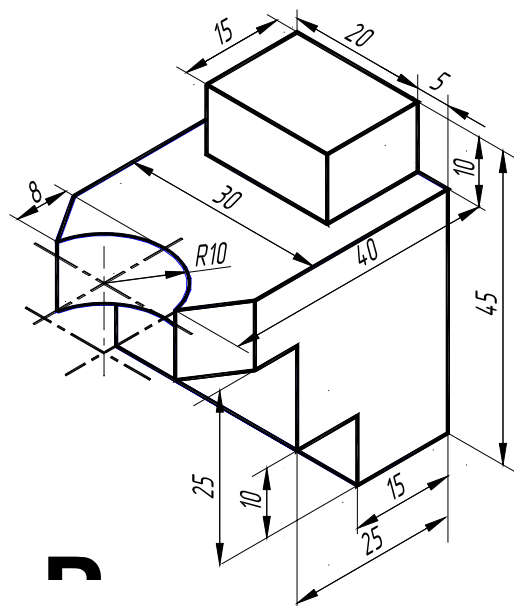
1. Задайте формат и настройте параметры чертежа как показано выше, без построения основной рамки и углового штампа.

2. Выполнение трех видов в масштабе 1 : 1.

Убедитесь, что находитесь в пространстве модели (яркая надпись *МОДЕЛ* в статусной строке). Загрузите типы линий *осевая* ( — — — — ) и *невидимая* ( - - - - - - - - ), как показано ранее. Установите текущим тип линии *осевая*, используя список *Типы линий* (  ) панели инструментов *Свойства объектов*.

Выполните команду *Отрезок*. В ответ на подсказку *Начальная точка*: введите **30, 90** и нажмите *ENTER*. В ответ на следующую подсказку задайте **@45<0**. Нажмите *ENTER*, чтобы завершить команду *Отрезок*. Выполните ко-

манду *Подобие* (  ). Введите величину отступа после появления первой подсказки: **15**, нажмите *ENTER*. Далее укажите мышью осевую линию. При появлении нового сообщения укажите мышью точку, расположенную выше осевой линии. Повторите указанные действия снова, указав осевую линию и точку, расположенную ниже осевой линии. Измените тип полученных линий. Для этого выделите построенные линии, щелкнув по ним мышью, и выберите в списке *Типы линий* панели инструментов *Свойства объектов* тип линии *Continuous*.



Выполните команду *Отрезок*. При появлении первой подсказки привяжитесь к концу верхнего отрезка, а при появлении второй подсказки - к концу нижнего отрезка, нажмите *ENTER* для завершения команды. Используя команду *Подобие* постройте вертикальные параллельные линии. Постройте окружность и наклонные линии, используя объектные привязки. Измените, где необходимо типы линий. Закончите построение вида сверху. Аналогично постройте виды спереди и слева.

### 3. Масштабирование изображения на экране.

Выполните следующие шаги:

- а) выберите требуемый масштабный коэффициент (например, 2 : 1);
- б) убедитесь, что находитесь в пространстве модели (в статусной строке яркая надпись *МОДЕЛ*);
- в) используя меню **Вид** ➤ *Показать* ➤ *Все*, сделайте видимой всю модель. Затем примените коман-

ды **Вид** ➤ *Показать* ➤ *Центр* и выберите точку приблизительно в центре модели;

г) когда появится запрос степени увеличения или высоты, введите свой масштабный коэффициент, например, **2**, сопровождаемый **X (2X)**. Нажмите *ENTER*.

Выбранная область рисунка центрируется на экране в нужном масштабе.

### 4. Создание видового экрана пространства листа.

Пространство листа позволяет управлять начертанием чертежа, созданного в пространстве модели. Перейдите в пространство листа (яркая надпись *ЛИСТ* в статусной строке). Установите границы рисования пространства листа используя **Формат** ➤ *Лимиты*. Указывая точку с координатами **0, 0** (левый нижний угол) и **210, 297** (верхний правый угол).

Для создания видового экрана в пространстве листа используется команда *СВИД* или *\_MVIEW*. Введите команду *СВИД*. В ответ на подсказку укажите точку с координатами **20, 5**. Нажмите *ENTER*. На следующую подсказку введите **205, 292**. Нажмите *ENTER*.

Для выбора необходимого масштаба используется команда *ФОРМАТЛ* или *\_MVSETUP*.

### 5. Масштабирование объектов пространства модели в видовом экране пространства листа.

Введите команду *\_MVSETUP* в строке команд. Далее введите *M* (масштаб), чтобы запустить средство масштабирования видового экрана.

Далее необходимо выбрать видовой экран для масштабирования. Укажите мышью нужный видовой экран.

AutoCAD запрашивает ввода отношения единиц пространства листа к пространству модели. В данном случае необходимо масштабировать чертеж пространства модели в соотношении 1 : 1. При появлении запроса о числе единиц пространства листа вводите **1**. При запросе числа единиц пространства модели введите **1**. AutoCAD масштабирует рисунок пространства модели с указанным соотношением. Нажмите *ENTER* для завершения команды *\_MVSETUP*.

Сохраните полученный чертеж как показано выше с именем, например, *ЛР № 2А*.

Для выполнения чертежа в масштабе 2 : 1 снова введите команду *\_MVSETUP*. Задайте опцию масштабирования и укажите нужный видовой экран. При запросе о числе единиц пространства листа введите **2**, а при запросе числа единиц пространства модели введите **1**. В результате произойдет масштаби-

рование рисунка в масштабе 2:1. Сохраните отредактированный чертеж с новым именем, например, *ЛР № 2Б*.

#### 6. Простановка размеров в пространстве листа.

Объекты пространства модели обычно прорисовываются в реальном масштабе, а экран пространства листа отображает объект пространства модели в уменьшенном или увеличенном масштабе. Поэтому когда простановка размеров выполняется в пространстве модели, необходимо учитывать соответствующее изменение высоты текста размерностей. В пространстве листа при определении значения размера следует учитывать масштаб рисунка.

В AutoCAD используется размерная переменная *DIMLFAC*, которая умножает расстояния, измеряемые в пространстве листа, на масштабный коэффициент видового экрана.

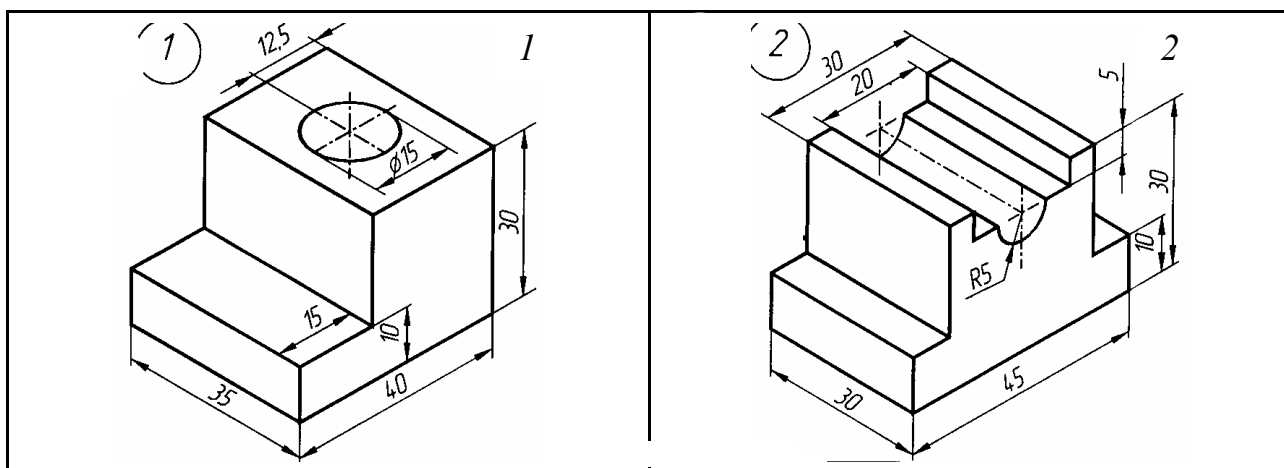
Убедитесь, что находитесь в пространстве листа (яркая надпись *ЛИСТ* в статусной строке).

Введите *\_DIMLFAC* в командной строке. AutoCAD указывает, что текущее значение *DIMLFAC* равно 1 и запрашивает новое значение. Для получения нового значения *DIMLFAC* введите **2**. (Для масштаба 1:10 необходимо ввести **-10**, для М 10 : 1 **10** и т.д.).

Выполните простановку размеров как показано ранее и сохраните чертеж в файле *ЛР № 2А*.

