

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

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

Допущено

Научно-методическим советом по начертательной геометрии  
и инженерной графике Минобрнауки РФ  
в качестве учебного пособия для студентов вузов,  
обучающихся по направлениям подготовки дипломированных  
специалистов в области техники и технологии



---

ТАМБОВ

Издательство ТГТУ  
2005

УДК 514.18+004.92  
ББК В151.34я73-5  
П69

Рецензенты:

Доктор педагогических наук,  
профессор кафедры «Инженерная и машиностроительная графика»  
Московского государственного института электроники и математики  
(технического университета)  
*А.А. Чекмарев*

Кандидат педагогических наук, доцент,  
заведующий кафедрой «Инженерная графика»  
Московского государственного института радиотехники, электроники и автоматики  
(технического университета)  
*Г.Ф. Горшков*

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

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». Приведены сведения о конструкторской документации, правила оформления чертежей, рекомендации по подготовке заданий, контрольные вопросы, а также 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 514.18+004.92  
ББК В151.34я73-5

ISBN 5-8265-0435-8

© 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 Т.М. Глинкина  
Инженер по компьютерному макетированию Т.А. Сынкова

Подписано к печати 1.12.2005

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

Объем: 12,09 усл. печ. л.; 12,0 уч.-изд. л.

Тираж 400 экз. С. 836

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

## ВВЕДЕНИЕ

Проектирование, изготовление и эксплуатация различных машин, механизмов и приборов связаны с изображениями соответствующих изделий на эскизах, технических рисунках, чертежах и схемах. Аналогично тому, как знания азбуки и грамматики позволяют человеку читать и писать, так и знания, получаемые студентами инженерно-технических специальностей при изучении дисциплин «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика», дают им возможность читать и выполнять чертежи.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии. Оно включает индивидуальные задания для графических и лабораторных работ по всем темам рабочих учебных программ соответствующих специальностей и примеры их выполнения с использованием как чертежного инструмента, так и персонального компьютера (в среде AutoCAD 2005). Задания к графическим работам содержат по 30 вариантов, а задания к лабораторным работам – по 16 вариантов, что дает возможность обеспечить индивидуальными заданиями каждого студента учебной группы и подгруппы. Получив задание, студент начинает его выполнять в аудитории под руководством и контролем преподавателя, а заканчивает самостоятельно.

Пособие состоит из четырех структурно и методически согласованных глав.

В первой главе «Сведения о конструкторской документации» приведена информация о «Единой системе конструкторской документации» (ЕСКД) и правилах оформления изображений на чертежах в соответствии с ЕСКД.

Во второй главе «Начертательная геометрия» студенты при выполнении графических работ закрепляют полученные в одноименном курсе теоретические знания, необходимые для построения технических чертежей. Освоение способов конструирования различных пространственных объектов (в основном поверхностей) и способов получения их чертежей содействует эффективному формированию у студентов пространственного воображения.

В третьей главе «Инженерная графика» студент, выполняя графические работы, приобретает умения и навыки выполнения конструкторской документации и чтения технических чертежей.

В четвертой главе «Компьютерная графика» студентам предложены для выполнения лабораторные работы на персональном компьютере с использованием такого программного продукта, как AutoCAD 2005, являющегося наиболее распространенным в мире и доступным в России пакетом САПР. Используя 2D- и 3D-технологии геометрического моделирования и построения чертежа, студенты осваивают методы и средства компьютерной графики; приобретают знания и умения по работе с конкретным пакетом прикладных программ и автоматизации процесса выполнения рабочих чертежей деталей, сборочного чертежа, оформления конструкторской документации.

Комплекс графических и лабораторных работ сформирован так, что он способствует формированию у будущих дипломированных специалистов и бакалавров знаний общих методов построения и чтения чертежей, выполнения чертежей на ПЭВМ, решения разнообразных инженерно-геометрических задач, возникающих при проектировании, конструировании и изготовлении различных изделий.

Полное владение чертежом как производственным документом, а также устойчивость навыков в выполнении чертежей достигаются в результате изучения специальных инженерно-технических дисциплин соответствующего профиля, подкрепленного практикой курсово-

го и дипломного проектирования.

При подготовке пособия к изданию были с признательностью учтены критические замечания и пожелания, сделанные профессором, д-ром пед. наук **А.А. Чекмаревым** и зав. кафедрой, канд. пед. наук, доцентом **Г.Ф. Горшковым**.

## **1. СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

Способы разработки конструкторских документов одинаковы как при выполнении чертежа изделий с использованием чертежных инструментов (линейки, треугольника, циркуля и т.п.), так и на компьютере.

Поэтому при любом способе от студента требуются безупречное владение техникой выполнения чертежных работ, знание правил оформления конструкторских документов, особая геометрическая подготовка, обостренное чувство пространственных форм и комбинационное мышление.

Важным условием повышения качества подготовки бакалавров и дипломированных специалистов – развитие навыков общения с нормативно-техническими документами и стандартами, которые объединены в системы нормативно-технической документации, одной из которых является Единая система конструкторской документации – ЕСКД.

ЕСКД – это язык для однозначной передачи технической информации между отдельными организациями. ГОСТ 2.001–70 «Общие положения» определяет ЕСКД как комплекс государственных стандартов, устанавливающих правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации.

Часть правил ЕСКД в той или иной степени изучают в курсе «Начертательная геометрия. Инженерная графика». При работе с заданиями по инженерной и компьютерной графике возникает необходимость взаимоувязывать конструкторскую документацию, правила по взаимосвязи которой отражены в стандартах первой группы ЕСКД «Основные положения» [10].

### **1.1. ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ**

ГОСТ 2.101–68 «Виды изделий» устанавливает определение изделия для всех отраслей промышленности, согласно которому изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Тем же стандартом установлены и определены виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты.

Состав изделий (сборочные единицы, комплексы и комплекты) определяет конструкторский документ на них – спецификация, в связи с чем такие изделия называют специфицированными. Неспецифицированными являются те изделия, составные части в которых отсутствуют.

### **1.2. КОНСТРУКТОРСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Изделия всех отраслей промышленности изготавливаются по конструкторским документам (КД). ГОСТ 2.102–68 «Виды и комплектность конструкторских документов» устанавливает, что к ним «... относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта». Под графическими документами понимают различные чертежи и схемы. Под текстовыми – документы, содержащие сплошной текст и текст, разбитый на графы: спецификации, ведомости, технические условия, пояснительные записки и др.

Конструкторские документы разрабатывают на основании технического задания, которое устанавливает основное назначение изделия, его будущие технические характеристики и показатели качества, а также технико-экономические и специальные требования, которые должны быть заложены в будущем изделии. Прежде чем воплотиться в материале, изделие в соответствии с ГОСТ 2.103–68 проходит несколько стадий разработки документации. Стадии работ подразделяют на проектные и рабочие.

Последовательность решения проектной задачи разбита на три стадии, каждая из которых имеет свое наименование: «Техническое предложение» (ГОСТ 2.118–73), «Эскизный проект» (ГОСТ 2.119–73), «Технический проект» (ГОСТ 2.120–73). Каждая из перечисленных стадий при разработке проектных документов может исключаться. Соответствующими стандартами к каждой из проектных стадий предъявляются определенные требования, и каждую из них заканчивают разработкой комплекта проектных документов.

Разработку документации начинают со стадии «Техническое предложение», в комплект которой включают документы, предусмотренные техническим заданием.

На основе утвержденной последней проектной стадии, которой может быть не только «Технический проект», но и «Эскизный проект», производят разработку рабочей документации на изделие и его составные части, т.е. выполняют конструирование изделия. Стадия периода конструирования изделия имеет свое наименование: «Разработка рабочей документации» и выполняется в несколько этапов.

На каждой стадии проектирования и на каждом из этапов разработки рабочей КД могут создаваться документы одного и того же наименования, но отличающиеся наполнением по информации. Для отличия документов одного наименования друг от друга, принадлежащих разным стадиям, и для их объединения в единое целое всем документам каждой проектной стадии и каждому этапу рабочей стадии присваивают свою отличительную литеру. Литера документов: технического предложения – «П», эскизного проекта – «Э», технического проекта – «Т». Разработку рабочей документации начинают с выполнения документации для изготовления и испытания опытного образца изделия без присвоения литеры.

Конструкторским документам опытного образца присваивают литеру «О<sub>1</sub>», «О<sub>2</sub>» и др., установочной серии – литеру «А» и установившегося серийного или массового производства – литеру «Б». При разовом изготовлении изделия их документам присваивают литеру «И». На учебных чертежах обычно применяют литеру «У».

ГОСТ 2.109–73 «Основные требования к чертежам» устанавливает общие правила, которые следует соблюдать при выполнении чертежей деталей, сборочных, габаритных и монтажных на стадии разработки рабочей документации для всех отраслей промышленности. Выдержки из разделов

ГОСТ 2.109–73 будут рассмотрены при выполнении графической работы (ГР) № 9.

Чтобы усвоить правила оформления графических изображений при выполнении чертежей и составлении КД, студентам рекомендуется подробно изучать содержание (текст и иллюстрации) ГОСТов.

В курсе «Начертательная геометрия. Инженерная графика» студенты изучают правила выполнения следующих КД: чертеж детали, сборочный чертеж, спецификация, таблица.

Студенческий чертеж детали не является рабочим, он только его основа. На производственных рабочих чертежах при нанесении размеров указывают их предельные отклонения, обозначают шероховатости поверхностей, помещают технические требования. Главная цель студентов первого курса при изучении предмета – научиться правильному изображению деталей, нанесению размеров и соблюдению стандартов ЕСКД.

### **1.3. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА**

Всякий чертеж приобретает права конструкторского документа только в том случае, если он выполнен и оформлен в соответствии с установленными правилами.

#### **ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЧЕРТЕЖА**

**Форматы** (ГОСТ 2.301–68). Выполнение чертежа или другого документа начинается с определения необходимого формата и его оформления. Формат (табл. 1.1) следует выбирать так, чтобы чертеж был четким и ясным, изображения достаточно крупными, надписи и условные обозначения удобочитаемыми. Формат не должен быть излишне велик. Значитель-

ные пустоты неиспользованного рабочего поля чертежа не допускаются. Необходимо, чтобы рабочее поле составляло 70 – 80 % площади всего чертежа.

За основной принят формат с размерами 1189 × 841, площадь которого равна 1 м<sup>2</sup>, а также меньшие форматы, полученные делением каждого предыдущего формата на две равные части линией, параллельной меньшей стороне.

### 1.1. Обозначения и размеры основных форматов

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры формата в мм	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297

**Масштабы** (ГОСТ 2.302–68). Масштаб чертежа – это отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам. В зависимости от сложности и величины изображаемых изделий масштабы выбирают из табл. 1.2.

При выборе масштаба следует руководствоваться, прежде всего, удобством пользования чертежом. Если все проекции на чертеже выполнены с применением одного масштаба, то он записывается в основной надписи и обозначается по типу 1 : 1, 1 : 2 и т.д. Если какое-либо изображение на чертеже выполнено в масштабе, отличающемся от указанного в основной надписи, то над этим изображением указывают его условное обозначение и в скобках (без буквы «М») записывают значение масштаба.

### 1.2. Масштабы чертежа

Масштабы уменьшения	1 : 2 1 : 20	1 : 2,5 1 : 25	1 : 4 1 : 40	1 : 5 1 : 50	1 : 75	1 : 10 1 : 100 и т.д.
Натуральная величина	1 : 1					
Масштабы увеличения	2 : 1 20 : 1	2,5 : 1	4 : 1 40 : 1	5 : 1 50 : 1	10 : 1 100 : 1	

**Линии** (ГОСТ 2.303–68). Наименования, начертания, назначение и толщина часто употребляемых основных линий приведены на рис. 2.1. Толщина сплошной основной линии  $S$  должна выбираться в пределах от 0,5 до 1,4 мм, в зависимости от формата чертежа и от размеров и сложности изображения. От правильного выбора видов линий, соблюдения постоянной толщины обводки, длины штрихов и промежутков между ними, от аккуратности проведения линий зависит качество выполняемого чертежа.

**Шрифты чертежные.** ГОСТ 2.304–81 устанавливает правила выполнения надписей, которые наносятся на чертежи и другие документы всех отраслей промышленности. Стандарт устанавливает следующие основные размеры шрифтов: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Размеры шрифтов определяются высотой ( $h$ ) прописных (заглавных) букв в миллиметрах. Эта высота измеряется по направлению, перпендикулярному к основанию строки. Высота строчных букв ( $c$ ) определяется из отношения их высоты (без отростков) к размеру шрифта ( $h$ ). Цифры, встречающиеся в тексте должны иметь высоту прописных букв. Толщина линии шрифта обозначается буквой  $d$  и определяется в зависимости от типа и высоты шрифта.

Для чертежей ГР можно применять шрифт типа Б с наклоном около 75° при  $d = 1/10h$  (табл. 1.3).

### 1.3. Параметры шрифта типа Б

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм
------------------	-------------	----------------------	-------------

Размеры шрифта: высота прописных букв высота строчных букв	$h$ $c$	$(10/10)h$ $(7/10)h$	$10d$ $7d$	2,5 1,8	3,5 2,5	5,0 3,5	7,0 5,0	10, 0 7,0
Расстояние между буквами	$a$	$(2/10)h$	$2d$	0,5	0,3	1,0	1,4	2,0
Минимальный шаг строк	$b$	$(17/10)h$	$17d$	4,3	0,3	8,5	12,	17,
Минимальное расстояние между словами	$e$	$(6/10)h$	$6d$	1,5	2,1	3,0	0	0
Толщина линий шрифта	$d$	$(1/10)h$	$d$	0,2 5	0,3	0,5	4,2 0,7	6,0 1,0

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

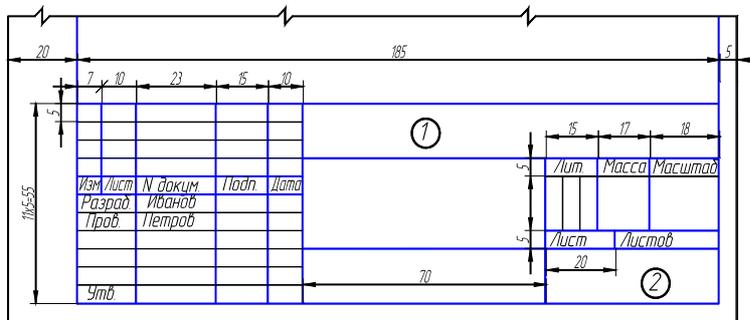


Рис. 1.1

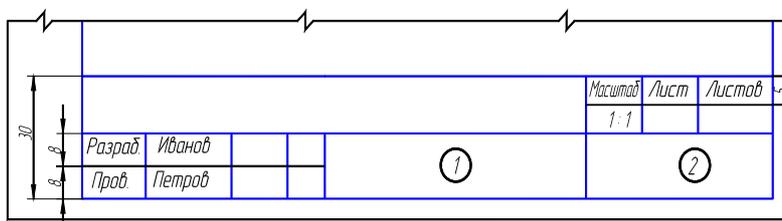


Рис. 1.2

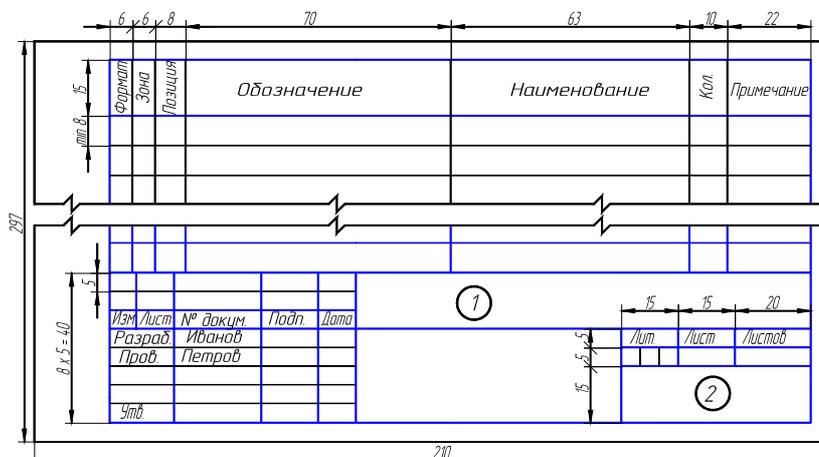


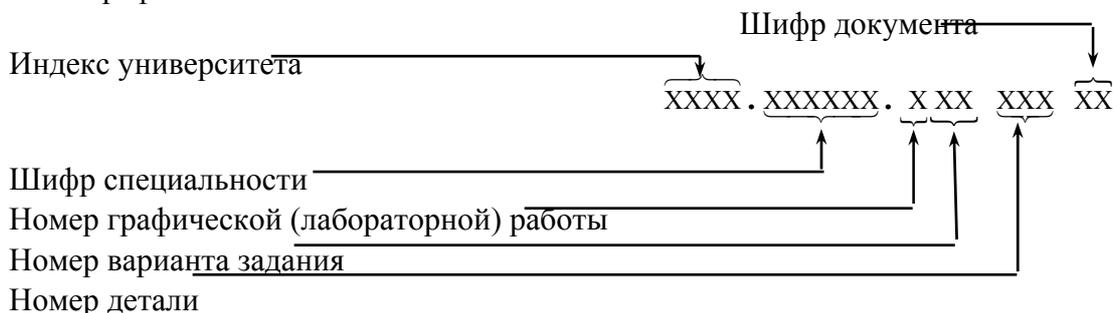
Рис. 1.3

**Обозначения изделий и конструкторских документов (ГОСТ 2.201–80).** Каждому изделию присваивается самостоятельное обозначение. Это же обозначение присваивается и конструкторским документам. Обозначения изделий и конструкторских документов, выполняемых студентами в курсе «Начертательная геометрия. Инженерная графика» в соответст-

вии с требованиями ГОСТ 2.201–80 вызывают большие затруднения, поэтому на учебных чертежах рекомендуется заполнять основную надпись в упрощенной форме в соответствии со стандартом предприятия СТП ТГТУ 07-09 [13].

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».

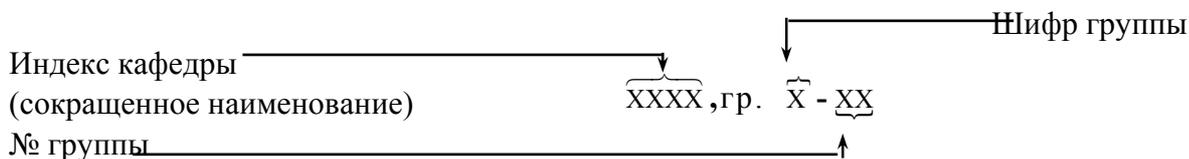
Номера графической (лабораторной) работы и варианта выбираются по данному практикуму.

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.**

**Общие требования к текстовым документам (ГОСТ 2.105–68).** Текстовые документы подразделяются на документы, содержащие в основном сплошной текст (технические описания, паспорта, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т.п.) и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т.п.). Титульный лист (пункт 4 указанного стандарта) является первым листом документа и заполняется студентами по форме, приведенной на рис. 2.2.

## КОМПОНОВКА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖЕ

На чертежных листах рамка формата выполняется сплошной основной линией (рис. 1.4). Поле с левой стороны величиной 20 мм предназначено для подшивки и брошюровки чертежа.

ГОСТ 2.305–68 устанавливает общие правила расположения изображений на чертеже. На

рис. 1.5 приведены виды, полученные проецированием предмета на плоскости проекций, которым присвоены названия: главный вид (1), вид сверху (2), вид слева (3), вид справа (4), вид снизу (5). Поскольку на чертеже может быть не одно, а два, три и более изображений, то для удобства его выпол-

нения (чтения) небезразлично, где расположено главное изображение.

Для чертежа, состоящего из трех изображений (рис. 1.5, а), главное изображение располагается в левой верхней четверти поля чертежа, а варианты его расположения при двух проекциях показаны на рис. 1.5, б и в, при четырех – на рис. 1.5, г и д.

При составлении чертежа изделия (детали, сборочной единицы) необходимо правильно решать вопрос выбора и расположения не только главного изображения, но и всех других изображений.

При выборе главного изображения учитывают формобразование, основную особенность и назначение детали.

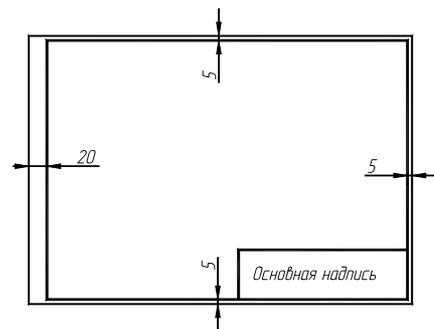


Рис. 1.4

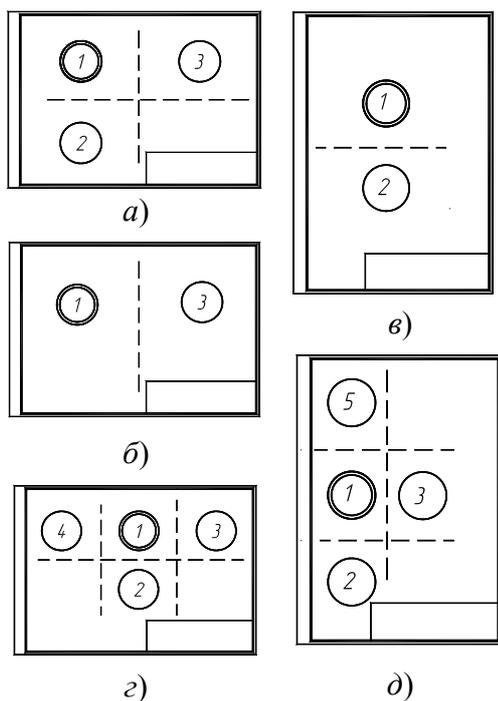


Рис. 1.5

Для удобства составления чертежа главное изображение, как правило, должно соответствовать расположению изделия при выполнении основной операции технологического процесса его изготовления или сборки, а расположение изделий, имеющих явно выраженные верх и низ (корпус редуктора, стол, транспортное средство и т.п.), должно соответствовать их нормальному положению в эксплуатации.

Рассмотрим расположение типовых деталей на главном изображении чертежа.

1. Детали, имеющие форму вращения (валы, оси, втулки и т.д.), обычно изображают горизонтально, т.е. параллельно основной надписи чертежа.

2. Корпуса, фланцы, крышки и другие подобные детали, изготавливаемые обычно литьем с последующей механической обработкой, принято изображать таким образом, чтобы основная обработанная плоскость детали располагалась горизонтально относительно основной надписи чертежа.

3. Плоские детали, изготовленные, например, из листового материала, изображают на чертежах одним видом с очертанием контура. Второй вид не дают, так как толщину указывают рядом с изображением на полке линии-выноски в виде надписи S2 (цифра 2 указывает на толщину в мм).

## СОДЕРЖАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Правила выполнения изображений устанавливает ГОСТ 2.305–68 и, в зависимости от содержания, разделяет их на виды, разрезы, сечения. Зачастую изображение на чертеже является вариацией соединений, например, соединением половины вида и половины разреза, вида и местного разреза и др.

В основу изображений положено проецирование предмета на шесть граней куба. Такое количество изображений применяют крайне редко, при необходимости. Назначая изображения, руководствуются правилом, согласно которому «количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах обозначений, знаков и надписей».

При разработке чертежа стремятся к тому, чтобы при полной информации об изделии чертеж был бы наименее насыщен изображениями. Например, при наличии условий, вид или разрез заменяют сечением, которое может быть более простой фигурой для построения и чтения. В связи с этим вопрос об изображениях на чертеже для каждой детали решают индивидуально в зависимости от сложности ее формы, принятых условностей и возможности нанесения размеров.

Для уменьшения количества изображений ГОСТ 2.307–68 установлены знаки ( $\varnothing$  – диаметр,  $R$  – радиус,  $G$  – квадрат и т.д.) и надписи. При выполнении изображений применяют условности и упрощения, установленные ГОСТ 2.305–68. Например, дают не полное симметричное изображение, а несколько больше его половины; для показа сквозного отверстия или канавки шпоночного паза рекомендуется давать лишь контур отверстия или профиль канавки; для тщательного изображения некоторых конструктивных элементов – применять выносные элементы, которые могут содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и отличаться от него по содержанию. Так, изображение может быть видом, а выносной элемент – разрезом. На выносных элементах, как правило, показывают проточки, параметры нестандартных резьб и др.

### НЕОБХОДИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЙ

Количество изображений на чертеже, как это отмечалось выше, должно быть наименьшим и в то же время таким, чтобы полностью отобразить форму всех элементов предмета. Любое лишнее изображение затрудняет чтение чертежа. Необходимое количество изображений зависит от формы предмета, которая должна быть ясна из чертежа.

Для предметов, состоящих из тел вращения, достаточно одной проекции (рис. 1.6, *а*), для других – две и более. На рис. 1.6, *б* представлен предмет, состоящий из двух геометрических тел – правильной шестигранной призмы и цилиндра, который требует двух изображений. На рис. 1.6, *в* представлен предмет, для полного раскрытия формы которого необходимы три основных вида. Если для представленного предмета задать главный вид и вид сверху, то не будет видна форма верхней части предмета, ее можно увидеть только на виде слева. Если же задать главный вид и вид слева, то не будет раскрыт нижний полуцилиндр.

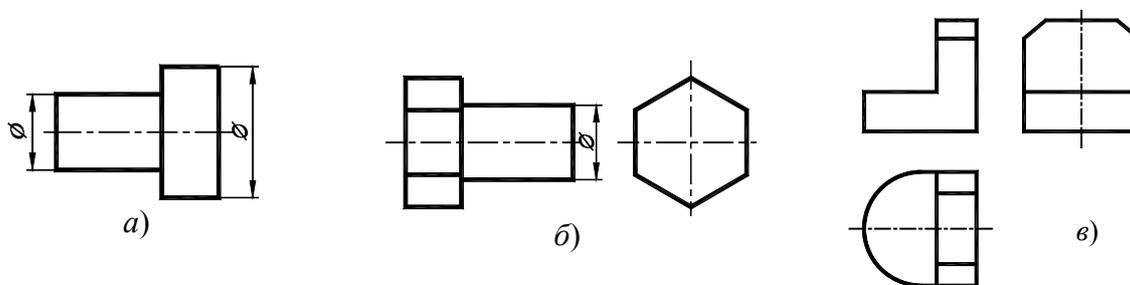


Рис. 1.6

Если предмет имеет внизу выступы или выемки некруглой формы, следует задать вид снизу или в простейших случаях показать соответствующие линии невидимого контура на виде сверху.

### ПОСТРОЕНИЕ НЕДОСТАЮЩЕГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Построение недостающих видов способствует развитию пространственных представлений, учит понимать чертежи при минимальном числе изображений. Из начертательной геометрии известно, что проекционный чертеж может быть безосным, не имеющим заданных осей проекций, что позволяет выполнить на таком чертеже различные построения и определить любые геометрические параметры.

Метод построения изображений без использования внешних осей становится единственным рациональным при выполнении реальных чертежей.

Предположим, что по видам спереди и сверху (рис. 1.7) необходимо построить вид слева. Вместо проведения произвольных осей  $x$ ,  $y$ , и  $z$  выберем одну из плоскостей симметрии данной детали в качестве координатной плоскости. Пусть это будет плоскость  $\alpha$ , параллельная плоскости проекций  $\pi_2$ , тогда ее проекция  $\alpha'$  совпадает с осью симметрии вида сверху. Проекцию  $\alpha'''$  проведем на некотором расстоянии от главного вида. Она определит положение вида слева и будет служить также осью его симметрии. Для выявления формы модели две заданные проекции следует рассматривать одновременно.

Для построения любого элемента вида слева отрезки, измеренные на виде сверху в направлении перпендикулярном проекции  $\alpha'$ , необходимо отложить на виде слева перпендикулярно к  $\alpha'''$ , так как то и другое будет выражать координату  $y$ . На рис. 1.7 такими размерами будут величины  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , показанные на обоих видах. Высоты, соответствующие координате  $Z$ , переносятся на вид слева с главного вида. Эти размеры –  $h_1$  и  $h_2$  – также показаны на двух видах: главном и слева.

Однако необязательно все отрезки измерять от одной и той же координатной плоскости. Так, положение ребра 3–4 на виде слева определялось размером ( $b$ ), взятым от условной плоскости  $\alpha$ . Но ребро 1–2, получившееся на пересечении боковой грани шести-

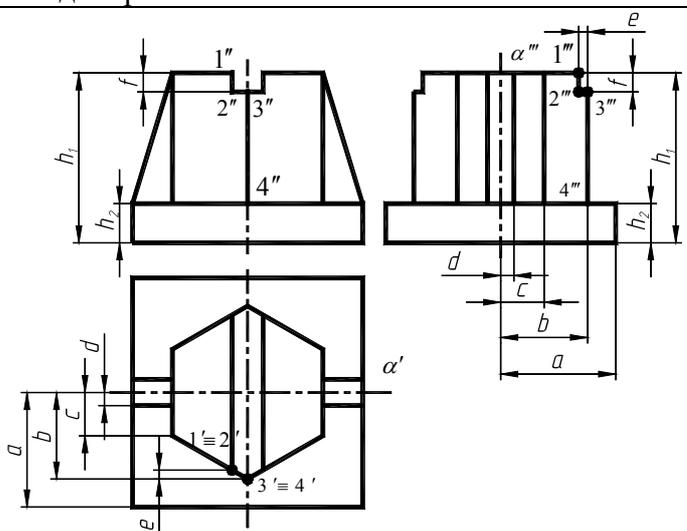


Рис. 1.7

гранника с плоской боковой стенкой верхнего паза, можно на виде слева построить по его расстоянию от ребра 3–4, взятому на направлении, перпендикулярном к  $\alpha'$  на виде сверху (размер –  $e$ ) и отложенным перпендикулярно  $\alpha'''$  на виде слева; в этом случае размер, выражающий координату привязывает данный элемент не к координатной плоскости  $\alpha$ , а к другому ближайшему элементу. Также и высота ( $f$ ) бралась от ближайшего верхнего торца модели.

Для несимметричных предметов за координатные (опорные) плоскости выбирают любые удобные грани предмета или берут их на некотором расстоянии от предмета. Причем, любой последующий элемент построения можно привязывать размерами уже не к начальной плоскости, а к предыдущему элементу, как проекция 1–2 (рис. 1.7) привязывалась к проекции 3–4, а не к проекции  $\alpha'''$ .

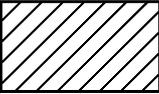
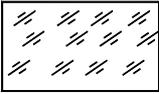
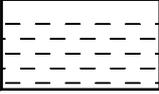
При использовании такого метода необходимо помнить, что: горизонтальные размеры вида слева соответствуют вертикальным размерам вида сверху (рис. 1.7); вертикальные размеры (высоты) вида слева переносятся с главного вида и соответствуют на главном виде таким же высотам; после выполнения построений необходимо удалить с чертежа обозначение проекций введенных точек.

## ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

ГОСТ 2.306–68 устанавливает графические обозначения материалов в сечениях, некоторые из них представлены в табл. 1.4.

Следует помнить, что графическое изображение дает лишь общее 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 двух 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.

## 1.4. Обозначения графические материалов

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

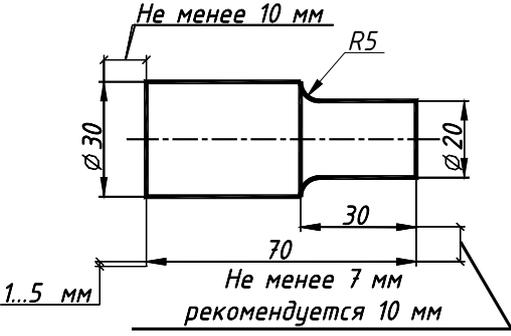
Металлы и твердые сплавы обозначают штриховкой – сплошными параллельными линиями толщиной  $S/2 - S/3$  под углом  $45^\circ$  к линии контура изображений или к его оси. Для всех сечений одной и той же детали наклон линий штриховки наносят в одну и ту же сторону. Расстояние между линиями штриховки должно быть от 1 до 10 мм. В случае совпадения линии штриховки с линией контура или осевыми линиями рекомендуется выполнять штриховку под углом  $30^\circ$  или  $60^\circ$ . Сечения шириной менее 2 мм допускается показывать зачерченными.

## НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Главное требование к чертежу – правильность изображения детали. Не менее важно другое требование – правильность нанесения размеров.

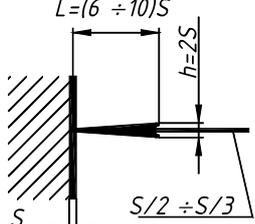
Общие правила нанесения размеров на чертежах и других технических документах на изделие установлены ГОСТ 2.307–68 «Нанесение размеров и предельных отклонений». Они устанавливают технику нанесения размеров с точки зрения рационального оформления чертежей: как следует на чертеже расположить размерные и выносные линии, размерные числа и т.п. Стандарт состоит из трех разделов: I – основные положения, II – нанесение размеров, III – нанесение предельных отклонений (данный раздел в курсе «Инженерная графика» не рассматривается).

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 измерения ( $4^\circ$ ,  $4^\circ30'$ ,  $4^\circ30'40''$ ).



**Рис. 1.8**

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии перпендикулярно размерным (рис. 1.8). 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. 1.8). Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.



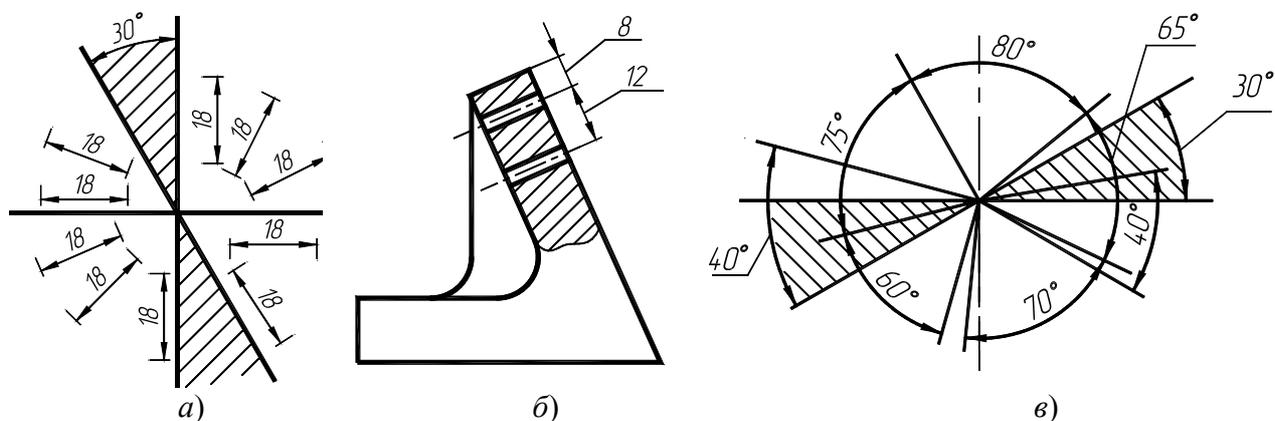
Размерную линию обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в соответствующие линии.

Размеры стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 1.9. Размерные числа наносят над

<b>Рис. 1.9</b>	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 рекомендуется 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.

Размерные числа наносят над размерной линией, ближе к ее середине. Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис. 1.10, а. Если необходимо нанести размер в заштрихованной зоне, соответствующее число наносят на полке линии-выноске (рис. 1.10, б). Угловые размеры наносят так, как показано на рис. 1.10, в.



**Рис. 1.10**

Дополнительные сведения о нанесении размеров приводятся в указаниях к ГР, потому что правила нанесения размеров на чертежах излагают в курсе инженерной графики в определенной последовательности. Сначала изучают правила проведения выносных и размерных линий, потом задают размеры плоских геометрических фигур (в теме «Геометрическое черчение»). При изображении простейших геометрических тел наносят размеры геометрических форм, составляющих структуру данных тел, и размеры их взаимного расположения. При выполнении эскизов и чертежей деталей, не входящих в состав сборочной единицы, задают размеры, учитывая технологию изготовления деталей (определяя технологические базы). На чертежах деталей, входящих в состав сборочной единицы, часть размеров, где это необходимо, задают из конструктивных соображений. Здесь вводят понятия о свободных и сопряженных размерах, используют конструкторские базы (наряду с технологическими).

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОФОРМЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Чертеж сначала выполняют в тонких линиях. Для этой цели используют карандаш твердости «Т», «Н». В циркуле должен быть грифель карандаша твердости «ТМ», «НВ». Обводку же чертежей целесообразно проводить карандашом твердости «ТМ», «НВ» или «М», «В», «F» (в циркуле – «М», «В», «F» или «2М», «2В», «2F»).

При обводке чертежа необходимо выбрать толщину линии каждого типа. На отдельном листе бумаги надо провести образцы этих линий и выдерживать их на всем чертеже. Чет-

кость и рельефность чертежа значительно зависят от толщины линий (на учебных чертежах сплошные основные линии рекомендуется проводить толщиной 0,8...1,0 мм).

Чертеж обводят 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 и видимого контуров; 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). Чтобы не загрязнять лист чертежа рекомендуется закрывать его чистой бумагой, оставляя открытой только ту часть, на которой в данный момент выполняется чертеж.

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

## 2. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

### 2.1. Графическая работа № 1

#### СТАНДАРТЫ ЧЕРТЕЖА. ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ

##### СТАНДАРТЫ ЧЕРТЕЖА. ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ. ГР № 1 (ЧАСТЬ 1)

(Примеры выполнения приведены на рис. 2.1, 2.2)

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

**Задание.** Выполнить на листах чертежной бумаги формата А4 и А3:

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

**Упражнение 2.** Выполнить шрифтом размером 10 типа Б с наклоном 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.** Выполним линии чертежа в верхней половине листа А4 (рис. 2.1). Начертим наиболее распространенные типы линий: основную толстую, штриховую (длину штрихов принять 4 мм, а промежуток между ними – 1 мм), штрихпунктирную тонкую (длину штрихов принять равной 15 мм), сплошные тонкую и волнистую.

**Упражнение 2.** Выполним шрифты чертежные в нижней половине листа А4 (рис. 2.1).

Для написания шрифта по ГОСТ 2.304–81 следует разлиновать строчки 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 строчных букв для приведенных размеров шрифта, 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 *p*, *b*, *v* и других выступают на такую же высоту. Провести наклонные линии под углом, равным  $75^\circ$  с учетом ширины букв и расстояния между ними. Рекомендуется, кроме того, проводить ориентировочные наклонные линии через

10...15 мм. Писать буквы необходимо на глаз, тщательно доводя каждую 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.

Выполним основную надпись (рис. 1.1) и обведем чертеж. Толщина линий обводки выбирается в зависимости от величины и сложности изображения, назначения и сложности чертежа. В чертежах ГР при обводке 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.

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.** Выполним титульный лист на формате А3, сложенным пополам по линии сгиба до формата А4 (рис. 2.2). Буквы вычертить по сетке с наклоном к строке под углом  $75^\circ$  карандашом. Шрифт прописных букв принять размером 10; 7; 5. Вычертить рамку.

**Проработать** материал по учебнику [2, с. 22 – 34] и изучить основные требования стандартов ЕСКД [11]: 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.

### **Ответить на вопросы:**

1. Какие форматы листов установлены для чертежей?
2. Что называется масштабом? Какие вы знаете масштабы?
3. Какова толщина осевых, выносных и размерных линий?
4. Какие линии используются для обводки контура и в каких пределах рекомендуется выбирать ее толщину?
5. Какие требования предъявляют к начертанию штриховых и штрихпунктирных линий на чертежах?
6. Какие размеры чертежного шрифта установлены ГОСТ 2304–81?
7. Чем отличается выполнение надписей на чертежах от обычного письма?
8. Как определяется высота строчных букв?
9. Содержание основной надписи. Какими линиями выполняются рамки и графы основной надписи?

### **Варианты индивидуальных заданий ГР № 1 (часть 1)**

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

**ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ. ГР № 1 (ЧАСТЬ 2)**  
(Пример выполнения приведен на рис. 2.3)

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

**Задание.** Выполнить на листе чертежной бумаги формата А3:

**Задача I.** Построить треугольник, образованный горизонталью, фронталью и профильной прямой, принадлежащей плоскости, заданной тремя точками  $A, B, C$  – вершинами  $\triangle ABC$  (табл. 2.1). Начертить полученный треугольник в натуральную величину. Построить плоскость, параллельную заданной, на расстоянии 50 мм от нее.

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

## Порядок выполнения работы

**Задача I.** Перед ее решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 74 – 77, рис. 185 – 191; с. 33, рис. 71].

В левой половине листа намечаем оси координат и выбираем из табл. 2.1 согласно своему варианту координаты точек  $A$ ,  $B$  и  $C$  вершин  $\triangle ABC$ . По выбранным координатам строим проекции треугольника.

В плоскости  $\triangle ABC$  проводим фронталь, горизонталь и профильную прямую. Определяем натуральную величину профильной прямой  $EF$ . Строим натуральную величину  $\triangle DEF$ .

Из точки  $A$  восстанавливаем перпендикуляр к плоскости  $\triangle ABC$ . Натуральную величину перпендикуляра определяем способом прямоугольного треугольника, на гипотенузу которого откладываем отрезок  $AS$  величиной 50 мм. Через точку  $S$  проводим плоскость, параллельную плоскости  $\triangle ABC$ .

**Задача II.** Перед решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 69 – 72, рис. 173, 177 – 179; с. 37, рис. 87, 88].

В правой половине листа  $A_3$  намечаем оси координат и выбираем из табл. 2.2, согласно своему варианту, координаты точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $F$  – вершин треугольников  $\triangle ABC$  и  $\triangle DEF$ . Строим проекции треугольников (рис. 2.3). Линию пересечения  $LK$  треугольников строим по точкам пересечения сторон одного треугольника с плоскостью другого, используя вспомогательные секущие проецирующие плоскости  $\alpha$  и  $\beta$ .

**Видимость сторон треугольника определяем на основании взаиморасположения конкурирующих точек. Видимые отрезки сторон треугольников выделяются сплошными толстыми основными линиями, а невидимые – штриховыми.**

*Чертежи (эпюры) по начертательной геометрии выполняют с помощью чертежных инструментов вначале карандашом тонкими сплошными линиями. Затем обводят все построения шариковой, гелиевой или капиллярной ручками. Желательно при обводке пользоваться цветной пастой. При этом все линии исходных данных обводят черной пастой, искомые линии красной пастой, линия 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 окружностей диаметром 1,5...2 мм с помощью циркуля – «балеринки». Рекомендуется отдельные видимые элементы геометрических тел и поверхностей покрывать бледными тонами красок, используя акварель, тушь или цветные карандаши.*

Рассмотрим особенности оформления чертежа применительно к ГР № 1 (часть 2).

**Задача I.** Выполнив все построения в карандаше, чертеж (рис. 2.3) выделяют цветом. Стороны  $\triangle ABC$  следует обвести ручкой с черной пастой; проекции  $\triangle DEF$  и его натуральную величину – ручкой с красной пастой. Все вспомогательные построения необходимо сохранить на чертеже и показать их тонкими сплошными линиями синего (зеленого) цвета.