**Проработать по учебнику** [4, с. 191 – 214, 270 – 272, 284 – 292].

Варианты индивидуальных заданий к ЛР № 2



3

4

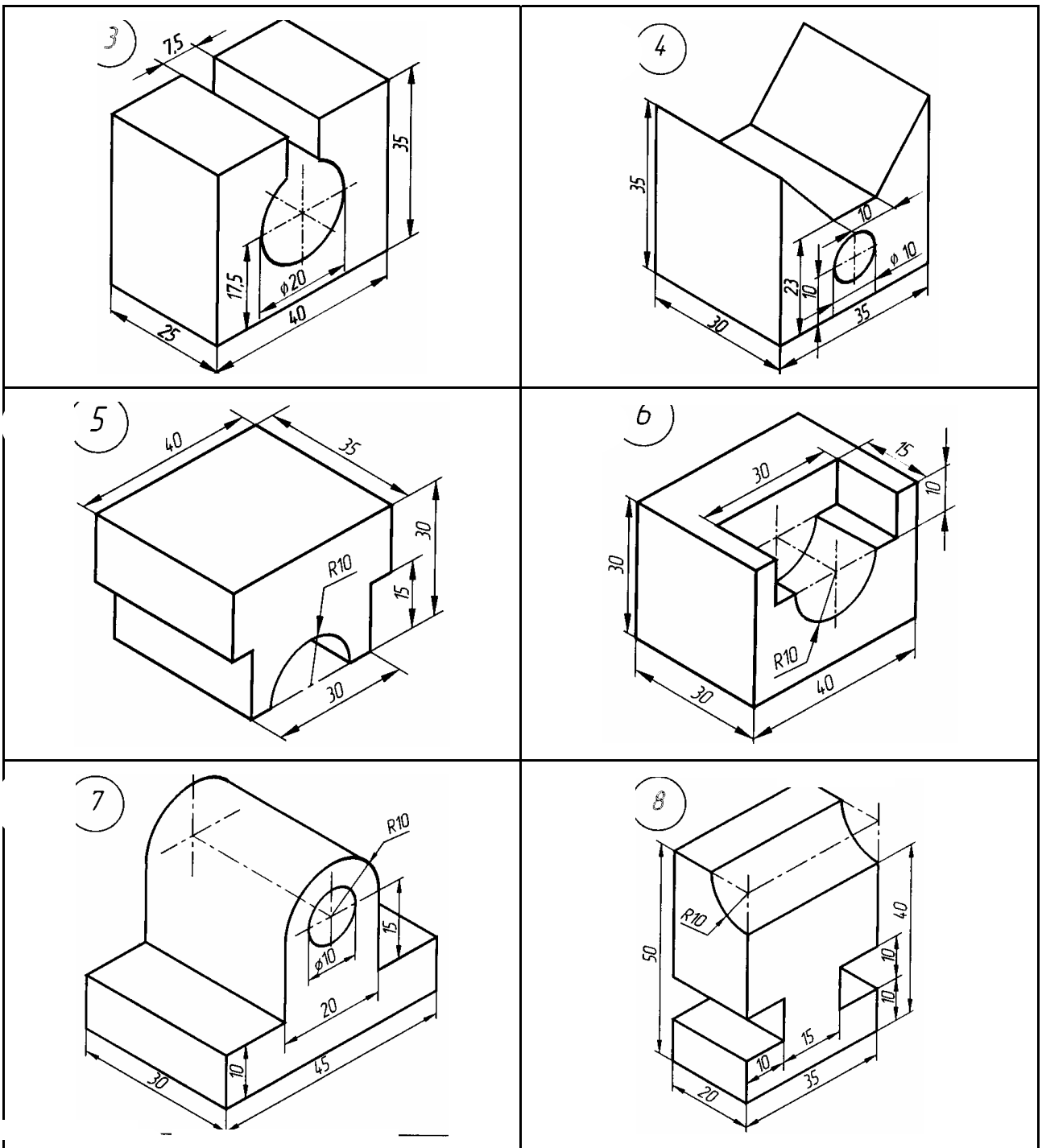
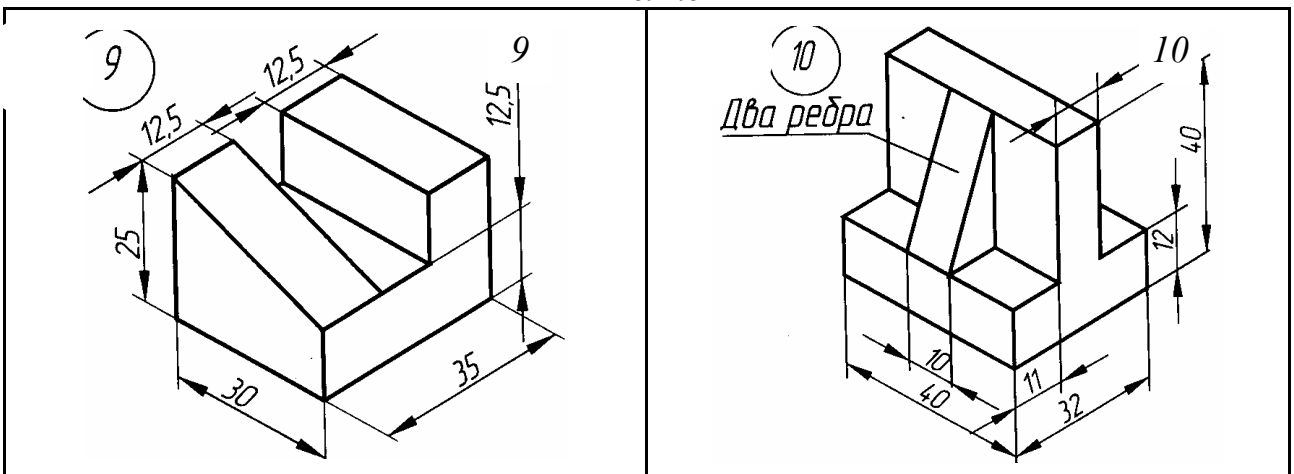


Рис. 4.6



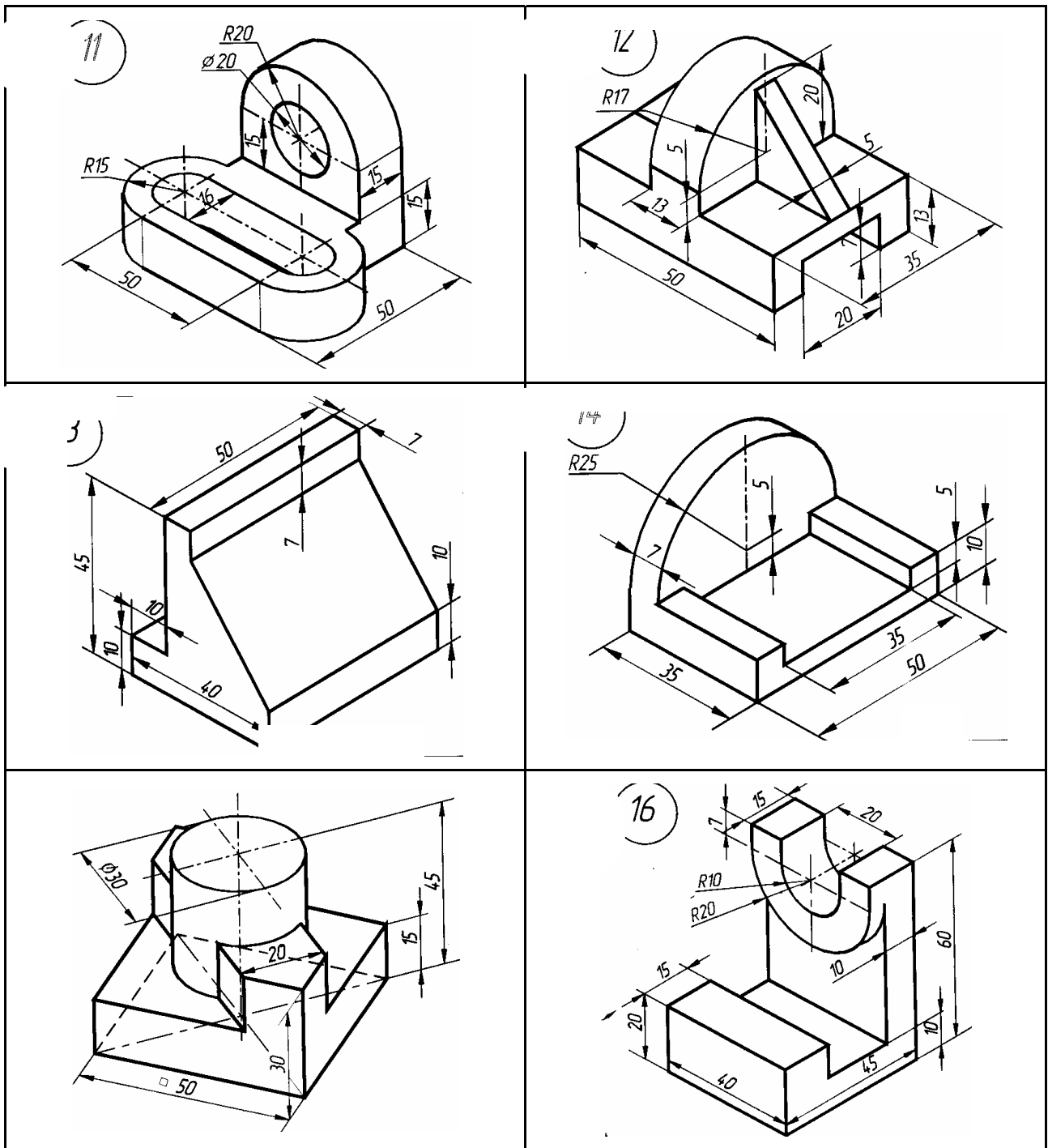


Рис. 4.6. Окончание

### 4.3. Лабораторная работа №3 РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ (Примеры выполнения приведены на рис. 4.8)

**Цель работы:** Совершенствование практических навыков работы в графической системе AutoCAD и выполнение рабочих чертежей типовых деталей.

#### Задание

**Упражнение 24.** Построить по вариантам табл. 4.2 рабочие чертежи типовых деталей (рис. 4.11 – 4.20, табл. 4.4 – 4.12). Перенести чертежи в форматную рамку с основной надписью и получить их изображения форматах А4 на принтере.

**Примечание.** Рабочие чертежи деталей используются при выполнении лабораторной работы № 4 «Сборочный чертеж изделия. Спецификация».



## Последовательность выполнения задания на компьютере

Рассмотрим создание чертежа корпуса по рис. 4.7, табл. 4.1.

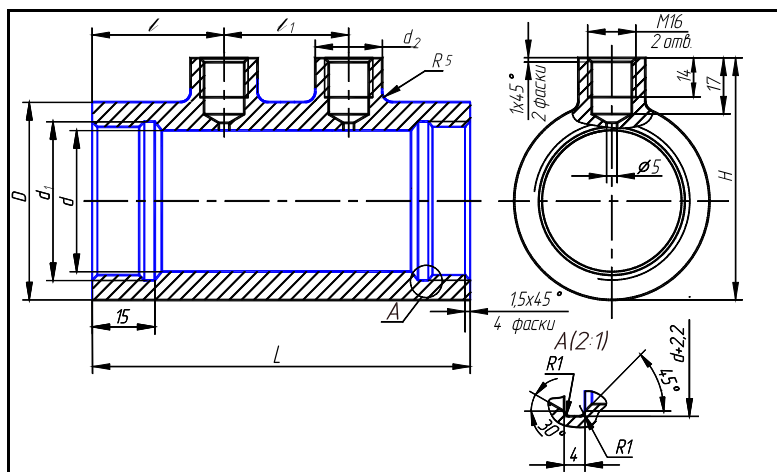


Рис. 4.7


### 4.1. Корпус (рис. 4.7)

Обозначение детали	$D$	$H$	$L$	$d$	$d_1$	$d_2$	$l$	$l_1$
117	105	120	164	80	M85 × 1,5	25	30	104

Материал – сталь 45Л-II ГОСТ 977–75.

1. Задайте формат и настройте параметры чертежа как показано в ЛР № 1 (см. с. 79).
2. Организация рисунка с помощью слоев.

Работая над созданием чертежей, необходимо эффективно располагать информацию. Чертеж мысленно подразделяется на некоторое количество плоскостей (слоев). За каждым из слоев могут быть закреплены различные типы данных рисунка: контур объекта, размеры, примечания, рамки, штриховки и т.д. Слои подобны лежащим друг на друге прозрачным листам кальки. Каждая такая плоскость может быть представлена или изменена отдельно. Расположение объектов на различных слоях позволяет упростить многие операции по управлению данными рисунка: в случае необходимости можно регулировать видимость слоев, цвет, тип и толщину линий. Заданный по умолчанию слой AutoCAD 0.

Для создания нового слоя используйте меню **Формат** ➤ **Слой...** (или инструмент **Слой**  из панели инструментов **Свойства объектов**). В появившемся диалоговом окне **Диспетчер свойств слоев** нажмите кнопку **Новый** и введите имя слоя **ОСИ**. В этом слое будем строить осевую линию типовой детали. Выделите имя нового слоя в списке слоев и нажмите кнопку **Текущий**. Этот слой станет текущим. Щелкните по строке с надписью **Continuous**. Из списка типов линий выберите **осевая**. Щелкните по строке **Толщина линии** и установите толщину линии **0.3**, выбрав ее из раскрывающегося списка. Аналогично создайте слои для размещения контура детали (**КОНТУР**), штриховки (**ШТРИХ**), размеров детали (**РАЗМЕР**), углового штампа **РАМКА**. На слое **КОНТУР** установите толщину линии – **0.8** мм, на слое **ШТРИХ** – **0.2**, на слое **РАЗМЕР** и **РАМКА** – по умолчанию. На этих слоях установите тип линии – **Continuous**.

Закройте окно, нажав кнопку **ОК**.

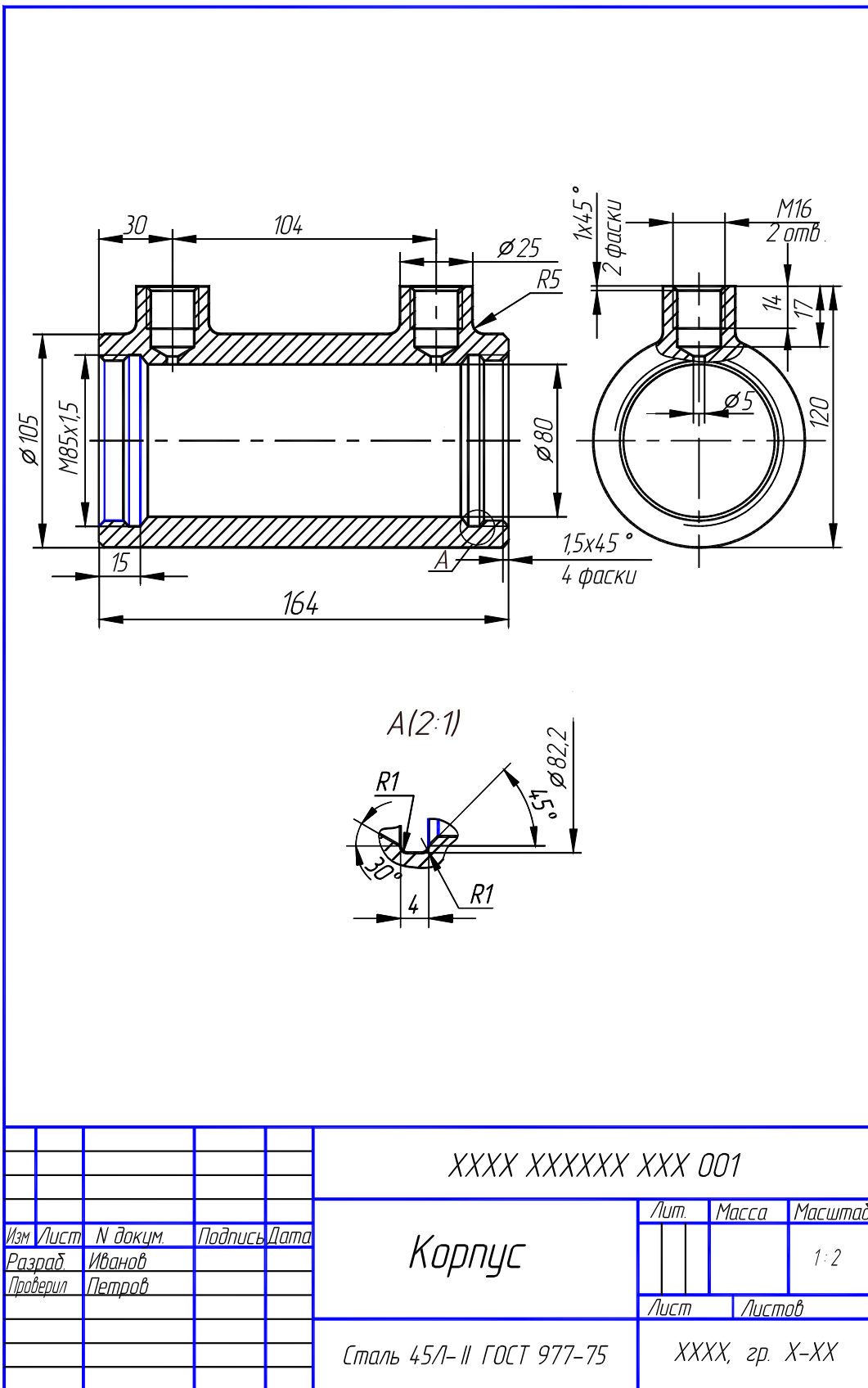


Рис. 4.8. Образец выполнения ЛР № 3 (Упражнение 24)

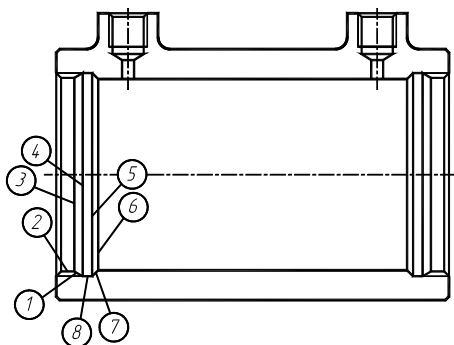


Рис. 4.9

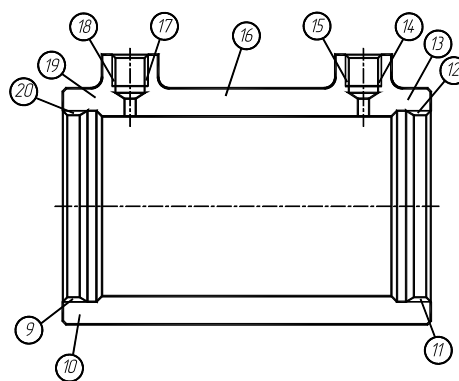




Рис. 4.10

### 3. Построение осей и контура типовой детали.

Убедитесь, что текущим является слой *ОСИ*. Слой можно выбрать из раскрывающегося списка управления слоями на панели инструментов *Свойства объектов*. Убедитесь, что текущим является тип линии *осевая*. Выполните команду *Отрезок*. В ответ на подсказку *Начальная точка*: введите **30, 180** и нажмите *ENTER*. В ответ на следующую подсказку задайте **200, 180**. Нажмите *ENTER*, чтобы завершить команду *Отрезок*. Аналогично постройте вертикальную ось.

Используя список управления слоями, сделайте текущим слой *КОНТУР*. Выполните команду *Отрезок*. Задайте координаты концов отрезка **35, 190** и **35, 130**. Используя инструмент , постройте подобную линию на расстоянии **164** правее предыдущей. Аналогично завершите построение контура детали.