**Задача II.** Выполнив все построения в карандаше (рис. 2.3), черной пастой обводят линии заданных треугольников  $\triangle ABC$  и  $\triangle DEF$ , а красной пастой – линию  $LK$  пересечения треугольников. Все вспомогательные построения должны быть обязательно показаны на чертеже в виде тонких линий синей (зеленой) пастой. Видимые части треугольников  $\triangle ABC$  и  $\triangle DEF$  в проекциях покрыть бледными тонами красок или цветных карандашей. Все буквенные или цифровые обозначения, а также надписи на эпюре обвести черной пастой.

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

**Ответить на вопросы:**

1. Что представляет собой метод ортогональных проекций (метод Монжа)?
2. Когда длина проекции отрезка равна самому отрезку?
3. Как могут быть взаимно расположены две прямые в пространстве?
4. Каков порядок определения натуральной величины отрезка методом прямоугольного треугольника?
5. Когда прямой угол проецируется в виде прямого угла на одну из плоскостей проекции?
6. Какими способами можно задать плоскость на чертеже?
7. Когда прямая принадлежит данной плоскости?
8. Что называется горизонталью, фронталью и линией наибольшего наклона плоскости к плоскостям проекций?
9. В чем заключается алгоритм построения точки пересечения прямой линии с плоскостью?
10. В чем заключается алгоритм построения линии пересечения двух плоскостей?
11. Как определяется видимость на чертеже при пересечении прямой с плоскостью?
12. Как из точки, принадлежащей плоскости, восстановить перпендикуляр?
13. Каков признак параллельности прямой и плоскости, и взаимно параллельных плоскостей?

**Варианты индивидуальных заданий к графической работе № 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	70	80	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

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

№ варианта	$x_A$	$y_A$	$z_A$	$x_B$	$y_B$	$z_B$	$x_C$	$y_C$	$z_C$	$x_D$	$y_D$	$z_D$	$x_E$	$y_E$	$z_E$	$x_F$	$y_F$	$z_F$
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.** Выполнить на листе чертежной бумаги формата А3:

**Задача III.** Способом вращения вокруг линий уровня определить натуральную величину основания  $ABCD$  пирамиды  $SABCD$  (табл. 2.3).

**Задача IV.** Способом плоскопараллельного перемещения определить расстояние от вершины пирамиды  $S$  до плоскости ее основания  $ABCD$  ( $\triangle ABC$ ).

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

### Порядок выполнения работы

**Задача III.** Перед решением рекомендуется рассмотреть пример в учебнике [1, с. 92 – 93, рис. 223].

Выбираем в плоскости  $ABCD$  линию уровня (например, горизонталь  $AH$ ), приняв ее за ось вращения, преобразовываем эюр так, чтобы плоскость общего положения стала параллельна плоскости  $\pi_1$ . Точки  $B, C, D$  перемещаются в процессе вращения в горизонтально проецирующих плоскостях, перпендикулярных оси вращения по окружностям. При этом натуральную величину радиуса вращения определяют методом прямоугольного треугольника. В результате такого вращения плоскость  $ABCD$  превратится в плоскость уровня и спроецируется на  $\pi_1$  в натуральную величину.

**Задача IV.** Перед решением рекомендуется рассмотреть пример в учебнике [1, с. 92, рис. 227].

Соблюдая правила вращения геометрических фигур вокруг проецирующих осей без их нанесения (способ плоскопараллельного перемещения):



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	30	60	15	55	50	90	55	50	70	0	–	95	35	35

	5			0											
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

#### 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.** Выполнить на листе чертежной бумаги формата А3:

**Задача VI.** Построить линию пересечения правильной пирамиды  $SDEF$  плоскостью общего положения, заданной тремя точками  $A, B, C$  (рис. 2.7, табл. 2.4). Центр окружности, описанной вокруг основания пирамиды, расположен в точке  $K(70; 60; 0)$ .

**Задача VII.** Построить полную развертку усеченной пирамиды по данным, полученным при решении задачи VI.

#### Порядок выполнения работы

**Задача VI.** Перед решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 116 – 118, рис. 275, 278].

В левой половине листа намечаем оси координат и из рис. 2.7 и табл. 2.4, согласно своему варианту, выбираем величины, которыми задаются поверхность пирамиды и секущая плоскость. Определяем центр описанной окружности радиусом  $R$  (точка  $K$ ) основания пирамиды в плоскости уровня. Строим вершину пирамиды на расстоянии  $H$  от горизонтальной плоскости проекций. По координатам точек  $A, B, C$  строим секущую плоскость.

Для построения линии сечения строим дополнительный чертеж заданных геометрических образов на плоскости  $\pi_4$ . Выбираем дополнительную систему  $\pi_1/\pi_4$  плоскостей проекций с таким расчетом, чтобы секущая плоскость была представлена в виде проецирующей на дополнительной плоскости проекций  $\pi_4$ . Линия сечения проецируется на плоскость проекций  $\pi_4$  в виде отрезка прямой и совпадает со следом плоскости. По проекции сечения на дополнительной плоскости  $\pi_4$  строим основные ее проекции.

**Задача VII.** Перед решением рекомендуется рассмотреть пример в учебнике [1, с. 123 – 124, рис. 288]

В правой половине листа строим развертку пирамиды. На фронтальной проекции определяем натуральные величины ребер пирамиды. Последовательно определяя натуральные величины граней пирамиды, строим полную ее развертку. На ребрах и гранях пирамиды (на развертке) определяем положение ломаной линии, полученной при пересечении пирамиды с плоскостью. По размерам ломаной линии строим верхнее основание усеченной пирамиды.

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

#### **Ответить на вопросы:**

1. Как построить проекции произвольной точки, принадлежащей заданной поверхности многоугольника?
2. Каков алгоритм нахождения точек пересечения прямой с поверхностью многогранника?
3. Какие вспомогательные плоскости применяют при определении точек пересечения прямой с поверхностью многогранника?
4. Что представляет собой сечение многогранника?
5. Как построить линию сечения многогранника плоскостью?
6. Какими способами можно найти натуральную величину сечения многогранника плоскостью?
7. Какое сечение призмы называется нормальным?
8. Что называется разверткой поверхности?
9. Как построить развертку поверхности пирамиды?
10. Как построить развертку поверхности призмы прямой? Наклонной?

### **ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ. РАЗВЕРТКА КОНУСА. ГР № 3 (ЧАСТЬ 2)**

(Пример выполнения приведен на рис. 2.6)

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

**Задание.** Выполнить на листе чертежной бумаги формата А3:

**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 IX.

#### **Порядок выполнения работы**

**Задача VIII.** Перед решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 200, рис. 398; с. 217 – 220, рис. 426, 428].

В левой половине листа намечаем изображение трех поверхностей вращения, взятых согласно своему варианту из табл. 2.5 и рис. 2.8. Для построения проекций линии пересечения двух поверхностей задачи используем способ вспомогательных секущих плоскостей.

При решении задачи с помощью вспомогательных секущих плоскостей определяют ряд точек, принадлежащих обоим пересекающимся поверхностям. Выбираем вспомогательные секущие горизонтальные плоскости – плоскости уровня, которые пересекают заданные плоскости по графически простым линиям – окружностям. Проекции двух окружностей на горизонтальной плоскости проекций  $\pi_1$  пересекаются между собой в двух точках, принадлежащих искомой линии пересечения. Фронтальные проекции этих точек находим в точках пересечения линий связи со следом секущей плоскости. По точкам строим проекцию линии пересечения поверхностей вращения и устанавливаем ее видимость на основании взаиморасположения конкурирующих точек.

**Задача IX.** Перед решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 206 – 212, рис. 409, 413, 416].

Используем для решения способ вспомогательных концентрических сфер, который применим при следующих условиях: обе поверхности должны быть поверхностями вращения, а их оси пересекаться и быть параллельными одной из плоскостей проекций.

Построение начинаем с нахождения общих точек 1" – 2" цилиндра и тора в пересечении очерковых образующих – главных меридианов поверхностей. Принимаем точку  $O''$  пересечения осей цилиндра и тора за центр концентрических сфер. Строим сферу наименьшего радиуса  $R_{\min}$ , которая пересечет цилиндр по двум параллелям и коснется тора. Проведем еще ряд сфер произвольного диаметра. Они пересекают каждую из поверхностей по параллелям. Эти параллели принадлежат поверхности сферы, следовательно, точки их пересечения одновременно принадлежат и двум данным поверхностям – цилиндру и тору, т.е. принадлежат линии их пересечения. По точкам пересечения поверхностей строим линию пересечения и определяем ее видимость на основании взаиморасположения конкурирующих точек.

**Задача X.** Перед решением рекомендуется 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  $\varphi = R \cdot 360/L$ , где

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

Принимаем натуральную величину образующей конуса  $L$  за радиус кругового сектора развертки. Основание конуса делим на 12 равных частей и по частям отмечаем их на дуге окружности радиусом  $L$ . На развертке конуса проводим прямолинейные образующие (параллели), проходящие через характерные точки линий пересечения. Через построенные точки с помощью лекал проводим плавную линию пересечения и обводим ее.

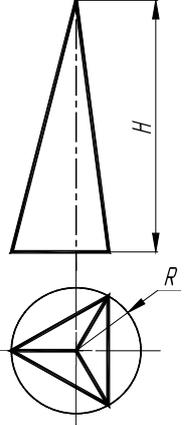
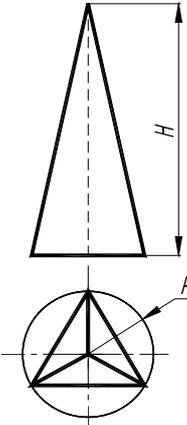
**Проработать** материала по учебнику [1, с. 150 – 156, 171 – 185, 194 – 220].

#### **Ответить на вопросы:**

1. Чем можно задать поверхности вращения?
2. Как образуются поверхности вращения: сферы, тора, конуса, цилиндра?
3. Как построить проекции произвольной точки, принадлежащей поверхности вращения?
4. Какие линии получаются при сечении прямого кругового цилиндра плоскостью?
5. Какие линии получаются при сечении конуса плоскостью?
6. Какие линии получаются при сечении сферы плоскостью и какими могут быть проекции этих линий?
7. Каков алгоритм нахождения точек пересечения прямой с поверхностью?
8. Какие вспомогательные плоскости применяются при определении точек пересечения прямой и поверхности?
9. Как определяется видимость точек пересечения прямой с поверхностью геометрических тел различного вида?
10. В чем заключается способ посредников при построении точек, общих для двух пересекающихся поверхностей?
11. Каков основной принцип выбора посредника?
12. По каким линиям пересекаются поверхности вращения, имеющие общую ось?
13. В каких случаях возможно и целесообразно применение способа концентрических сфер?
14. Как выбирается наименьший и наибольший радиусы концентрических сфер-посредников?
15. Когда два цилиндра пересекаются по плоской кривой?
16. Как построить развертку поверхности конуса?
17. Как построить развертку поверхности цилиндра?

## Варианты индивидуальных заданий к графической работе № 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; 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. 2.7**

Варианты индивидуальных заданий к графической работе № 3 (часть 2)

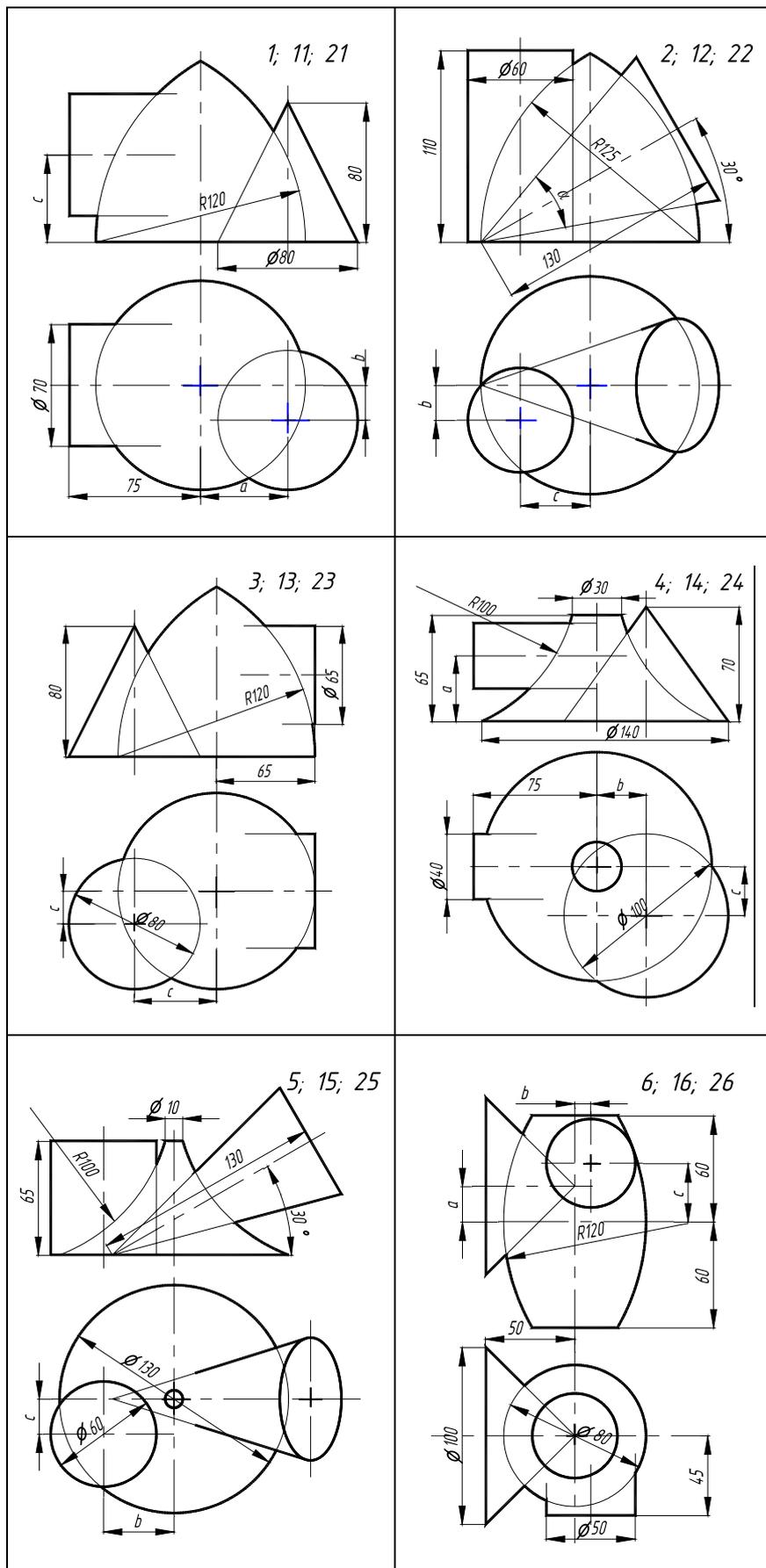


Рис. 2.8

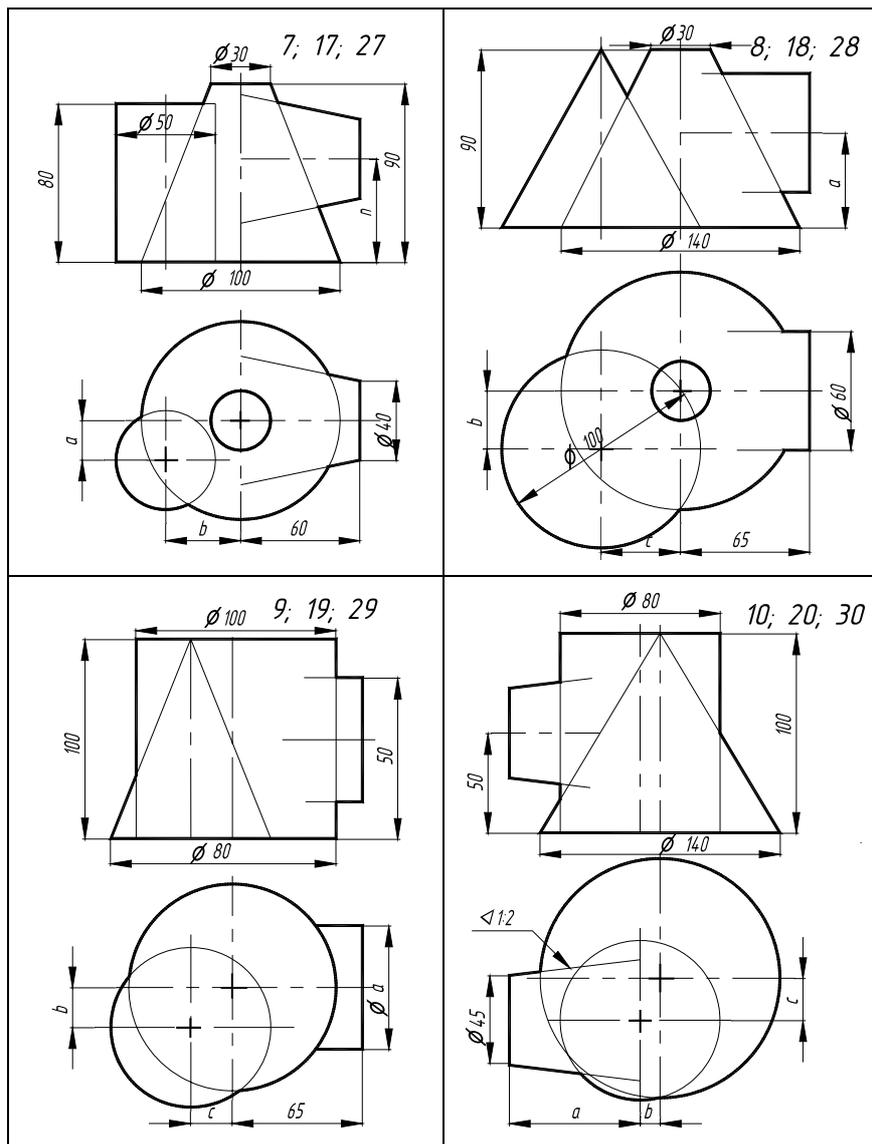


Рис. 2.8. Окончание

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

### 3. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

#### 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

Перед выполнением упражнений изучить правила построения конусности, уклона и сопряжений.

**Упражнение 4.** Выполним чертеж валика, при этом буквенные значения, данные на рис. 3.13, заменим на цифровые. 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

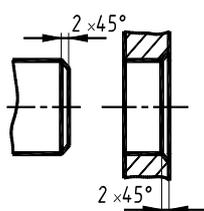


РИС. 3.1

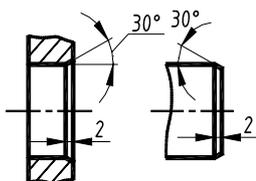


РИС. 3.2

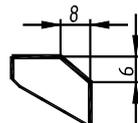


РИС. 3.3

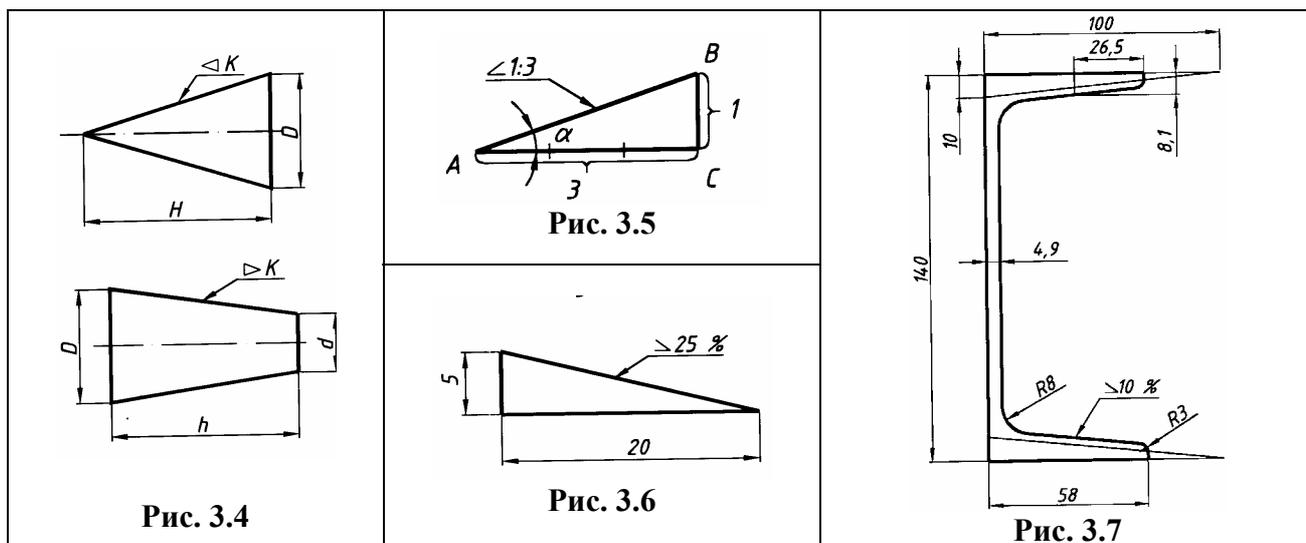
правилам линейным и угловым размерами (рис. 3.2) или двумя линейными размерами (рис. 3.3).

Конусностью 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 ◁, 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.



**Упражнение 5.** Выполним профиль швеллера или двутавровой балки, при этом размеры выберем из табл. 3.2, 3.3 и на рис. 3.14, 3.15 и заменим буквенные выражения на цифровые. При обводке карандашом построение уклона на чертеже покажем тонкими сплошными линиями.

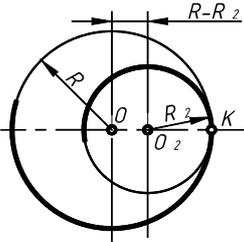
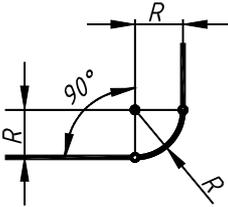
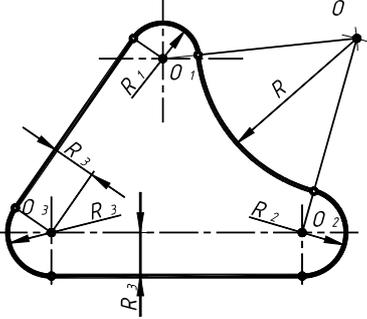
Уклон прямой характеризует ее наклон к другой прямой, обычно горизонтальной и реже вертикальной. Уклон выражается отношением противолежащего катета  $BC$  к прилежащему катету  $AC$  (рис. 3.5). Он представляет собой  $\text{tg } \alpha = BC / AC$ . Уклон и конусность могут быть выражены простой и десятичной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

**Упражнение 6.** Построим линии сопряжений на примере заданной детали (рис. 3.12).

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).

<p><b>Ошибка!</b> Раздел не указан.</p> <p><b>Рис. 3.8</b></p>	 <p><b>Рис. 3.9</b></p>	 <p><b>Рис. 3.10</b></p>	 <p><b>Рис. 3.11</b></p>
--	--	--	---

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** материал по учебнику [2, с. 6 – 10, 19 – 34, 43 – 47, 78 – 83] и повторить основные требования стандартов ЕСКД [11]: 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.

**Ответить на вопросы:**

1. Как обозначают конические фаски на чертеже?
2. Что такое конусность, как ее обозначают на чертеже?
3. Что такое уклон, как его обозначают на чертеже?
4. Что такое сопряжение?
5. Какие виды сопряжений вы знаете?
6. Какими элементами определяется сопряжение?
7. Поясните принцип построения скругления узлов.
8. Какие знаки используются при нанесении размеров?
9. Когда проставляют знак диаметра, а когда знак радиуса  $R$  ?

**Варианты индивидуальных заданий к графической работе № 4**

**Данные для упражнения 4**

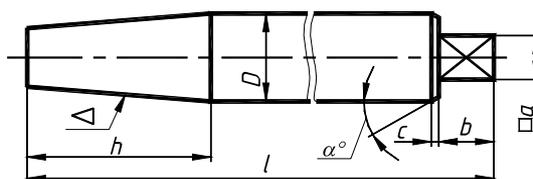


Рис. 3.13

### 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)

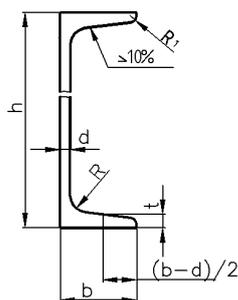


Рис. 3.14

№ 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)

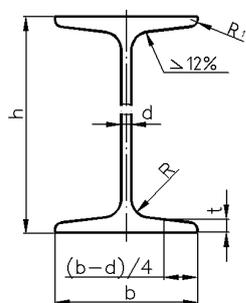


Рис. 3.15

№ 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

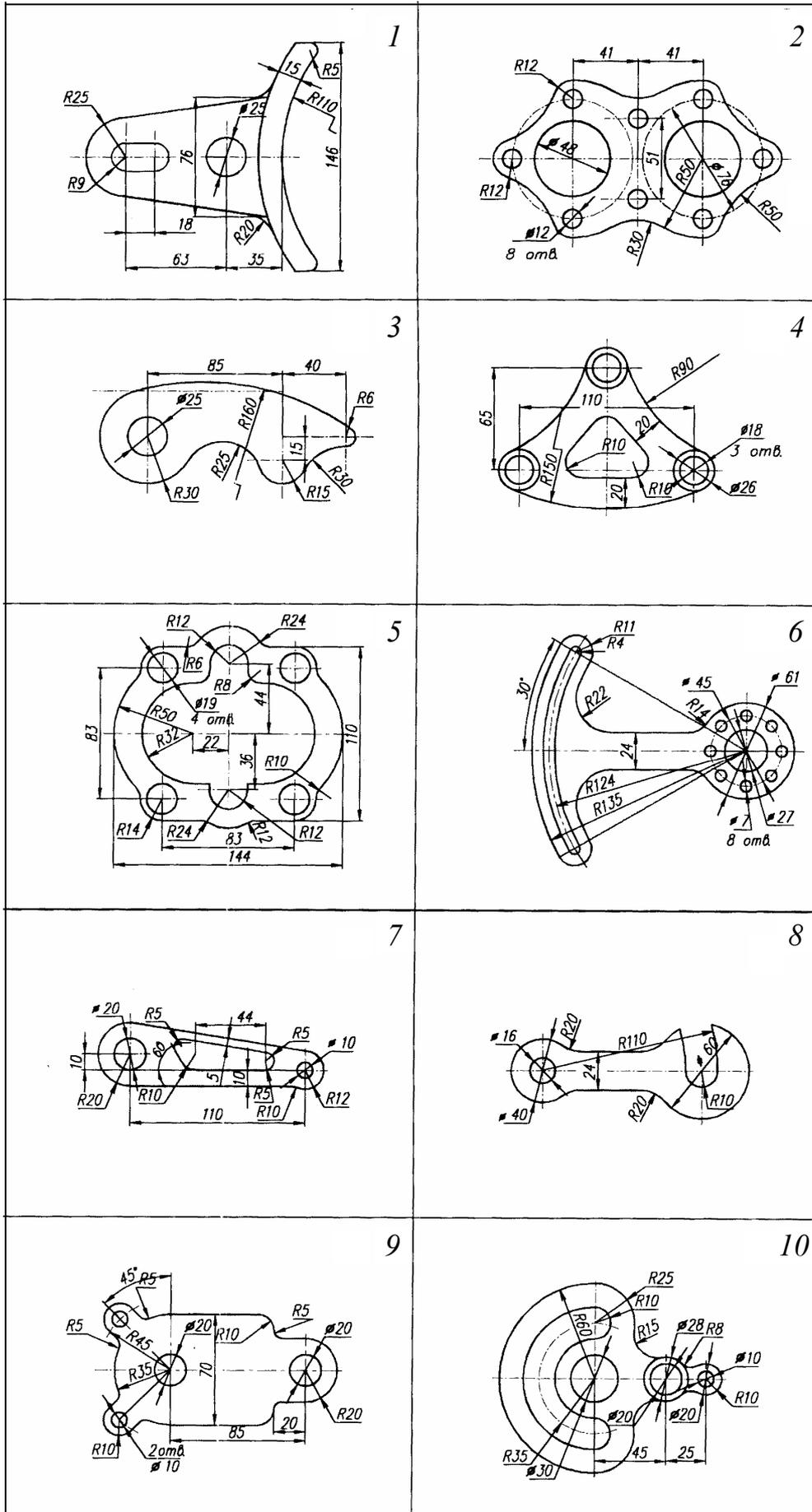
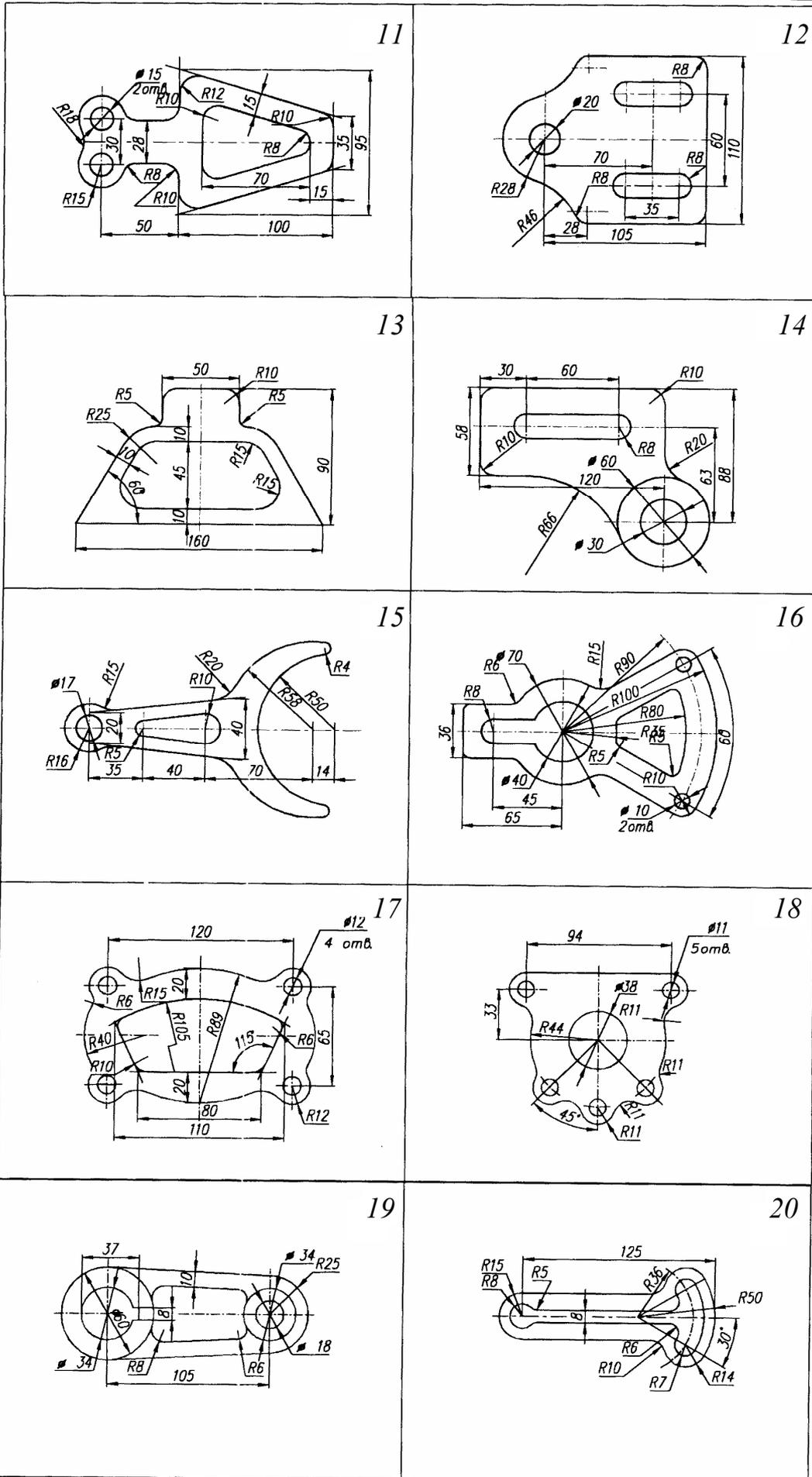
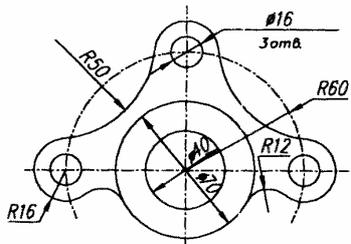


Рис. 3.16

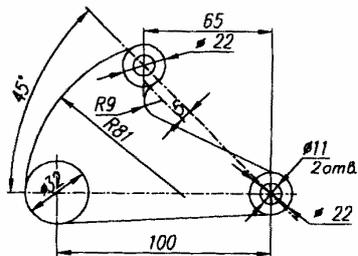


**Рис. 3.16. Продолжение**

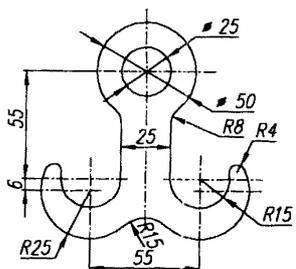
21



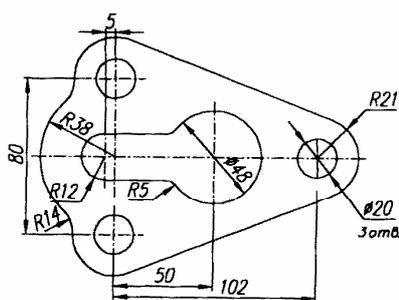
22



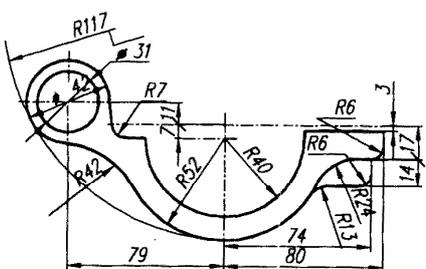
23



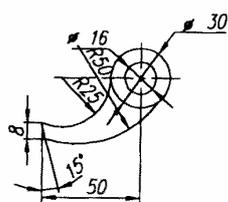
24



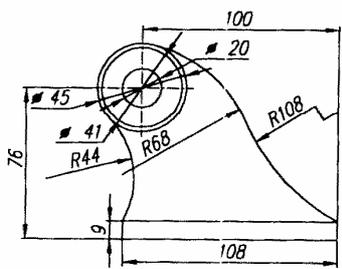
25



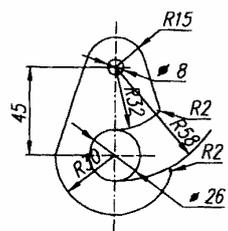
26



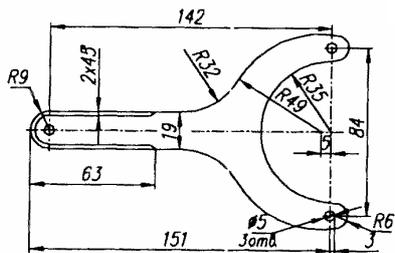
27



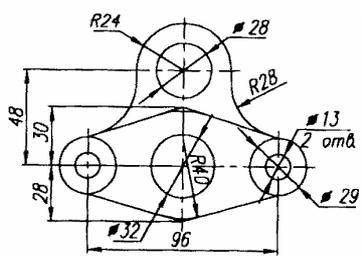
28



29



30



## Рис. 3.16. Окончание

### 3.2. Графическая работа № 5

#### ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ. АКСОНОМЕТРИЯ

(Примеры выполнения приведены на рис. 3.23, 3.24)

**Цель работы:** Закрепить знания по применению способа прямоугольного проецирования для построения изображений пространственных геометрических форм и их комбинаций на трех плоскостях проекций; 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. 3.25). 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.** Построим третий вид модели по двум заданным, выполним разрезы и проставим размеры (рис. 3.23). Перед выполнением упражнений рекомендуется изучить основные положения, относящиеся к построению *видов, разрезов и сечений* по ГОСТ 2.305–68 или по учебнику.

*Видом* называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Видам, полученным на основных плоскостях проекций – фронтальной, горизонтальной и профильной, – присваивают названия: вид спереди, вид сверху, вид слева. Вид спереди условно считают главным.

Для выявления форм 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. 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.

*Сечением* называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета плоскостью. При изображении сечения показывают только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости.

Для указания на чертеже положения секущей плоскости применяют разомкнутую линию, называемую линией сечения. Начальный и конечный штрихи этой линии не должны пересекать контур изображения. Стрелки, указывающие направление взгляда при разрезе, ставят на расстоянии 2...3 мм от внешнего конца штриха. У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же букву русского алфавита. Разрез отмечают надписью типа *А–А* – всегда двумя буквами через тире. При обозначении сложного разреза указывают и изломы 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. 3.17). 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. 3.17). Разрез на чертеже располагают справа от оси симметрии или под ней. 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, как бы увеличивая вид или разрез, чтобы совпадающий с осью симметрии элемент фигуры проецировался видимым (вид слева на рис. 3.17).

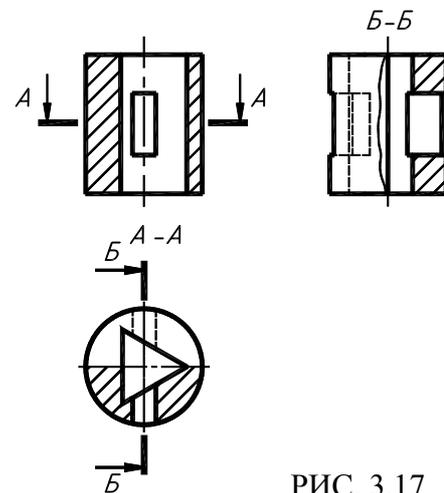


РИС. 3.17

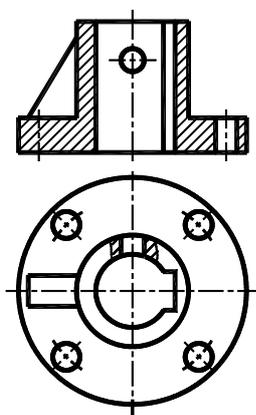


Рис. 3.18

Разрез, поясняющий устройство предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется местным. Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией (рис. 3.18).

ГОСТ 2.305–68 устанавливает большое количество условностей и упрощений. Приведем некоторые из них: отверстия на круглом фланце, не попадающие в секущую плоскость, изображают в разрезе (рис. 3.18); тонкие стенки типа ребер жесткости показывают незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль длинной стороны ребра (рис. 3.18); такие детали, как винты, заклепки, шпонки, непустотельные валы, рукоятки при продольном разрезе, изображают нерассеченными и т.д.

Всякое изделие будет изготавливаться по размерам, численные значения которых должны быть указаны на чертеже. Расположение размеров при выполнении упражнения надо не копировать с задания, а нанести их на всех трех изображениях, руководствуясь положениями ГОСТ 2.307–68 и рекомендациями (глава 1, п. 1.3), так как на рис. 3.25 часть размеров, из-за отсутствия третьего изображения размещены недостаточно целесообразно.

**Упражнение 8.** Строим наклонное сечение корпуса полученное при рассечении его фронтально-проецирующей плоскостью (рис. 3.23). Для определения истинного вида наклонного сечения детали фронтально-проецирующей плоскостью воспользуемся одним из способов начертательной геометрии: вращения, совмещения, плоскопараллельного перемещения (вращения без указания положения осей) или перемены плоскостей проекций.

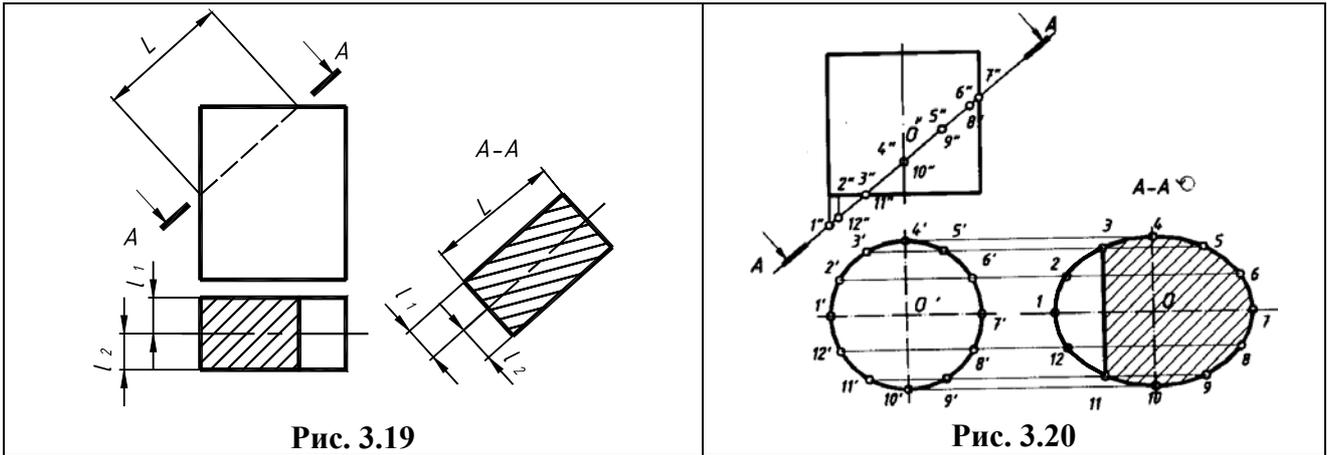
Перед построением наклонного сечения корпуса необходимо определить, какие поверхности ограничивают его и какие линии получаются от пересечения этих поверхностей с секущей плоскостью. Наклонное сечение корпуса строим как совокупность составляющих его геометрических тел.

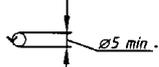
Для примера построим наклонные сечения четырехугольной призмы (рис. 3.19) и цилиндра (рис. 3.20) фронтально-проецирующей плоскостью.

В инженерной графике проецирующая плоскость задается одним следом – линией сечения, например  $A-A$  (рис. 3.19). Построение сечения начинают с проведения линии симметрии истинного вида сечения, параллельной следу плоскости, располагая его на свободном месте чертежа и от нее ведут построение фигуры.

На оси симметрии откладываем расстояние  $L$ , равное расстоянию на фронтальной проекции и проводим линии связи, перпендикулярные к оси симметрии.

На этих линиях связи наносим от оси симметрии размеры ( $l_1$ ;  $l_2$ ), взятые на виде сверху. Линии сечения соединяем и снабжаем надписью  $A-A$ .



На рис. 3.20 дано построение натурального вида наклонного сечения цилиндра, которое представляет собой эллипс. Его оси выражены на чертеже отрезками: 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, указанному для нахождения большой и малой осей эллипса. Наклонное сечение  $A-A$  можно повернуть, при этом нужно добавить условное графическое обозначение – знак «повернуто» .

**Упражнение 9.** Для построения наглядных изображений применяют аксонометрическое проецирование.

В инженерной графике студенты выполняют изометрические и диметрические аксонометрические проекции. Для изометрической проекции углы между аксонометрическими осями равны  $120^\circ$  (рис. 3.21, а), а для диметрической (рис. 3.21, 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 осью  $y$  служит биссектриса угла между осями  $x$  и  $z$ .

Для упрощения построений изометрическую проекцию выполняют без искажений по всем осям, 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.

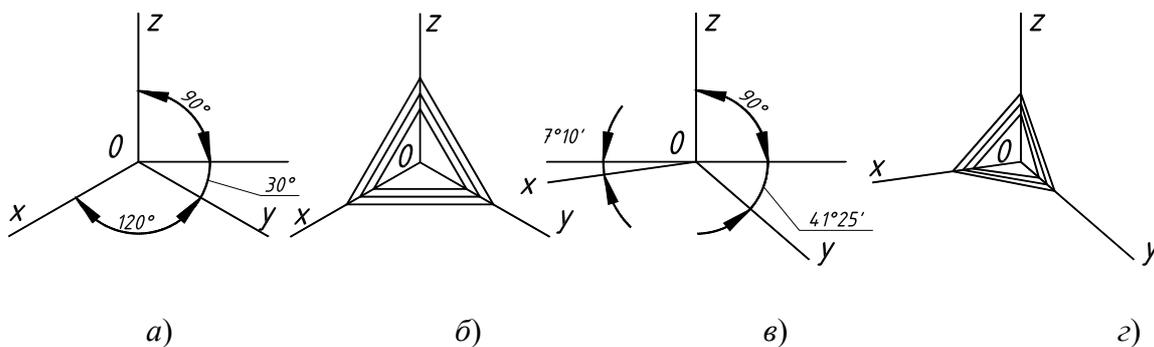


Рис. 3.21

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 оси, не лежащей в плоскости построения. Для изометрических проекций 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 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.

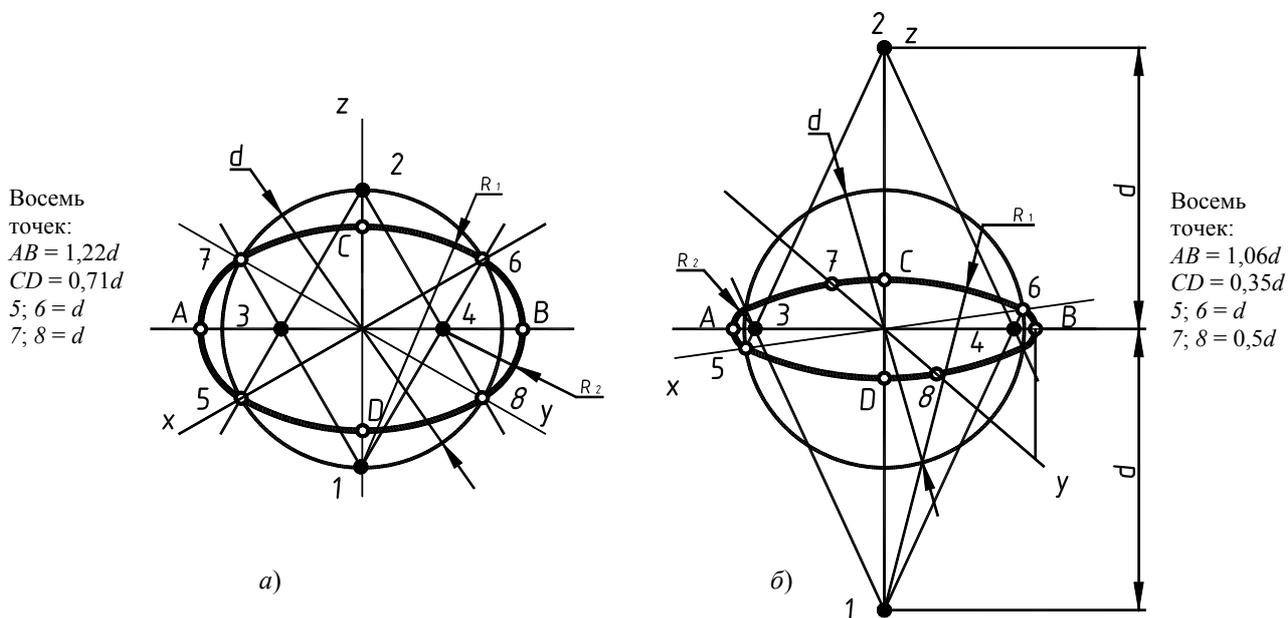
Построение эллипса в аксонометрических проекциях можно заменить построением четырехцентрового овала. Покажем построение эллипса в изометрической (рис. 3.22, а) и диметрической

(рис. 3.22, 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, пирамиды, 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.

При выполнении разрезов секущие плоскости направляют только параллельно координатным плоскостям  $XOZ, YOZ$  или  $YOZ$ . 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.



### Рис. 3.22. Точки 1; 2; 3; 4 – центры овалов

На рис. 3.21, 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. 3.21, в) на осях  $x$  и  $z$  откладывают равные отрезки, а на оси  $y$  – отрезок вдвое меньше.

**Проработать** материал по учебнику [2, с. 110 – 126, 135 – 153, 127 – 128, 34 – 47] и изучить основные требования стандартов ЕСКД [11]: 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.

#### Ответить на вопросы:

1. Какое изображение предмета называется видом? Перечислите основные виды.
2. Что называется разрезом? Как различаются разрезы в зависимости от положения секущих плоскостей?
3. Что называется сечением? Назовите известные Вам виды сечений? Как обозначаются сечения?
4. Перечислите условности, учитываемые при выполнении разрезов и сечений.
5. Каковы правила нанесения на чертежах графических обозначений материалов (штриховок) в разрезах и сечениях?
6. Какой толщины должны быть размерные и выносные линии? На каком расстоянии друг от друга и от контурной линии проводятся размерные линии?
7. В чем сущность аксонометрических проекций? Какие виды аксонометрии Вы знаете?
8. Что такое коэффициент искажения в аксонометрии? Каков масштаб изображения в прямоугольной изометрии? В прямоугольной диметрии?
9. Каково правило выбора направления штриховки вырезов на аксонометрических изображениях?







### **3.3. Графическая работа № 6**

#### **ЛИНИИ «СРЕЗА» И «ПЕРЕХОДА»**

(Примеры выполнения приведены на рис. 3.26, 3.27)

**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 проекции линий «среза», полученные от сечения поверхностей вращения плоскостями, параллельными оси вращения. (рис. 3.28, нечетные варианты).

**Упражнение 11.** Построить три основных вида детали и проекции линий «перехода» взаимнопересекающихся поверхностей вращения (рис. 3.28, четные варианты).

### **Порядок выполнения работы**

**Упражнение 10.** Строим линии «среза» – пересечения поверхности вращения плоскостью, параллельной оси вращения. В заданиях линии «среза» обозначены знаками вопросов (?).

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 вращения, пересекает: цилиндр – по образующим; прямой круговой конус – по гиперболе; сферу – по окружности; тор – по кривой, называемой в общем случае кривой Персея.

В качестве примера для построения линии «среза» взята деталь, изображенная на рис. 3.26.

Построение линии «среза» производится в следующей последовательности:

- вычертить в тонких линиях 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;
  - определить вид очерковых образующих детали и наметить их границы (границы тел определяются по точкам сопряжений контуров этих тел);
  - выделить вершины и характерные точки линии «среза», лежащие на границах поверхностей;
  - построить промежуточные точки линии «среза». Количество промежуточных точек должно быть выбрано минимально достаточным, чтобы определить характер линии «среза».
- Построенные точки соединить по лекалу.

**Упражнение 11.** В заданиях линии «перехода» проведены не полностью, а лишь их начало и конец. Вместо самих линий проставлены знаки вопросов (?), необходимо достроить эти линии пересечений поверхностей вращения.

Построение проекций точек этой линии ведется с помощью вспомогательных секущих плоскостей или сфер, которые выбирают так, чтобы они пересекали обе поверхности по простым для построения линиям – прямым или окружностям. На выбор вспомогательных секущих плоскостей или сфер в большей степени влияет вид пересекающихся между собой поверхностей вращения, взаимное положение их осей относительно плоскостей проекций, т.е. оси пересекаются, скрещиваются или параллельны между собой.

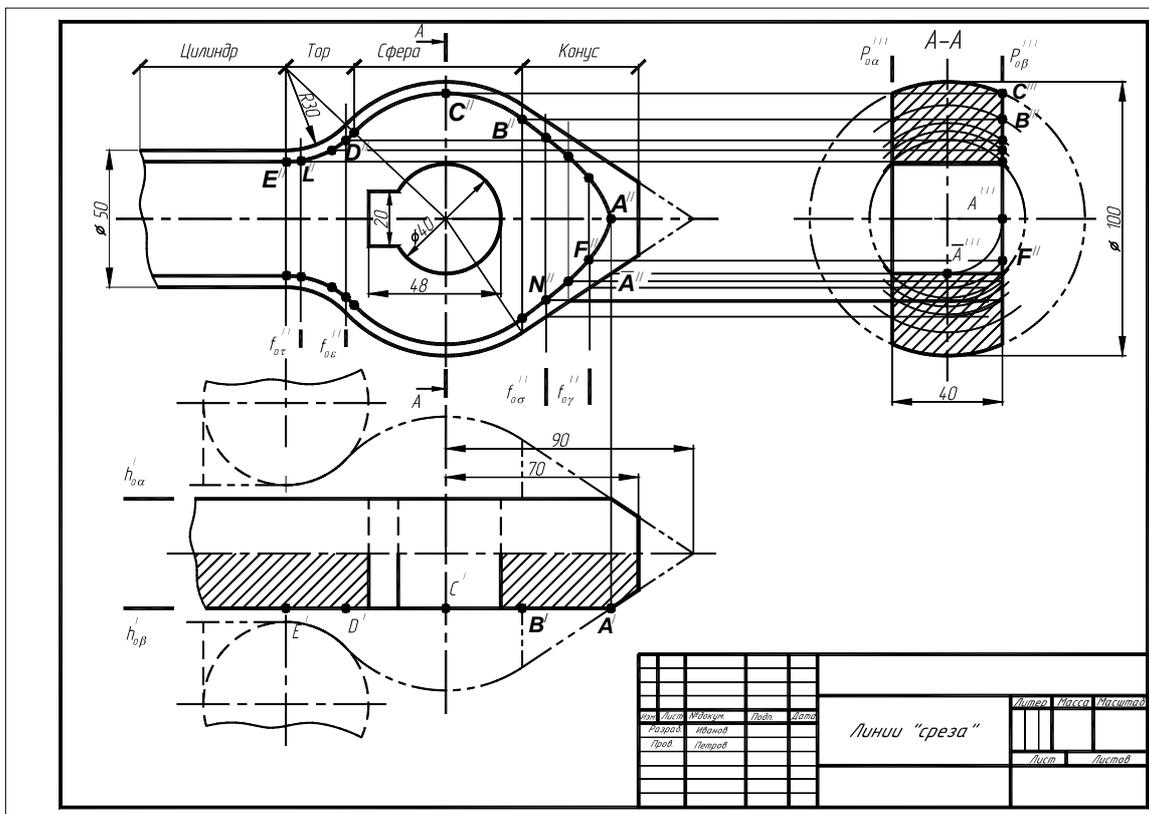
Выполнение задания начинается с прочтения чертежа: из каких геометрических тел состоит поверхность детали (объекта). Построение линии пересечения «перехода» каждой пары поверхностей выполняем в следующей последовательности:

- вычертить в тонких линиях три изображения детали;
- определить основные геометрические тела вращения, из которых состоят поверхности детали, и сгруппировать их попарно;
- вычертить тонкими линиями внешние и внутренние контуры всех изображений. Выбрать метод построения линии «перехода» каждой пары поверхностей вращения;
- выделить характерные точки линии «перехода», лежащие на пересечении очерковых поверхностях;
- построить промежуточные точки, применяя вспомогательные секущие плоскости или сферы.

**Проработать** материал по учебнику [2, с. 100 – 109] и изучить основные требования стандарта ЕСКД [11]; ГОСТ 2.305–68. Изображения – виды, разрезы, сечения (пп. 6.3, 6.4).

**Ответить на вопросы:**

1. Как строится линия пересечения поверхностей плоскостью?
2. Какие линии могут быть получены в сечении прямого кругового цилиндра, конуса, сферы, тора?
3. Что такое линия «среза»?
4. Какие вспомогательные поверхности удобно использовать при построении точек линии пересечения двух поверхностей?
5. В чем сущность способа вспомогательных секущих плоскостей при построении линии пересечения двух поверхностей?
6. По каким линиям пересекаются соосные поверхности вращения?
7. Когда можно использовать вспомогательные сферы при построении линии пересечения двух поверхностей?
8. По каким линиям пересекаются два прямых круговых цилиндра одного диаметра, если их оси пересекаются?
9. Когда и какие упрощения допускаются при изображении линии пересечения на чертежах?



**Рис. 3.26. Образец выполнения ГР № 6 (упражнение 10)**



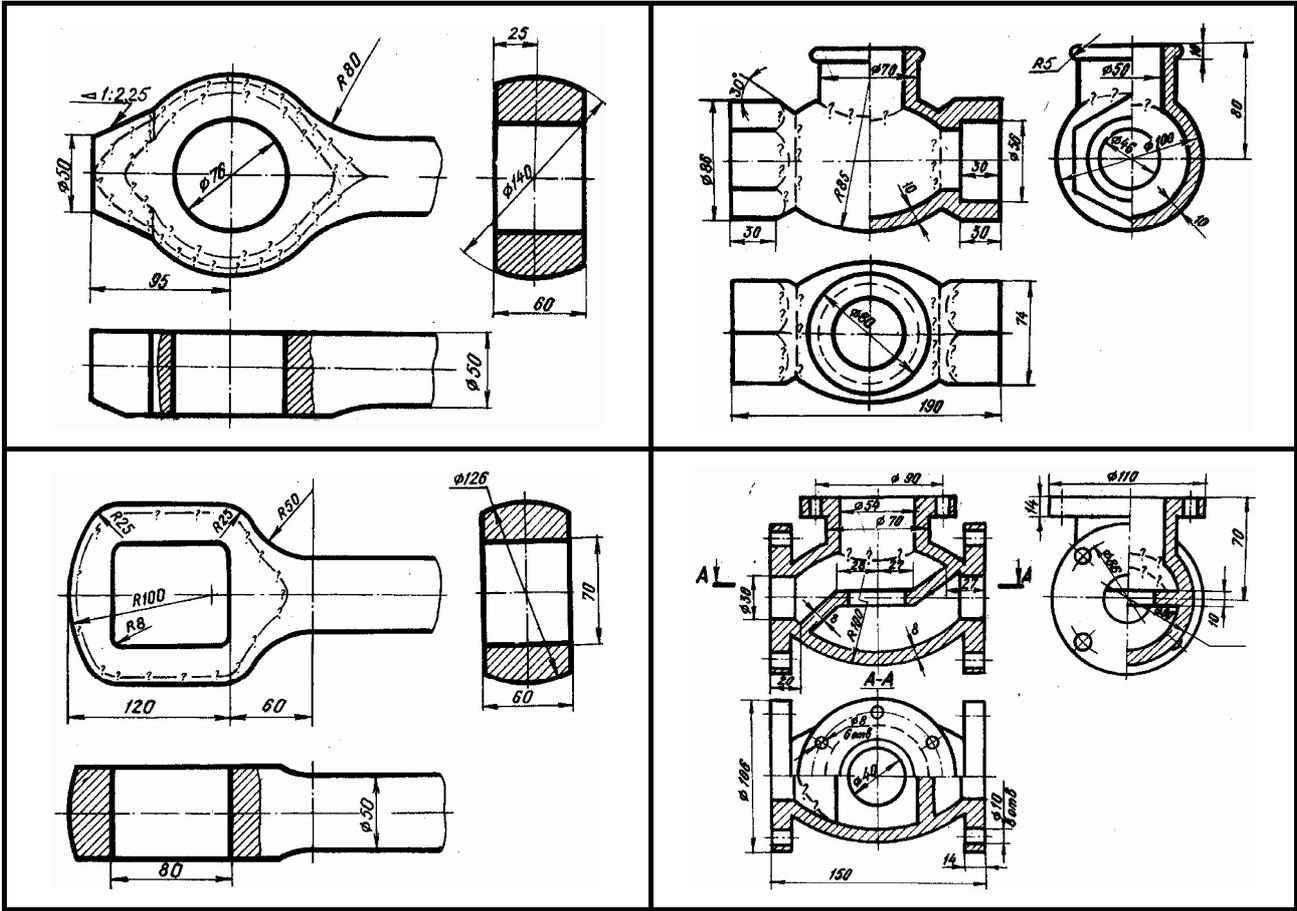
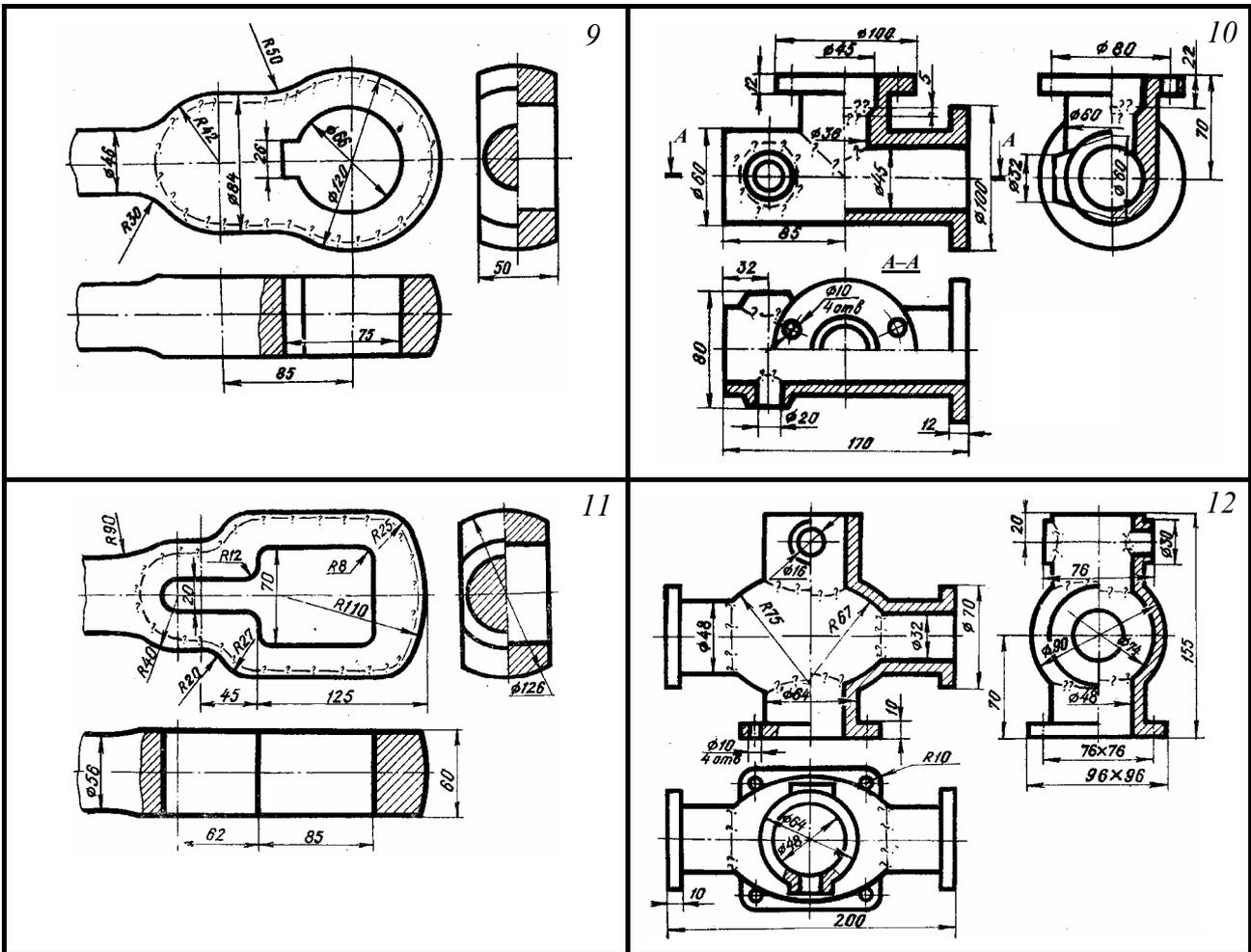


Рис. 3.28



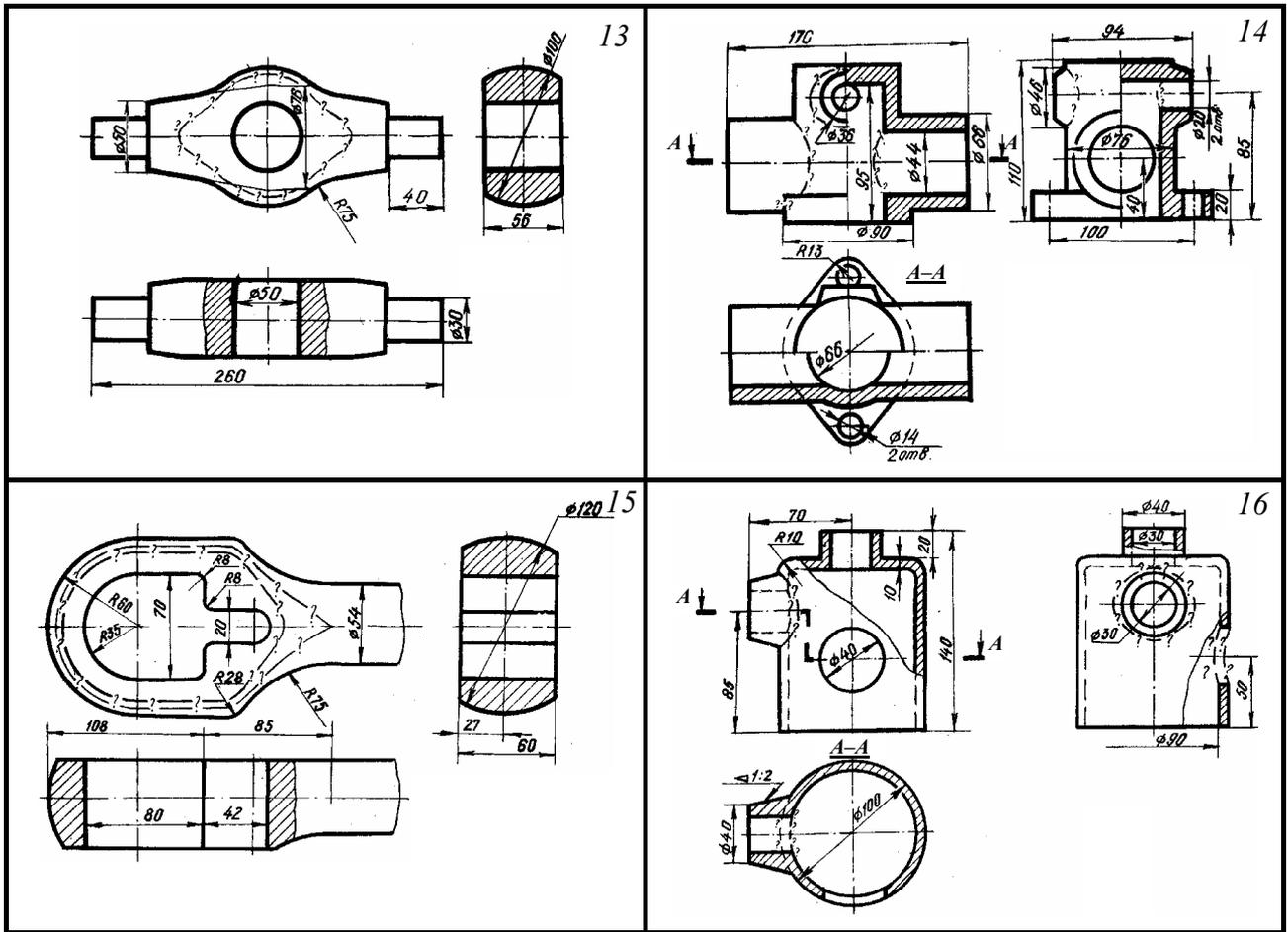
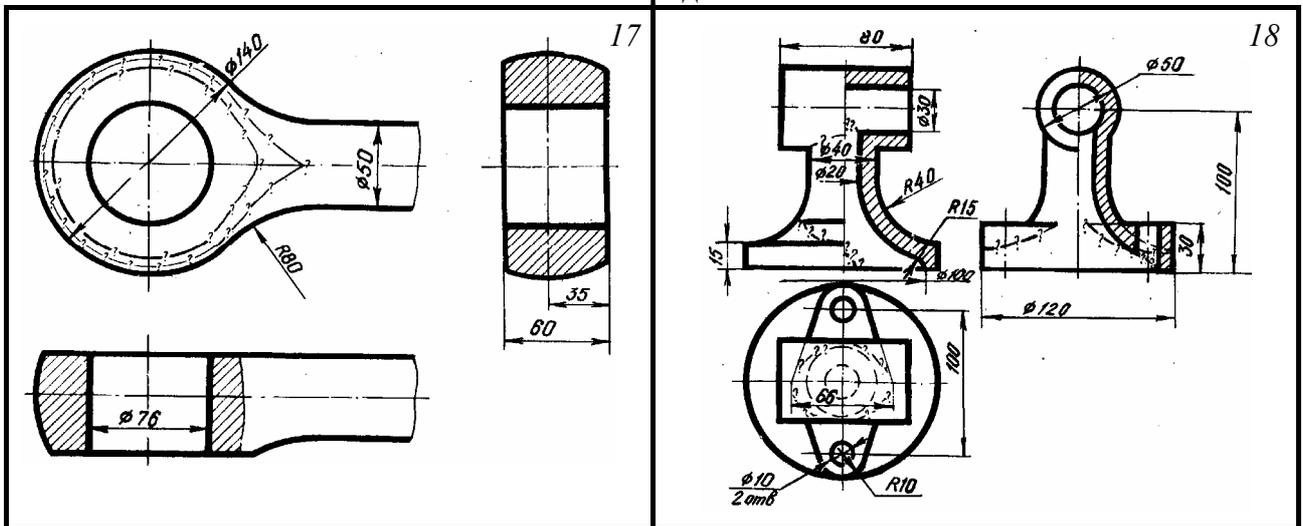


Рис. 3.28. Продолжение



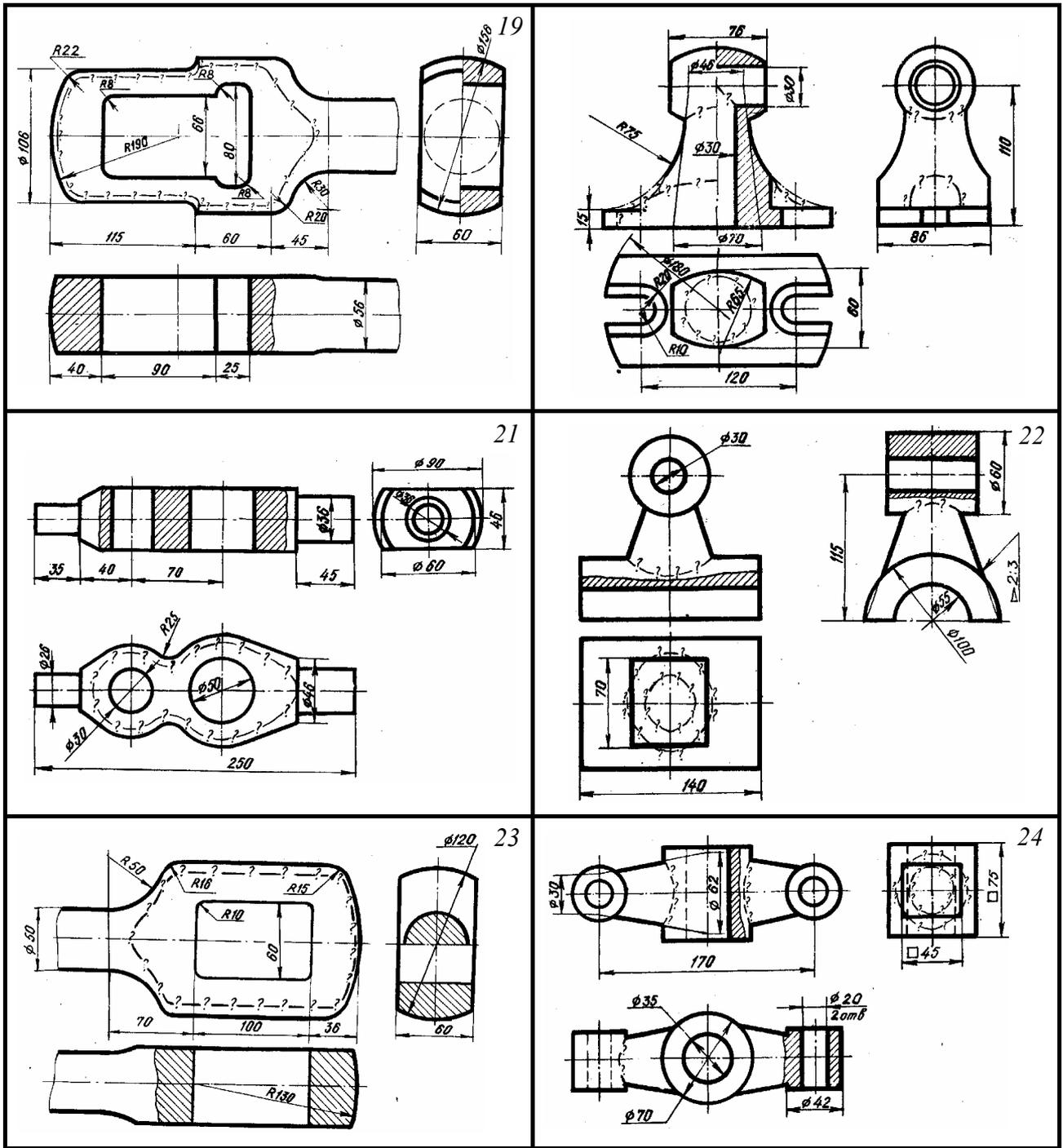
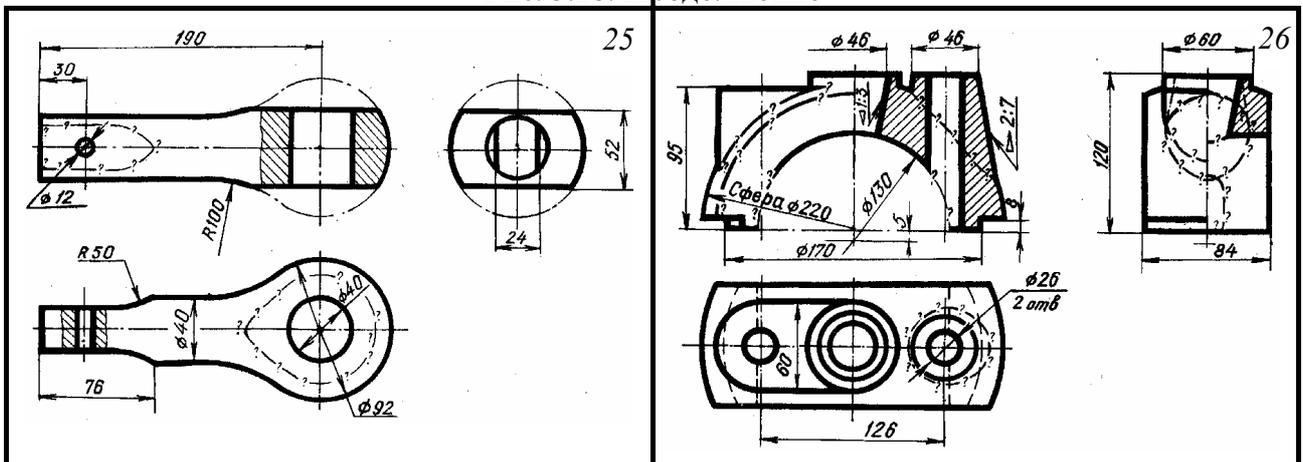


Рис. 3.28. Продолжение



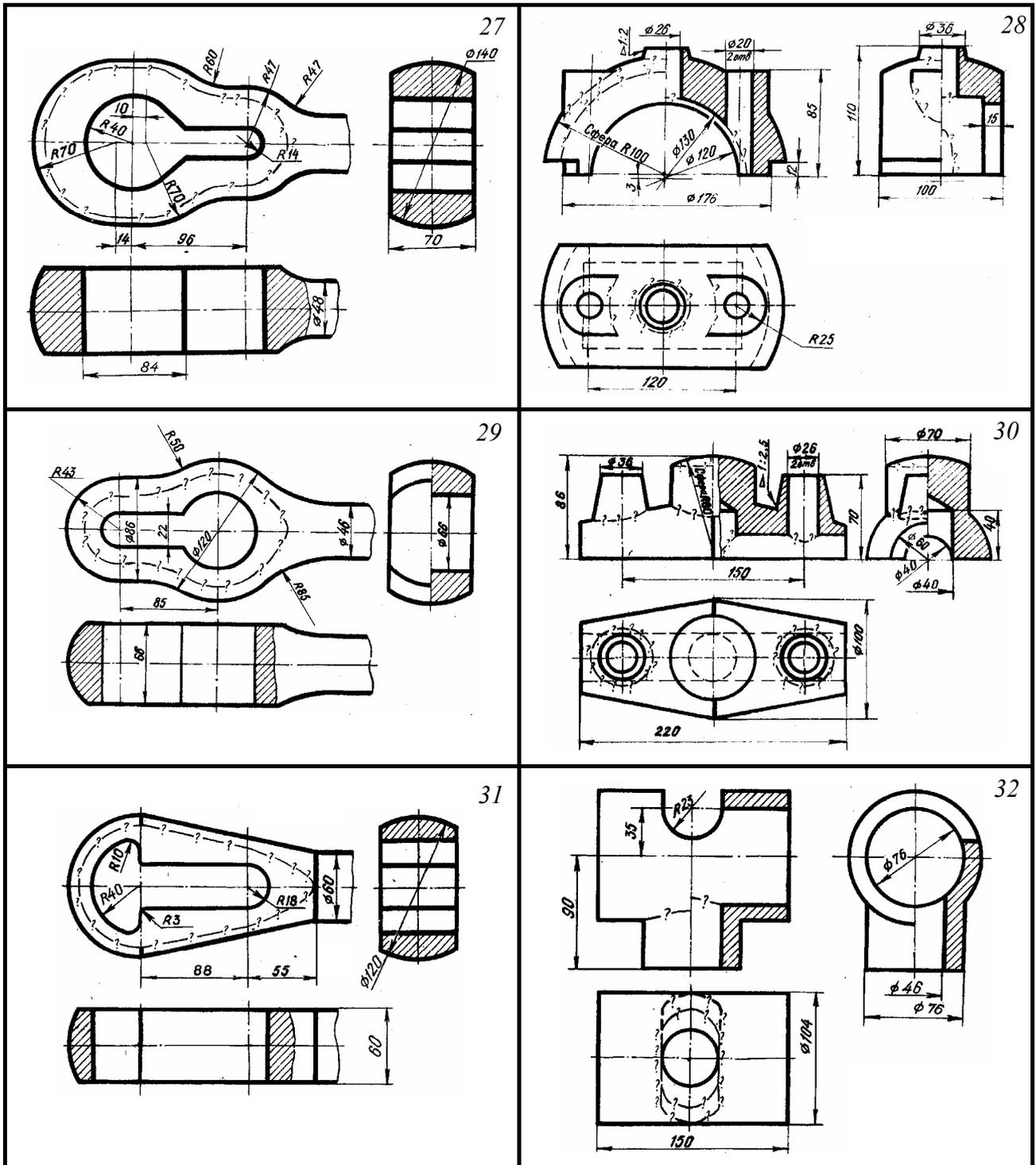


Рис. 3.28. Окончание

### 3.4. Графическая работа № 7

#### Соединения деталей

(Пример выполнения приведен на рис. 3.40)

**Цель работы:** Изучить разъемные соединения: болтом, шпилькой, 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. 3.41, табл. 3.4; рис. 3.42, табл. 3.5): упрощенное изображение соединения деталей болтом и гайкой; упрощенное изображение соединения деталей винтом; соединения деталей шпилькой с гайкой, а также гнездо с резьбой под шпильку; соединение труб заданного размера муфтой.

Над изображениями выполнить поясняющие надписи, как это показано на образце выполняемого задания (рис. 3.40).

**Упражнение 13.** Выполнить в правой части листа условные изображения неразъемных соединений сваркой, пайкой, склеиванием и заклепками, перечертив рис. 3.40.

### Порядок выполнения работы

Соединения деталей могут быть разъемными и неразъемными. Разъемные соединения позволяют выполнить их сборку и разборку без разрушения деталей. 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. Резьбы по назначению подразделяются на крепежные и ходовые. Крепежные резьбы служат для получения разъемных соединений деталей. Ходовые резьбы служат для преобразования вращательного движения в поступательное, их довольно часто выполняют многозаходными. Стандартные резьбы обозначаются сокращенно: *M* – метрическая, *G* – трубная, *Tr* – трапецеидальная, *S* – упорная.

Наиболее распространенными из крепежных резьб являются *метрическая* (ГОСТ 9150–81, ГОСТ 8724–81) и *трубная цилиндрическая* (ГОСТ 6357–81).



равной 3/4 окружности, разомкнутой в любом месте (рис. 3.29, б). Границу длины резьбы на стержне и в отверстии проводят основной толстой линией.

**Обозначение резьбы.** Метрическую резьбу выполняют с крупным (единственным для данного диаметра резьбы) и мелким шагами, 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. 3.29, а), а мелкий указывают обязательно (рис. 3.29, б). Диаметр и шаги метрической резьбы установлены ГОСТ 8724–81.

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. Обозначение про- ставляется на полке линии-выноски со стрелкой и полкой (рис. 3.30).

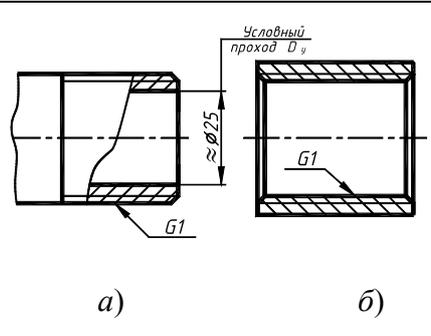
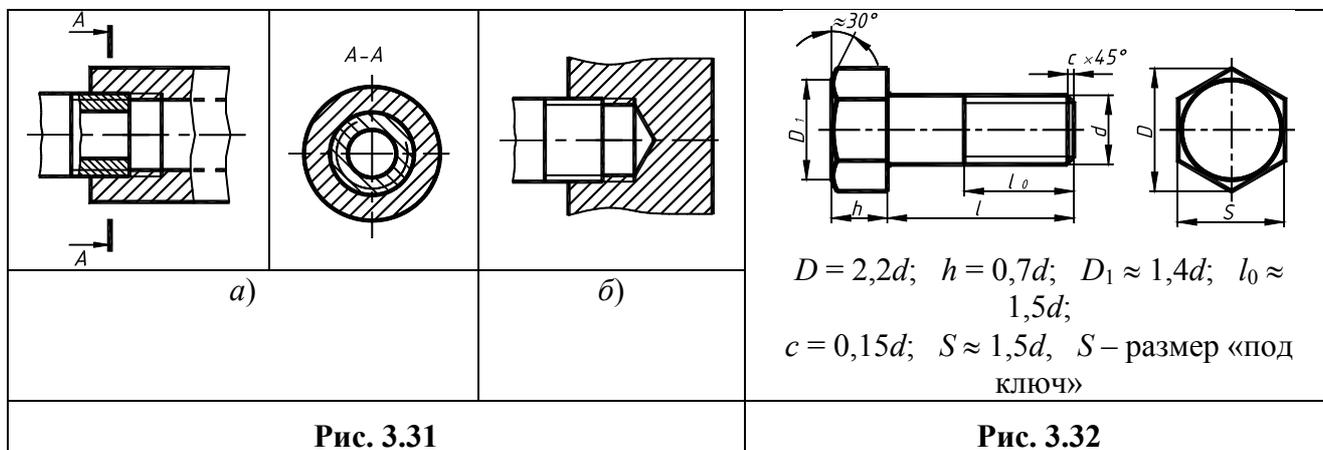


Рис. 3.30

*Изображение резьбы в резьбовых соединениях.* Следует твердо запомнить правило: в резьбовых соединениях, изображенных на разрезе, резьба стержня закрывает резьбу отверстия

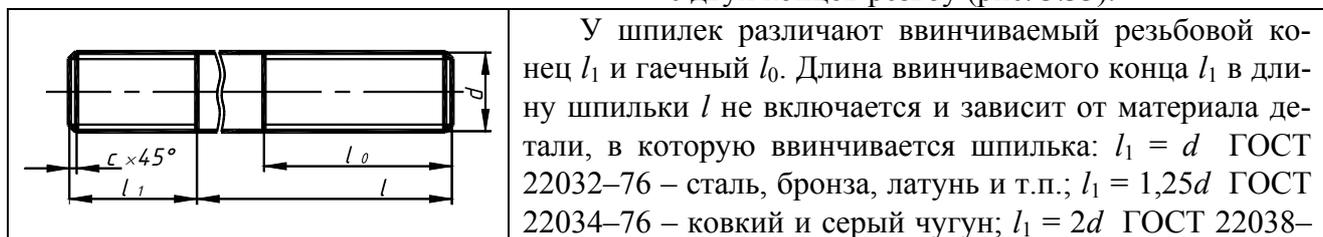
(рис. 3.31, а, б). Обратите особое внимание на то, что на разрезах штриховка доводится до сплошных основных линий. Более подробные сведения об изображении резьбы см. в ГОСТ 2.311–68.



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

*Болт* представляет собой цилиндрический стержень (рис. 3.32), 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;  $d$  – 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 до 80 мм, а с 80 мм и более кратна 10 мм. На учебных чертежах записывается сокращенное обозначение болта, например: Болт М16 × 80 ГОСТ 7798–70.

*Шпилька* – цилиндрический стержень, имеющий с двух концов резьбу (рис. 3.33).



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 необходимо округлить до ближайшего стандартного значения.

Ряд длин шпилек: 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110 и т.д.

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

**Винт** представляет собой резьбовой стержень с головкой различной формы, снабженной специальной прорезью – шлицем. Наиболее широкое распространение имеют винты нормальной точности



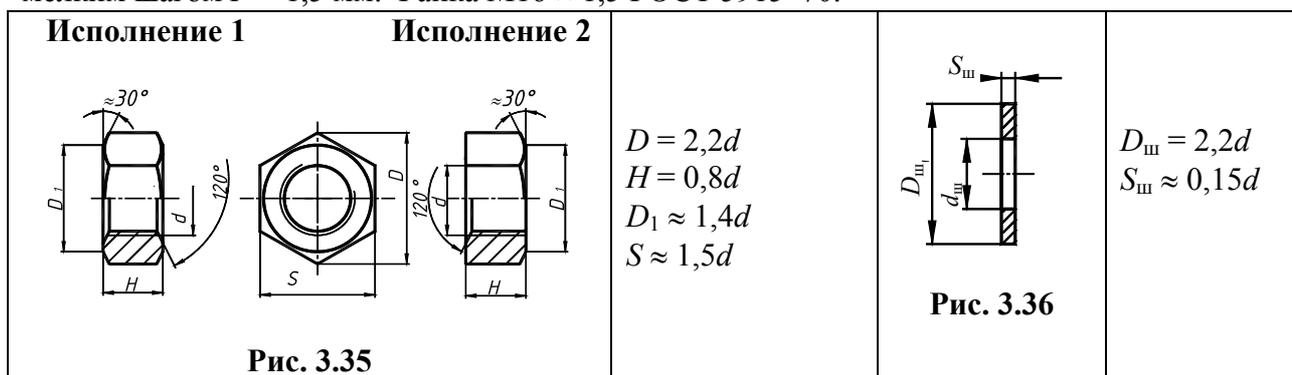
с цилиндрической (ГОСТ 1491–80), полу-круглой (ГОСТ 17473–80) и потайной (ГОСТ 17475–80) головками. На рис. 3.34, а – в такие винты представлены упрощенно с указанием рекомендуемых относительных размеров головок.