### 4. Построение выносного элемента.

Выполните команду *Копировать* . При появлении подсказки *Выберите объекты* укажите мышью точки 1 – 8 (рис. 4.9). Нажмите клавишу *ENTER*. После появления запроса *Определите базовую точку или перемещение или [Несколько]* укажите, например, точку 9 (рис. 4.10). В ответ на подсказку *Определите вторую точку или <используйте первую точку для перемещения>* укажите точку с координатами **120, 130** и нажмите *ENTER*.

Используя редактирование с помощью ручек, укоротите отрезки.

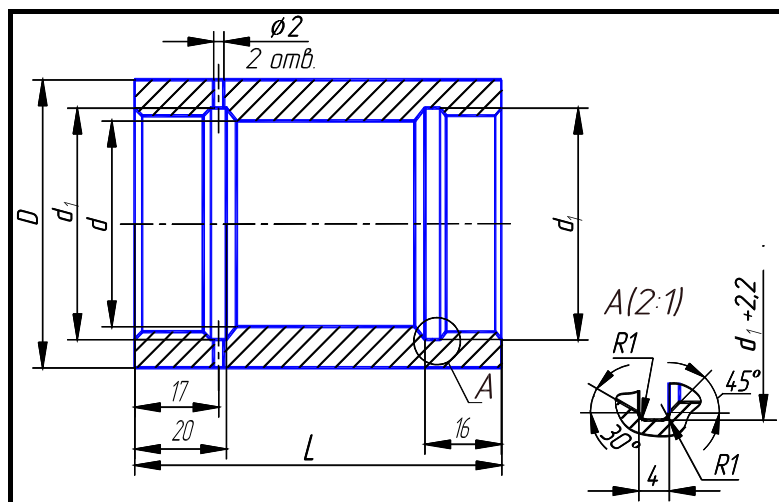
**Проработать по учебнику** [4, с. 175 – 182, 238 – 246, 425 – 433].

## 4.2. Варианты индивидуальных заданий к ЛР № 3

№ варианта	Деталь (№ позиции)			
	Корпус (1)	Крышка (2)	Поршень (3)	Крышка задняя (4)
	Обозначение детали			
1	101	201	301	401
2	102	202	302	402
3	103	203	303	403
4	104	204	304	404
5	105	201	301	—
6	106	202	302	—
7	107	203	303	—
8	108	204	304	—
9	109	205	306	405
10	110	206	308	406

11	111	207	310	407
12	112	208	312	408
13	113	205	305	—
14	114	206	307	—
15	115	207	309	—
16	116	208	311	—

**Корпус, деталь 1**



**Рис. 4.11. Корпус**

**4.3. Корпус (рис. 4.11)**

Обозначение детали	$D$	$L$	$d$	$d_1$
101	56	72	40	M45 × 1,5
102	67	85	50	M56 × 1,5
103	80	85	63	M68 × 1,5
104	105	87	80	M85 × 1,5

Материал – сталь 40X ГОСТ 4543–71.

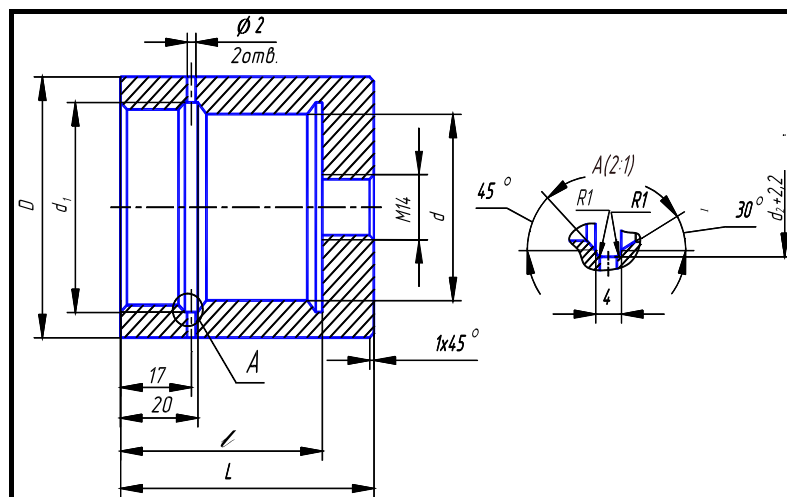


Рис. 4.12. Корпус

4.4. Корпус (рис. 4.12)

Обозначение детали	$D$	$L$	$l$	$d$	$d_1$
105	56	59	47	40	M45 × 1,5
106	67	65	55	50	M56 × 1,5
107	80	70	59	63	M68 × 1,5
108	105	73	60	80	M85 × 1,5

Материал – сталь 40X ГОСТ 4543–71.

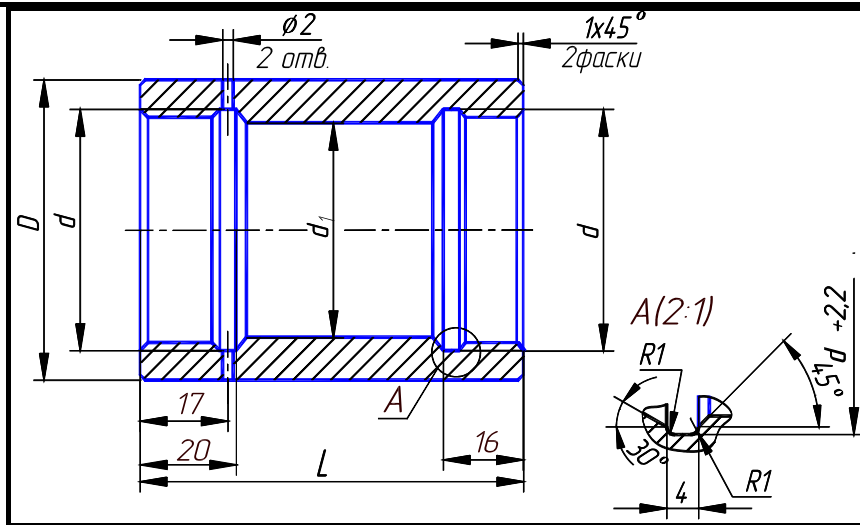


Рис. 4.13. Корпус

4.5. Корпус (рис. 4.13)

Обозначение детали	$D$	$L$	$d$	$d_1$
109	56	82	M45 × 1,5	40
110	67	90	M56 × 1,5	50
111	80	95	M68 × 1,5	63
112	105	97	M85 × 1,5	80

Материал – сталь 40X ГОСТ 4543–71.

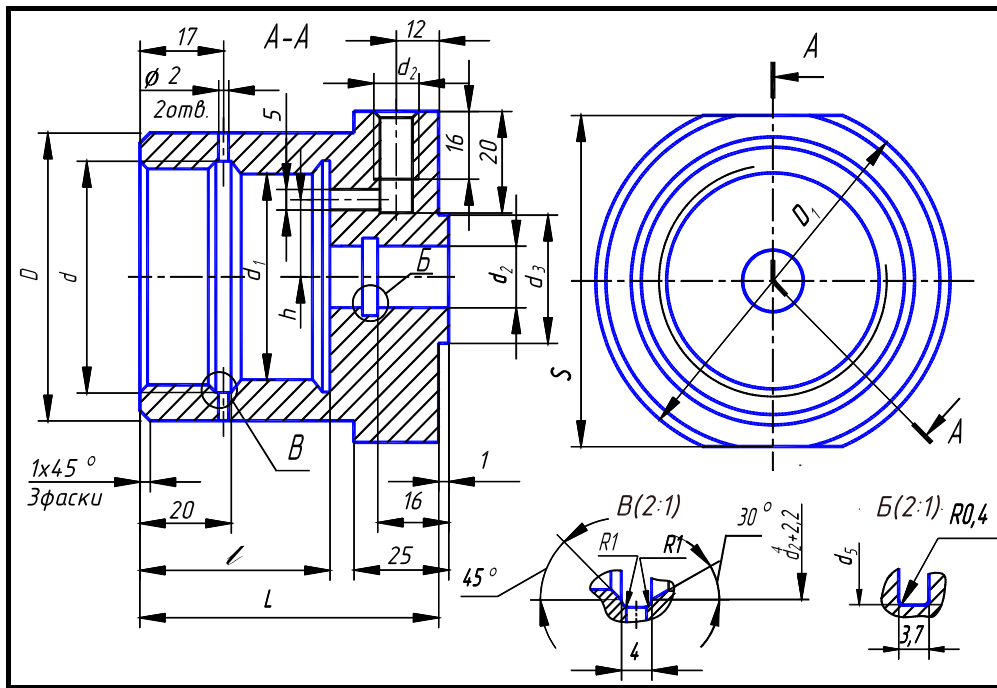


Рис. 4.14. Корпус

4.6. Корпус (рис. 4.14)

Обозначение детали	$D$	$L$	$D_1$	$d$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$l$	$h$	$S$
113	56	82	71	M45 × 1,5	40	20	32	25	54	16	65
114	67	92	75	M56 × 1,5	50	22	40	27	62	19	70
115	80	94	85	M68 × 1,5	63	28	45	33	68	24	80
116	105	94	105	M85 × 1,5	80	36	60	41	68	32	102

Материал – сталь 40X ГОСТ 4543–71.