Длина винта (рис. 3.39) определяется толщиной скрепляемой детали ( $e$ ) и глубиной

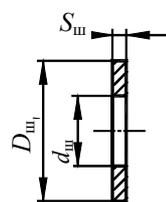
ввинчивания  $l_1$ , принимаемой в зависимости от материала детали аналогично шпилькам. Длина винта должна выбираться из ряда: 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45 и т.д.

Обозначение винта аналогично обозначению болта, например: Винт М16 × 1,5 × 40 ГОСТ 1491–80.

**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 (рис. 3.35). 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. 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.



$D = 2,2d$   
 $H = 0,8d$   
 $D_1 \approx 1,4d$   
 $S \approx 1,5d$



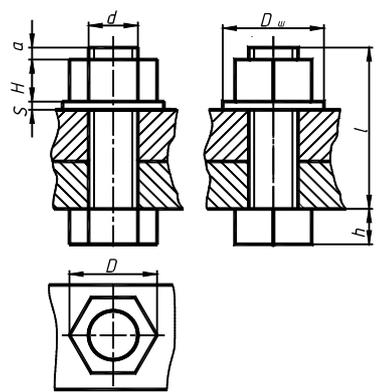
**Рис. 3.36**

$D_{ш} = 2,2d$   
 $S_{ш} \approx 0,15d$

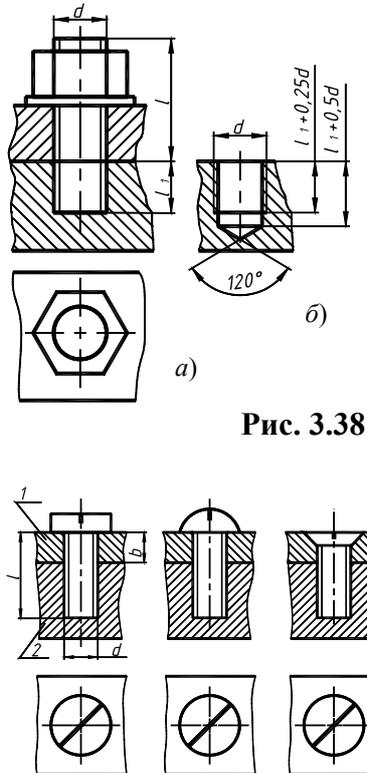
**Шайба** представляет собой пластину с отверстием, как правило, круглой формы (рис. 3.36), подкладываемую под гайку или головку болта, винта. Диаметр отверстия в шайбе делается немного больше диаметра стержня болта, шпильки или винта, но в обозначении шайбы указывается не действительная величина внутреннего диаметра шайбы, а диаметр крепежной детали, например: Шайба 16 ГОСТ 11371–78.

**Упрощенное изображение соединения деталей болтом** (рис. 3.37). На сборочном чертеже и чертежах общего вида крепежные детали изображают с упрощениями, которые заклю-

чаются 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.

<p>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.</p> <p>Построение проекций болта и гайки рекомендуется начинать с вида сверху. На главном виде крепежные детали (болт, шайба и гайка) показываются нерассеченными, хотя и попадают в разрез. Следует иметь в виду, что расстояние между крайними ребрами головки болта и гайки на</p>		<p><math>d</math> – по варианту  <math>H = 0,8d</math>  <math>h = 0,7d</math>  <math>D = 2d</math>  <math>D_w = 2,2d</math>  <math>S_w \approx 0,15d</math>  <math>a = 0,3d</math>  <math>l</math> по ГОСТ  7798–70</p> <p><b>Рис. 3.37</b></p>
--	--	---

главном виде –  $2d$ . На чертеже болтового соединения проставляют два размера: резьба болта и его длина (рис. 3.40).

<p><i>Упрощенное изображение соединения деталей шпилькой</i> (рис. 3.38, а), состоит из шпильки, шайбы, гайки и скрепляемых деталей, одна из которых имеет глухое отверстие с резьбой, называемое гнездом, в которое ввинчивается одним концом шпилька. В прикрепляемой детали имеется сквозное гладкое отверстие для прохода шпильки. Гнездо вначале высверливают сверлом, имеющим диаметр, примерно равный <math>0,85d</math>. Глубина гнезда обычно берется на <math>0,5d</math> больше длины ввинчиваемого конца <math>l_1</math> шпильки. Затем в гнезде метчиком нарезают резьбу на глубину <math>l + 0,25d</math> (рис. 3.38, б).</p> <p>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. 3.37). Обращается внимание, что на упрощенном изображении шпильки проводится линия, отделяющая ввинчиваемый конец от гаечного. Глубина гнезда на сборочном чертеже (рис. 3.40) условно показывается равной длине ввинчиваемого конца <math>l_1</math> шпильки.</p> <p><i>Упрощенное изображение соединения деталей винтом</i> (рис. 3.39) состоит из скрепляемых деталей, одна из которых (1) имеет сквозное отверстие. Размеры глухого отверстия детали 2 рассчитываются аналогично соединению шпилькой (рис. 3.38, б). На рисунке показано конструктивное изображение соединения деталей винтами различных типов. Шлицы на головках винтов упрощенно изображаются одной сплошной линией, а на виде сверху – под <math>\angle 45^\circ</math>.</p>	 <p><b>Рис. 3.38</b></p> <p><b>Рис. 3.39</b></p>
---	--

*Соединение труб муфтой* предусматривает выполнение чертежа соединения труб прямой

стальной муфтой, выполненного в двух видах (рис. 3.40). При соединении труб на «длинный» конец  $l_1$  трубы 2 навинчивают контрагайку 4, надевают прокладку 5 и навинчивают муфту 3 (рис. 3.42). Затем приставляют «короткий» конец трубы 1 и свинчивают 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 приближенно равна длине муфты плюс удвоенную высоту кон-трагайки.

**Упражнение 13.** *Неразъемные соединения* могут быть получены сваркой, пайкой, склеиванием, клепкой (рис. 3.40). 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 С, Н, У, Т соответственно. Кромки свариваемых деталей могут быть подготовлены различным способом: без скосов, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок и др. Для их различия к соответствующему буквенному символу добавляется еще цифровое обозначение вида подготовленных кромок: С1, С2, С3 и т.д.; У1, У2, У3, ...; Н1, Н2, Н3, ...; Т1, Т2, Т3, ... .

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, в среде защитного газа 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 (С, Н, У, Т), 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 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  $\Delta$  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 (  $\text{P}$  ) выпуклостью к двусторонней стрелке симметричной формы или символ склеивания (  $\text{K}$  ). Для обозначения на чертеже швов по периметру, линию-выноску заканчивают окружностью, диаметром  $3 \dots 4$  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. 3.40.

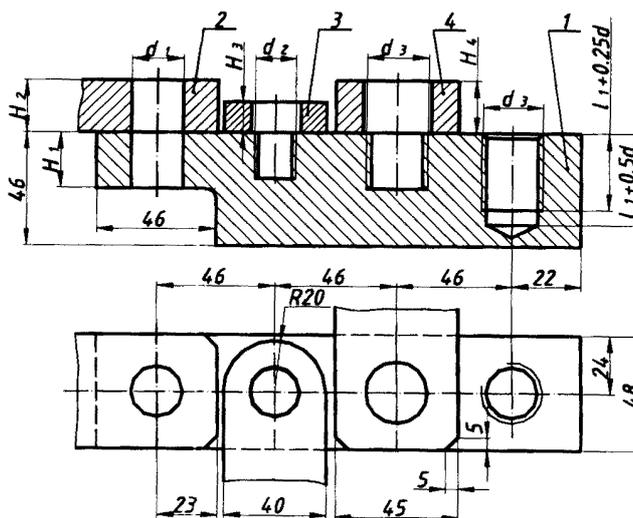
**Проработать** материал по учебнику [2, с. 216 – 264, 272 – 278] и изучить требования

ЕСКД [11]: 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.

**Ответить на вопросы:**

1. Какие соединения относятся к разъемным? Какие вы знаете стандартные резьбы? Как их условно обозначают?
2. Как на чертеже изображается резьба на стержне? В отверстии? В соединении стержня с отверстием?
3. Как обозначаются резьбы на чертежах?
4. Какие вы знаете стандартные резьбовые изделия?
5. Какая резьба нарезается в соединительных деталях трубопроводов?
6. Какие размеры проставляют на упрощенном изображении болтового, шпилечного и винтового соединений?
7. Охарактеризуйте метрическую резьбу. Какой профиль имеют ходовые резьбы?
8. Какие соединения относятся к неразъемным? Приведите примеры.
9. Какие существуют виды сварных соединений и как их обозначают?
10. Какие условные графические знаки используют на чертежах конструкций, выполненных с помощью пайки или склеивания?
11. Чем отличаются линии выноски для обозначения сварных, паяных и клееных швов?

**Варианты индивидуальных заданий к графической работе № 7**



**Рис. 3.41**

**3.4. Данные для упражнения 12 (рис. 3.41) (размеры, мм)**

Г И А	Вид соединения	Толщина скрепляемых
-------------	----------------	---------------------

1	Болтом		Винтом		Шпилькой		Материал детали 1	Труб муфтой (табл. 3.6)		деталей			
	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 $d_2$
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	¾	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

Продолжение табл. 3.4

12	M22	2,5*	M16	в	M20	1,5	Сталь	¾	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	¾	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.

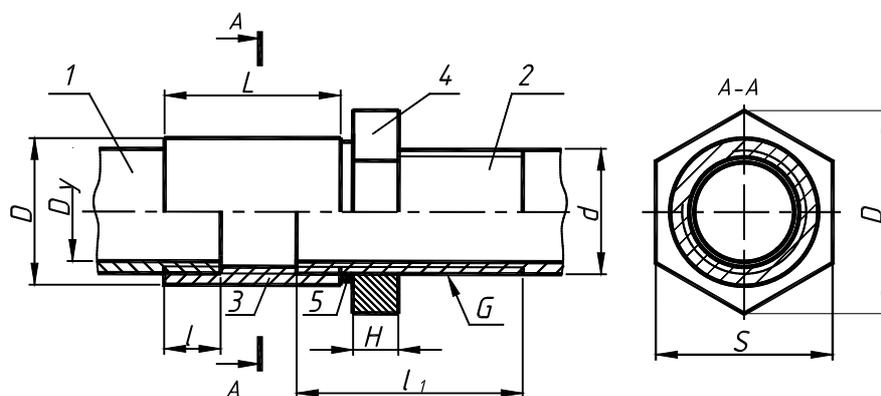


Рис. 3.42

### 3.5. СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ МУФТОЙ (РИС. 3.42) (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. 3.49 – 3.51)

**Цель работы:** Изучить правила и приемы составления эскизов, способов обмера деталей и выполнения рабочих чертежей деталей. 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 корпуса (плиты, скобы и др.).

**Упражнение 15.** Выполнить с натуры эскиз зубчатого колеса.

**Упражнение 16.** Начертить по эскизу (упр. 14) рабочий чертеж детали и ее аксонометрическое изображение – прямоугольную изометрию с вырезом одной четверти.

Задания на выполнение эскизов деталей – индивидуальные. Они выдаются преподавателем на практических занятиях из имеющихся на кафедре деталей.

#### Порядок выполнения работы

Один из основных конструкторских документов – рабочий чертеж детали. Согласно ГОСТ 2.101–68 деталь – это изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций, чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Рабочие чертежи деталей выполняются по чертежу общего вида или сборочному чертежу изделия, или по эскизам деталей.

Для выполнения рабочего чертежа детали, а также возможно и эскиза (который выполняется без соблюдения масштаба) с учетом рекомендаций главы 1, п. 1.3 предлагается следующая последовательность:

1. Определить формат листа чертежа, нанести на поле листа рамку, контур основной надписи.
2. Выбрать расположения изделия относительно фронтальной плоскости проекции, т.е. главное изображение, определить содержание и число изображений на чертеже (видов, разрезов, сечений и выносных элементов), необходимых для выявления конструкции изделия. При этом вначале определяется содержание и число основных изображений, а затем дополнительных.

3. Определить масштаб чертежа и его отдельных изображений, 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.

4. Провести базовые и осевые линии изображений, 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.), выполнить необходимые разрезы и сечения.

5. Нанести выносные и размерные линии, затем условные знаки диаметра, радиуса, уклона и т.п., определить отмеченные размеры и проставить на чертеже размерные числа, выполнить штриховку на разрезах и сечениях, обвести чертеж линиями требуемой толщины и начертания, заполнить основную надпись.

*Выполнение эскизов деталей.* Согласно ГОСТ 2.125–88, эскиз детали – временный документ, выполненный без помощи чертежных инструментов (от руки) и содержащий изображения детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Эскиз выполняется и оформляется без масштаба, но с соблюдением относительной пропорциональности элементов деталей. На эскизе, как и на рабочем чертеже, выполняются все необходимые виды, разрезы, сечения, наносятся все размеры, обозначения и другие данные.

При выполнении эскиза необходимо 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, которые студенты часто не показывают на своих эскизах, считая их несущественными. Отметим, что внимательный осмотр деталей развивает способность к критическому анализу формы изделия и весьма важен для последующей конструкторской деятельности.

*Нанесение размеров на чертежах и эскизах деталей.* Размеры на рабочем чертеже детали надо наносить так, чтобы не требовалось производить подсчеты при изготовлении и контроле изделия. Общие вопросы нанесения размеров на чертежах рассмотрены в главах 1 (п. 1.3) и 3 (ГР № 4 и № 7).

Нанесение размеров на чертеже должно соответствовать технологии изготовления детали, т.е. учитывать последовательность операций обработки заготовки детали и то оборудование, на котором деталь может быть изготовлена. Как правило, размер отсчитывают от поверхностей, которые обрабатываются раньше, до поверхностей, обрабатываемых позже.

Все размеры деталей можно разделить на две группы: сопрягаемые и свободные (несопрягаемые).

Сопрягаемые размеры определяют форму поверхности детали, соприкасающуюся с поверхностью другой детали в изделии. Поверхности детали, которые не соприкасаются с поверхностью другой детали в изделии, определяются свободными размерами. К сопрягаемым размерам предъявляют более высокие требования, чем к свободным.

Некоторые пункты ГОСТ 2.307–68 устанавливают правила выбора баз для различного типа деталей. Размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, проставляют, как правило, от конструктивных баз с учетом возможностей выполнения и контроля этих размеров. При расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т.п.) на одной оси или на одной окружности размеры, определяющие их взаимное расположение, наносят следующими способами:

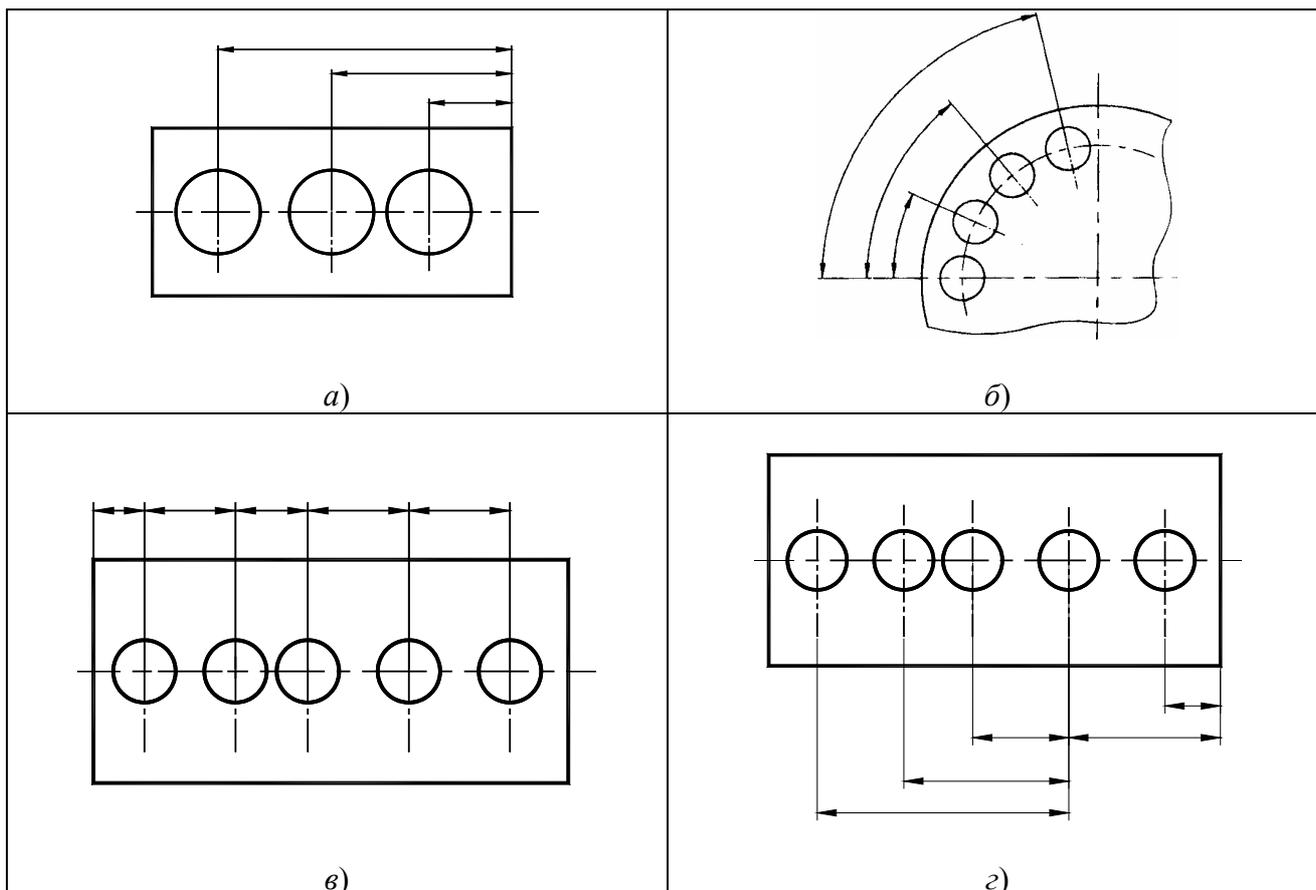
- координатным – от общей базы (поверхности, оси) (рис. 3.43, а, б);

- заданием размеров между смежными элементами (цепочкой) (рис. 3.43, *в*);
- комбинированным – заданием размеров нескольких групп элементов от нескольких общих баз (рис. 3.43, *г*).

При координатном способе все размеры наносят от выбранной базы. Каждый размер в этом случае является координатой, определяющей положение элемента детали относительно базы.

При нанесении цепочкой размеры указывают последовательно, а цепочка размеров не должна быть замкнутой. Один из размеров не указывают и этот размер определяется общим размером детали.

Комбинированный способ нанесения размеров сочетает в себе особенности цепного и координатного способов. Он нашел широкое применение на практике.



**Рис. 3.43**

Все размеры должны наноситься от базовых поверхностей, линий или точек, относительно которых определяется положение отдельных элементов детали в процессе их изготовления.

Различаются базы конструкторские, технологические, измерительные.

Конструкторские базы – базы, по отношению к которым ориентируются другие детали сборочной единицы.

Технологические базы – определяют положение детали при ее обработке.

Измерительная (главная) база – база, от которой производится отсчет размеров при изготовлении и контроле изделия. Скрытой измерительной базой является ось вращения детали. На рис. 3.44 показана деталь, у которой размеры *a*, *b*, *c*, *d*, *e* нанесены от главной базы.

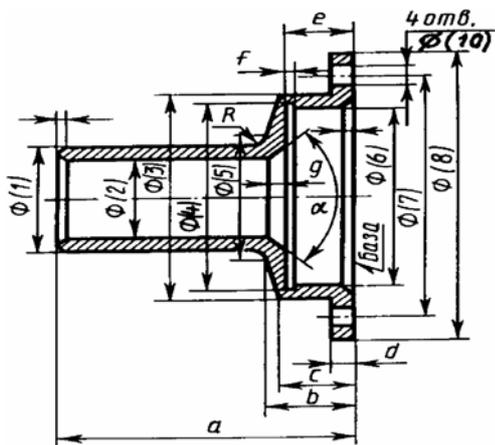


Рис. 3.44

Выполняя эскизы деталей, студент впервые встречается с необходимостью самостоятельно решать, какие указать размеры и как их расположить на поле чертежа (эскиза). Размеры детали можно разделить на три группы:

- 1) геометрические (параметры формы), определяющие величину каждого простого геометрического тела (его поверхности), из которых складывается геометрическая форма детали;
- 2) относительные (параметры положения), определяющие положение простых геометрических тел (их поверхностей) относительно друг друга;
- 3) справочные, служащие для той или иной справки, к которым, в частности, относятся и габаритные.

Геометрические и относительные размеры должны определять в своей совокупности форму детали, и, следовательно, каждый из них должен быть использован при ее изготовлении и проверен при приемке готовой детали. 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.

Если при выполнении эскиза (чертежа) трудно показать геометрические, технологические и другие характеристики деталей, то следует применять так называемые выносные элементы. Выносной элемент – это дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части детали. В виде выносных элементов рекомендуется выполнять сложные контуры деталей, проточки, галтели, расточки, профили специальных резьб и т.п.

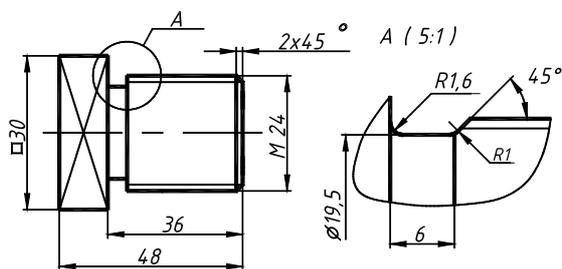


Рис. 3.45

Часть изделия, изображаемую в виде выносного элемента, обводят замкнутой сплошной тонкой линией в виде окружности и обозначают заглавной буквой на полке линии-выноски (рис. 3.45). 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.

**Обмер деталей.** Размеры деталей можно измерять так, как это показано на рис. 3.46. Применяют линейку, измеритель из готвальни, штангенциркуль с глубиномером, кронциркуль и нутрометр (см. рис. 3.46, а – е), шаблоны и наборы калиброванных стержней – сверла, винты (на рис. 3.46 не показаны) и их комбинации. Например, толщину недоступной для измерения стенки (см. рис. 3.46, ж, з) можно определить косвенно, рассчитав разность  $x = m - n$  и затем внутренний диаметр  $D = K - 2x$ . Для измерения радиусов применяют монеты и само-

дельные бумажные шаблоны (на рис. 3.46 не показаны). На рис. 3.46, *к* показаны калибры, предназначенные для более точных измерений. Для определения шага резьбы применяют набор резьбомеров (см. рис. 3.46, *л, м*). На практике можно сделать оттиск нескольких витков на бумаге (рис. 3.46, *н*) и, подсчитав их количество, которое укладывается в целое число миллиметров, узнать шаг резьбы  $P$ . Измерить резьбу можно, подобрав винт, который в это отверстие ввинчивается.

Заметим, что если встречается незначительная асимметрия конструктивных элементов, особенно у литых деталей, то такое отклонение не следует фиксировать на эскизе.

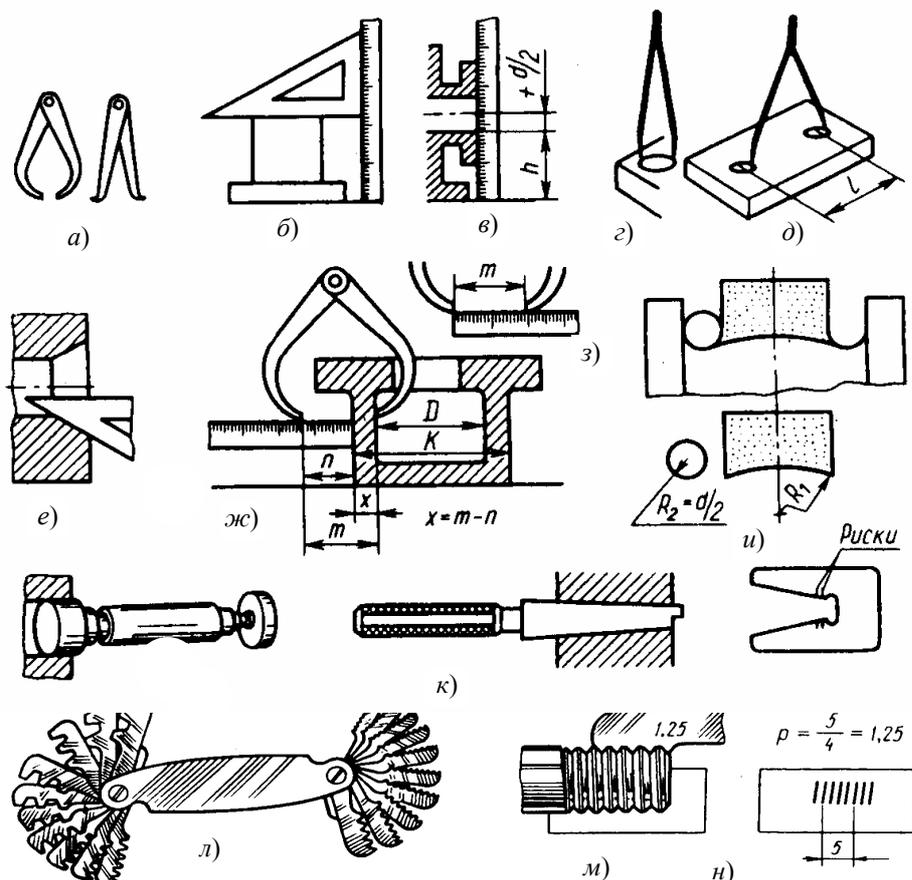


Рис. 3.46

**Упражнение 14.** Приемы выполнения изображений при эскизировании деталей с натуры рассмотрим на примере детали «Корпус» (рис. 3.47). Вначале мысленно расчленим эту деталь на простые геометрические элементы и определяем форму каждого из них.

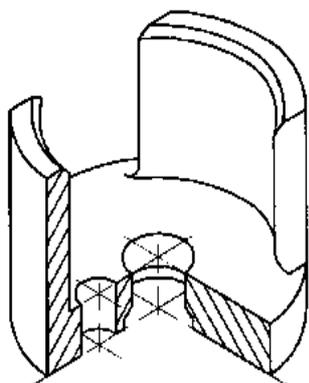


Рис. 3.47

Деталь ограничена двумя торцевыми плоскостями. Боковая и внутренняя поверхности представляют собой два цилиндра, внутренний цилиндр глухой. С двух сторон боковые стенки цилиндров срезаны. В основании корпуса выполнены два сквозных цилиндрических отверстия и одно глухое отверстие с резьбовой поверхностью (на рис. 3.47 не показано).

После анализа формы детали выбирают количество изображений, главный вид, его расположение на чертеже и формат чертежа.

Наибольшую информацию о форме детали дает вид по стрелке *A*. В этом случае цилиндры проецируются в прямоугольники, а конические фаски – своими образующими. Для показа внутренних форм детали выполним фронтальный продольный разрез. Так как на чертеже необходимо отразить формы детали и расположение отверстий, предусматривается вид сверху. Поскольку изображения вида и разреза являются симметричными фигурам, их следует соединить на виде слева. При этом обработанную плоскость основания детали целесообразно расположить горизонтально относительно основной надписи чертежа.

Глазомерный масштаб выбирается такой, чтобы изображения всех основных форм детали были прочерчены четко. Для глухого отверстия с резьбой предусмотрено увеличенное изображение на выносном элементе.

Учитывая число предусмотренных изображений и нанесение соответствующих размеров, для эскиза выбирают формат А4. Далее оформляют рамку формата и место для основной надписи.

Эскиз выполним по этапам. Соблюдая пропорции между высотой, шириной и длиной детали, нанесем на чертеже габариты всех изображений и осевые линии. При этом следим за тем, чтобы проекции рационально занимали поле чертежа и между ними оставалось достаточно места для нанесения размеров. Изображаем все внешние и внутренние очертания детали: отверстия, фаски, резьбу. На сечении главного изображения и на выносном элементе наносим штриховку (рис. 3.49).

Приступаем к нанесению размеров. Первоначально наносим одни лишь размерные линии без указания над ними размерных чисел. Затем измерительным инструментом производим измерение параметров детали и над размерными линиями записываем соответствующие размерные числа.

**Упражнение 15.** Объектом для эскиза служит цилиндрическое зубчатое колесо с прямыми некоррегированными зубьями (рис. 3.48, *a*). Поскольку правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес, изложенные в ГОСТ 2.403–75, могут быть изучены в полном объеме только в курсе «Детали машин», то, изучая «Инженерную графику», студент может получить лишь некоторые сведения об элементах зубчатого колеса (рис. 3.48, *б*). При этом он должен:

- иметь общее представление об основных параметрах зубчатого колеса – модуле ( $m$ ), шаге ( $p_f$ ), диаметрах окружностей вершин ( $d_a$ ) и впадин ( $d_f$ ) зубьев, делительном диаметре ( $d$ ) и некоторых других;
- знать, что зубья на плоскости, перпендикулярной оси шестерни, изображаются условно – сплошной основной линией показывают окружность выступов зубьев, штрихпунктирной тонкой – начальную или делительную окружность;
- учитывать, выполняя разрез, что зубья колеса в продольном разрезе всегда показываются незаштрихованными.

На рабочем чертеже (эскизе) любого зубчатого колеса обязательно указываются модуль ( $m$ ) и число зубьев ( $z$ ). Модуль – это число миллиметров начального (делительного) диаметра ( $d$ ) окружности, приходящихся на один зуб колеса, т.е.  $m = d/z$ , откуда  $d = mz$ . Высота головки зуба обычно равна модулю, т.е.  $h_a = m$ . Высота ( $h_f$ ) ножки зуба берется равной  $1,25m$ . Соответственно, диаметр окружности вершин определяется по формуле:

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

При снятии эскиза следует измерить наружный диаметр колеса ( $d_a$ ) (см. обмер деталей) и, подсчитав число зубьев  $z$ , определить модуль, мм:  $m = d_a / (z + 2)$ . При этом возможно, что полученное значение модуля ( $m$ ) будет несколько отличаться от стандартного (см. ГОСТ 9563–60.). Тогда следует принять ближайшее значение стандартного модуля и сделать перерасчет, уточнив замеренные геометрические параметры.

Эскиз зубчатого колеса оформить так, как показано на рис. 3.50, заполнив таблицу, содержащую его параметры и расположенную в правом верхнем углу формата.

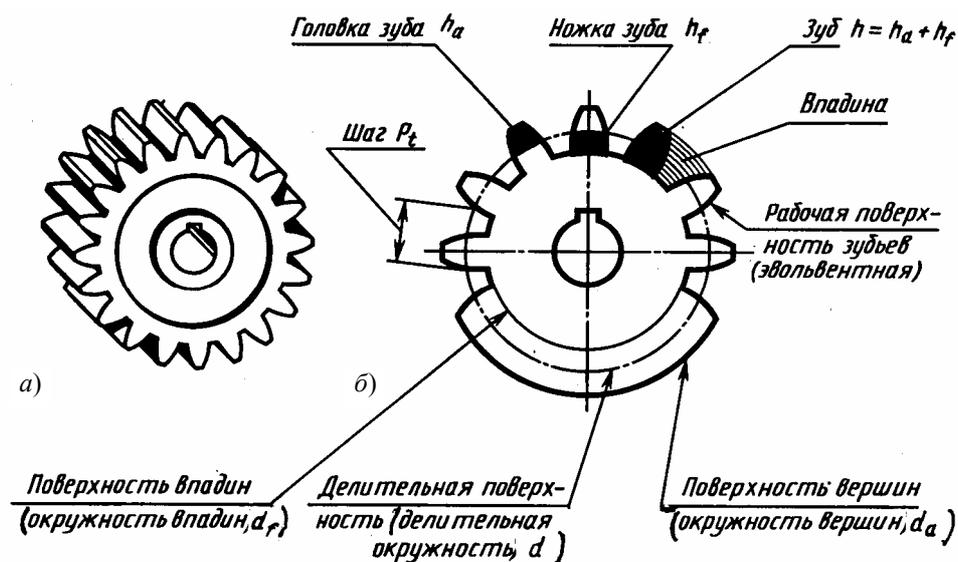


Рис. 3.48

**Упражнение 16.** Выполним рабочий чертеж детали (рис. 3.51) по эскизу, представленному на рис. 3.49. Он будет отличаться от эскиза только тем, что изображение детали на нем будет выполнено в масштабе (1 : 1; 1 : 2; 2 : 1 и т.д. в зависимости от размеров детали). Последовательность оформления рабочего чертежа детали изложена в данной ГР.

Основанием для суждения о величине детали и ее отдельных частей служат размерные числа, нанесенные на чертеж, независимо от того, с какой точностью выполнено изображение. На видах, разрезах и сечениях следует применять условности и упрощения, например, можно показывать лишь половину симметричного изображения. Штриховку в сечениях выполняем по ГОСТ 2.306–68. На чертеже указываем размеры согласно ГОСТ 2.307–68, необходимые для изготовления, контроля и испытания детали.

Навык построения аксонометрических проекций студент уже получил при выполнении ГР № 5. При этом наглядные изображения в аксонометрических проекциях следует выполнять по чертежам детали на том же листе чертежной бумаги (см. рис. 3.51). Аксонометрию любого предмета начинаем строить с нанесения аксонометрических осей и отдельных точек по координатам. Для выяснения внутренних очертаний деталей необходимо дать вырез по аксонометрическим осям.

**Проработать** материал по учебнику [2, с. 154 – 157, 161 – 168, 180 – 192, 199 – 204] и изучить основные требования стандартов ЕСКД [10]: ГОСТ 2.101–68. Виды изделий; ГОСТ 2.102–68.

Виды и комплектность конструкторских документов; ГОСТ 2.109–68. Основные требования к чертежам;

ГОСТ 2.125–88. Правила выполнения эскизных конструкторских документов; ГОСТ 2.403–75. Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес.

**Ответить на вопросы:**

1. Что называется изделием? Перечислите виды изделий по их назначению.
2. Что представляет собой комплекс? Что относится к комплексам?
3. Какое изделие называется деталью?
4. Что называется эскизом детали? Для каких целей составляется эскиз?

5. Какие требования предъявляются к эскизу детали?
6. Что общего и в чем различие между эскизом и рабочим чертежом детали?
7. В какой последовательности надо выполнять эскиз детали с натуры?
8. Что называют модулем передачи? Как определить модуль готового зубчатого колеса?
9. С чего начинают выполнение чертежа готового зубчатого колеса? Как изображают на чертежах зубчатые колеса, и какие условности соблюдают?
10. Какие инструменты используют для обмера детали?
11. Каковы требования к рабочим чертежам деталей?
12. Каков порядок составления рабочего чертежа детали по данным его эскиза?
13. Как наносятся размеры на рабочих чертежах с учетом производственных требований?
14. Какие размеры называются справочными? Когда их применяют?
15. Где и как даются сведения о материале, из которого изготовлена деталь?
16. Чем характеризуется прямоугольная изометрия? Как построить диметрию окружности?
17. Какова особенность углов наклона штриховых линий в разрезах прямоугольной изометрии?



### 3.6. Графическая работа № 9 СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ ИЗДЕЛИЯ

(Примеры выполнения приведены на рис. 3.56, 3.57, 3.58, 3.59)

**Цель работы:** Изучить назначение и взаимодействие деталей сборочной единицы, закрепить знания и навыки выполнения эскизов, научиться выполнять комплект конструкторских документов – спецификацию и сборочный чертеж; закрепить навыки работы со справочной литературой.

**ЗАДАНИЕ. ВЫПОЛНИТЬ ПО ВАРИАНТАМ НА ЛИСТАХ БУМАГИ НЕОБХОДИМОГО ФОРМАТА:**

**УПРАЖНЕНИЕ 17. ВЫПОЛНИТЬ ЭСКИЗЫ ВСЕХ ЧАСТЕЙ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ НА ЛИСТАХ ПИСЧЕЙ БУМАГИ В КЛЕТКУ.**

**Упражнение 18.** Составить спецификацию на отдельном листе с основной надписью (рис. 1.3).

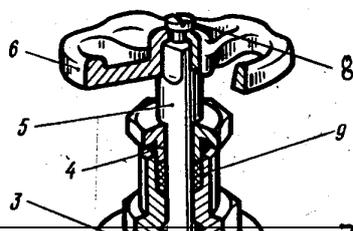
**Упражнение 19.** Выполнить сборочный чертеж изделия.

Задания на выполнение сборочного чертежа изделия – индивидуальные. Студент получает на кафедре изделие (гидроцилиндр, клапан, фильтр, насос, редуктор и т.д.), схему, описание конструкции и перечень составных частей изделия.

#### Порядок выполнения работы

До выполнения учебных конструкторских документов следует ознакомиться с конструкцией изделия – объектом задания (натурой). Натурой, как правило, является сборочная единица, например, аналогичная показанной на рис. 3.52 (аксонометрия вентиля с вырезом).

Данная сборочная единица «Вентиль» состоит из отдельных деталей, которые соединены как разъемные.



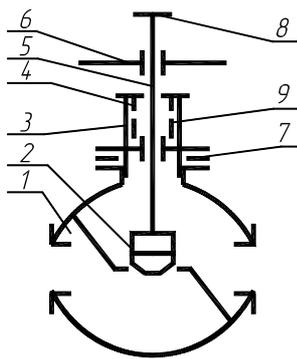
#### 3.6 Перечень составных частей вентиля

Позиция	Наименование составных частей	Кол-во	Материал изделия	Примечание
1	Корпус	1	Бронза	

2	Клапан	1	Бронза	
3	Крышка	1	Бронза	
4	Втулка нажимная	1	Бронза	
5	Шток	1	Латунь	
6	Маховик	1	Алюминий	
7	Прокладка	1	Резина	
8	Винт М6 × 12	1	Сталь	Стандартное изделие
9	Набивка сальника	1	Пенька	Материал

**Пояснение работы вентиля состоит из трех блоков: схематического изображения сборочной единицы (рис. 3.53), перечня составных частей (табл. 3.6), описания устройства и назначения.**

*Описание и назначение устройства.* Вентиль (рис. 3.53) является арматурой гидравлической системы, он служит для регулирования количества среды (жидкости, пара), проходящей по трубо-



**Рис. 3.53**

проводу, или для полного отключения одного участка трубопровода от другого. При этом корпус 1 вентиля является участком трубопровода. Проходное отверстие – седло корпуса перекрывается клапаном 2, обжатого вокруг штока 5. Перемещение клапана осуществляется от вращения маховика 6 за счет резьбы, которой шток 5 соединен с крышкой 3. Маховик закреплен на штоке винтом 8. Для предотвращения утечки среды вдоль штока в крышке предусмотрена, так называемая, сальниковая плоскость, в которую закладывается материал (пенька) 9. Втулка нажимная 4 прижатием своей конической поверхности создает уплотнительный эффект пеньки вокруг штока. По мере износа пеньки производится подтяжка сальника втулкой нажимной. Утечка среды вдоль резьбы корпуса и крышки предотвращается прокладкой 7. Вентиль присоединяется к трубопроводу при помощи резьбы, сделанной на внутренних поверхностях входных отверстий корпуса 1.

Выполнение задания студент начинает с изучения внешнего вида изделия (рис. 3.52), его описания и назначения. Принцип действия вентиля может быть выяснен в процессе разборки изделия, сопровождающегося схемой (рис. 3.53), которая также нужна чтобы правильно собрать вентиль. Вентиль разбирают на составные части в такой последовательности. Отвинчивают винт 8 и снимают маховик 6. Отвертывают гаечным ключом крышку 3 от корпуса 1 вместе с другими деталями. Отвертывают втулку нажимную 4, а затем шток 5. Клапан 2 не отделяется от штока 5, поскольку его верхняя цилиндрическая часть обжата вокруг цилиндрического окончания штока.

**Упражнение 17.** Ознакомившись и осмотрев детали вентиля, студент переходит к выполнению эскизов деталей.

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 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 обнаружится на эскизе та или иная неточность, пропуск размера, то эти недочеты должны быть устранены путем повторного осмотра детали. Правила и приемы выполнения эскизов изложены в ГР № 8.

Разберем на примерах, как следует подходить к выбору главного вида и остальных изображений эскиза на чертеже, а также к выбору масштаба изображения и формата чертежа.

*Пример 1.* Деталь «Шток» (рис. 3.56). Подобная здесь рассматриваемой деталь присутствует в изделии (рис. 3.52). Тело штока (рис. 3.54) снаружи ограничено винтовой (резьбой) и цилиндрической поверхностями и плоскостями. Четыре последние образуют прямоугольную призму. Со стороны призмы имеется глухое отверстие (гнездо) с резьбой. Для изображения эскиза детали достаточно одного вида, который получается при проектировании цилиндров и четырехгранника в прямоугольники и одного сечения. Второе изображение заменено знаками « $\emptyset$ ». Ось штока располагается параллельно основной надписи.



Рис. 3.54

При выполнении эскиза использовано сразу несколько условностей и упрощений, предусмотренных в стандартах:

1) для изображения внутреннего углубления (гнезда с винтовой поверхностью) применен местный разрез. Это сделано ввиду того, что изображения непустотелых деталей, ограниченных поверхностями вращения при продольном разрезе, показывают не рассеченными, а для изображения местных отверстий, пазов, углублений и т.п. конструктивных элементов применяют местные разрезы;

2) на чертеже применен разрыв изображения, как это допускается делать с длинными предметами, имеющими постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение. Такой прием позволил сделать изображение более крупным и менее длинным;

3) плоскости четырехгранника, составленного с цилиндрической поверхностью, выделены диагоналями, проведенными сплошными тонкими линиями.

*Пример 2.* Деталь «Крышка» (рис. 3.55) присутствует в изделии (рис. 3.52). Мысленно расчленим ее на простые геометрические элементы, определяющие форму детали. Деталь «Крышка» ограничена двумя торцевыми плоскостями. Корпусные поверхности детали разделены буртиком на две части. Правая часть от торцевой плоскости до буртика представляет собой цилиндр, на котором нарезана резьба; левая часть – шестигранную призму с фаской и цилиндрическую поверхность. Внутренние поверхности детали представляют собой одну коническую поверхность и пять цилиндрических, на двух из них нарезана резьба, а одна является глухим отверстием.

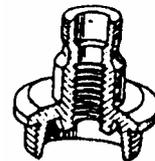


Рис. 3.55

Для детали подобной формы основными технологическими операциями являются токарные. Поэтому расположение осевой линии главного изображения предусматривается горизонтально по отношению к основной надписи чертежа. Для показа внутренних форм детали на главном виде соединим изображение вида и разреза. Так как на чертеже необходимо отразить формы шестигранной призмы, предусматривается вид слева, который даст проекцию шестигранника в шестиугольник. Наносят на чертеж контуры и все конструктивные особенности детали (рис. 3.57).

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, на-

ружная резьба М18 на штоке 5 (рис. 3.56) и внутренняя резьба в крышке 3, тоже – М18 (рис. 3.57).

**Упражнение 18.** На основании перечня составных частей изделия и выполненных эскизов деталей составляют текстовой конструкторский документ – спецификацию (рис. 3.58). В спецификации записаны составные части, входящие в сборочную единицу, а также конструкторские документы, относящиеся ко всей сборочной единице и ее составным частям.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в такой последовательности: «Документация», «Комплексы», «Сборочная единица», «Детали», «Стандартные изделия», «Материалы» и «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. в ГОСТ 2.108–68 или в справочной литературе.

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

Сборочный чертеж в соответствии с 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.

Составление сборочного чертежа по схематическому изображению и эскизам следует производить в такой последовательности:

- 1) ознакомиться с содержанием ГОСТ 2.109–73 п. 3 «Чертежи сборочные»;
- 2) выбрать масштаб изображений на сборочном чертеже, определить необходимое количество изображений и продумать компоновку чертежа в целом;
- 3) подобрать формат листа, произвести компоновку сборочного чертежа изделия, которую полезно начать с разметки площадей (в виде прямоугольников), отводимых для каждого изображения, при этом надо предусмотреть места для нанесения размеров и соответствующих надписей;
- 4) выбрать главное изображение, при этом учитывается рабочее положение изделия. Главное изображение должно давать наиболее полное представление об изделии, выявлять основные взаимосвязи деталей. Обычно оно является фронтальным разрезом или соединением половины вида спереди с половиной фронтального разреза, если изделие имеет профильную плоскость симметрии;
- 5) выполнить намеченные изображения. Первой вычерчивается основная – базовая деталь, обычно корпус и далее в том порядке, чтобы каждая последующая деталь имела общую поверхность с ранее вычерченной (производим последовательную сборку изделия). По-

строение следует вести одновременно на всех (или почти на всех) намеченных изображениях, увязывая друг с другом;

б) вычертить дополнительные виды, разрезы и сечения, руководствуясь правилами ГОСТ 2.305–68, нанести штриховку в разрезах и сечениях, нанести размеры, номера позиций, заполнить основную надпись, проверить чертеж и обвести его.

*Некоторые упрощения на сборочных чертежах.* Штриховку в разрезах и сечениях смежных

деталей следует выполнять в разные стороны по правилам ГОСТ 2.306–68, обращая внимание на то, что одна и та же деталь должна быть заштрихована одинаково на всех изображениях.

Если маховик, рукоятки или какие-либо подобные детали закрывают собой на отдельных изображениях конструктивные особенности сборочной единицы, их вычерчивают отдельно с пояснительной надписью, а у соответствующего изображения делают надпись «Деталь поз. 1 не показана».

Допускается не показывать: фаски, скругления, углубления, выступы и другие элементы.

Длинные детали, выходящие за пределы основного габарита, можно условно укоротить разрывом.

Накидные гайки, нажимные втулки в уплотнительных устройствах условно показывают в крайнем выдвинутом положении. Торец нажимной детали обычно показывают на одной линии с торцом корпуса.

Задвижки и вентили изображают в закрытом положении, краны в открытом.

Сварные, паяные, клееные и т.п. изделия из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют, как монолитное тело (в одну сторону), вычерчивая границы между деталями сварного изделия сплошными толстыми основными линиями.

*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, должны быть не параллельными линиям 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.

**Проработать** материал по учебнику [2, с. 158 – 160, 317 – 335], изучить требования ЕСКД [10]: ГОСТ 2.103–68. Стадии разработки; ГОСТ 2.108–68. Спецификация; ГОСТ 2.109–68. Основные требования к чертежам.

**Ответить на вопросы:**

1. Как подразделяется конструкторская документация (КД) в зависимости от стадии ее разработки?
2. Какие конструкторские документы являются обязательными?
3. Какие конструкторские документы называют подлинниками?
4. Какие наименования присваивают чертежам в зависимости от способа их выполнения и характера использования?
5. Какой вид изделия называется сборочной единицей?
6. Какой вид документа называется сборочным чертежом?
7. Каковы особенности выполнения сборочных чертежей?
8. В какой последовательности нужно выполнять сборочный чертеж по чертежам (эскизам) деталей?
9. Какие условности и упрощения применяются при выполнении сборочного чертежа изделия?
10. Какие размеры проставляют на сборочных чертежах?
11. Как на сборочном чертеже в разрезе штрихуются смежные детали, соединяемые сваркой, пайкой и т.д.?
12. Как на сборочном чертеже изображаются крепежные детали?
13. Как наносят номера позиций на сборочных чертежах?
14. Что собой представляет спецификация? Как она заполняется?
15. Перечислите основные разделы спецификации.



**3.7. Графическая работа № 10**  
**ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ИЗДЕЛИЯ**  
(Примеры выполнения приведены на рис. 3.61, 3.62)

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

**Задание.** Выполнить по вариантам на листах чертежной бумаги необходимого формата:

**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 [23].

### Порядок выполнения работы

Выполнение рабочих чертежей деталей производят по чертежу общего вида или сборочному чертежу изделия. ГОСТ 2.107–68 допускает включать в сборочные чертежи данные о работе изделия и взаимодействии его частей, а также сведения, поясняющие конструкцию и принцип действия. Это позволяет в учебных условиях составлять по ним чертежи деталей, входящих в сборочную единицу.

*Чтение сборочных чертежей* – это процесс определения конструкции, размеров и принципа работы изделия по его чертежу, который рекомендуется вести в следующей последовательности:

1. Определить, какое изделие (его наименование и назначение) изображено на данном сборочном чертеже.

Наименование изделия приводят в соответствующей графе основной надписи чертежа. С назначением изображенного на чертеже изделия следует ознакомиться по прилагаемому к нему краткому описанию и схеме.

2. Установить, какие виды, разрезы, сечения, выносные элементы, дополнительные и местные виды представлены на чертеже и каково назначение каждого из них.

3. Составить представление о величине заданной сборочной единицы, учитывая масштаб изображения и проставленные на чертеже размеры.

4. Разобраться в устройстве изображенного изделия, т.е. определить количество составных частей (деталей) изделия, их взаимное расположение, способы соединения и назначение каждой из них. Для этого следует обратиться к спецификации, по которой с помощью указанных на чертеже позиций можно определить наименование деталей и их количество. Описание к чертежу поможет разобраться во взаимосвязи и назначении отдельных деталей. Сам чертеж поясняет взаимное расположение и способы соединения деталей.

5. Выяснить, в какой последовательности будет производиться сборка и разборка изделия и какие размеры для смежных деталей должны быть одинаковыми.

После того, как сборочный чертеж прочитан, приступают к его детализации.

*Детализация* – процесс выполнения рабочих чертежей деталей изделия по его сборочному чертежу. В общем случае рекомендуется следующий порядок детализации:

1. Получить представление о назначении, взаимодействии и способах соединения составных частей, уяснить формы и выявить габариты деталей и сборочных единиц.

2. Выбрать главный вид детали, исходя из общих требований, а не из расположения ее на сборочном чертеже (не следует копировать виды со сборочного чертежа). Назначить необходимое (минимальное) число изображений: видов, разрезов, выносных элементов и т.д. На чертеже детали изображают и те элементы, которые на сборочном чертеже не показаны или показаны упрощено, например: фаски, отверстия под концы установочных винтов, проточки и др. Размеры этих конструктивных элементов определяют не по сборочному чертежу, а по соответствующим стандартам на эти элементы.

3. Определить размеры деталей. Копии сборочных чертежей, размноженные для учебных целей, могут иметь масштаб, не соответствующий номинальному. Поэтому необходимо по габаритному размеру и соответствующей его длине на копии определить масштаб изображения и пользоваться этим масштабом для назначения размерных величин. Особое вни-

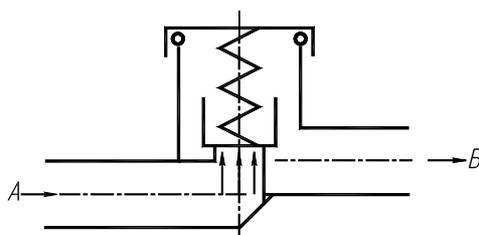
мание при назначении размеров обращают на сопряженные размеры, т.е. на те размеры соединяемых деталей, номинальные значения которых являются одинаковыми. Назначаемые размеры целесообразно также согласовать с рекомендуемым ГОСТ 6636–69. Масштаб изображения деталей выбрать независимо от масштаба сборочного чертежа. Причем для каждой детали может быть выбран свой масштаб изображения.

4. Нанести размеры. Оформить чертеж. Наименование детали и ее обозначение определяется по спецификации. При заполнении основной надписи необходимо указать материал, из которого изготовлена деталь.

Рассмотрим на примере процесс чтения и детализации сборочного чертежа. В качестве образца индивидуального задания приведены сборочный чертеж «Клапан переливной» (рис. 3.60), описание работы, схема и спецификация.

*Описание работы клапана.* 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 *A* в отверстие *B* (см. схему).

Схема



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 $d = 4; n = 10; H_0 = 30$	1	Сталь 65Г
				<u>Стандартные изделия</u>		

		7		Винт М4 × 12 ГОСТ 17473–80	1	
		8		Гайка М4 ГОСТ 5915–70	1	
		9		Кольцо 032-040-40 ГОСТ 9833–73	1	
		10		Шайба 4 ГОСТ 6402–70	1	

**Упражнение 20.** Ознакомимся с процессом детализирования по сборочному чертежу на примере изделия – Клапан переливной (рис. 3.60).

*Чтение сборочного чертежа.* По описанию изделия в сочетании с чертежом и схемой разберемся в назначении, устройстве и работе изделия, а также в характере взаимосвязи деталей между собой.

1. Клапан переливной предназначен для пропуска избытка жидкости из системы при определенных (заданных) параметрах давления в трубопроводах. Таким образом, клапан переливной исполняет функции предохранительного устройства (предохранительный клапан).

2. На чертеже даны три изображения клапана переливного: главный вид с местным фронтальным (продольным) разрезом, вид сверху представляет симметричную фигуру, начерченную немного больше половины изображения с приведением линий обрыва, половина вида слева, совмещенная с половиной профильного (поперечного) разреза. Гайка накидная служит для регулирования усилия, передаваемого через пружину на клапан. Плотность прилегания клапана с выступом внутри корпуса обеспечивается прокладкой.

3. Изображения на чертеже выполнены в натуральную величину, т.е. в масштабе 1 : 1. Согласно размерам, изделие имеет следующие габаритные размеры: 75 × 48 × 85 мм.

Номера позиций деталей клапана переливного показаны на полках, соединены выносными линиями с соответствующей деталью. В спецификации указаны наименования деталей и другие данные о них.

4. Клапан переливной состоит из 6 деталей и 4 стандартных изделий: тарелка (поз. 1) – тело вращения, имеющее несколько ступеней разных диаметров; гайка накидная (поз. 2) – тело с наружной шестигранной формой и внутренним резьбовым глухим отверстием М45 × 2, предназначенным для соединения с корпусом (поз. 4); клапан (поз. 3) – тело вращения ступенчатой формы; корпус (поз. 4) – наиболее сложная по форме и технологии изготовления базовая деталь, которая с помощью трубной резьбы G ½ соединяется с трубопроводом; прокладка (поз. 5) – пластина цилиндрической формы с внутренним отверстием; пружина (поз. 6) – тело винтовой цилиндрической формы.

Стандартные изделия: винт М4 × 12 (поз. 7), гайка М4 (поз. 8) и шайба 4 (поз. 9) служат для крепления прокладки (поз. 5) к клапану (поз. 3). Кольцо (поз. 10) обеспечивает герметичность тарелки (поз. 1) с корпусом (поз. 4). Чертежи на стандартные изделия не выполняются.

5. Клапан переливной разбирают в такой последовательности. Отвертывают гаечным ключом гайку накидную 2 от корпуса 4, снимают тарелку 1 и кольцо 9, извлекают пружину 6 из клапана 3. Вынимают клапан с прокладкой из корпуса 4, отвернув гайку 8 и отсоединив винт 7 и шайбу 10, извлекают прокладку 5.

Сборку изделия производят в обратной последовательности, начиная ее с базовой детали – корпуса.

По сборочному чертежу видно, что смежные детали: гайка накидная 2 и корпус 4 должны иметь один и тот же сопрягаемый размер с метрической резьбой М45 × 2.

*Выполнение рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу* производят в той же последовательности, которая приведена в ГР № 8, т.е. сначала выполняют изображения, затем наносят размеры.

Разберем на примерах, как следует подходить к детализованию сборочного чертежа и выполнению рабочих чертежей.

*Пример 1.* Деталь «Тарелка» (рис. 3.60). Тело тарелки (поз. 1) ограничено тремя цилиндрическими поверхностями. Тело имеет глухое отверстие цилиндрической формы. Чертеж тарелки дан одним изображением (рис. 3.61), на котором поверхности тарелки показаны многоугольниками и прямоугольниками. Второе изображение (вид слева), на котором поверхности вращения изображаются окружностями, не дано, изображение заменено знаками диаметра «Ø».

Осевая линия проекции расположена параллельно основной надписи чертежа. Изображение буртика дано левее изображения цилиндра меньшего диаметра.

Для выявления внутренней формы детали применен разрез. В силу симметричности детали совмещаем половину фронтального разреза с половиной главного вида. Изображение тарелки на чертеже может быть дано увеличенным (т.е. М 2 : 1).

*Пример 2.* Деталь «Гайка накидная» (рис. 3.60) изображена на чертеже (рис. 3.62). Внутри гайки выточен глухой цилиндр, на котором нарезана резьба. С торцевой плоскости просверлено сквозное отверстие. Для удобства завинчивания ключом наружная поверхность гайки выполнена в форме шестигранной призмы с фасками.

Наибольшую информацию о поверхностях детали дает та проекция, на которую шестигранник проецируется тремя гранями, так как в этом случае выявляется не только большое количество видимых поверхностей, но и образующая фаска. Это изображение является главным. Так как наибольшее количество поверхности гайки накидной обрабатывают точением, осевую линию главного изображения располагаем параллельно основной надписи чертежа. Для выявления внутренней полости детали выполняют соединением половины продольного разреза с половиной вида. Глухое отверстие с резьбой изображают со стороны подхода инструмента во время обработки детали. Для полного выявления форм детали необходима еще проекция – вид слева, на котором шестигранная призма проецируется в шестиугольник.

АксонOMETрическое изображение накидной гайки с вырезом 1/4 располагается на том же листе, что и изображение детали. Изображение гайки накидной на чертеже может быть дано в натуральную величину (т.е. М 1 : 1).

При нанесении размеров на детали «Тарелка» и «Гайка накидная» необходимо помнить, что числовые значения размеров на рабочем чертеже изделия не зависят от масштаба изображения на сборочном чертеже и должны соответствовать натуральной величине размеров изделия. При вычерчивании рабочего чертежа изделия со сборочного чертежа производится замер размеров элементов детали и приводится к масштабу изображенного изделия на рабочем чертеже.

**Проработать** материал по учебнику [2, с. 11 – 18, 205 – 215, 336 – 349], изучить требования ЕСКД [10, 11]: ГОСТ 2.107–68. Основные требования к рабочим чертежам; ГОСТ 2.316–68. Правила нанесения на чертеже надписей, технических требований и таблиц; ГОСТ

2.118–73. Техническое предложение; ГОСТ 2.119–73. Эскизный проект; ГОСТ 2.120–73. Технический проект.

**Ответить на вопросы:**

1. Что называется детализацией и каково его назначение?
2. Что значит прочесть чертеж?
3. Почему детализация сборочного чертежа часто применяется для проверки знаний по инженерной графике?
4. В какой последовательности рекомендуется вести разбор сборочного чертежа?
5. Что понимают под детализацией сборочного чертежа?
6. На все ли детали в изделии выполняют рабочие чертежи?
7. Каковы требования к рабочим чертежам деталей?
8. Какое изображение детали считается основным (главным) и какие к нему предъявляются требования?
9. Исходя из каких условий, выбирают размер формата для чертежа деталей?
10. Каковы особенности выполнения рабочих чертежей литых деталей?
11. Какие надписи делают на рабочем чертеже?
12. Где предпочтительно наносить размерные линии?
13. Можно ли использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных?
14. Какие условности используют при нанесении размеров одинаковых элементов?
15. Почему не допускается повторять размеры на чертежах?
16. Как определяются размеры элементов детали при детализации?
17. Что понимают под «согласованием размеров сопряженных деталей»?

## **4. КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

Как известно, основу проектирования составляет формирование геометрической модели объекта. Используют двухмерную (2D) и трехмерную (3D) технологии геометрического моделирования. При двухмерной технологии строят проекции создаваемого объекта с использованием методов начертательной геометрии, а при трехмерной создают пространственные модели объекта, по которым строят линии пересечения, разрезы, сечения, любые проекции и т.д.

2D- и 3D-технологии на базе современной компьютерной техники нашли широкое применение в практике проектирования. Программа AutoCAD 2005 является одной из самых распространенных и мощных систем автоматизированного проектирования (САПР). Ее возможности очень велики и отличаются большим разнообразием способов решения проектных задач.

Данная глава не содержит подробного описания команд, экранных форм и интерфейса пакета AutoCAD. Эти сведения можно найти в литературе [4, 20, 21].

### **4.1. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА НА КОМПЬЮТЕРЕ**

Для успешного выполнения лабораторных работ необходимо: иметь навык работы на персональном компьютере, знать основные параметры графической системы AutoCAD и уметь 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 *ОПТО* 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 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.
- *Вставка* – 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.* Построение того или иного чертежа зависит от степени сложности чертежа и от вида графических элементов. При создании чертежей в этой системе можно пользоваться следующим подходом.

1. Выберите формат чертежа, например, А4, для чего:
  - а) задайте пределы чертежа и единицы измерения;
  - б) создайте текстовый стиль для выполнения надписей на чертеже;
  - в) произведите настройку стиля для простановки размеров;
  - г) выполните чертеж рамки и основную надпись;
  - д) установите режим вывода на экран координатной сетки, например с шагом 5 мм.
2. Выполните чертеж, используя методику, аналогичную ручному способу создания чертежа, т.е.:
  - 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.

## 4.2. Лабораторная работа № 1

### РАБОТА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СИСТЕМЕ AutoCAD 2005

(Пример выполнения приведен на рис. 4.2)

**Цель работы:** Овладение практическими навыками построения и редактирования графических примитивов в системе AutoCAD средствами объектной привязки, изучение последовательности построения и оформления чертежа.

#### ЗАДАНИЕ. ВЫПОЛНИТЬ НА ЛИСТЕ ФОРМАТА А4.

**Упражнение 21.** Построить наиболее распространенные типы линий чертежа и две проекции заданного предмета как пример применения линий чертежа, перенести чертеж в форматную рамку с основной надписью.

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, определение формата листа и единиц измерения.

Запуск AutoCAD в операционной системе Windows выполняется двойным щелчком левой кнопкой мыши на пиктограмме на рабочем столе или командой *Пуск* ➤ *Программы* ➤

*AutoCAD 2005*. 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 A4 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.

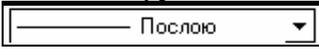
6. Установка режима вывода на экран координатной сетки и режимов объектной привязки.

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 **OK**. 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 *Однострочный 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 *ОПТО* (нажатая кнопка *ОПТО* 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 *Сплайн* . 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*. Введите 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 или [3T/2T/ККР (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.

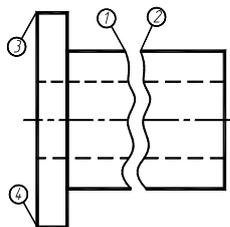


Рис. 4.1

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

Введите команду *Разрыв* . После запуска команды на запрос *Определите объект* укажите точку *1* (рис. 4.1). При появлении подсказки *Определите вторую точку или [Первая точка]*: введите *П*, чтобы выбрать опцию *Первая точка*, и нажмите *ENTER* ↵. На запрос *Определите первую точку разрыва*, используя объектную привязку, снова укажите точку *1* отрезка. На запрос *Определите вторую точку разрыва* укажите точку *2* отрезка.

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 *Контточка*, 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 *Т* и нажмите *ENTER* для выбора опции *Текст*. Затем, перейдя на английскую раскладку клавиатуры, введите *%%c70. %%c* позволяет получить знак  $\varnothing$ . 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 инстру-

мента. 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. Выполните команду *Сохранить как*, используя меню **Файл**. В диалоговом окне *Сохранить как* в раскрывающемся 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).

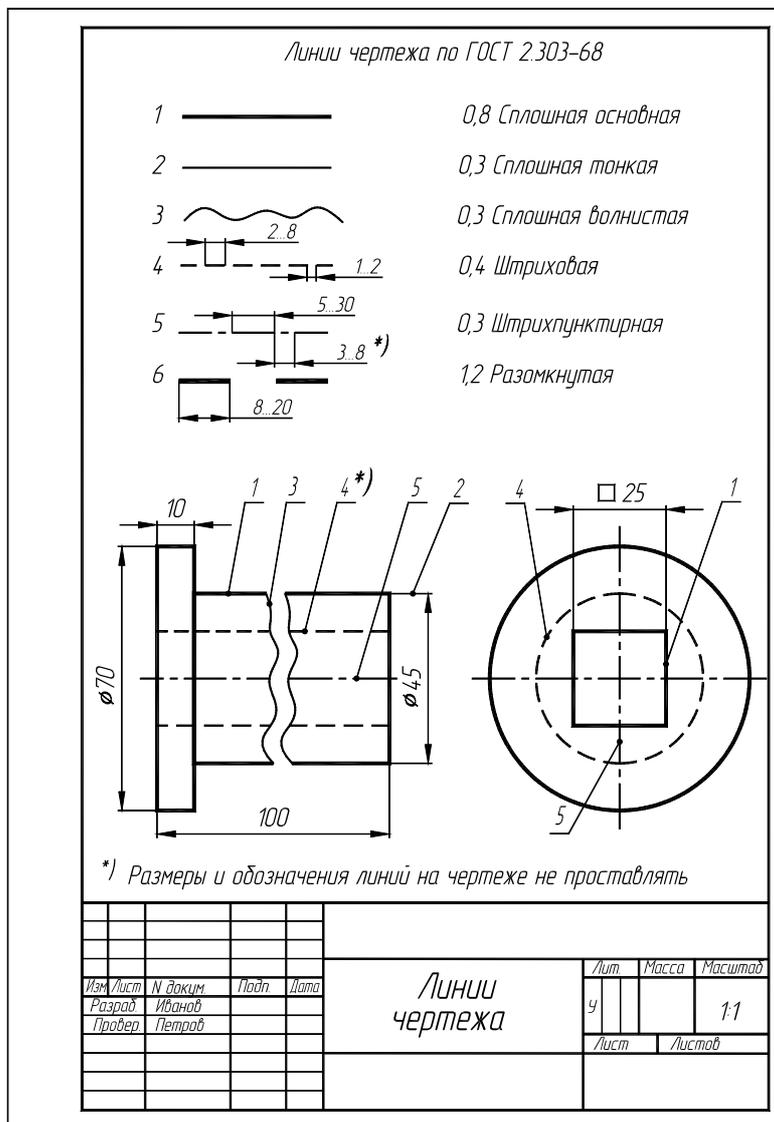
**Проработать** материал по самоучителю [4, с. 27 – 50, 52-55, 94 – 154, 220 – 221].

#### **Ответить на вопросы:**

1. Каким спектром возможностей обладает система AutoCAD?
2. Как можно запустить систему AutoCAD?
3. В каком порядке следует выполнять чертежи в системе AutoCAD?
4. Как выполняется определение формата листа, требуемой точности единиц измерения?
5. Каким образом на рабочий стол выводятся дополнительные панели инструментов и отдельные кнопки, необходимые для работы?
6. Какие команды управления экраном Вы знаете?
7. Как выполняется запись файла на диск и выход из системы AutoCAD?
8. Что такое объектная привязка? Перечислите объектные привязки, используемые в AutoCAD.
9. Какие виды систем координат используются в AutoCAD?
10. Какие методы ввода координат точек Вы знаете?
11. В каком меню находятся команды рисования?

#### **Варианты индивидуальных заданий к ЛР № 1**

Задание ЛР № 1 является общим для всех студентов.



**Рис. 4.2. Образец выполнения ЛР № 1 (упражнение 21)**

### 4.3. Лабораторная работа № 2 ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

(Примеры выполнения приведены на рис. 4.11, 4.12)

#### 4.3.1. ДВУХМЕРНАЯ (2D) ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

**Цель работы:** Освоение способов прямоугольного проецирования для построения изображений пространственных геометрических форм в трех основных видах по 2D-технологии; приобретение навыков масштабирования изображения.

**Задание.** Выполнить по вариантам на двух листах формата А4.

**Упражнение 22.** По наглядному (аксонометрическому) изображению предмета в соответствии с вариантом (рис. 4.13) построить три вида: главный вид, вид сверху и вид слева в масштабе 1 : 1 (М 1 : 1). Нанести необходимые размеры на изображение предмета.

**Упражнение 22А.** 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.



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 ввод 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 масштабирование 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** материал по самоучителю [4, с. 94 – 154, 161 – 183, 188 – 218, 223 – 237].

### 4.3.2. ТРЕХМЕРНАЯ (3D) ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

(Пример выполнения приведен на рис. 4.11)

**Цель работы:** Изучение основ построения чертежа по 3D-технологии и автоматического построения видов модели.

**Задание.** Выполнить по вариантам на листе формата А4.

**Упражнение 23.** По наглядному (аксонометрическому) изображению предмета в соответствии с вариантом (рис. 4.13) построить пространственную модель детали. Выполнить чертеж, содержащий основной вид и виды спереди и слева. Нанести необходимые размеры на изображение предмета. Получить чертеж формата А4 на принтере.

Сущность 3D-технологии заключается в том, что сначала создается пространственная виртуальная модель детали. Затем по модели строится чертеж, причем построение проекций

и

разрезов

AutoCAD выполняет самостоятельно – необходимо только дать соответствующие команды.

Изучите приведенный в данной работе пример выполнения, желательно повторить его на компьютере, затем по аналогии выполняйте свой вариант задания.

Необходимо представить форму разрабатываемой детали как совокупность простых геометрических элементов. Ими могут быть призма, цилиндр, сфера, конус, тор, т.е. те примитивы, которые предусмотрены в AutoCAD. Более сложные участки следует представить, как тела вращения или выдавливания. Деталь формируется путем объединения, вычитания или пересечения созданных элементов.

Для корректировки применяются команды редактирования. Эти команды позволяют отрезать плоскостью часть элемента, редактировать грани твердотельной модели, поворачивая или перемещая их.

Рассмотрим пример конструирования детали в соответствии с заданием, приведенным на рис. 4.3.

### Последовательность выполнения задания на компьютере

#### 1. Анализ формы детали.

В соответствии с рисунком деталь представляет собой объединение четырех параллелепипедов. Большой параллелепипед имеет цилиндрический вырез и грани, примыкающие к вырезу, скошены.

#### 2. Предварительные настройки.

Создайте новый файл. Настройте режим работы в пространстве модели. Для этого убедитесь, что в нижней части экрана активна закладка *МОДЕЛ*. Задайте для пространства модели шаг 1, сетку 5, лимиты  $100 \times 150$ , что соответствует с некоторым запасом габаритам проектируемой детали.

Щелкните правой кнопкой мыши по стандартной панели инструментов и выберите панели инструментов *Тела (Solids)* и *Редактирование Тел (Solids Editing)*.

#### 3. Разметка модели. Построение элементов модели.

Создадим четыре параллелепипеда. Их можно строить как примитивы *Box* (Ящик) либо применить плоские контуры для выдавливания их командой *Extrude* (Выдавить). При выдавливании контур должен быть единой областью. Для объединения линий в единый контур необходимо воспользоваться командой *Region* (Область). После создания параллелепипеды нужно объединить, а затем единую призматическую форму пересечь с цилиндром.

Итак:

- Перейдите в пространство модели;

- Постройте прямоугольник  (10, 15 – это левый нижний угол; @30, 15 – это правый верхний угол);

- Выполните команду  (Выдавливание). Укажите построенный ранее прямоугольник, задайте высоту выдавливания – 10 и угол – 0. Аналогично постройте три остальных параллелепипеда.

- Постройте круг  (70, 80 – это центр круга; 10 – радиус);

- Выполните команду  (Выдавливание). Укажите построенный ранее круг, задайте высоту выдавливания – 10 и угол – 0.

Выполните команды **Вид** ➤ **3D Вид** ➤ **ЮВ Изометрия** (рис. 4.4).

#### 4. Соединение элементов модели.

Убедитесь, что включена объектная привязка *Конточка*.

Для соединения параллелепипедов 1 и 2 укажите левой кнопкой мыши вершину *A* и, не отпуская кнопки, совместите с вершиной *B*.

Для соединения параллелепипедов 3 и 4 выполните построение вспомогательной окружности

$\varnothing 5$  мм (рис. 4.4). Совместите вершину  $C$  параллелепипеда 4 с точкой  $D$  – Квадрантом вспомогательной окружности.

5. Редактирование тел.

Выполните команду  (Объединение элементов). Укажите параллелепипед 1, 2. Аналогично объедините параллелепипеды 3, 4 (рис. 4.5).

Выполните вспомогательные построения окружностей 5, 6  $\varnothing 8$  мм и отрезка  $FE$  (рис. 4.6). Постройте на расстоянии 10 мм отрезок  $GH$ , параллельный отрезку  $FE$ . Совместите точку  $O$  цилиндра со средней точкой отрезка  $GH$  (объектная привязка – *Середина*) (рис. 4.7).

Для создания цилиндрического выреза следует выполнить команду  (Вычитание). Укажите тело 7. Нажмите *ENTER*. Затем укажите тело 8 (рис. 4.8).

Выполните команду  (Разрез). На поступивший запрос укажите тело 9, *ENTER* ( $\downarrow$ ), далее укажите точки  $L, K, E$ . При следующем запросе снова укажите тело 9 (рис. 4.8). Аналогично выполните второй срез грани (рис. 4.9).

Затем следует соединить полученные верхнюю и нижнюю части детали и выполнить их объединение.

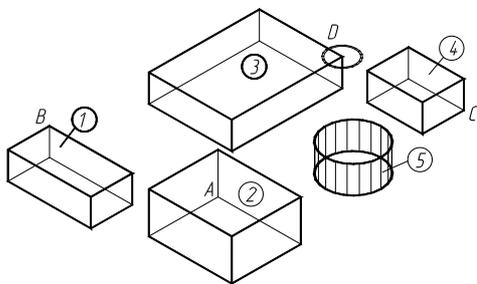


Рис. 4.4

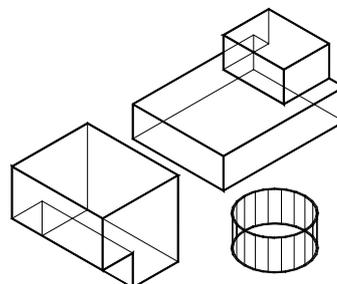


Рис. 4.5

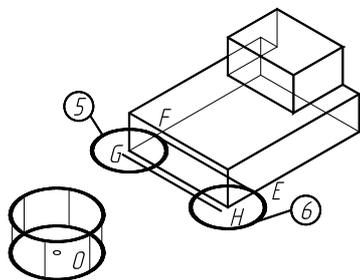


Рис. 4.6

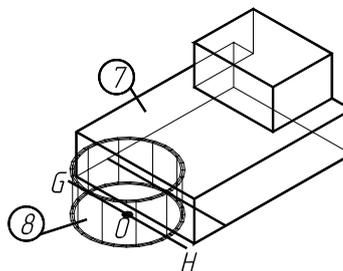


Рис. 4.7

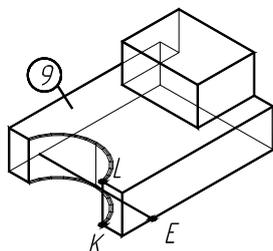


Рис. 4.8

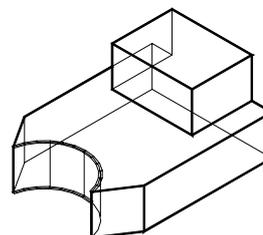


Рис. 4.9

6. Построение трех проекций по модели.

Установите в пространстве модели вид сверху (**Вид**  $\triangleright$  *3D Вид*  $\triangleright$  *Верх*). Перейдите на лист, указав закладку *Лист1*. Удалите дежурное видовое окно, настройте лимиты по формату A4 и отобразите их на экран, как показано в лабораторной работе 1. На листе постройте новое видовое окно (**Вид**  $\triangleright$  *Видовые экраны*  $\triangleright$  *Один*). Задайте 120, 70 – это левый нижний угол окна; @80, 80 –

размеры окна).

Укажите кнопку . Задайте команды U \ W \ масштаб 2 \ задайте курсором *M* в центре модели (рис. 4.10). Переместите созданный вид вправо, указав новое положение точки *M*. Нажмите ENTER (↵). Создайте рамку видового окна, укажите точки *N*, *P*. Присвойте окну имя (например, ВЕРХ). ENTER (↵). Далее задайте опцию O (ортогональный вид), укажите нижнюю сторону 10 рамки окна вида сверху, укажите точку *Q* как центр нового видового окна. Нажмите ENTER (↵). Постройте окно вида спереди, присвойте имя окну, например, Главный. Аналогично постройте окно вида слева. ENTER (↵).

Для окончания построения проекций выполните команду . Укажите рамки окон, построенных командой



Нажмите ENTER (↵). В результате будут построены три окна с тремя проекциями модели, причем созданы несколько новых слоев. Например, слой *ВЕРХ-Hid* используется для линий невидимого контура детали. Далее следует изменить тип линий невидимого контура и выполнить образмеривание.

**Проработать** материал по самоучителю [4, с. 223 – 237, 240 – 256, 258 – 274], учебному пособию [22, с. 13 – 34].

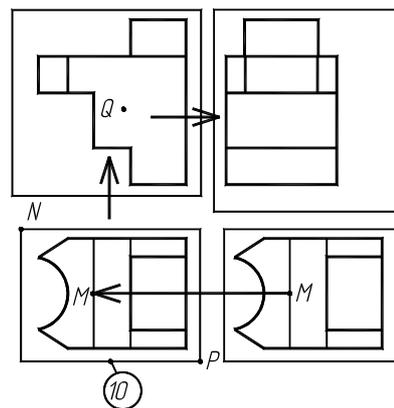


Рис. 4.10

### Ответить на вопросы:

1. Что является примитивом в системе AutoCAD?
2. В чем назначение пространства листа и пространства модели AutoCAD? Их отличие.
3. Каково назначение и как используются слои AutoCAD?
4. Какие команды редактирования чертежа Вы знаете?
5. Как устанавливается нужный тип линии?
6. В каком подменю находятся команды редактирования?
7. Как редактируются объекты с помощью ручек?
8. Какой вопрос присутствует во всех командах редактирования?
9. Какие способы выбора объектов вы знаете?
10. Какая команда обеспечивает перенос набора объектов?
11. Как выполнить масштабирование объектов в пространстве листа?
12. В чем заключается сущность 3D-технологии построения чертежа?
13. Какие панели инструментов используются для построения объемных тел?
14. Какие команды используются для объединения, пересечения и вычитания тел?
15. Как построить проекции 3D-модели?



Варианты индивидуальных заданий к лабораторной работе № 2

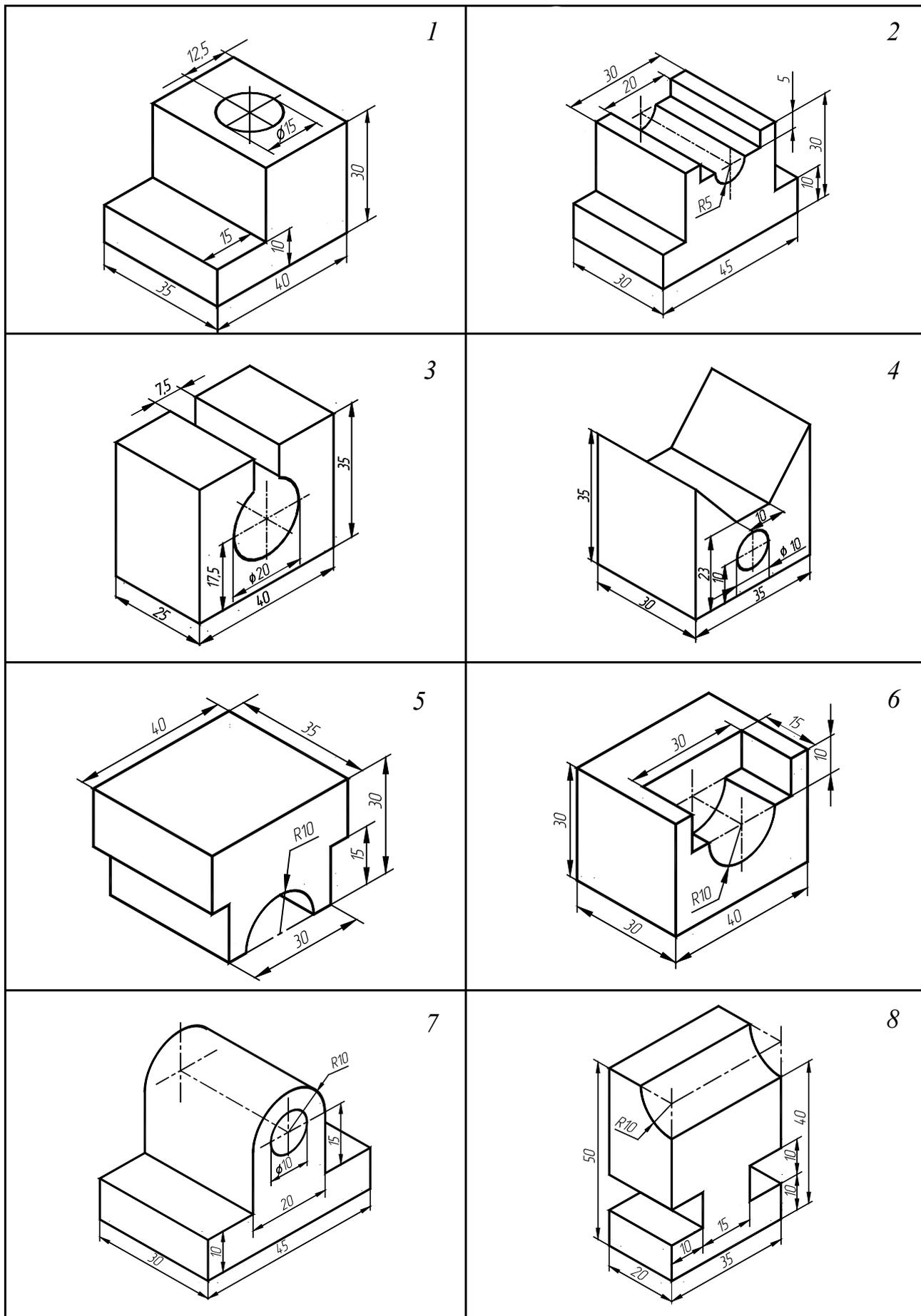


Рис. 4.13

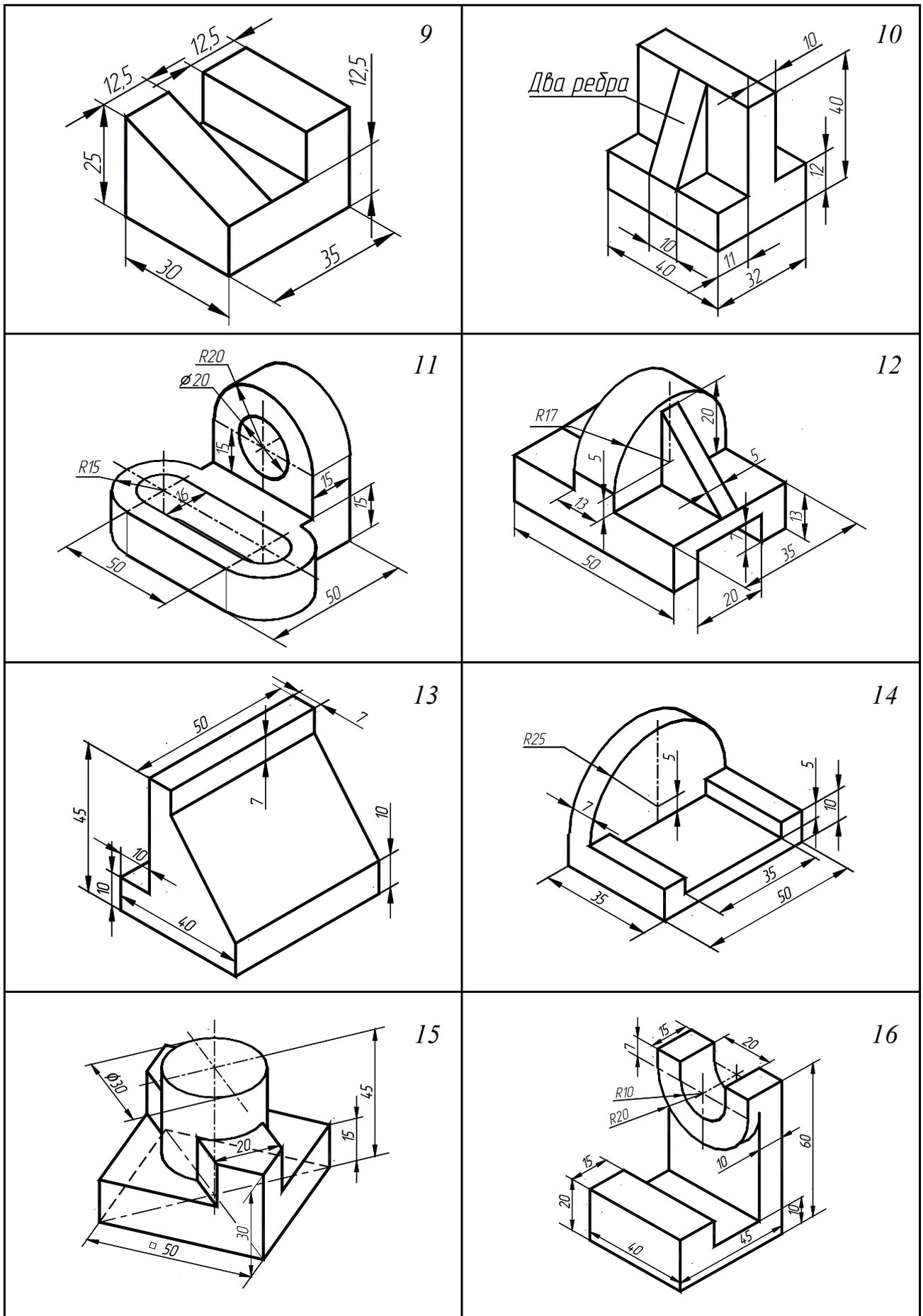


Рис. 4.13. Окончание

### 4.4. Лабораторная работа №3 РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ (Пример выполнения приведен на рис. 4.17)

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

**Задание.** Выполнить по вариантам на четырех листах формата А4.

**Упражнение 24.** Построить по вариантам табл. 4.2 рабочие чертежи типовых деталей (рис. 4.18 – 4.27, табл. 4.3 – 4.12). Перенести чертежи в форматную рамку с основной надписью.

Получить изображения на четырех листах формата А4 на принтере.

#### Последовательность выполнения задания на компьютере

Рассмотрим создание чертежа корпуса по рис. 4.14, табл. 4.1.

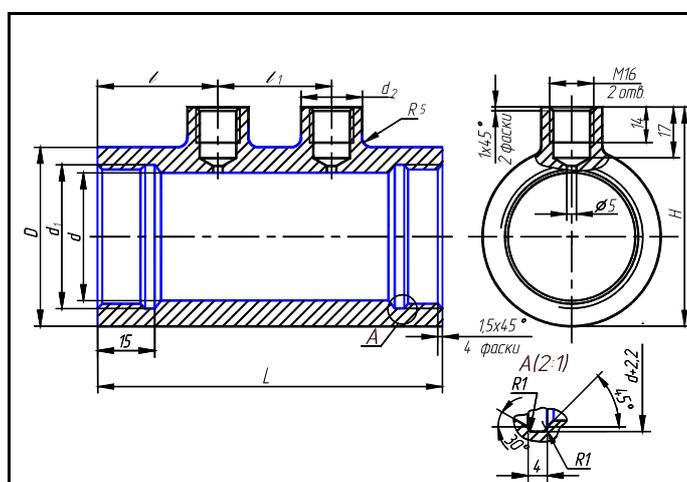


Рис. 4.14

#### 4.1. Корпус (рис. 4.14)

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.
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*.