Крышка, деталь 2

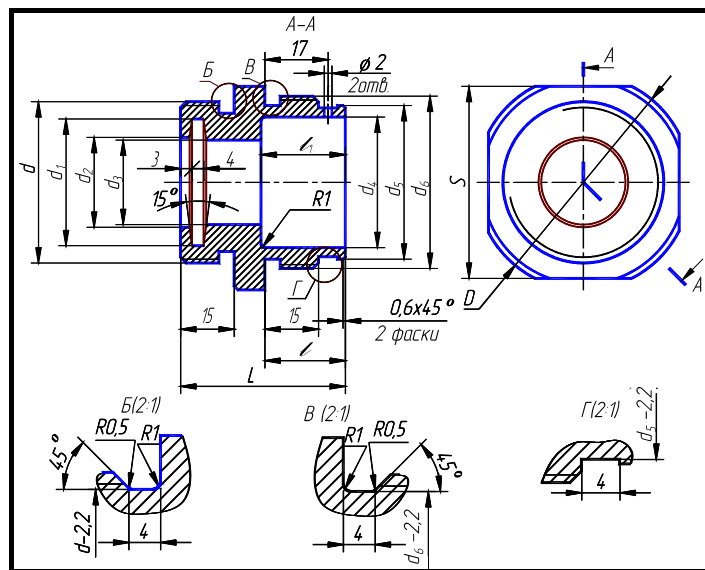


Рис. 4.15. Крышка

4.7. Крышка (рис. 4.15)

Обозначение де-	$D$	$L$	$d$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$d_6$	$l$	$l_1$	$S$
-----------------	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-----

тали												
201	56	43	M42 × 1,5	33	23	22	34	40	M45 × 1,5	21	22	50
202	67	49	M48 × 1,5	38	26	25	42	50	M56 × 1,5	25	30	65
203	80	51	M56 × 1,5	45	33	32	48	63	M68 × 1,5	25	36	75
204	105	54	M60 × 1,5	49	37	36	60	80	M85 × 1,5	26	36	100

Материал – сталь 40X ГОСТ 4543–71.

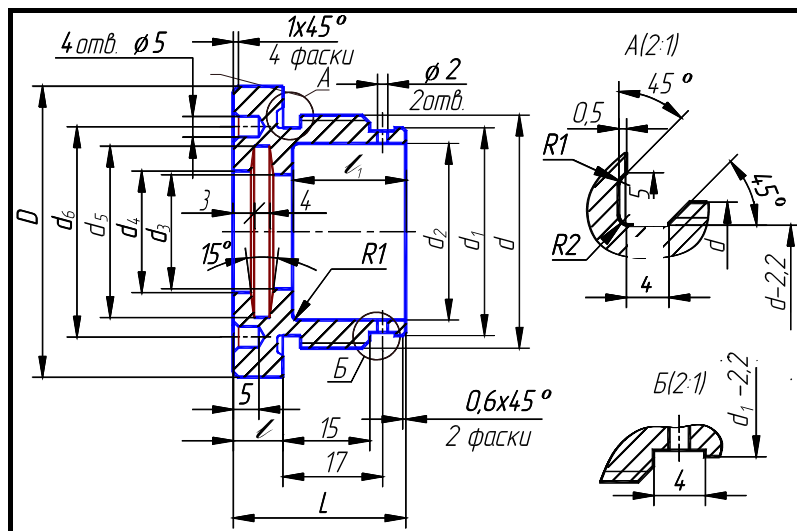


Рис. 4.16. Крышка

#### 4.8. Крышка (рис. 4.16)

Обозначение детали	$D$	$L$	$d$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$d_6$	$l$	$l_1$
205	56	34	M45 × 1,5	40	34	20	21	31	38	8	24
206	67	41	M56 × 1,5	50	42	25	26	38	48	11	30
207	80	48	M68 × 1,5	63	52	32	33	45	56	14	36
208	105	48	M85 × 1,5	80	62	36	37	49	64	14	36

Материал – сталь 40X ГОСТ 4543–71.

#### Поршень, деталь 3

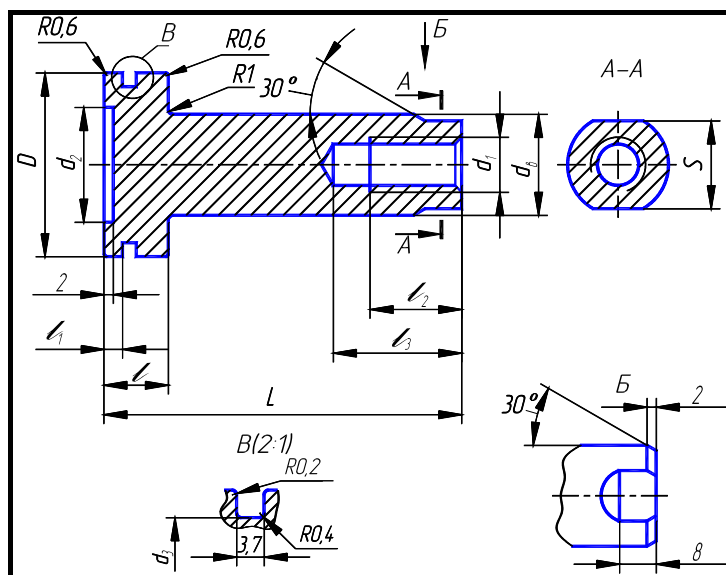


Рис. 4.17. Поршень

#### 4.9. Поршень (рис. 4.17)

Обозначение детали	$D$	$L$	$d_6$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$l$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$S$
301	40	80	22	M12	25	35	14	4	20	28	19
302	50	90	25	M16	34	45	14	4	25	32	22
303	63	94	32	M20	45	58	18	6	30	40	30
304	80	97	36	M24	60	75	18	6	40	50	32

Материал – сталь 20Х ГОСТ 4543–71.

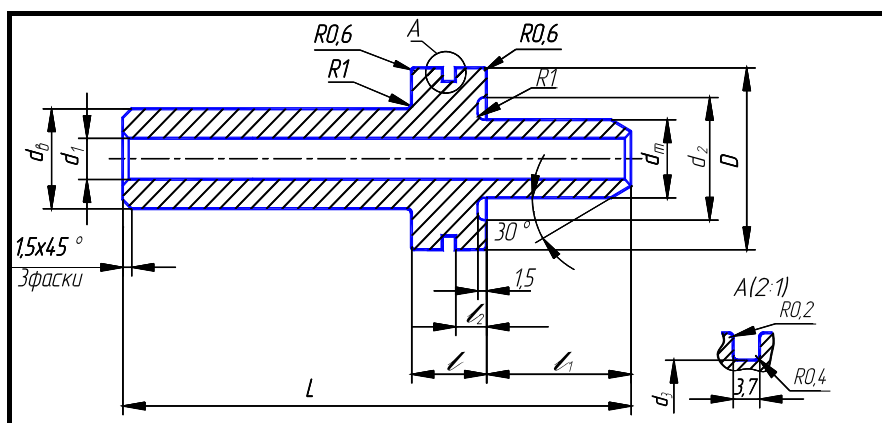


Рис. 4.18. Поршень

#### 4.10. Поршень (рис. 4.18)

Обозначение детали	$D$	$L$	$d_в$	$d_1$	$d_{ш}$	$d_2$	$d_3$	$l$	$l_1$	$l_2$
305	40	88	22	13	20	32	35	14	26	4,5
306		113							51	
307	50	103	25	17	22	42	45	16	28	5,0
308		123							48	
309	63	108	32	21	28	50	58	18	24	6
310		138							57	
311	80	108	36	25	36	70	75	18	24	6
312		138							57	

Материал – сталь 20Х ГОСТ 4543–71.

#### Крышка задняя, деталь 4



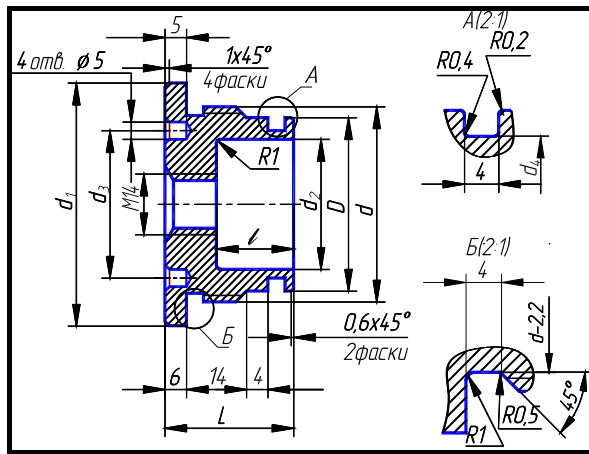


Рис. 4.19. Крышка задняя

4.11. Крышка задняя (рис. 4.19)

Обозначение детали	$d_1$	$L$	$d$	$D$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$l$
401	56	30	M45 × 1,5	40	30	34	35	18
402	67	35	M56 × 1,5	50	36	38	45	23
403	80	31	M68 × 1,5	63	50	48	58	19
404	105	33	M85 × 1,5	80	67	64	75	19

Материал – сталь 40X ГОСТ 4543–71.