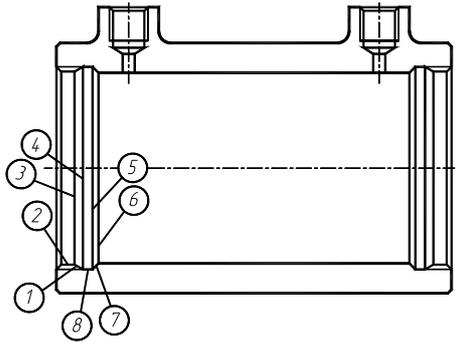


Рис. 4.15

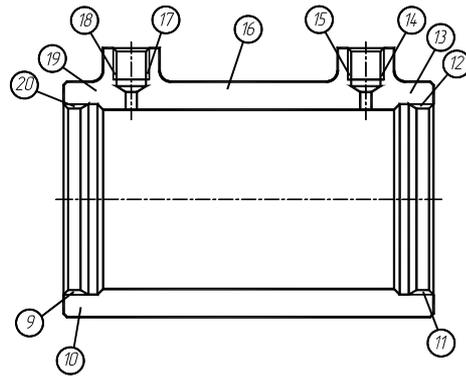


Рис. 4.16

### 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. 4.15). Нажмите клавишу *ENTER*. После появления запроса *Определите базовую точку или перемещение или [Несколько]* укажите, например, точку **9** (рис. 4.16). 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** материал по самоучителю [4, с. 66 – 78, 156 – 186, 188 – 218].

### Ответить на вопросы:

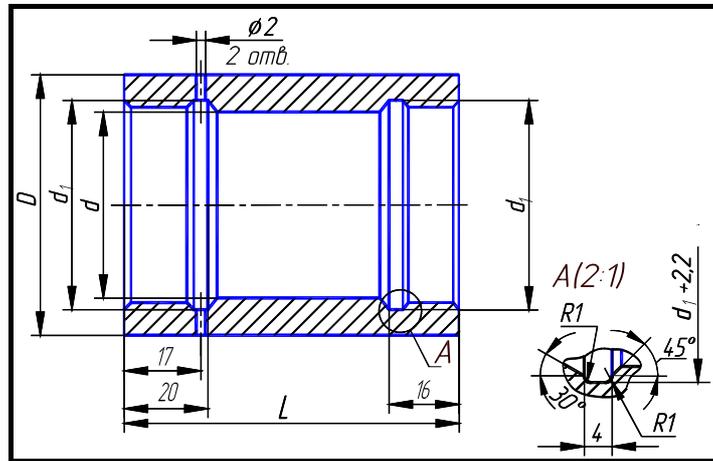
1. Как устанавливаются параметры размерного стиля ЕСКД?

2. В каком подменю находятся команды простановки размеров, в частности команды простановки линейных размеров?
3. Какая команда обеспечивает простановку углового размера?
4. Как проставить диаметральный размер?
5. Как проставить символ  $\varnothing$  в различных стилях?
6. Как редактируются объекты с помощью ручек?
7. Какой вопрос присутствует во всех командах редактирования?
8. Какие способы выбора объектов вы знаете?
9. Какая команда обеспечивает перенос набора объектов?
10. Как осуществить копирование набора объектов? Можно ли создать несколько копий?
11. Как построить симметричное изображение? Как сохранить первоначальное изображение?
12. Как можно удалить часть примитива? Как проставить точки разрыва?
13. Какая команда изменяет габариты чертежа?
14. Какая команда позволяет создать набор регулярно расположенных объектов?



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**

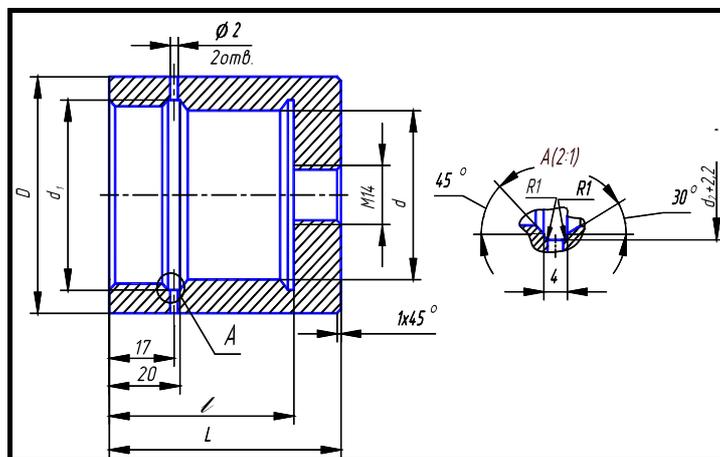


**Рис. 4.18**

**4.3. Корпус (рис. 4.18)**

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 40Х ГОСТ 4543–71.



**Рис. 4.19**

#### 4.4. Корпус (рис. 4.19)

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.

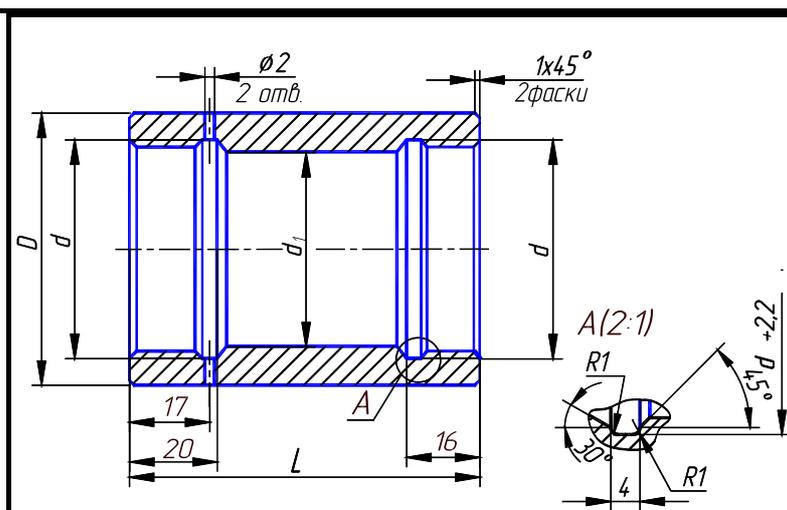


Рис. 4.20

#### 4.5. Корпус (рис. 4.20)

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.

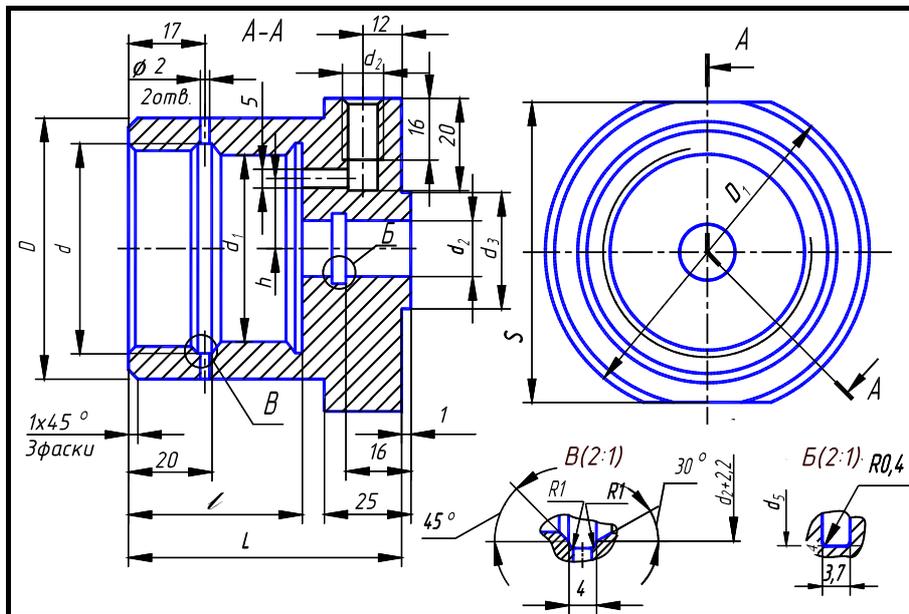


Рис. 4.21

4.6. Корпус (рис. 4.21)

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

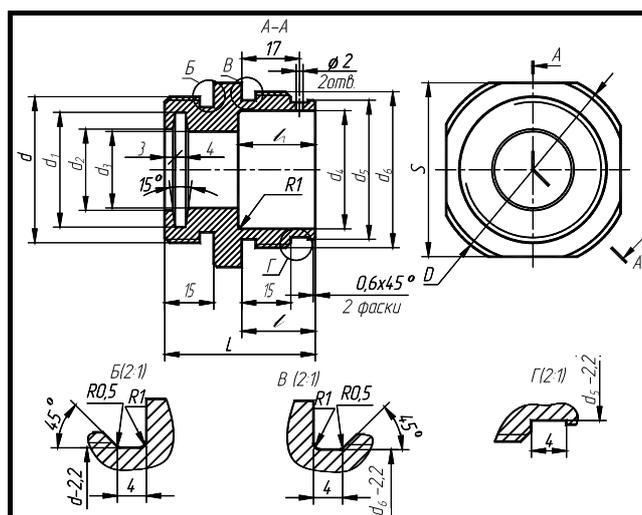


Рис. 4.22

4.7. Крышка (рис. 4.22)

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.

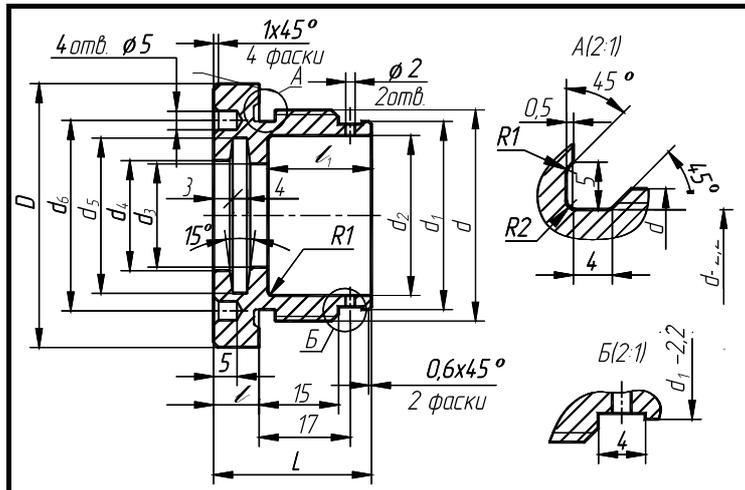


Рис. 4.23

#### 4.8. Крышка (рис. 4.23)

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

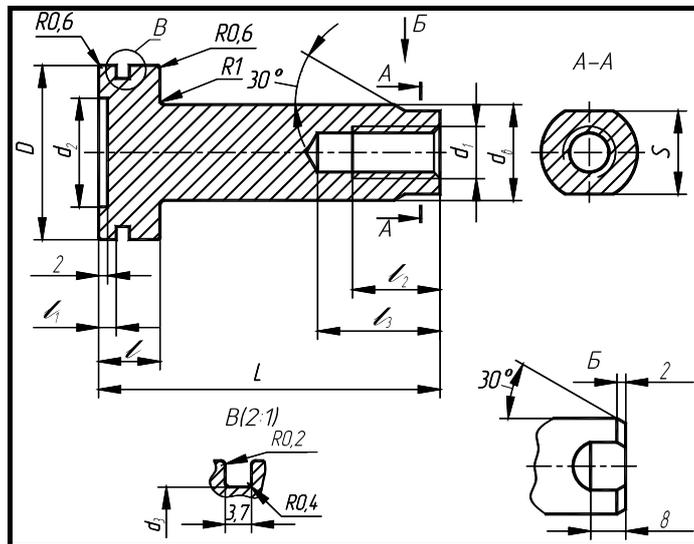


Рис. 4.24

4.9. Поршень (рис. 4.24)

Обозначение детали	$D$	$L$	$d_e$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$l$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$S$
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.

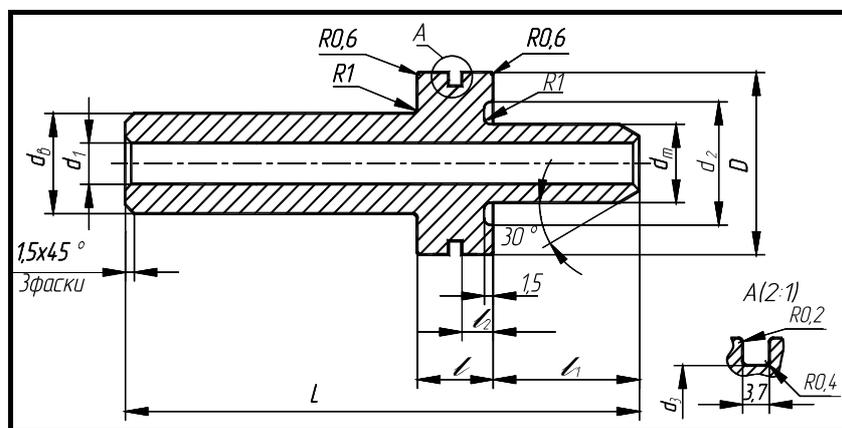


Рис. 4.25

4.10. Поршень (рис. 4.25)

Обозначение детали	$D$	$L$	$d_B$	$d_1$	$d_{ш}$	$d_2$	$d_3$	$l$	$l_1$	$l_2$
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

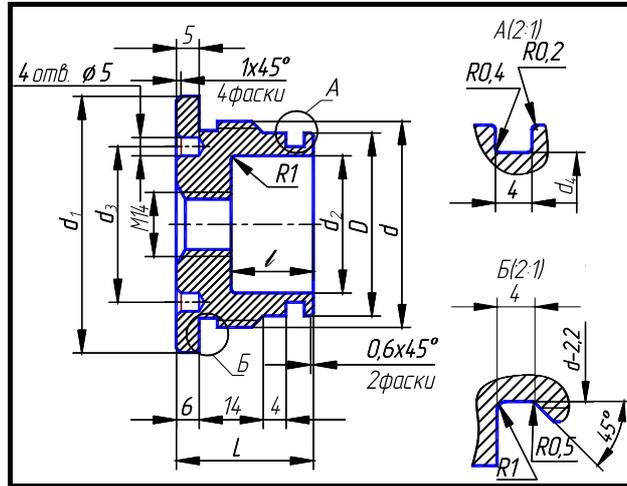


Рис. 4.26

### 4.11. Крышка задняя (рис. 4.26)

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 40Х ГОСТ 4543–71.

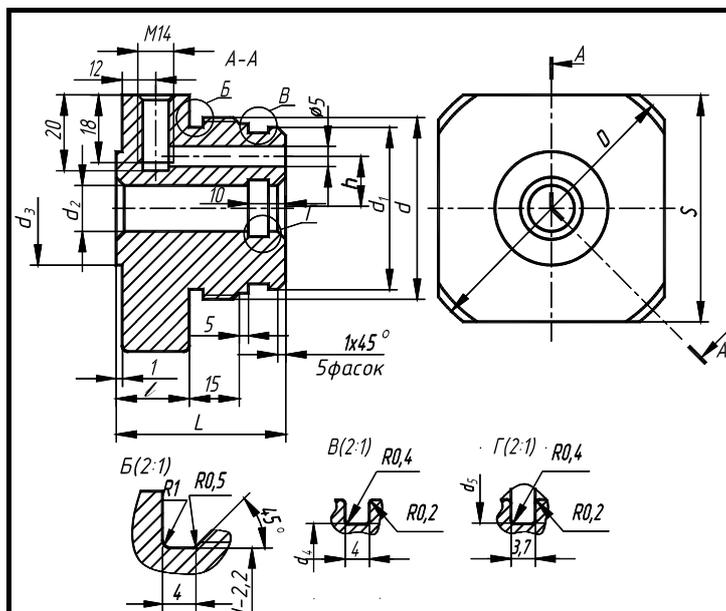


Рис. 4.27

#### 4.12. Крышка задняя (рис. 4.27)

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.

### 4.5. Лабораторная работа № 4 СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ ИЗДЕЛИЯ. СПЕЦИФИКАЦИЯ

(Примеры выполнения приведены на рис. 4.29, 4.30)

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

**Задание.** Выполнить по вариантам на двух листах формата А4.

**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. 4.31 – 4.34) по чертежам деталей из заданий ЛР № 3.

Получить сборочный чертеж и спецификацию на принтере на двух листах формата А4.

#### Последовательность выполнения задания на компьютере

Рассмотрим создание сборочного чертежа гидроцилиндра (рис. 4.28) по рабочим чертежам деталей, полученным при выполнении заданий к ЛР № 3. Гидроцилиндры и пневмоци-

линдр применяются в качестве зажимных устройств. Они обеспечивают дистанционное регулирование и контроль зажимного усилия. Под давлением рабочей жидкости (сжатого воздуха), поступающей под поршень гидроцилиндра 3 в отверстие А трубопровода 3, шток перемещается и зажимное устройство фиксирует заготовку 2. 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. 4.31 – 4.34) 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).

**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. 4.29). 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. 4.30). Попробуйте правильно

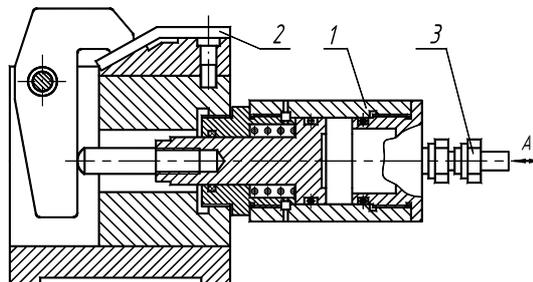
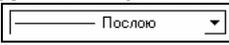


Рис. 4.28

спланировать свою работу. От того насколько рационально вы это сделаете, зависят 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 поворота. 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 обозначение позиций деталей.

**Проработать** материал по самоучителю [4, с. 66 – 78, 156 – 186, 188 – 218].

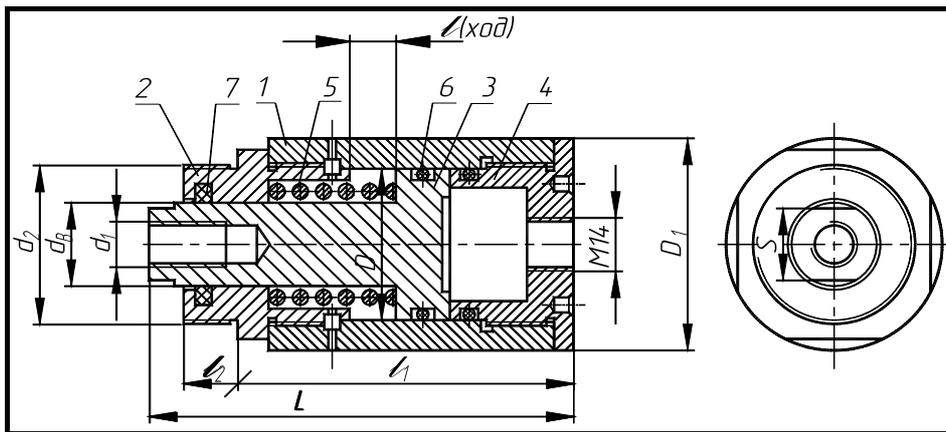
## Ответить на вопросы:

12. Каково назначение и как используются слои AutoCAD?
13. Какие команды редактирования чертежа Вы знаете?
14. Как устанавливается нужный тип линии?
15. Какая команда позволяет штриховать область?
16. Как выбрать шаблон штриховки?
17. Как выбрать область штриховки?

18. Какие типы штриховок вы знаете?
19. Какие команды рисования текста вы знаете, чем они отличаются?
20. Что такое стиль текста и как его можно изменить?
21. Как устанавливаются параметры размерного стиля?
22. В каком подменю находятся команды простановки размеров, в частности команды простановки линейных размеров?

## Варианты индивидуальных заданий к лабораторной работе № 4

### ГИДРОЦИЛИНДР



**Рис. 4.31**

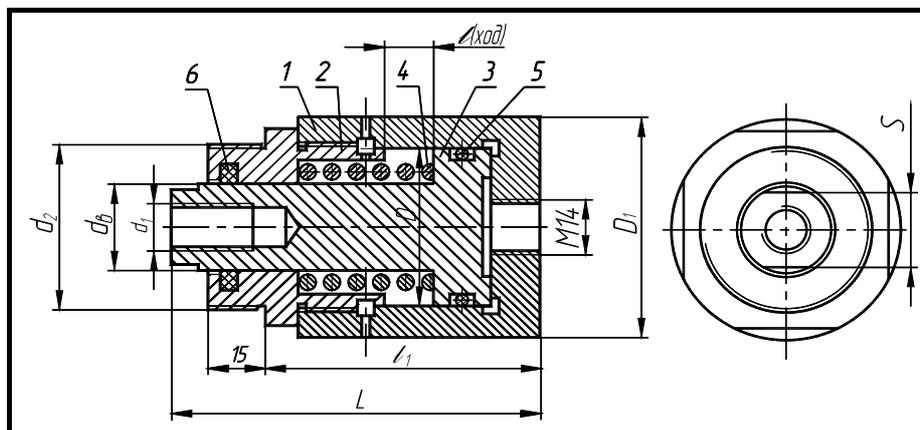
*l* – корпус (рис. 4.18, табл. 4.3); 2 – крышка (рис. 4.22, табл. 4.7); 3 – поршень (рис. 4.24, табл. 4.9);

4 – крышка задняя (рис. 4.26, 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. 4.31)

№ варианта	$D$	$d_{в}$	$d_1$	$d_2$	$D_1$	$L$	$l$	$l_1$	$S$	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



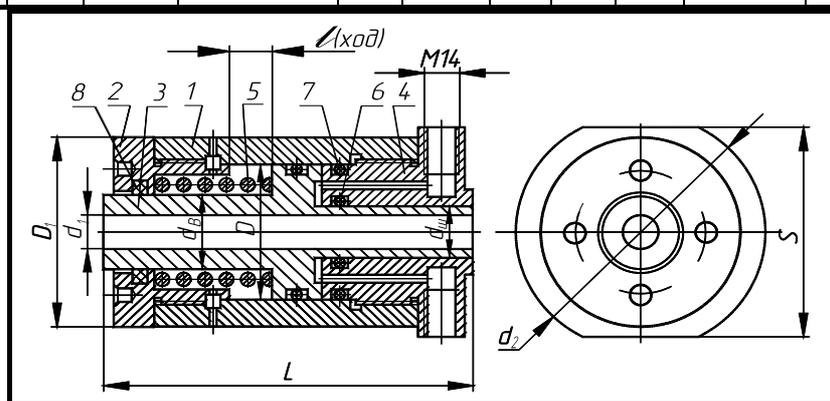
**Рис. 4.32**

*l* – корпус (рис. 4.19, табл. 4.4); 2 – крышка (рис. 4.22, табл. 4.7); 3 – поршень (рис. 4.24, 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. 4.32)

№ варианта	<i>D</i>	<i>d<sub>B</sub></i>	<i>d<sub>1</sub></i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l<sub>1</sub></i>	<i>S</i>	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. 4.33**

*l* – корпус (рис. 4.20, табл. 4.5); 2 – крышка (рис. 4.23, табл. 4.8); 3 – поршень (рис. 4.25, табл. 4.10);

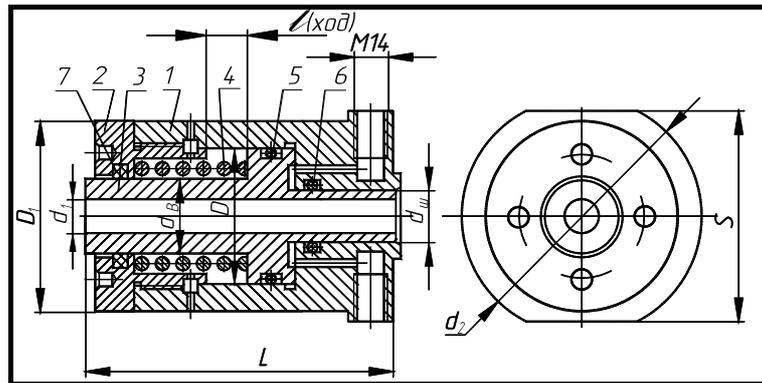
4 – крышка задняя (рис. 4.27, табл. 4.12); 5 – пружина (табл. 4.17); 6, 7 – кольцо по ГОСТ 9833–73 (табл. 4.18);

8 – кольцо СП по ГОСТ 6418–81 (табл. 4.19)

#### 4.15. Гидроцилиндр (рис. 4.33)

№ вари-	<i>D</i>	<i>d<sub>ш</sub></i>	<i>d<sub>B</sub></i>	<i>d<sub>1</sub></i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>S</i>	Детали (№ позиции)
---------	----------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------	----------	----------	--------------------

анта										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



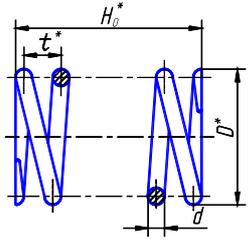
**Рис. 4.34**

*l* – корпус (рис. 4.21, табл. 4.6); 2 – крышка (рис. 4.23, табл. 4.8); 3 – поршень (рис. 4.25, 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. 4.34)

№ вари- анта	<i>D</i>	<i>d</i> <sub>ш</sub>	<i>d</i> <sub>В</sub>	<i>d</i> <sub>1</sub>	<i>d</i> <sub>2</sub>	<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>S</i>	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.

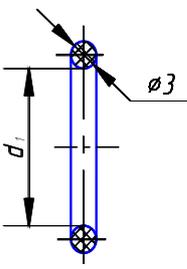
Направление навивки пружины – правое.

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

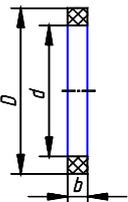
(форма и размеры)

	<i>Диаметр цилиндра D, мм</i>	Диаметр штока $d_{ш}$ , мм	Обозначение типоразмера кольца	$d_1$ , мм
		20	020-025-30	19,5
		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.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.О. Гордона и Ю.Б. Иванова. – 25 изд., стер. – М.: Высшая школа, 2003. – 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. – 2 изд., перераб. – М.: Высшая школа; Изд. центр «Академия», 2001. – 493 с.
4. Соколова Т.Ю. AutoCAD 2005 для студентов. Популярный самоучитель. – СПб.: Питер, 2005. – 320 с.
5. Нартова Л.С., Якунин В.И. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Дрофа, 2003. – 208 с.
6. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение: Учебник для студентов вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Гуманит. изд. центр «ВЛАДОС», 2005. – 471 с.
7. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учебник для немашиностр. спец. вузов. – 6-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2004. – 365 с.
8. Чекмарев А.А. Задачи и задания по инженерной графике: Учебник пособие для студентов техн. спец. вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 128 с.
9. Чекмарев А.А., Верховский А.В., Пузиков А.А. Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика: Программа, контр. задания и метод. указания для студентов-заочников инж.-техн. и пед. спец. вузов. / Под ред. А.А. Чекмарева. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2001. – 154 с.
10. ЕСКД. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 335 с.
11. ЕСКД. Общие правила оформления чертежей. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 240 с.
12. Барканова Д.С. Введение в логику ЕСКД в курсе инженерной графики. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 168 с.
13. СТП ТГТУ 07–97. Стандарт предприятия: Проекты (работы) дипломные и курсовые. Правила оформления. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – 40 с.
14. Фролов С.А. Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
15. Власов М.П. Инженерная графика. – М.: Машиностроение, 1979. – 278 с.
16. Машиностроительное черчение / Под ред. Г.П. Вяткина. – М.: Машиностроение, 1985.

– 304 с.

17. Годик Е.М., Хаскин А.М. Справочное руководство по черчению. – М.: Машиностроение, 1974. – 696 с.

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

19. Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю., Шандурина Г.Ф. Инженерная и компьютерная графика.

2-е изд., перераб. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 592 с.

20. Ткачев Д.А. AutoCAD 2005. Самоучитель. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа ВНУ, 2005. – 462 с.

21. Полищук Н.Н., Савельева В.А. Самоучитель AutoCAD 2005. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 656 с.

22. 3D-технология построения чертежа. AutoCAD: Учеб. пособие. / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, Е.П. Дубовикова; Под ред. А.Л. Хейфеца. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 79 с.

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

24. Иванов Ю.Б. Атлас чертежей общих видов для детализования. В 4 ч.: Учеб. пособие для вузов. / Под ред. А.А. Чекмарева. – 3-е изд., испр. – Ч. 1: Технологические приспособления для обработки деталей машин и приборов. – М.: Высшая школа, 2000. – 102 с.

Упражнение 1. Линии чертежа по ГОСТ 2.303-68

1		S	Сплошная основная (видимый контур)
2		от S/3 до S/2	Сплошная тонкая (построения, связи)
3		от S/3 до S/2	Сплошная волнистая (обрывы)
4		от S/3 до S/2	Штриховая (невидимый контур)
5		от S/3 до S/2	Штрихпунктирная (центровые, осевые)
6		от S до 1,5S	Разомкнутая (сечения)

Упражнение 2. Шрифты чертежные ГОСТ 2.304-81

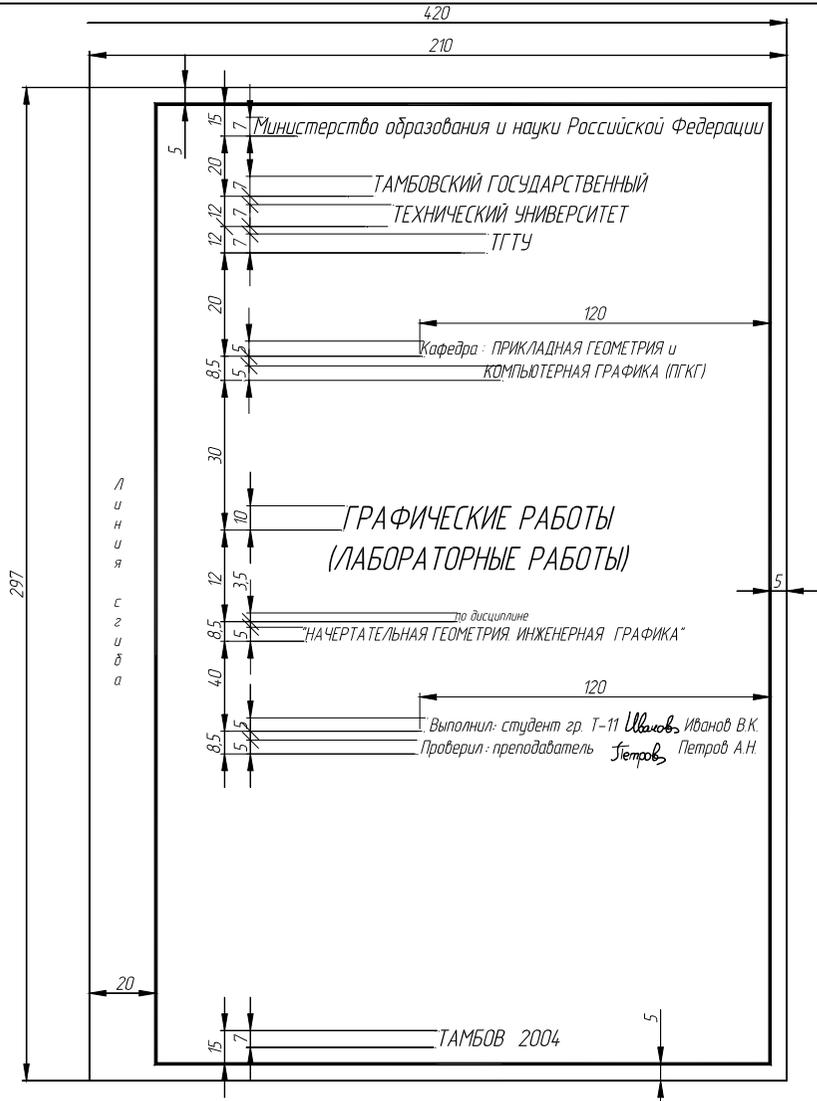
Шрифт № 10 типа Б (с наклоном 75°)

А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С  
 Т У Ф Х Ц Ч Щ Ъ Ы Э Ю Я  
 Ø № 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
 а б в г д е ж з и к л м н о п р с т у  
 ф х ц ч ш щ ъ ы э ю я

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Иванов			
Провер.	Петров			

Стандарты  
чертежа

Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов	



**Рис. 2.1. Образец выполнения ГР № 1 (часть 1, упражнения 1, 2)**

**Рис. 2.2. Титульный лист (упражнение 3)**

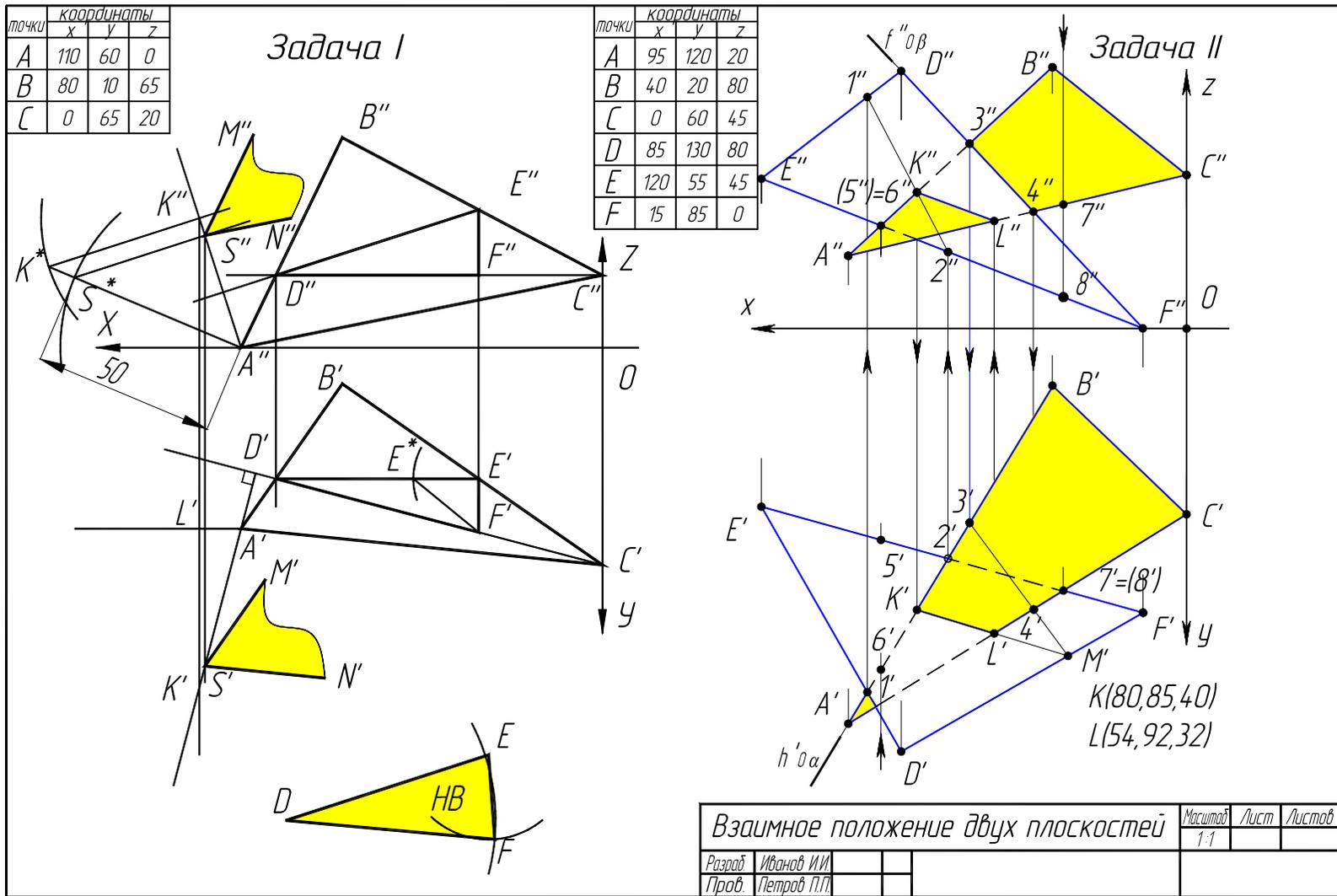


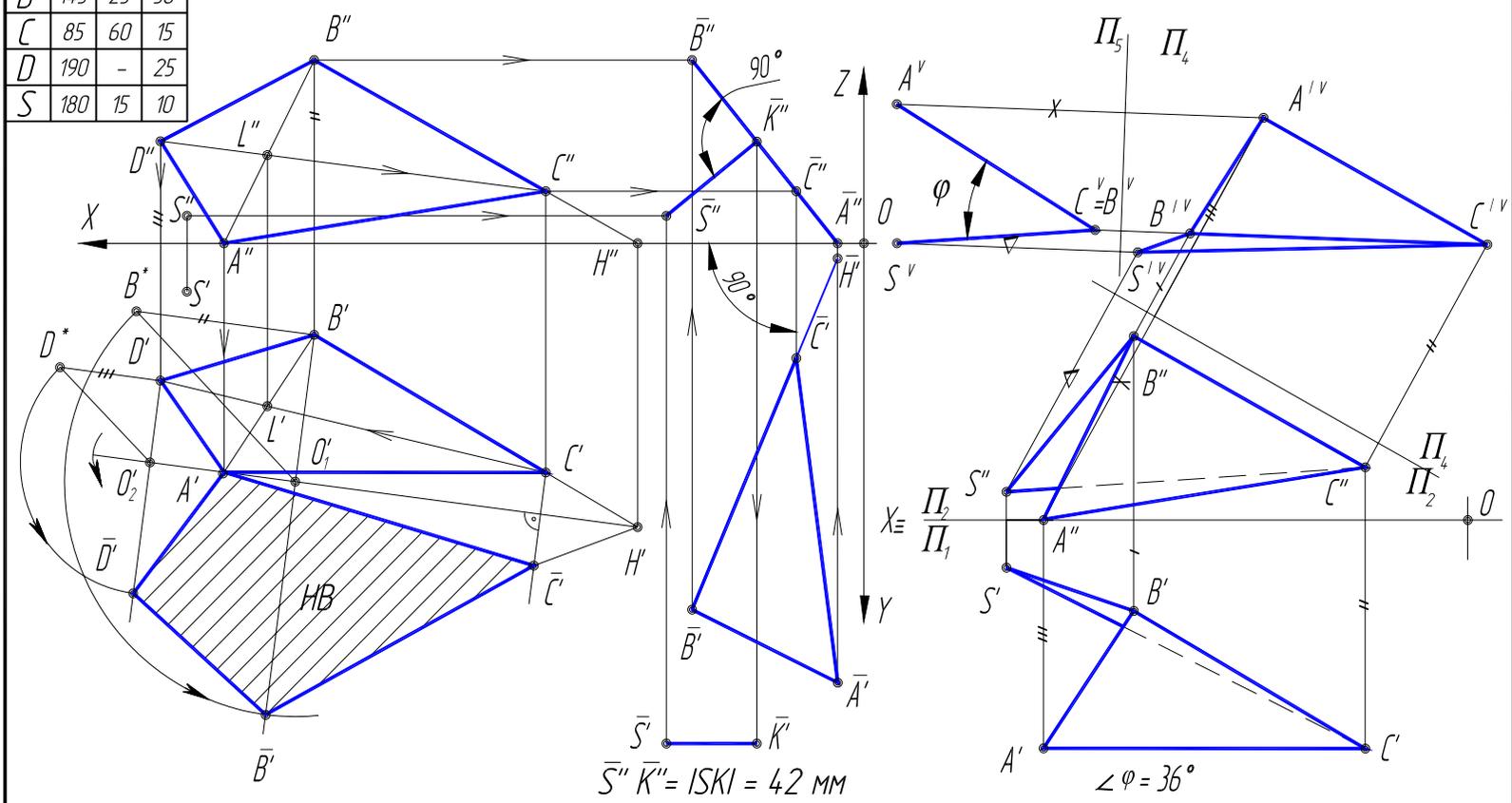
Рис. 2.3. Образец выполнения ГР № 1 (часть 2)

точки	координаты		
	x	y	z
A	175	60	0
B	145	25	50
C	85	60	15
D	190	-	25
S	180	15	10

Задача III

Задача IV

Задача V



Способы преобразования чертежа		Масштаб	Лист	Листов
Разраб.	Иванов ИИ	1:1		
Проб.	Петров ПП			