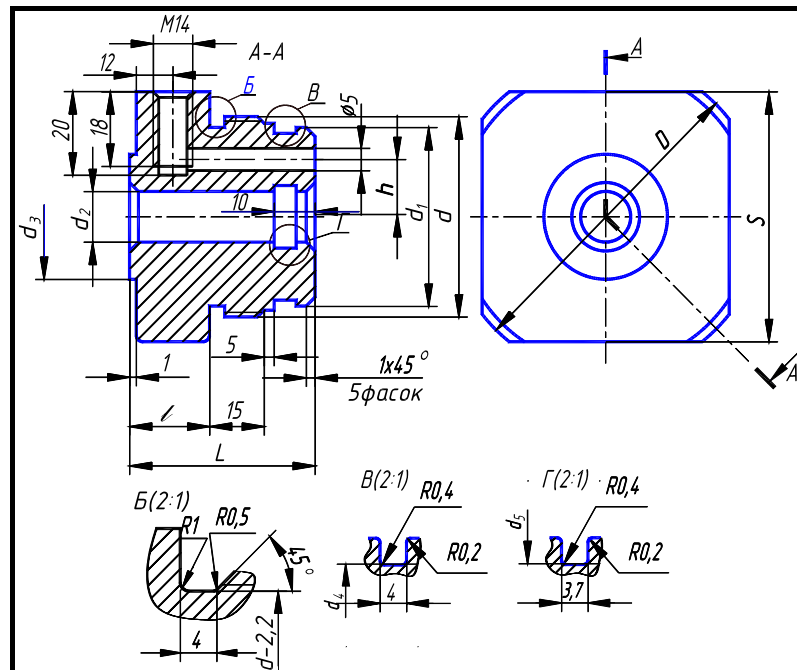


Рис. 4.20. Крышка задняя

4.12. Крышка задняя (рис. 4.20)

Обозначение детали	$D$	$L$	$d$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$h$	$l$	$S$
405	71	53	M45 × 1,5	40	20	28	35	25	14	25	65

406	75	50	M56 × 1,5	50	22	40	45	27	18	22	70
407	80	59	M68 × 1,5	63	28	45	58	33	23	29	75
408	105	59	M85 × 1,5	80	36	63	75	41	30	29	100

Материал – сталь 40X ГОСТ 4543–71.

#### 4.4. Лабораторная работа № 4 СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ ИЗДЕЛИЯ. СПЕЦИФИКАЦИЯ (Примеры выполнения приведены на рис. 4.22, 4.23)

**Цель работы:** Овладение средствами компьютерной графики и практическими навыками использования графической системы AutoCAD при создании сборочного чертежа изделия и спецификации.

##### Задание

**Упражнение 25.** Составить и выполнить спецификацию, заполнив недостающие параметры спецификации и основной надписи.

**Упражнение 26.** Построить по вариантам на экране компьютера сборочный чертеж гидроцилиндра (рис. 4.24 – 4.27) по чертежам деталей из заданий ЛР № 3.

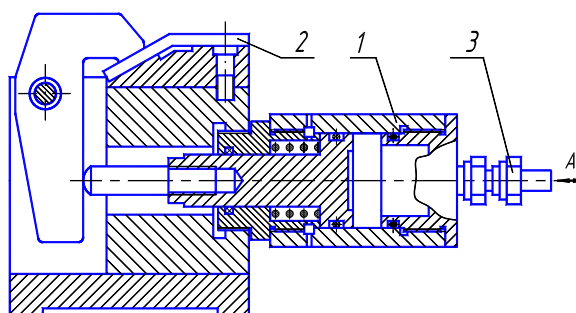
Распечатать сборочный чертеж и спецификацию на принтере (два формата А4).

#### Последовательность выполнения задания на компьютере

Рассмотрим создание сборочного чертежа гидроцилиндра (рис. 4.21) по рабочим чертежам деталей, полученным при выполнении заданий к ЛР № 3. Гидроцилиндры и пневмоцилиндры применяются в качестве зажимных устройств. Они обеспечивают дистанционное регулирование и контроль зажимного усилия. Под давлением рабочей жидкости (сжатого воздуха), поступающей под поршень в отверстие А, шток, связанный с рабочими органами зажимного устройства, перемещается. Обратный ход поршня обеспечивается пружиной.

Сборочные единицы являются различными видами изделий. Чтобы изготовить изделие нужно иметь чертеж. Чертежи, содержащие изображения изделий (приборов, устройств, машин и т.д.) и данные для их сборки (изготовления) и контроля, называются сборочными.

На сборочном чертеже рис. 4.24 – 4.27 гидроцилиндр изображен в собранном виде со всеми входящими в него деталями, соединенными на резьбе. При выполнении сборочных чертежей необходимо учитывать требования технологии и практики изготовления изделий, например, в местах соединения деталей, находящихся под воздействием избыточного давления (внутреннего или внешнего), устанавливают уплотнительные прокладки, кольца или делают сальниковые устройства (табл. 4.18 – 4.19).



**Рис. 4.21. Схема применения гидроцилиндра:**

- 1 – гидроцилиндр; 2 – заготовка;
- 3 – соединение с трубопроводом

**Упражнение 25.** Составление и выполнение спецификации.


1. Создайте новый лист и выполните настройку параметров чертежа как показано в ЛР № 1.
2. Построение рамки спецификации.

Убедитесь, что вы находитесь в пространстве листа (яркая надпись ЛИСТ в статусной строке). В случае необходимости дважды щелкните по надписи МОДЕЛ в статусной строке.


Воспользуйтесь инструментом . Ответьте на подсказки следующим образом:

*Первый угол: 0, 0* ↵ *Второй угол: 210, 297* ↵

Перезапустите предыдущую команду, нажав клавишу ENTER (↵). Ответьте на подсказки следующим образом: *Первый угол: 20, 5* . ↵ *Второй угол: 205, 292* ↵

Воспользуйтесь инструментом  , а затем ответьте на подсказки следующим образом:

*Первая точка: 20, 277* ↵. *Следующая точка: 205, 277* ↵

Щелкните по инструменту . Ответьте на подсказки следующим образом:

*Выберите объекты:* щелкните мышью по линии, построенной на предыдущем шаге. Нажмите клавишу ENTER (↵). *Введите тип массива [Прямоугольный /Круговой] <П>: П* ↵


*Введите число строк ( — — — ) <I>: 27* ↵. *Введите число столбцов ( | | | ) <I>: 1* ↵

*Введите расстояние между строками или размер ячейки ( — — — ): -8* ↵

*Введите расстояние между столбцами ( | | | ): .*

Аналогично закончите построение спецификации.

### 3. Ввод текста.

Воспользуйтесь инструментом . В ответ на подсказку *Начальная точка текста или [Выравнивание / Стиль]:* введите **24, 278** (см. рис. 4.22). Нажмите клавишу ENTER (↵). Далее ответьте на подсказки следующим образом:

*Высота <2.5000>:3.5* ↵. *Угол поворота текста <0>:90* ↵. *Введите текст: **Формат*** ↵

Перезапустите предыдущую команду, нажав клавишу ENTER. Ответьте далее:

*Начальная точка текста или [Выравнивание / Стиль]: 31, 80* ↵. *Высота <3.5000>:3.5* ↵

*Угол поворота текста <0>:90* ↵. *Введите текст: **Зона*** ↵

Закончите выполнение надписей.


**Упражнение 26.** Выполнение сборочного чертежа гидроцилиндра.

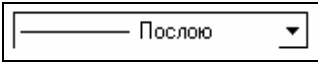
#### 1. Построение главного вида.

Изучите чертеж, который необходимо построить (рис. 4.23). Попытайтесь правильно спланировать свою работу. От того насколько рационально вы это сделаете, зависит простота, скорость выполнения чертежа и возможность его быстрого редактирования.


Прежде всего, определитесь с необходимым количеством слоев. Помните, что слои могут содержать информацию о типе линий, их толщине (цвете), а также содержать отдельные части чертежа (штриховку, размеры и т.д.). В нашем случае разумно создать слои для основных линий чертежа, осевых линий, штриховки, размеров.

Вычертите осевые линии. Для этого перейдите в слой, который содержит осевые линии и в режиме ОРТО постройте осевые линии для всех видов. Перейдите слой основных линий чертежа.

Используйте инструмент  для построения линий, параллельных осевой линии. Задайте величину отступа **52.5** и постройте отрезки выше и ниже горизонтальной осевой. Измените тип построенных

линий с помощью списка . Постройте вертикальную линию (правая стенка корпуса). Аналогично необходимые горизонтальные и вертикальные линии контура вида спереди гидроцилиндра.



Отредактируйте построенные линии. В нашем случае удобно редактирование с помощью ручек и объектных привязок. Выделите линию. Появились ручки – маленькие квадраты в середине и на краях линии. Возьмите крайнюю ручку и перенесите ее к необходимому месту пересечения линий. Прорисуйте проточки и отверстия для выхода воздуха.

Штриховку следует выполнять последней. Сделайте текущим слой штриховки. Выполните штриховку с помощью инструмента . Указывайте для каждой детали различные масштаб или угол пово-

рота. При выделении областей штриховки будьте внимательны. Указывайте сразу все необходимые области, в том числе маленькие области рядом с резьбой.

## 2. Построение вида слева.

Начните построение окружностей, которые видны на виде слева. Используя объектную привязку к точке пересечения осевых линий, вычертите окружности необходимых радиусов.

Постройте шлицы для ключа с помощью инструмента . Измените тип построенной линии. Далее используя инструмент , постройте необходимое количество шлиц следующим образом, отвечая на подсказки:

*Выберите объекты:* Выделите линию, построенную на предыдущем этапе.


*Введите тип массива [Прямоугольный / Круговой] <П>:* К ↵


*Определите центральную точку массива:* Укажите точку пересечения осевых линий.

*Введите число элементов в массиве:* 2 ↵

*Определите угол заполнения (+=ccw, -=cw) <360>:* ↵

*Поворачивать объекты массива [Да / Нет] <Д>:* ↵

Закончите выполнение вида слева изображением двух резьб. Для этого в слое вспомогательных линий постройте окружности. Удалите четверть окружности используя инструмент . Сначала следует выделить объекты, по которым происходит обрезание (в нашем случае это осевые линии). Выделите их и нажмите правую кнопку мыши (закончить выделение границ). Затем выделяйте объекты для обрезания (четверть окружности). Закончите команду, нажав на правую кнопку мыши.

Поверните резьбу на 10°. Для этого используйте инструмент . Выделите оставшиеся 3/4 окружности и нажмите на правую кнопку мыши. Укажите базовую точку, соответствующую центру поворота (пересечение осей). Введите угол поворота 10.

## 3. Простановка размеров.

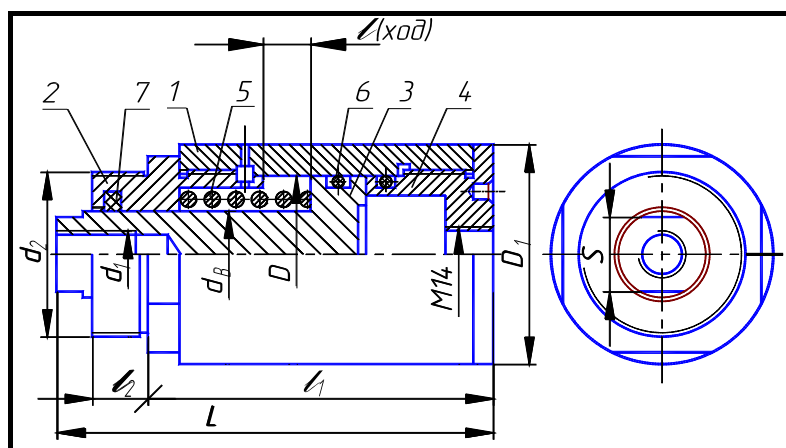
Установите стиль размерностей как показано в ЛР № 1.

Приступайте к образмериванию, используя, например, пункт меню **Размерность** и объектные привязки к точкам чертежа.

Закончите чертеж, выполнив выносные линии с обозначением позиций деталей.

**Проработать по учебнику** [4, с. 258 – 270, 441 – 446].

Варианты индивидуальных заданий к ЛР № 4

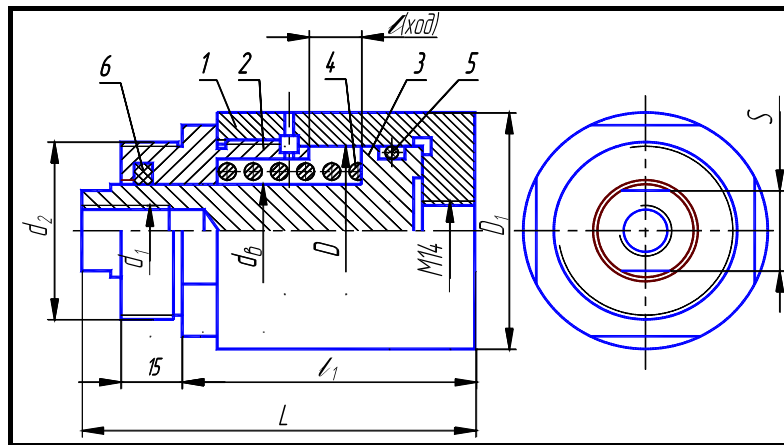


**Рис. 4.24. Гидроцилиндр:**

1 – корпус (рис. 4.11, табл. 4.3); 2 – крышка (рис. 4.15, табл. 4.7); 3 – поршень (рис. 4.17, табл. 4.9); 4 – крышка задняя (рис. 4.19, табл. 4.11); 5 – пружина (табл. 4.17); 6 – кольцо по ГОСТ 9833–73 (табл. 4.18);  
7 – кольцо СП по ГОСТ 6418–81 (табл. 4.19)

**4.13. Гидроцилиндр (рис. 4.24)**

№ варианта	D	d <sub>в</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	L	l	l <sub>1</sub>	S	Детали (№ позиции)			
										1	2	3	4
										Обозначение детали			
1	40	22	M12	M42 × 1,5	56	110	12	85	19	101	201	301	401
2	50	25	M16	M48 × 1,5	67	125		100	22	102	202	302	402
3	63	32	M20	M56 × 1,5	80	125	16	100	30	103	203	303	403
4	80	36	M24	M60 × 1,5	105	130		105	32	104	204	304	404

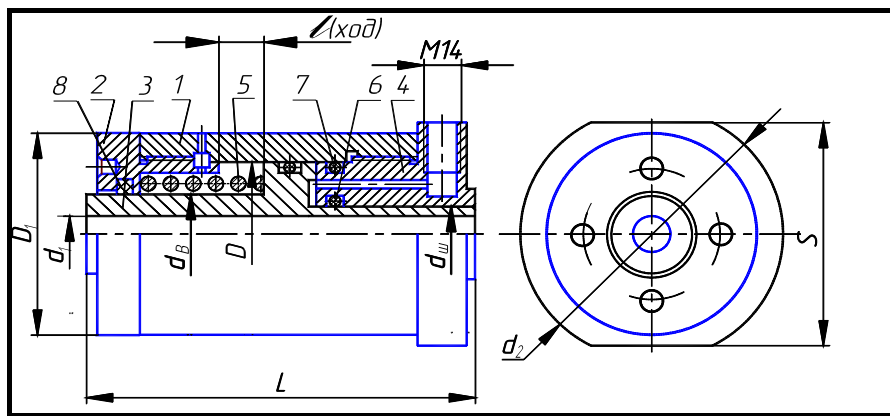


**Рис. 4.25. Гидроцилиндр:**

1 – корпус (рис. 4.12, табл. 4.4); 2 – крышка (рис. 4.15, табл. 4.7); 3 – поршень (рис. 4.17, табл. 4.9); 4 – пружина (табл. 4.17); 5 – кольцо по ГОСТ 9833–73 (табл. 4.18); 6 – кольцо СП по ГОСТ 6418–81 (табл. 4.19)

**4.14. Гидроцилиндр (рис. 4.25)**

№ варианта	D	d <sub>в</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	L	l	l <sub>1</sub>	S	Детали (№ позиции)		
										1	2	3
										Обозначение детали		
5	40	22	M12	M42 × 1,5	56	90	12	67	19	105	201	301
6	50	25	M16	M48 × 1,5	67	100	16	75	22	106	202	302
7	63	32	M20	M56 × 1,5	80	105		80	30	107	203	303
8	80	36	M24	M60 × 1,5	105	110		85	32	108	204	304

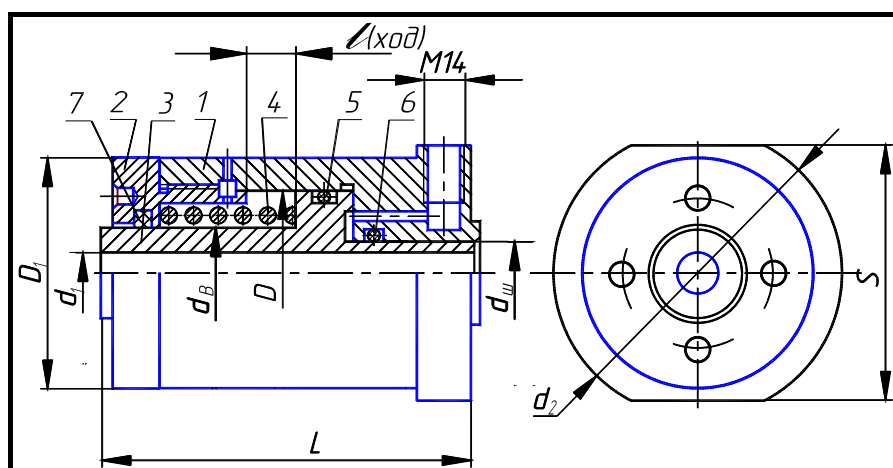


**Рис. 4.26. Гидроцилиндр:**

1 – корпус (рис. 4.13, табл. 4.5); 2 – крышка (рис. 4.16, табл. 4.8); 3 – поршень (рис. 4.18, табл. 4.10);  
4 – крышка задняя (рис. 4.20, табл. 4.12); 5 – пружина (табл. 4.17); 6, 7 – кольцо по ГОСТ 9833–73 (табл. 4.18);  
8 – кольцо СП по ГОСТ 6418–81 (табл. 4.19)

**4.15. Гидроцилиндр (рис. 4.26)**

№ вари- анта	D	d <sub>ш</sub>	d <sub>В</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	L	l	S	Детали (№ позиции)			
										1	2	3	4
										Обозначение детали			
9	40	20	22	13	71	56	115	12	65	109	205	306	405
10	50	22	25	17	75	67	120	16	70	110	206	308	406
11	63	28	32	21	85	80	130		80	111	207	310	407
12	80	36	36	25	110	105	130		102	112	208	312	408



**Рис. 4.27. Гидроцилиндр:**

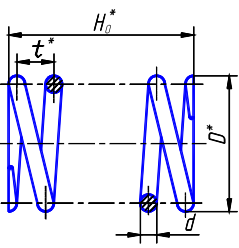
1 – корпус (рис. 4.14, табл. 4.6); 2 – крышка (рис. 4.16, табл. 4.8); 3 – поршень (рис. 4.18, табл. 4.10);  
4 – пружина (табл. 4.17); 5, 6 – кольцо по ГОСТ 9833–73 (табл. 4.18); 7 – кольцо СП по ГОСТ 6418–81  
(табл. 4.19)

**4.16. Гидроцилиндр (рис. 4.27)**

№ вари- анта	D	d <sub>ш</sub>	d <sub>В</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	L	l	S	Детали (№ позиции)		
										1	2	3

										Обозначение детали		
13	40	20	22	13	71	56	90	12	65	113	205	305
14	50	22	25	17	75	67	100	16	70	114	206	307
15	63	28	32	21	85	80	105		80	115	207	309
16	80	36	36	25		105	105		102	116	208	311

**4.17. Пружина**  
(форма и размеры)

	$d_B$	<b>D</b>	$H_0$	$d$	$t$	Число рабочих витков $n_1$	Полное число витков $n$
	мм						
	22	32	45	4	9,0	4,5	6,0
	25	40	55	5	10,5	5,0	6,5
	32	45	65	6	12,0	5,0	6,5
	36	55	65	7	15,0	4,0	5,5

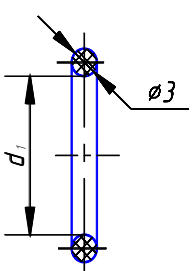
\* Размеры для справок.