Рис. 2.4. Образец выполнения ГР № 2

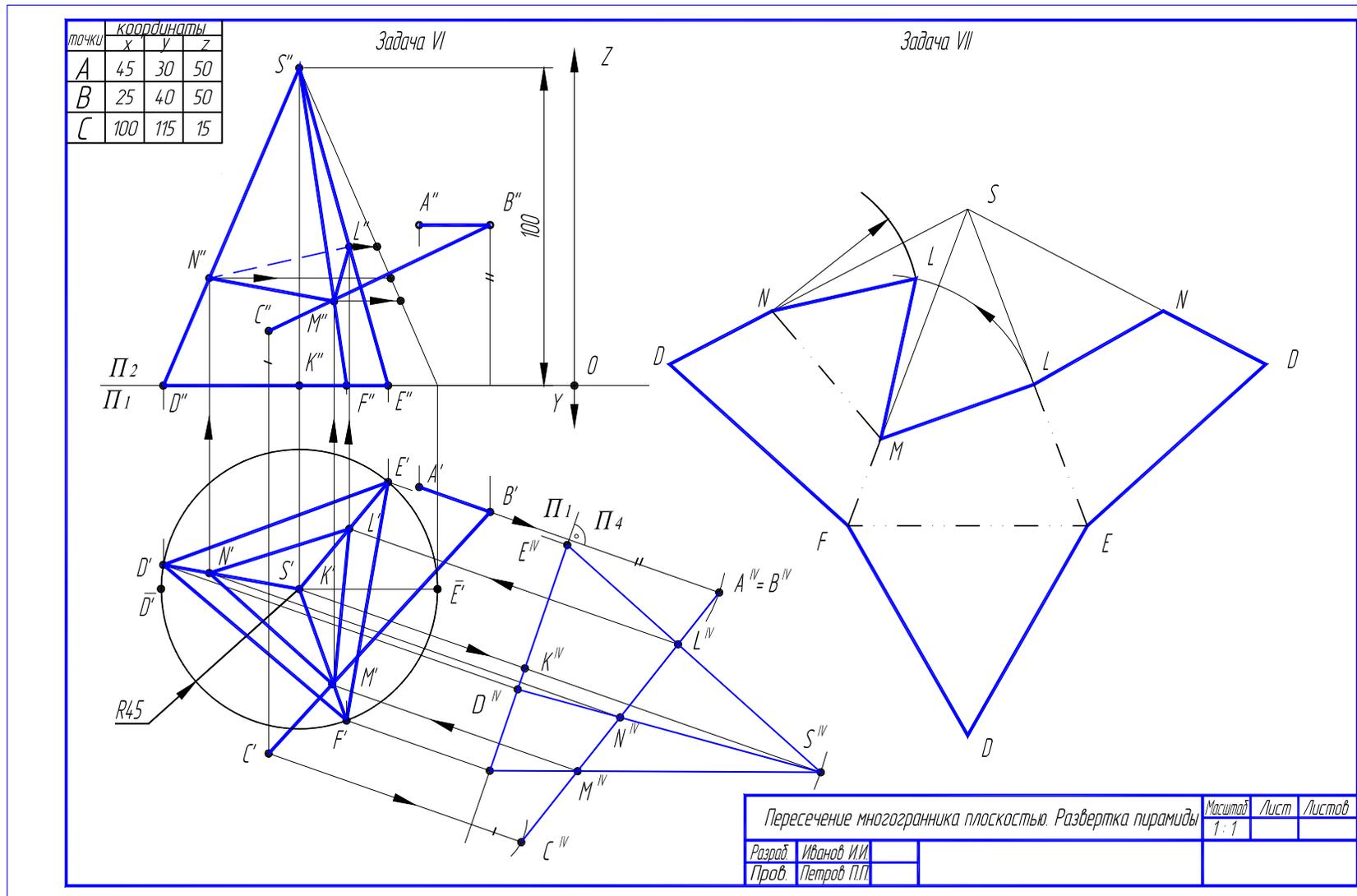
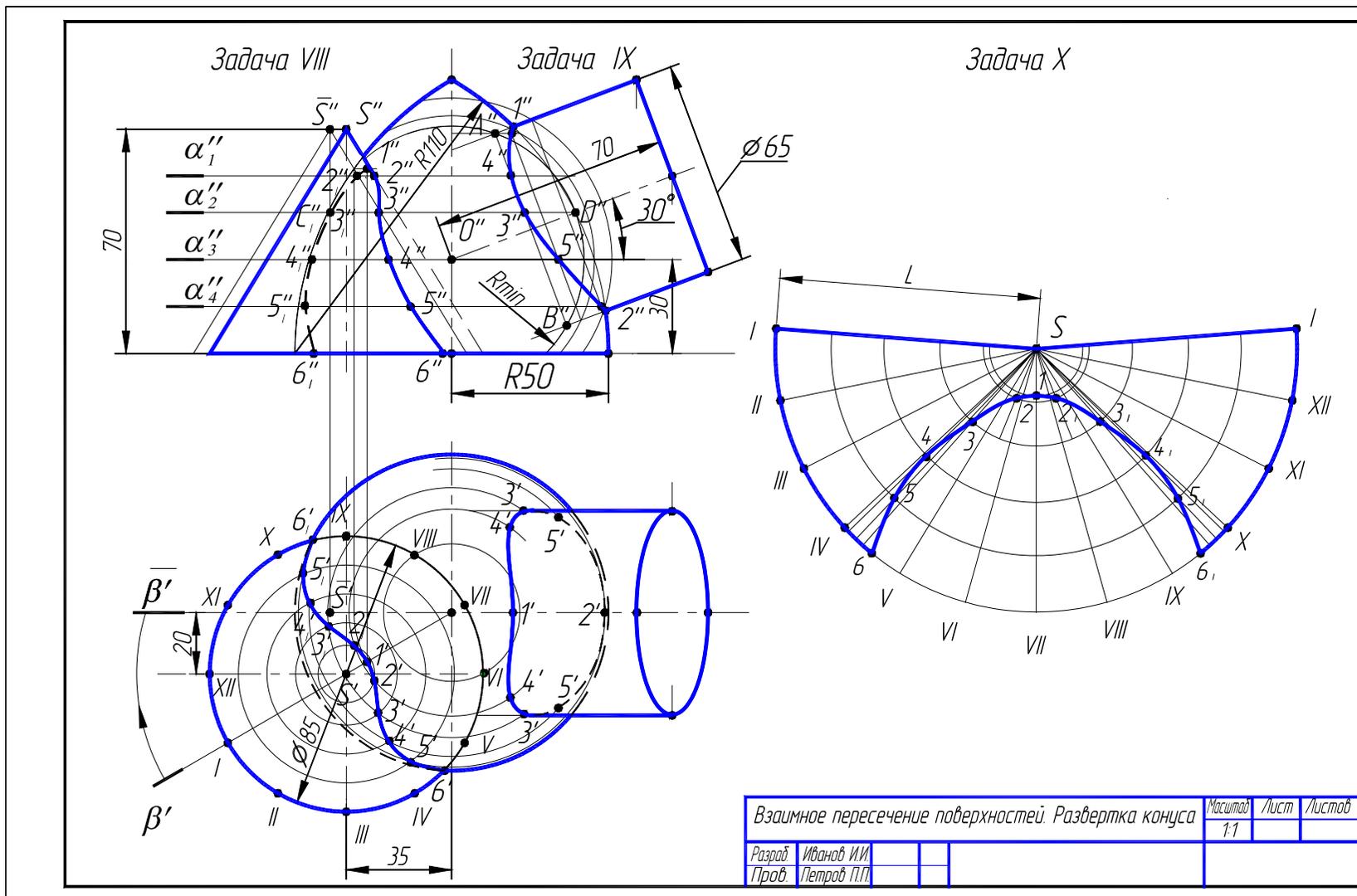
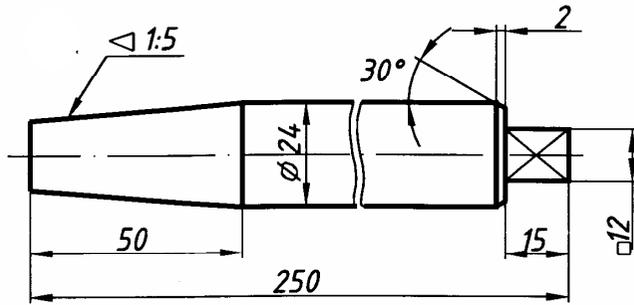


Рис. 2.5. Образец выполнения ГР № 3 (часть 1)

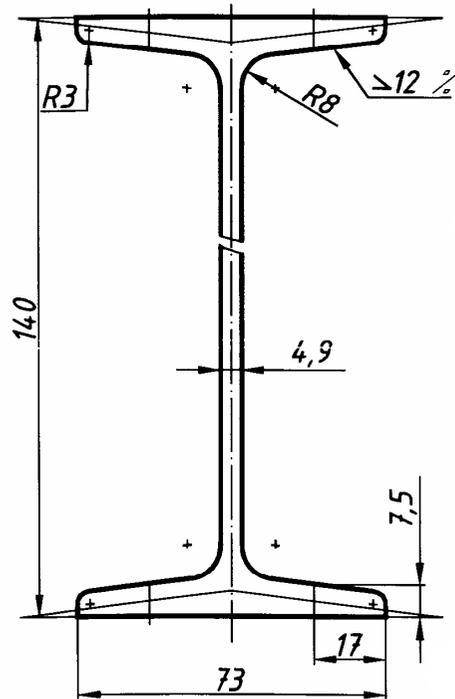


**Рис.2.6. Образец выполнения ГР № 3 (часть 2)**

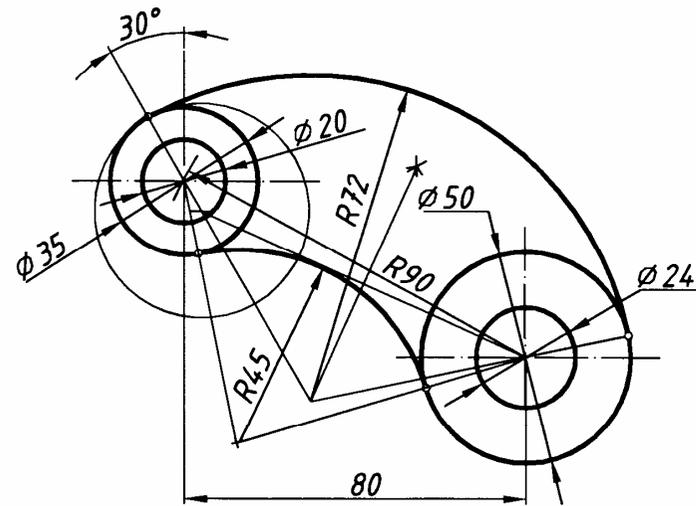
4. Валик



5. Балка двутавровая №14 ГОСТ 8239-89

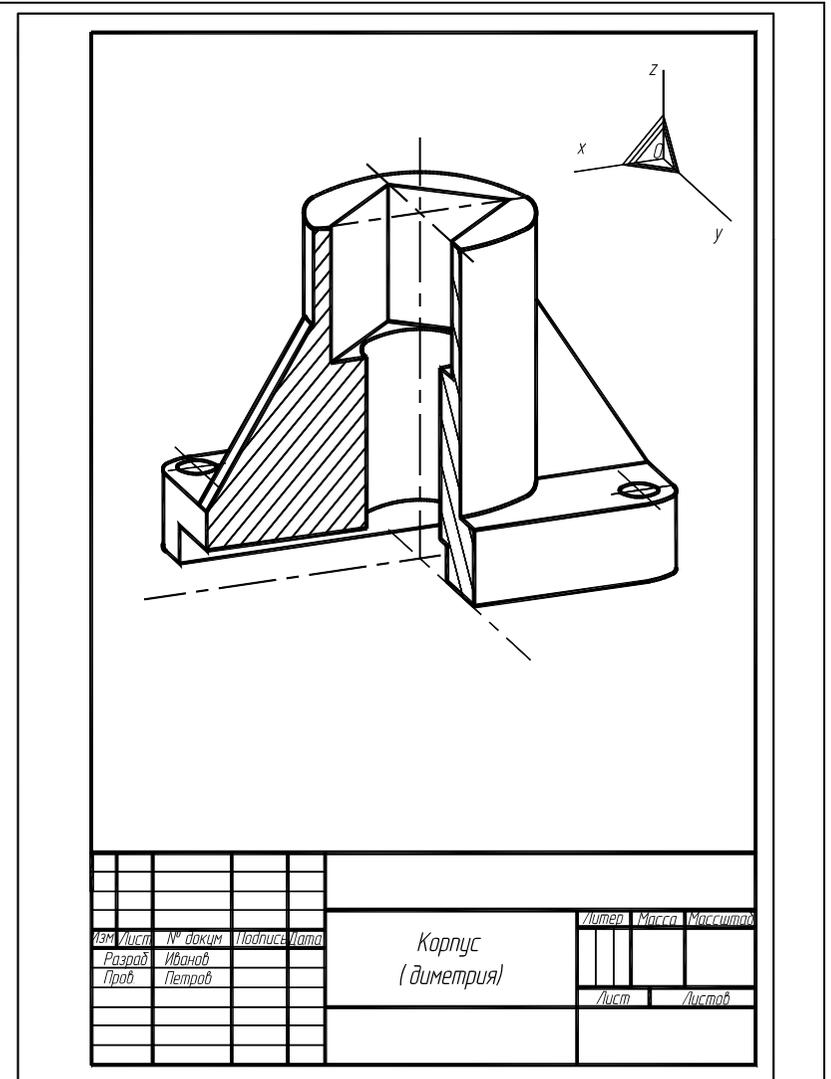
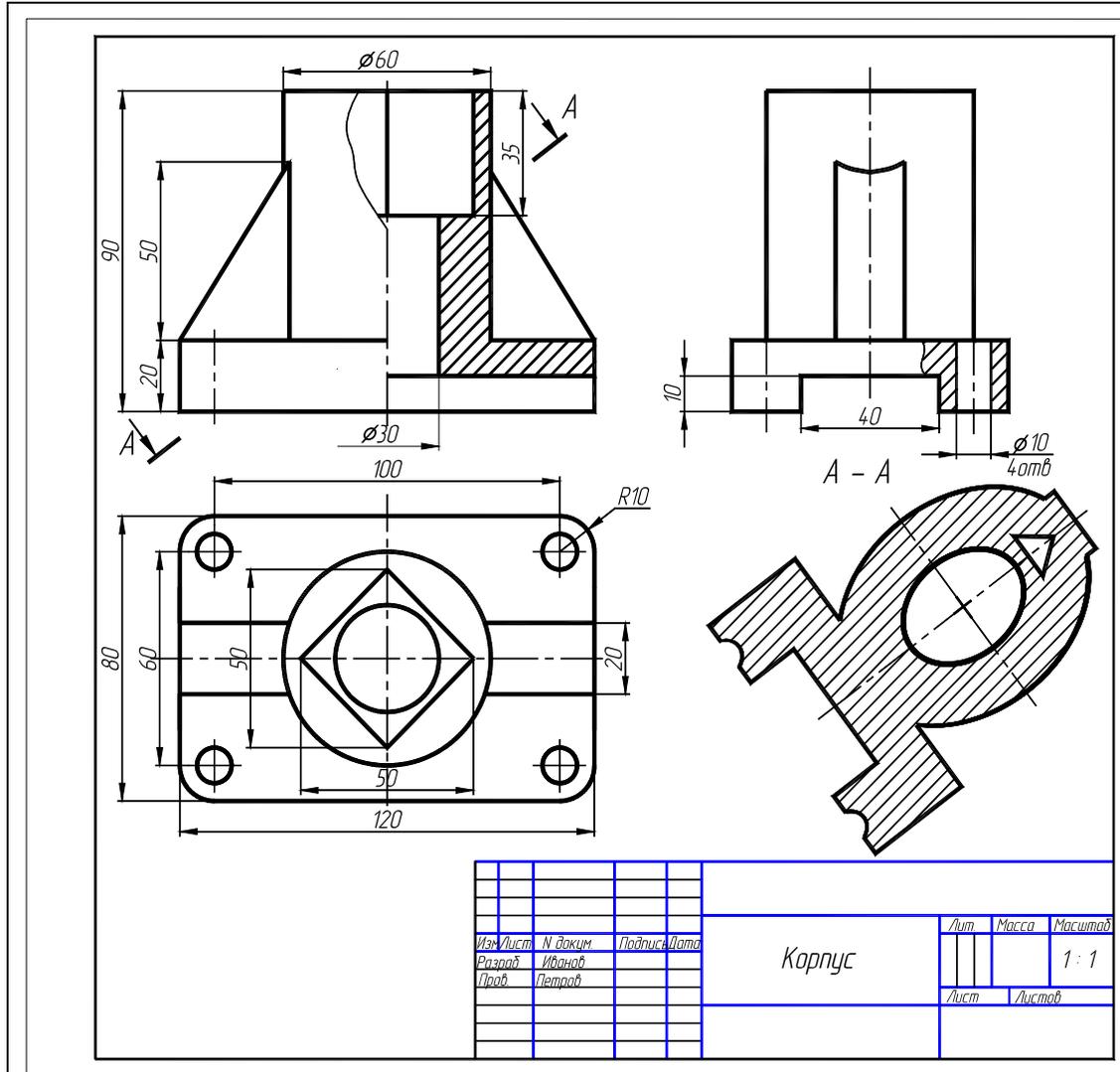


6. Сопряжение



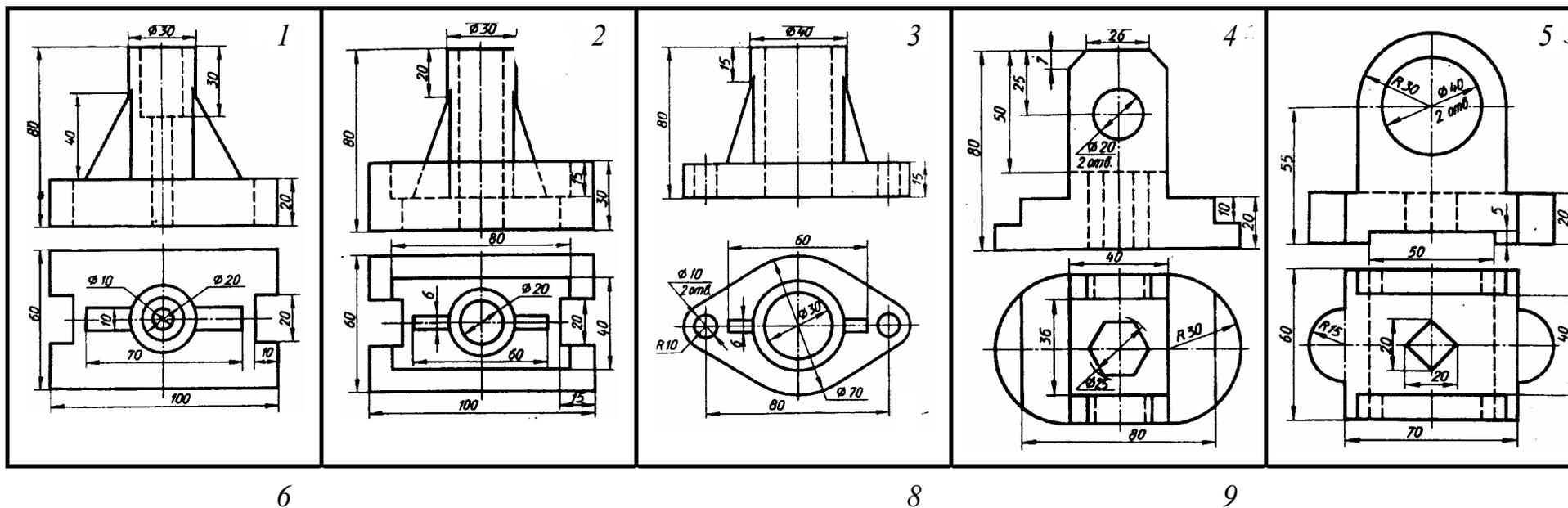
Изм.	Лист	Исполн.	Подп.	Дата	Геометрическое черчение	Литер	Масса	Масштаб	
		Иванов							1:1
		Петров							
						Лист	Листов		

Рис. 3.12. Образец выполнения ГР № 4 (упражнения 4 – 6)



Варианты индивидуальных заданий к графической работе № 5

Данные для упражнения 7



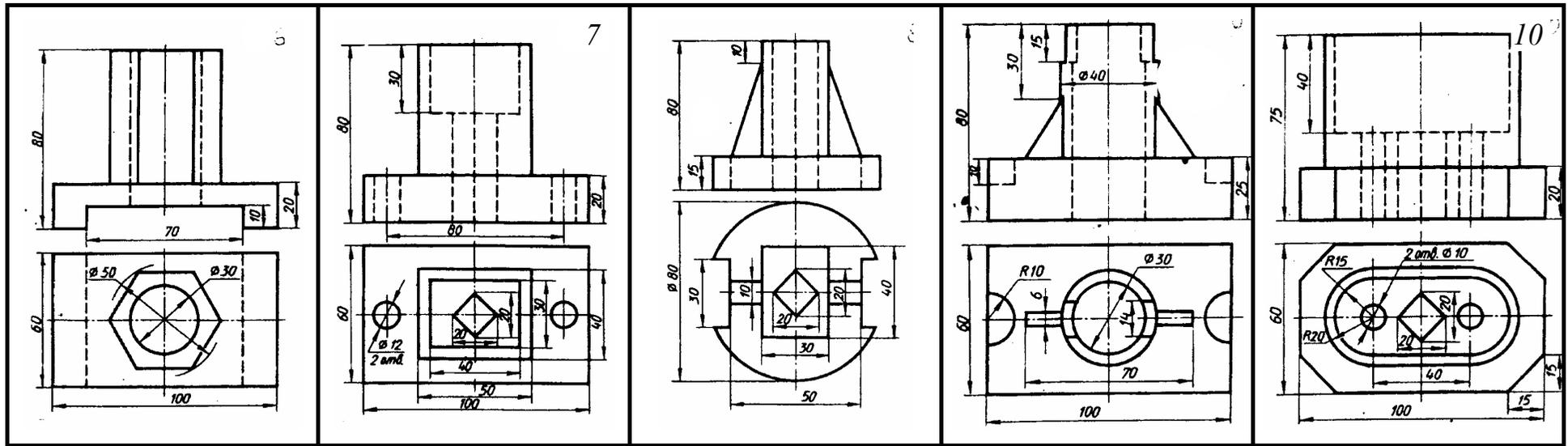
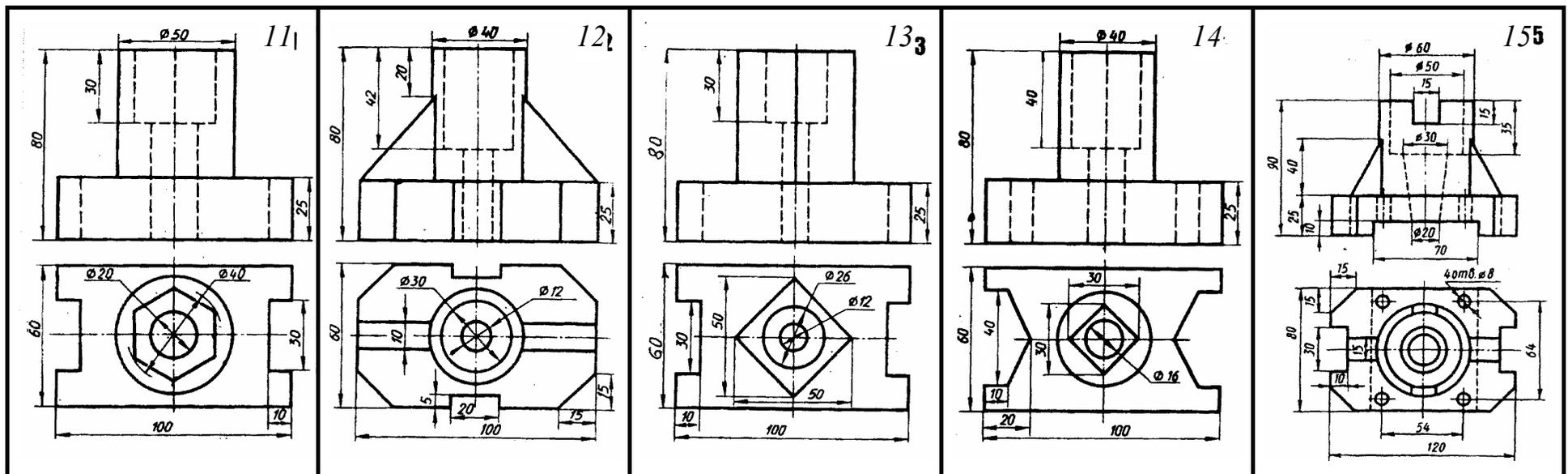


Рис. 3.25



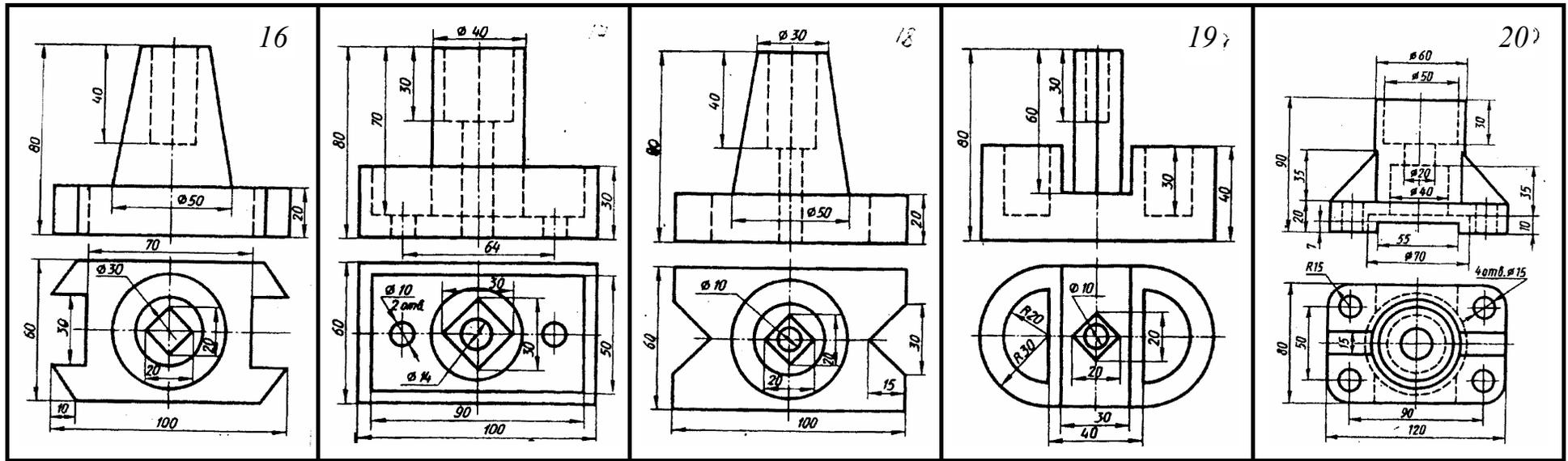


Рис. 3.25. Продолжение

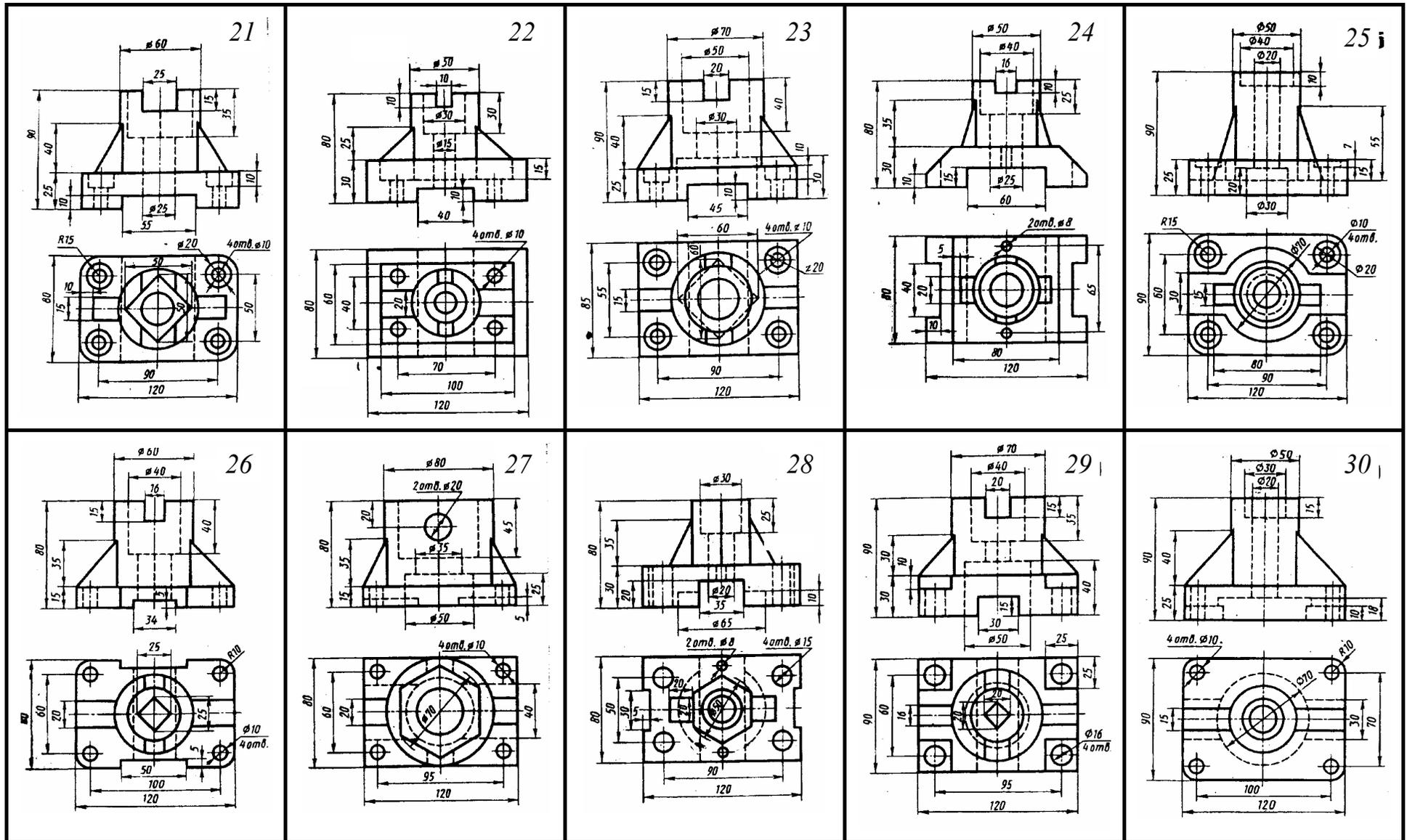


Рис. 3.25. Окончание

Варианты индивидуальных заданий ГР № 6

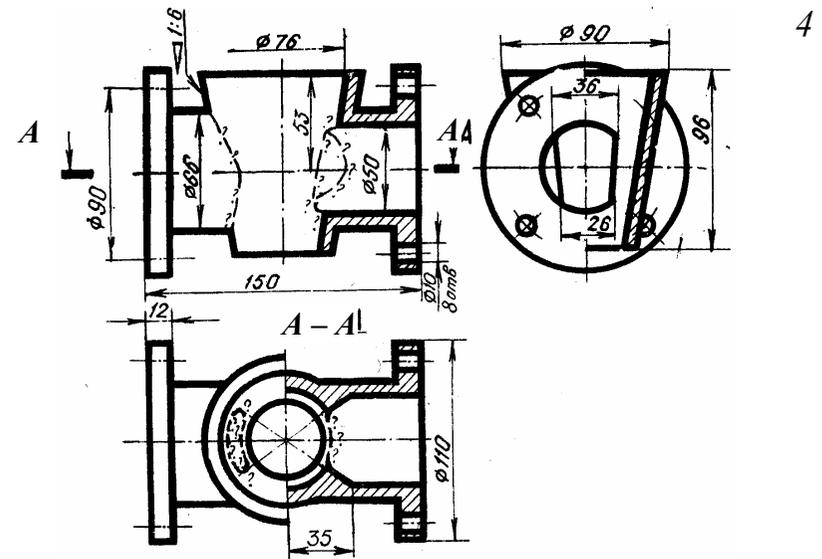
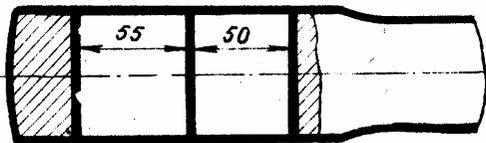
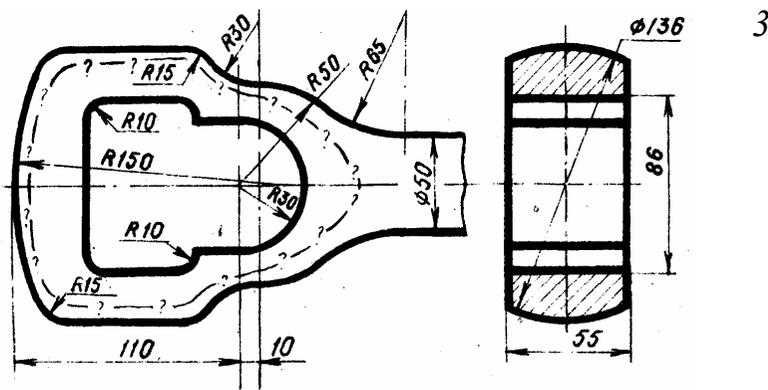
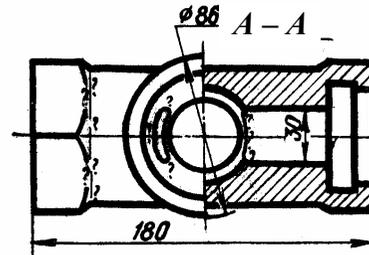
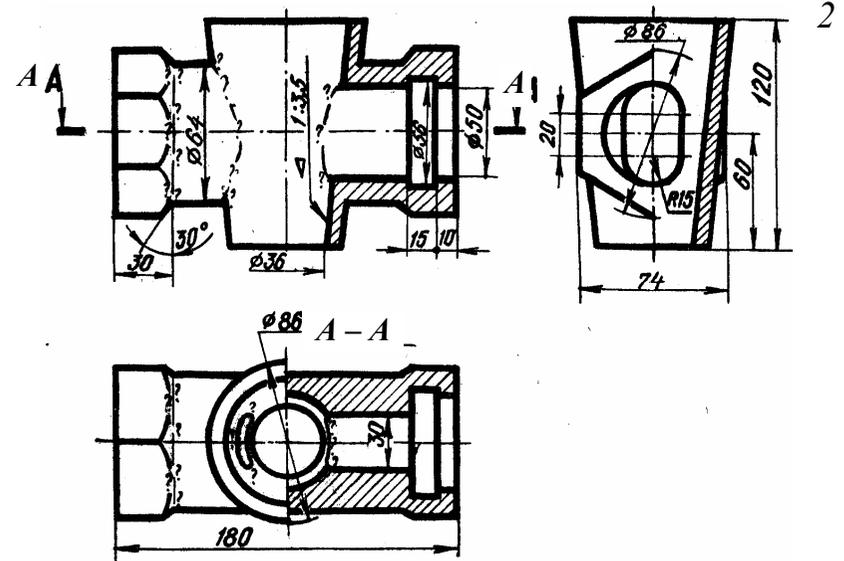
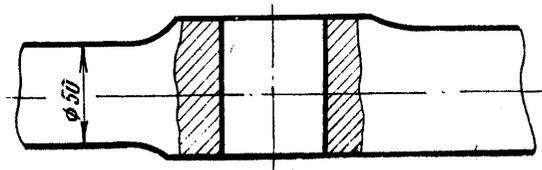
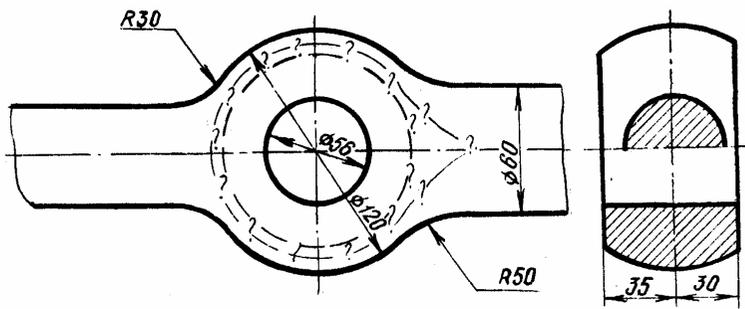
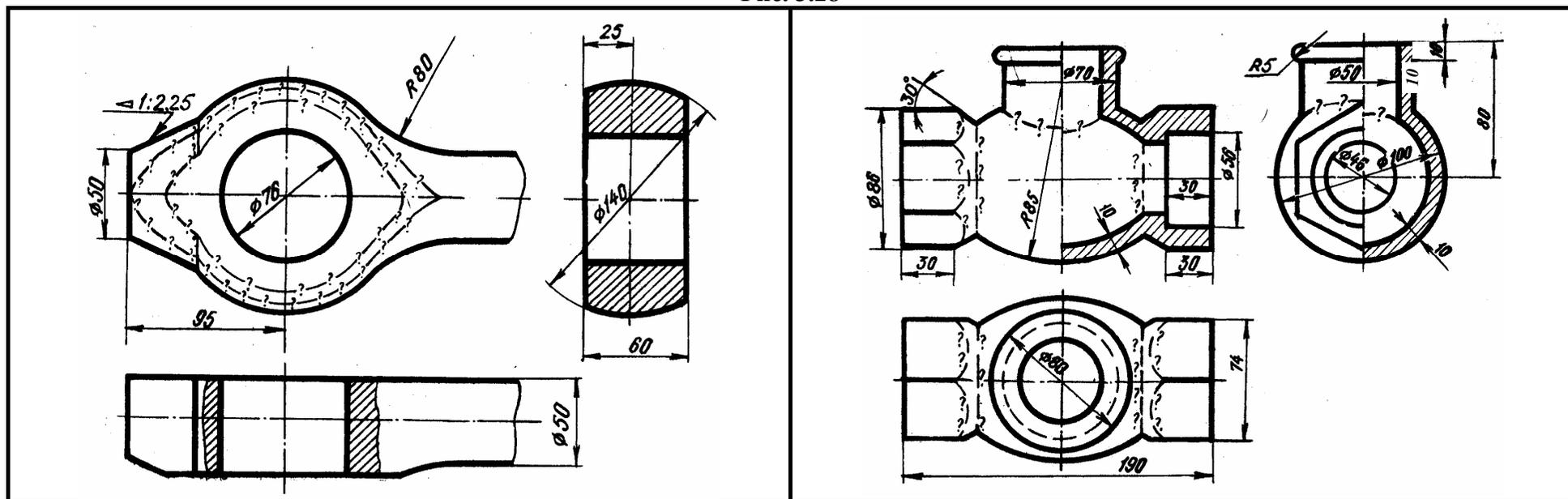


Рис. 3.28



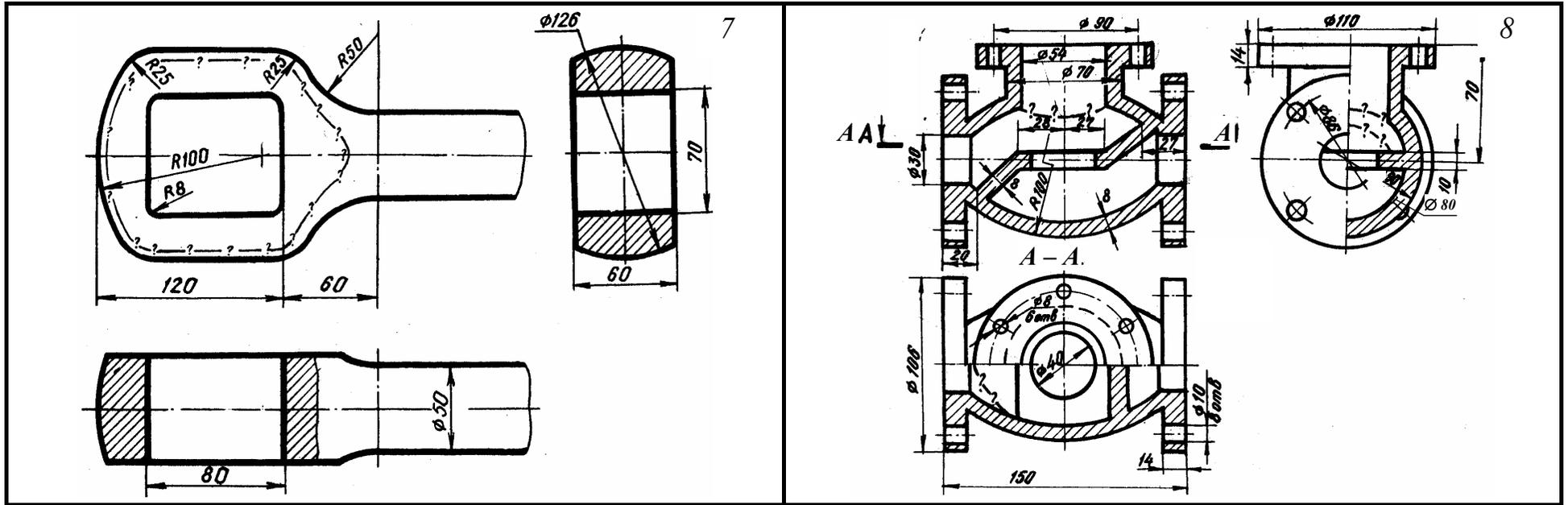
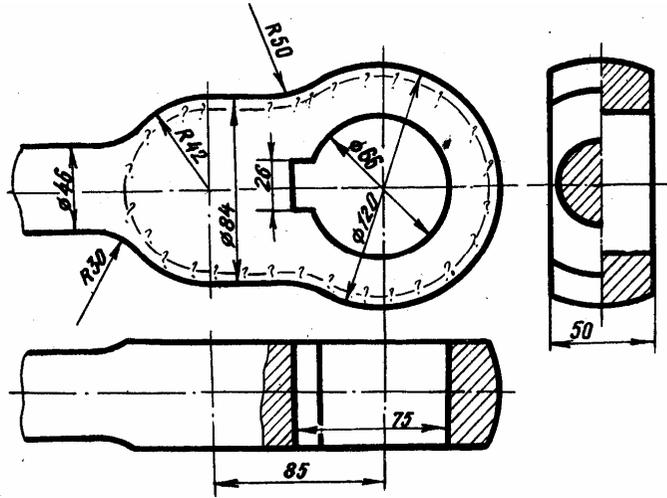
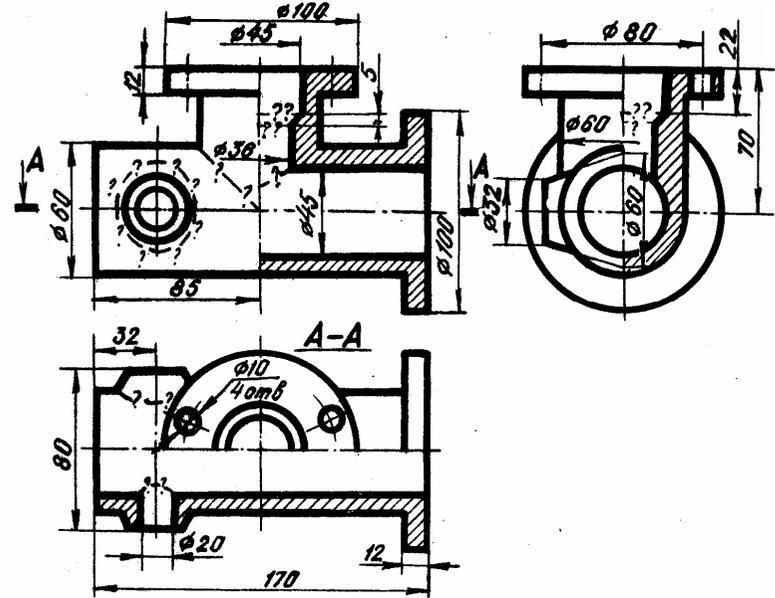