Направление навивки пружины – правое.

Материал: проволока, сталь 60С2А-Н-ХН по ГОСТ 14963–78.

Пример обозначения: Пружина  $d = 4$ ;  $n = 6$ ;  $H_0 = 45$ .

4.18. Резиновые уплотнительные кольца круглого сечения для гидравлических и пневматических устройств по ГОСТ 9833–73 (форма и размеры)

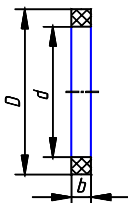
	Диаметр цилиндра <b>D</b> , мм	Диаметр штока $d_{ш}$ , мм	Обозначение типоразмера кольца	$d_1$ , мм
			20	020-025-30
		22	022-027-30	21,5
		28	028-033-30	27,5
		36	036-041-30	35,0
	40		035-040-36	34,0
	50		045-050-36	44,0
	63		058-063-36	58,0
	80		075-080-36	73,5

Пример обозначения кольца для диаметра штока 20 мм, диаметра цилиндра 25 мм, диаметра сечения кольца 3,0 мм:

Кольцо 020-025-30 ГОСТ 9833–73.



#### 4.19. Сальниковые войлочные кольца по ГОСТ 6418–81 (форма и размеры)

	Диаметр вала $d_B$	$d$	$D$	$b$
	мм			
	22	21	32	3,5
	25	24	37	5,0
	32	31	44	5,0
	36	35	48	5,0

Пример обозначения кольца для диаметра  $d_B = 22$  мм:

Кольцо СП 22-32-3,5 ГОСТ 6418–81.

#### 4.5. ВОПРОСЫ ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

1. Какие два способа представления изображений Вы знаете?
2. Каким спектром возможностей обладает система AutoCAD?
3. Как можно запустить систему AutoCAD?
4. В каком порядке следует выполнять чертежи в системе AutoCAD?
5. Как выполняется определение формата листа, требуемой точности единиц измерения?
6. Каким образом на рабочий стол выводятся дополнительные панели инструментов и отдельные кнопки, необходимые для работы?
7. Какие команды управления экраном Вы знаете?
8. Как выполняется запись файла на диск и выход из системы AutoCAD?
9. Что такое объектная привязка? Перечислите объектные привязки, используемые в AutoCAD.
10. Какие виды систем координат используются в AutoCAD?
11. Какие методы ввода координат точек Вы знаете?
12. В каком меню находятся команды рисования?
13. Что является примитивом в системе AutoCAD?
14. Какие способы задания координат вы знаете?
15. В чем назначение пространства листа и пространства модели AutoCAD? Их отличие.
16. Каково назначение и как используются слои AutoCAD?
17. Какие команды редактирования чертежа Вы знаете?
18. Как устанавливается нужный тип линии?
19. Какая команда позволяет штриховать область?
20. Как выбрать шаблон штриховки?
21. Как выбрать область штриховки?
22. Какие типы штриховок вы знаете?
23. Какими элементами определяется сопряжение?
24. Какие команды рисования текста вы знаете, чем они отличаются?
25. Что такое стиль текста и как его можно изменить?
26. Как устанавливаются параметры размерного стиля ЕСКД?
27. В каком подменю находятся команды простановки размеров, в частности команды простановки линейных размеров?

28. Какая команда обеспечивает простановку углового размера?
29. Как проставить диаметральный размер?
30. Как проставить символ  $\varnothing$  в различных стилях?
31. Какая команда обеспечивает простановку радиального размера и ее действия в различных ситуациях?
32. Как обеспечить вывод символа радиуса?
33. Как проставить размер с выноской?
34. Как осуществить подчеркивание размерного текста?
35. В каком подменю находятся команды редактирования?
36. Как редактируются объекты с помощью ручек?
37. Какой вопрос присутствует во всех командах редактирования?
38. Какие способы выбора объектов вы знаете?
39. Какая команда обеспечивает перенос набора объектов?
40. Как осуществить копирование набора объектов? Можно ли создать несколько копий?
41. Как построить симметричное изображение? Как сохранить первоначальное изображение?
42. Как можно удалить часть примитива? Как проставить точки разрыва?
43. Какая команда изменяет габариты чертежа?
44. Какая команда позволяет создать набор регулярно расположенных объектов?
45. Как сделать скол (фаску)? Какие два режима работы команды снятия фаски существуют?
46. Как можно вытянуть объект до границы?
47. С какой целью используется команда *Подобие*?
48. Как можно обрезать объект по границе?
49. Как можно выполнить масштабирование объектов?
50. Как выполняется сопряжение объектов? Как выполнить внешнее сопряжение?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. 23-е изд., перераб. М.: Наука, 1988. 272 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. М.: Высшая школа, 1994. 383 с.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. М.: Высшая школа, 1994. 671 с.
4. Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю., Шандурина Г.Ф. Инженерная и компьютерная графика. 2-е изд., перераб. М.: ДМК Пресс, 2001. 592 с.
5. Нартова Л.С., Якунин В.И. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. М.: Дрофа, 2003. 208 с.
6. Чекмарев А.А. Инженерная графика. М.: Высшая школа, 1998. 365 с.
7. Красильникова Г.А., Самсонов В.В., Тарелкин С.М. Автоматизация инженерно-графических работ. СПб.: Питер, 2001. 256 с.
8. ЕСКД. Общие правила оформления чертежей: Сборник. М.: Изд-во стандартов, 1991. 283 с.
9. СТП ТГТУ 07–97. Стандарт предприятия: Проекты (работы) дипломные и курсовые. Правила оформления. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 40 с.
10. Фролов С.А. Начертательная геометрия. М.: Машиностроение, 1978. 240 с.
11. Локтев О.В. Краткий курс начертательной геометрии. М.: Высшая школа, 1985. 192 с.
12. Власов М.П. Инженерная графика. М.: Машиностроение, 1979. 278 с.
13. Машиностроительное черчение / Под ред. Г.П. Вяткина. М.: Машиностроение, 1985. 304 с.
14. Годик Е.М., Хаскин А.М. Справочное руководство по черчению. М.: Машиностроение, 1974,

696 с.

15. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. М.: Машиностроение, 1999. Т. 1, 912 с.; Т. 2, 880 с.; Т. 3, 848 с.

16. Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю. Компьютерные технологии инженерной графики в среде AutoCAD 2000. AutoLISP: Учеб. пособие. М.: ДМК, 2000. 656 с.

17. Полищук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2000 и Visual LISP. 2-е изд., перераб и доб. СПб.: БХВ – Петербург, 2001. 672 с.

18. Аксарин П.Е. Чертежи для детализования: Учеб. пособие. 2-е изд., доп. М.: Машиностроение, 1993. 160 с.

19. Чекмарев А.А., Верховский А.В., Пузиков А.А. Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика: Программа, контрольные задания и методические указания для студентов-заочников. М.: Высшая школа, 1999. 154 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Оформление графических (ГР) и лабораторных (ЛР) работ .....	4
2. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ. ЗАДАНИЯ К ГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ ..	9
2.1 Графическая работа № 1. Стандарты чертежа. Взаимное положение двух плоскостей .....	9
2.2 Графическая работа № 2. Способы преобразования чертежа .....	14
2.3 Графическая работа № 3. Поверхности. Развертки поверхностей .....	17

2.4	Вопросы по начертательной геометрии . . . . .	24
3.	ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. ЗАДАНИЯ К ГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ . . . . .	25
3.1	Графическая работа № 4. Геометрическое черчение . . . . .	25
3.2	Графическая работа № 5. Проекционное черчение. Аксонометрия . . . . .	32
3.3	Графическая работа № 6. Линии «среза», «перехода» . . . . .	42
3.4	Графическая работа № 7. Соединения деталей . . . . .	54
3.5	Графическая работа № 8. Эскизы и рабочие чертежи деталей . . . . .	63
3.6	Графическая работа № 9. Сборочный чертеж изделия . . . . .	69
3.7	Графическая работа № 10. Чтение и детализация сборочного чертежа изделия . . . . .	75
3.8	Вопросы по инженерной графике . . . . .	78
4.	КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА. ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ . . . . .	79
4.1	Лабораторная работа № 1. Организация работы пользователя на ПЭВМ в системе AutoCAD . . . . .	79
4.2	Лабораторная работа № 2. Проекционное черчение. Масштабирование . . . . .	83
4.3	Лабораторная работа № 3. Рабочие чертежи типовых деталей . . . . .	88
4.4	Лабораторная работа № 4. Сборочный чертеж изделия. Спецификация . . . . .	96
4.5	Вопросы по компьютерной графике . . . . .	102
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	103