Рис. 3.28. Продолжение

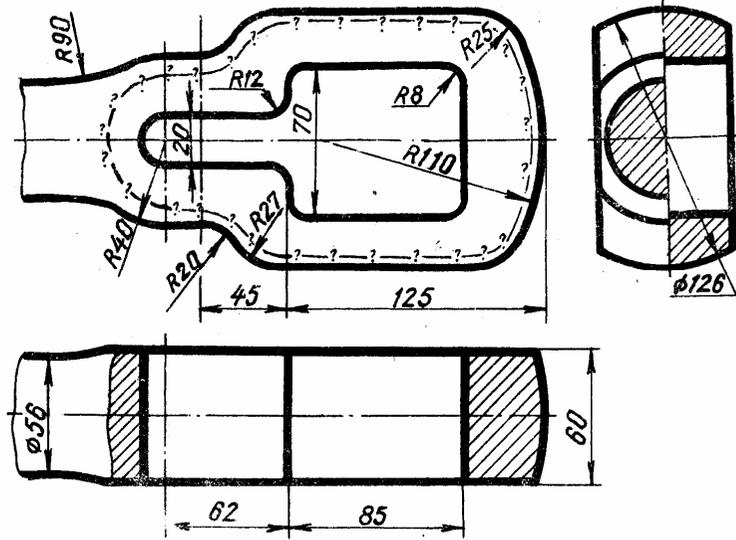
9



10



11



12

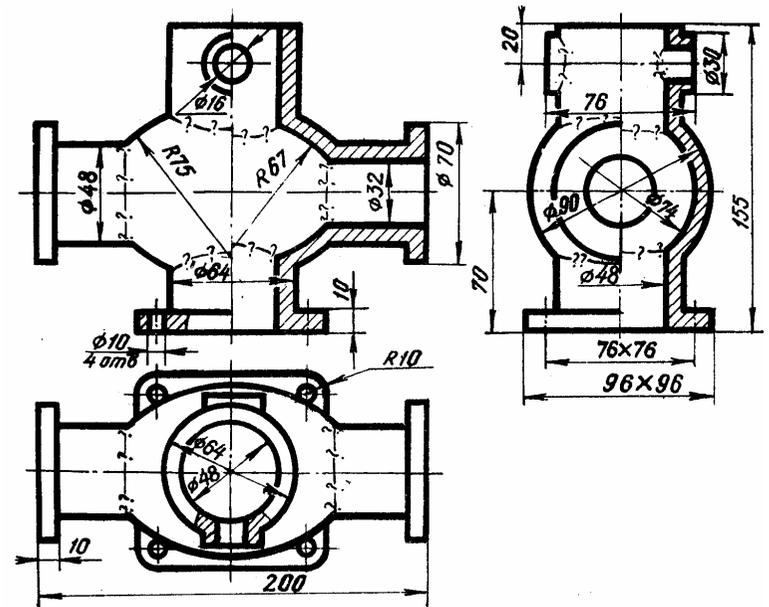


Рис. 3.28. Продолжение

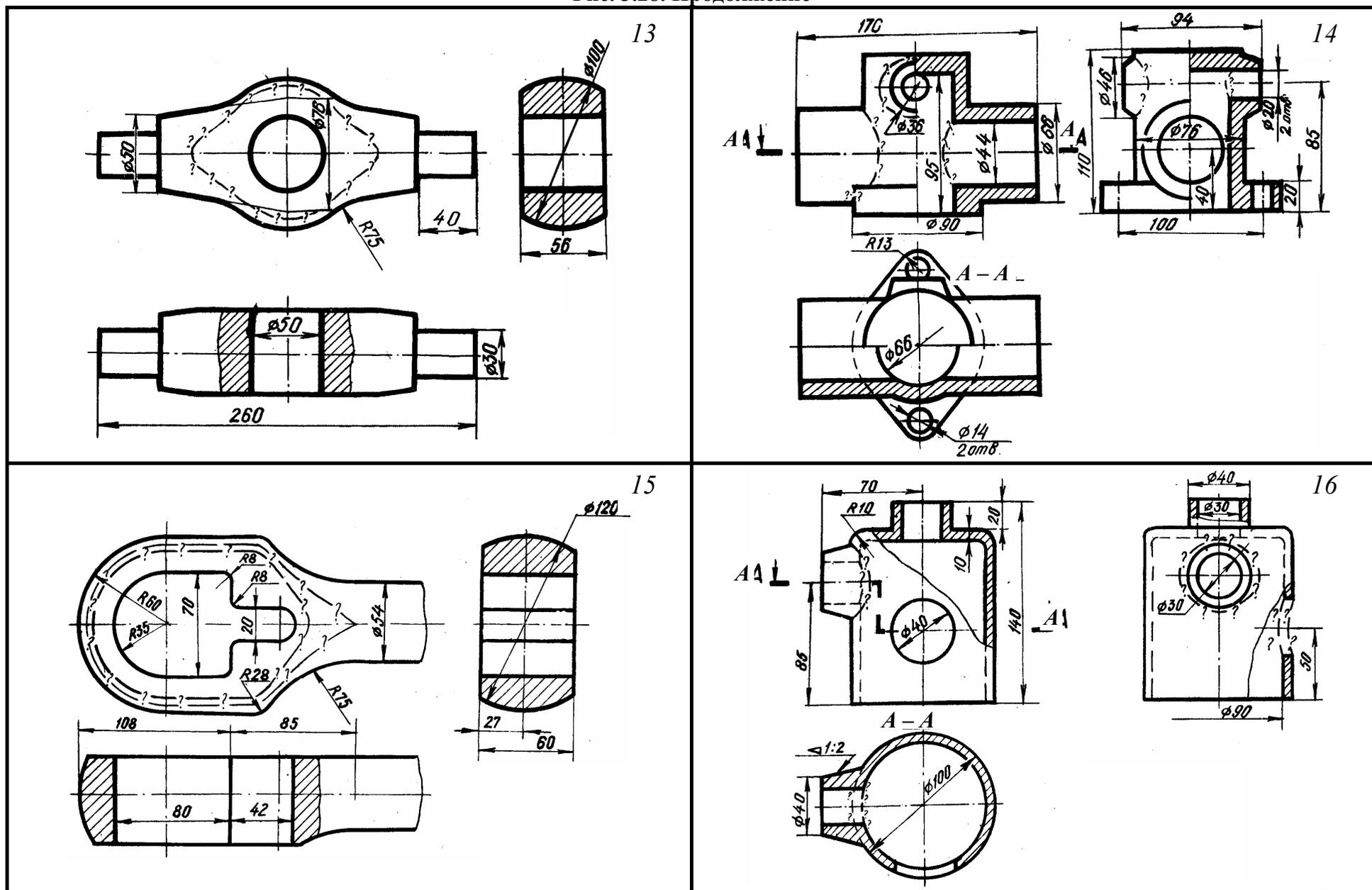
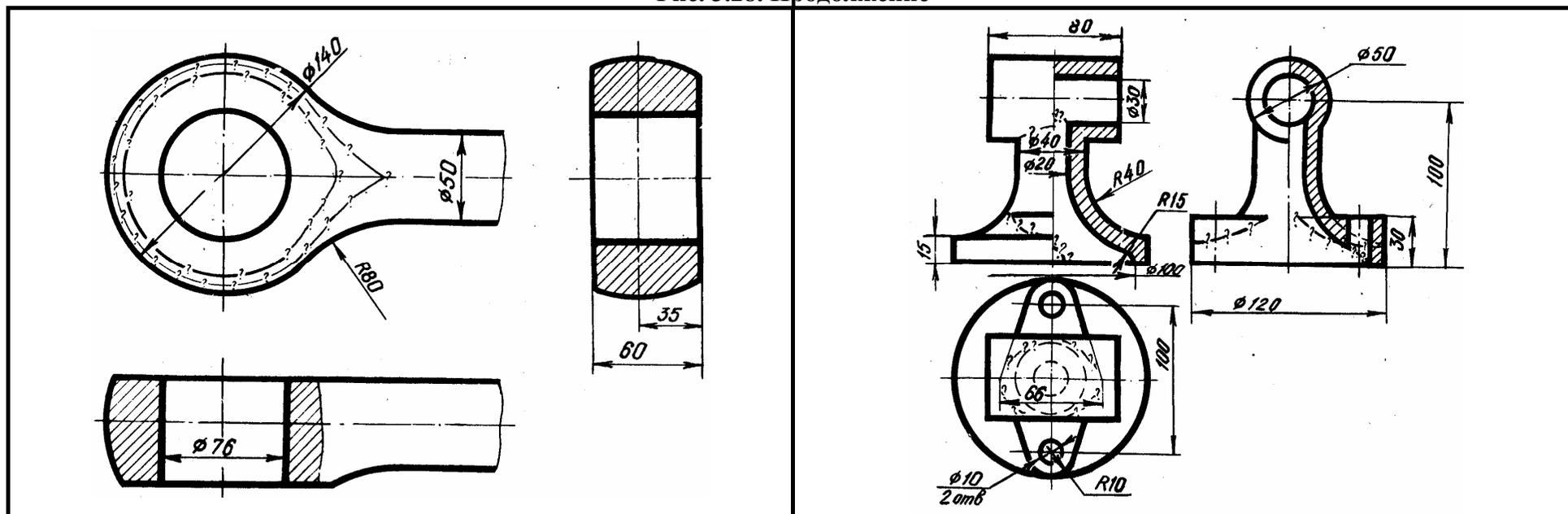


Рис. 3.28. Продолжение



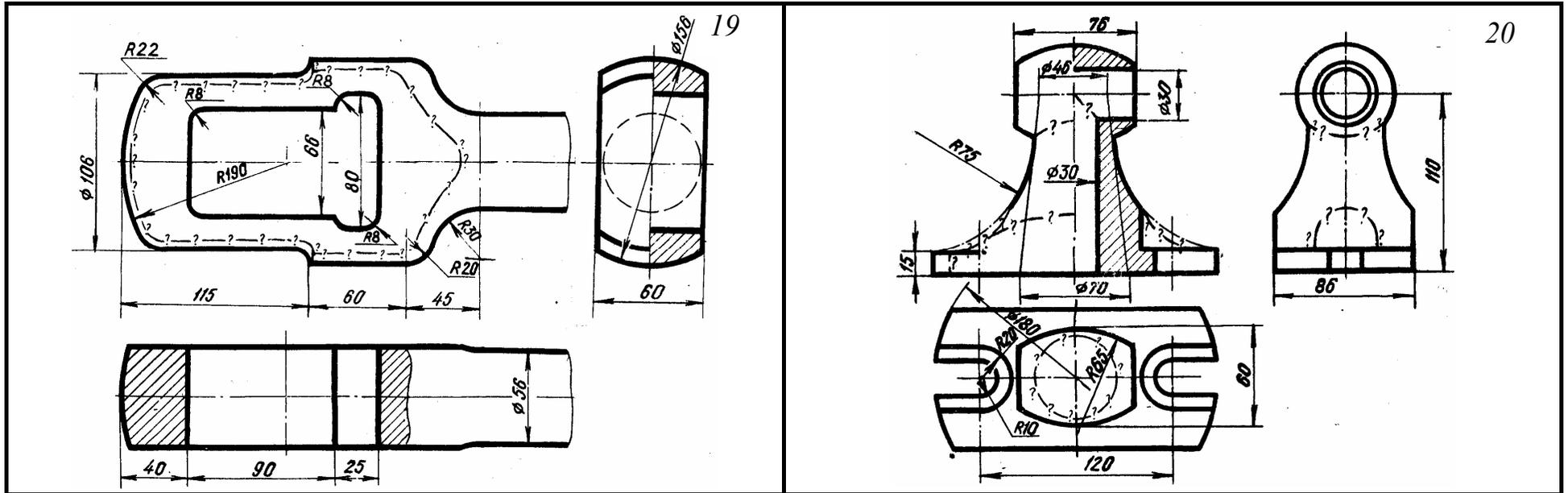


Рис. 3.28. Продолжение

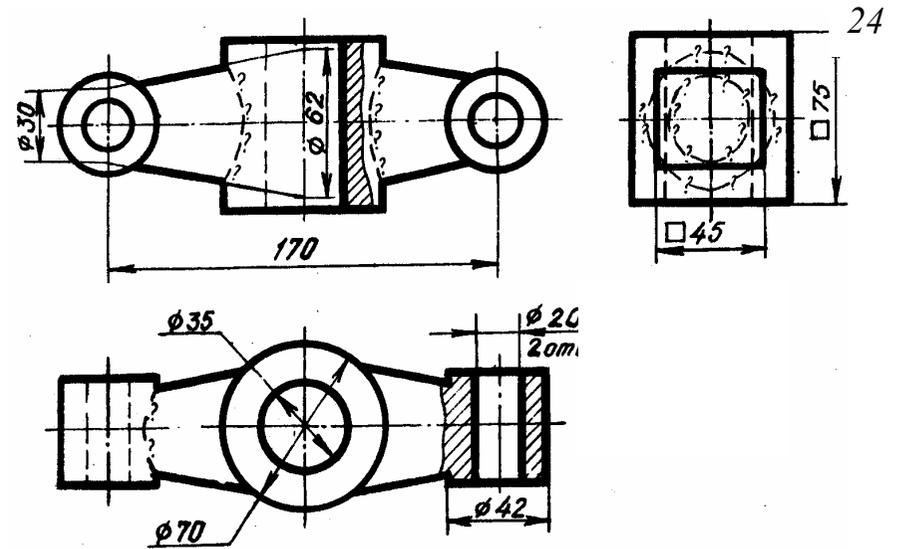
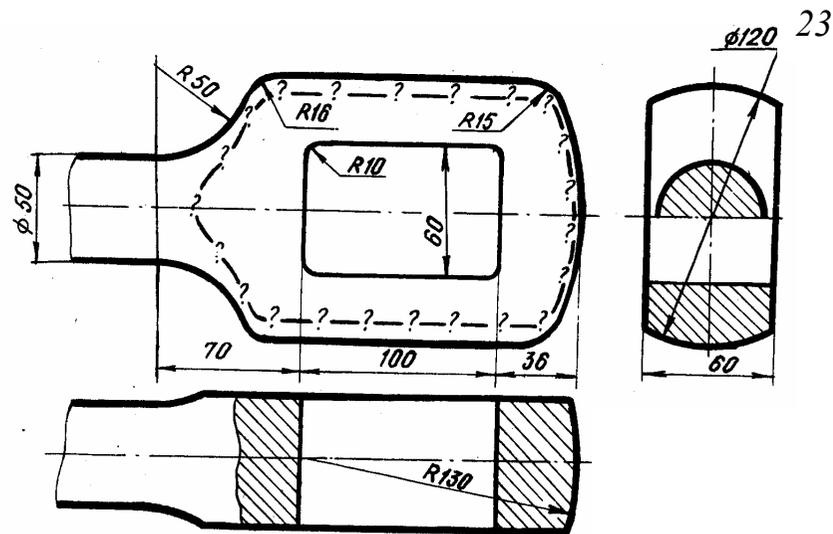
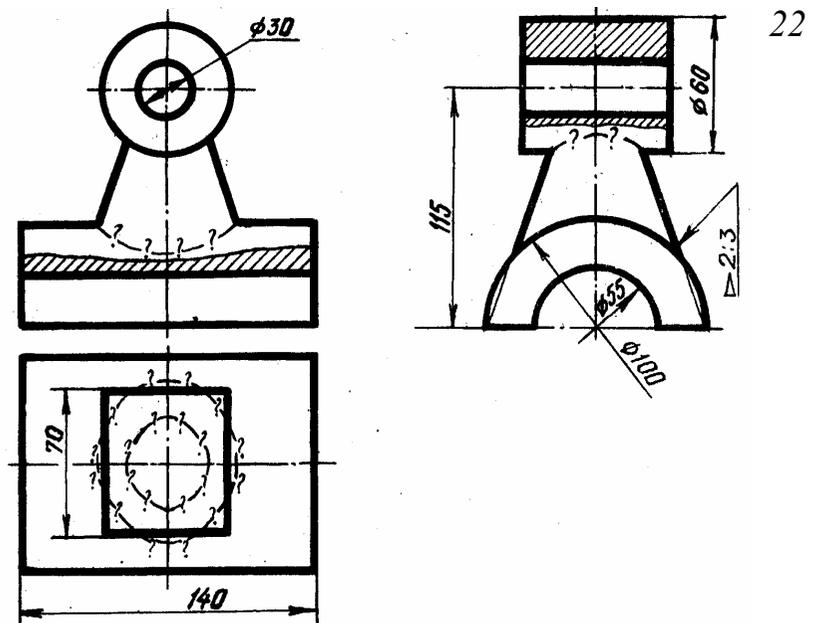
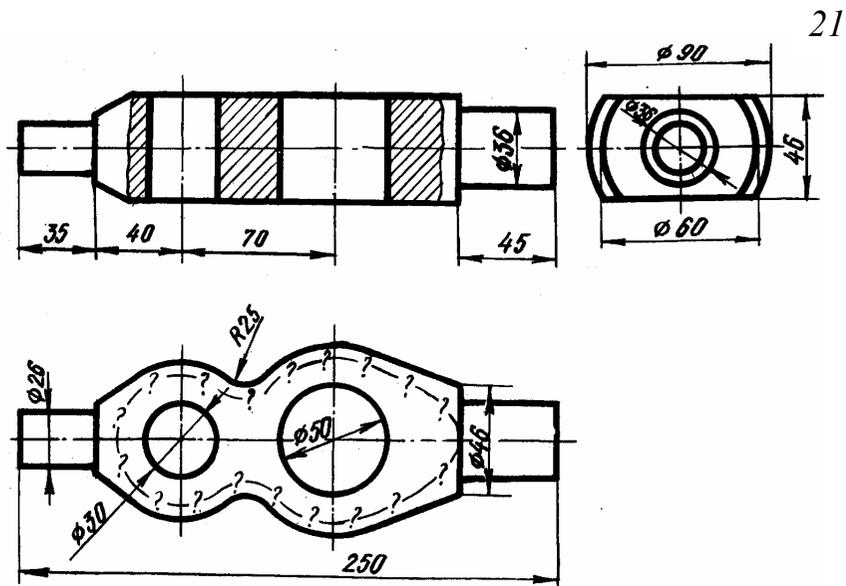


Рис. 3.28. Продолжение

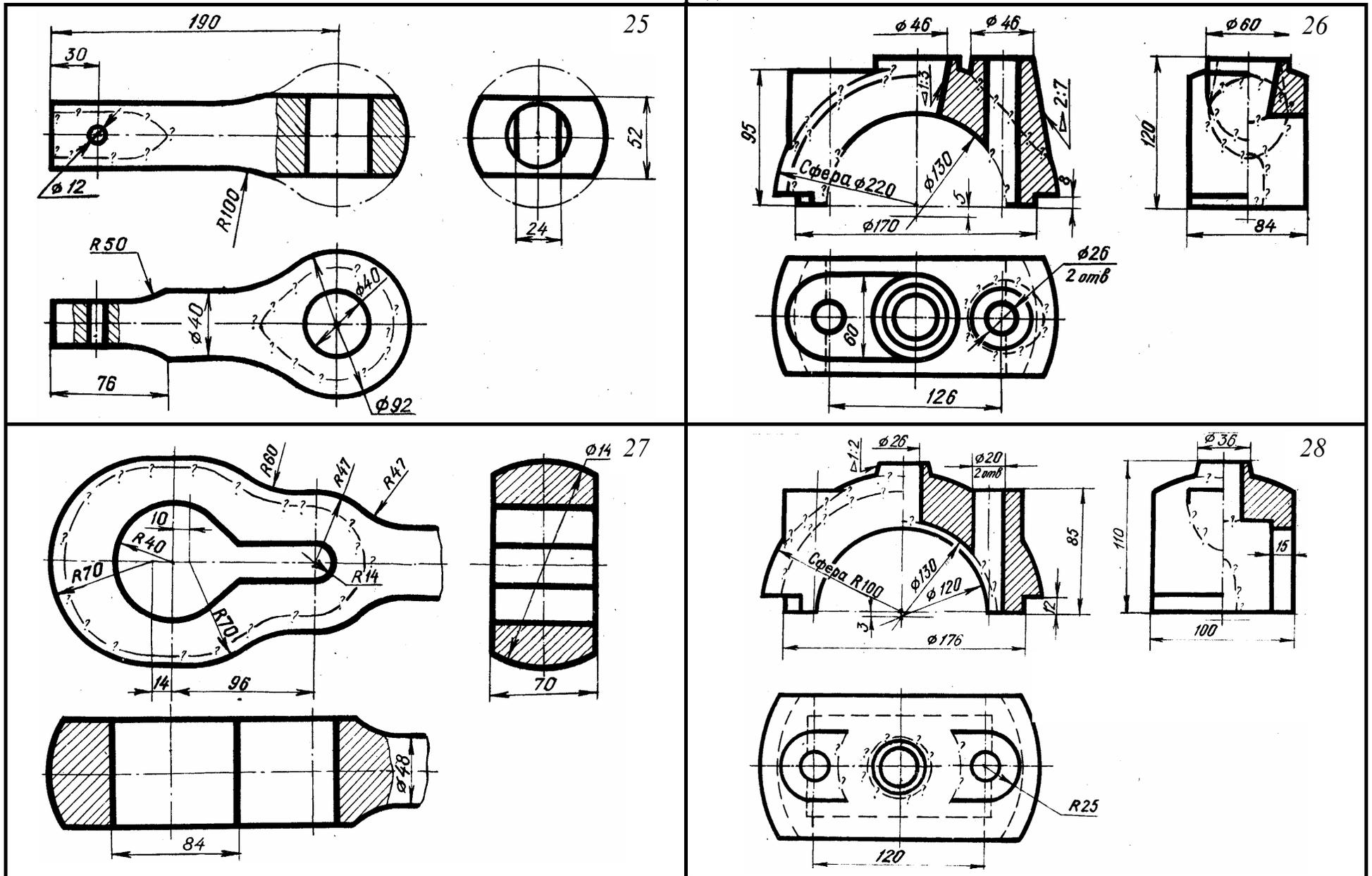
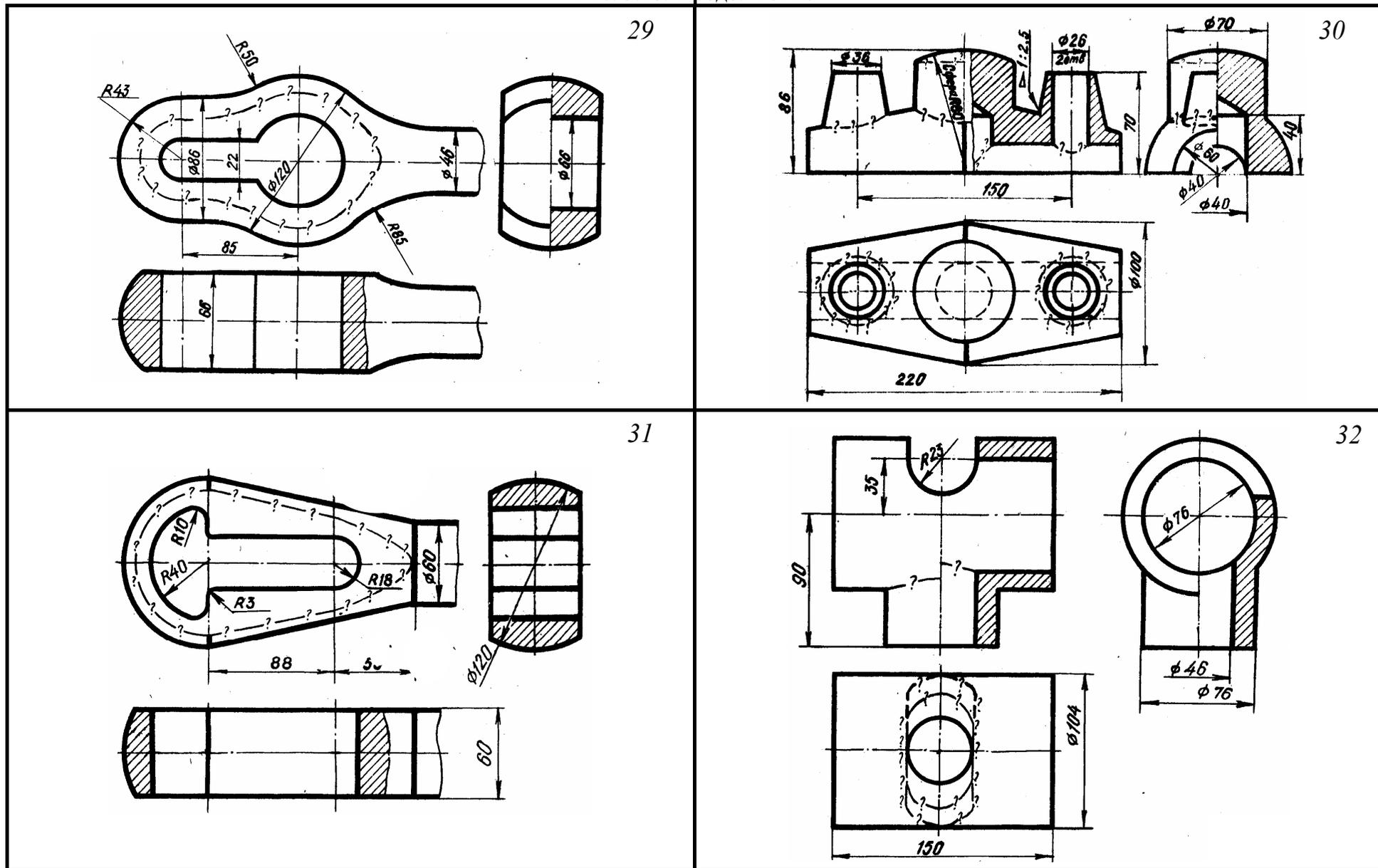


Рис. 3.28. Продолжение

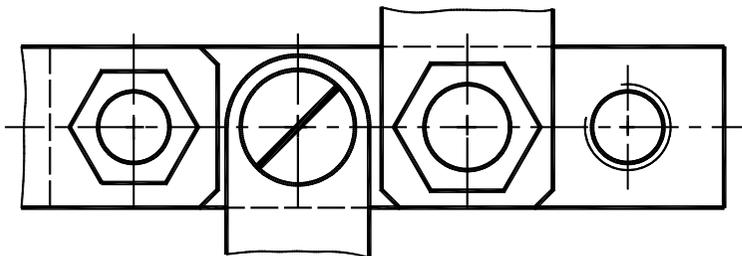
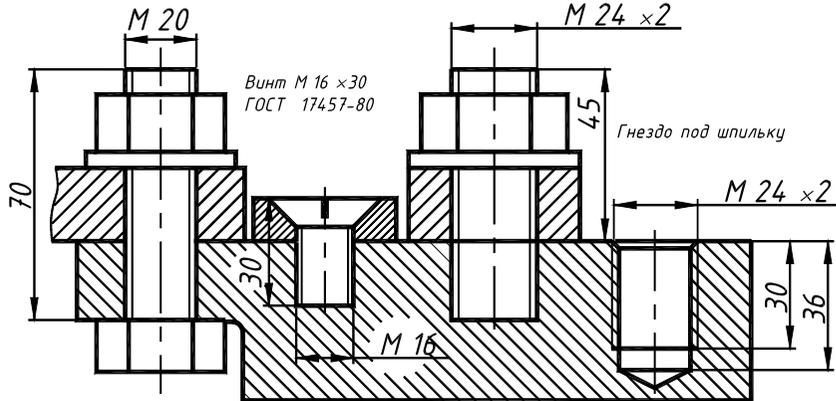


**Рис. 3.36. Окончание**

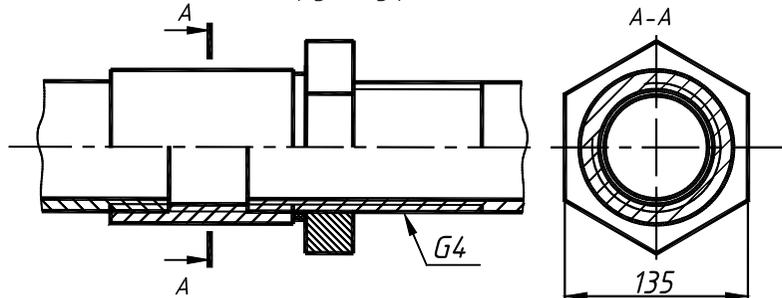
12. Разъемные соединения  
Упрощенное изображение соединений

Болт М20 × 70 ГОСТ 7798-70

Шпилька М24 × 2 ГОСТ 22032-76



Соединение труб муфтой (1:4)

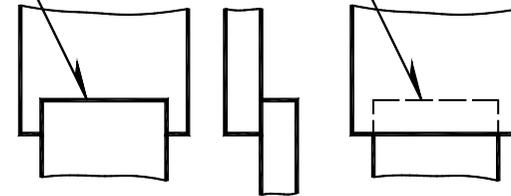


13. Неразъемные соединения

Сварка

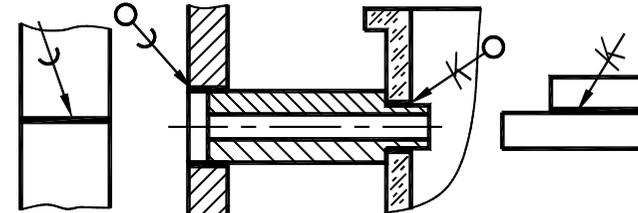
ГОСТ 5264-80-Н2 Δ6

ГОСТ 5264-80-Н2 Δ6



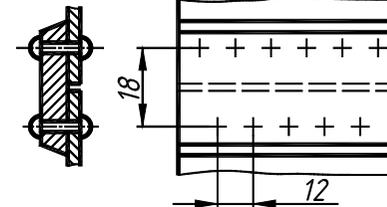
Пайка

Склеивание



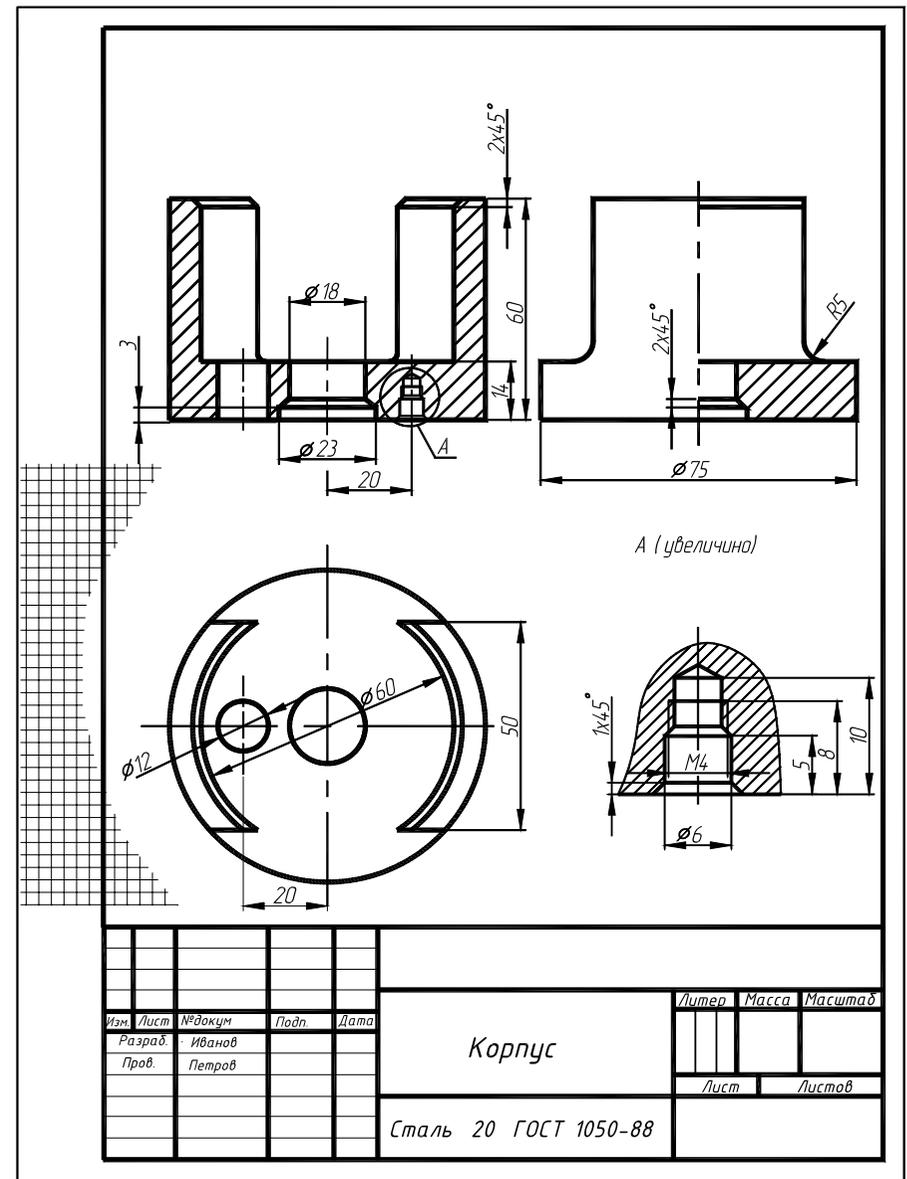
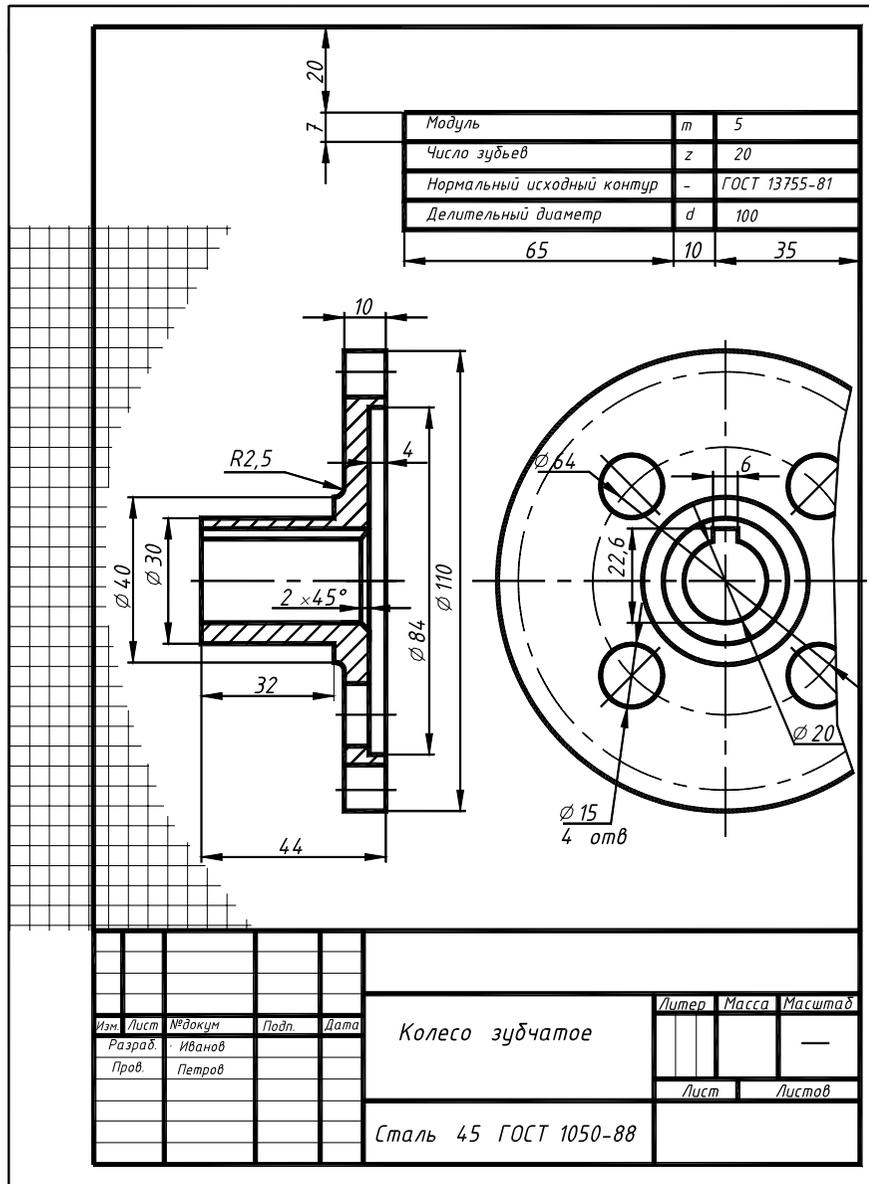
Клепка

6 × 12



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Соединения деталей	Литер.	Масса	Масштаб
Разраб.		Иванов						1:1
Пров.		Петров				Лист	Листов	

Рис. 3.40. Образец выполнения ГР № 7 (упражнения 12, 13)

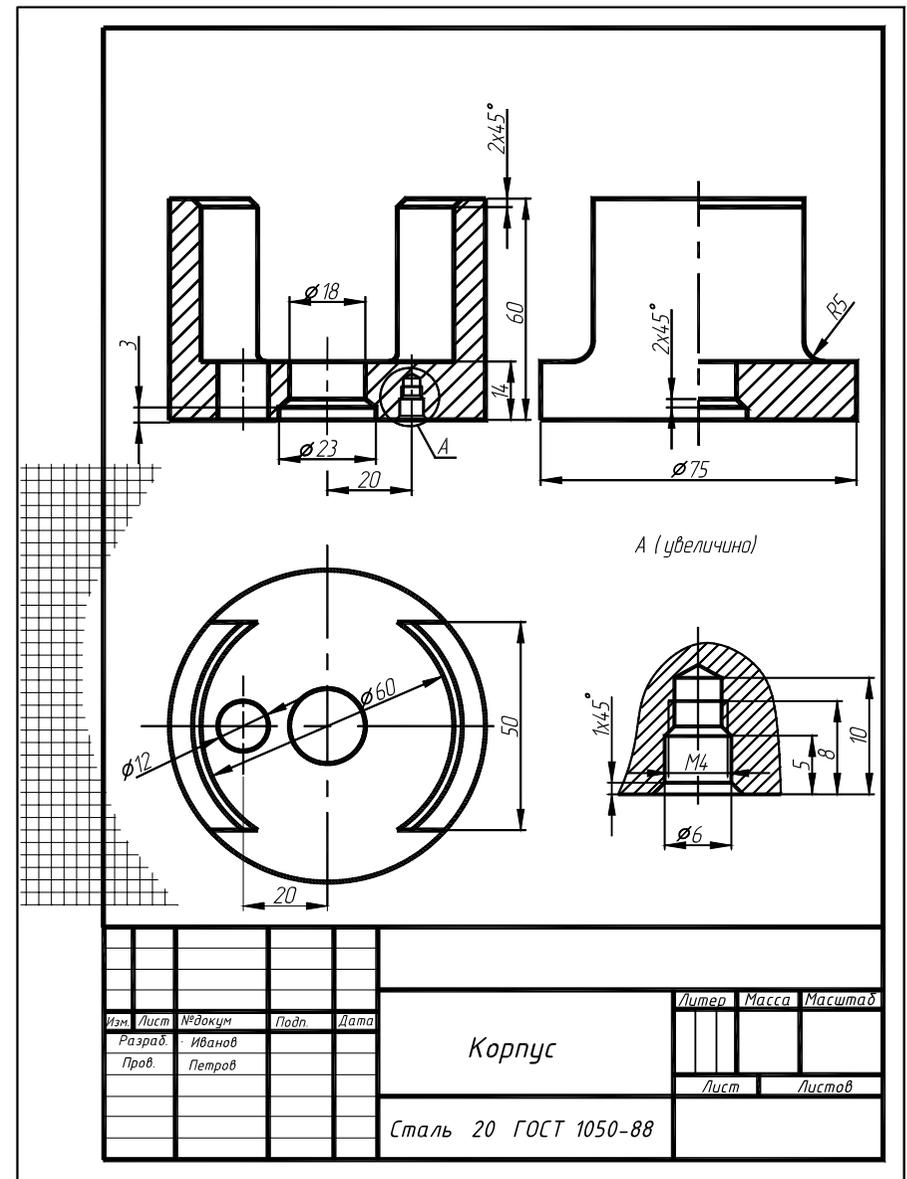
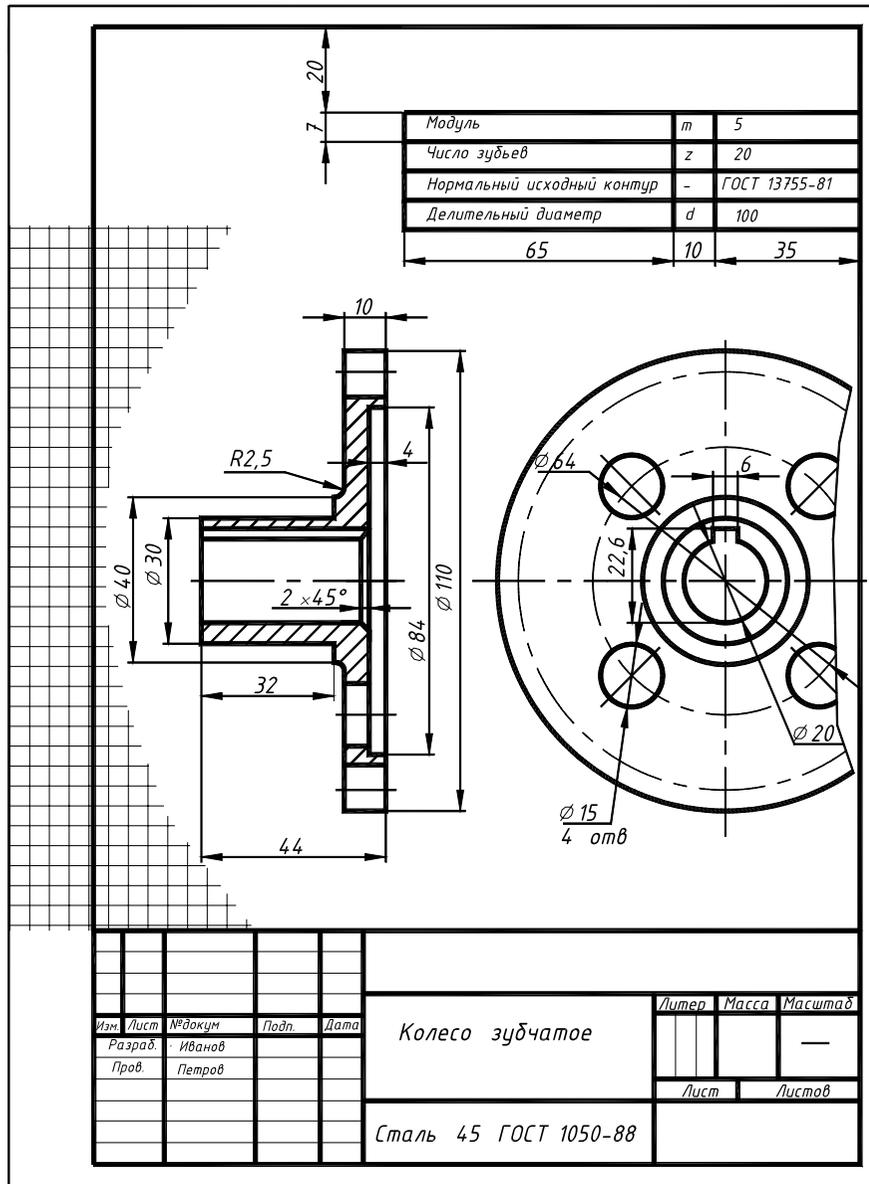


**Рис. 3.49. Образец выполнения ГР № 8 (упражнение 14)  
ния ГР № 8 (упражнение 15)**

**Рис. 3.50. Образец выполне-**



Рис. 3.51. Образец выполнения ГР № 8 (упражнение 16)

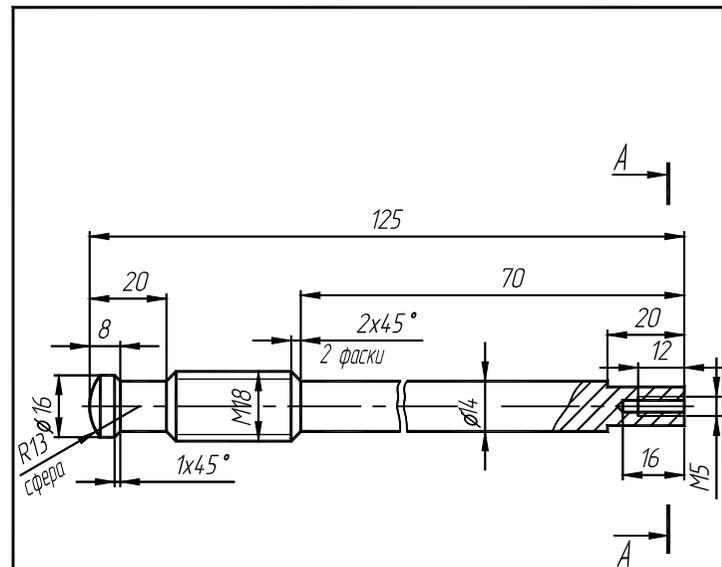


**Рис. 3.49. Образец выполнения ГР № 8 (упражнение 14)  
ния ГР № 8 (упражнение 15)**

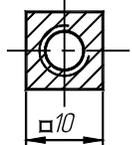
**Рис. 3.50. Образец выполне-**



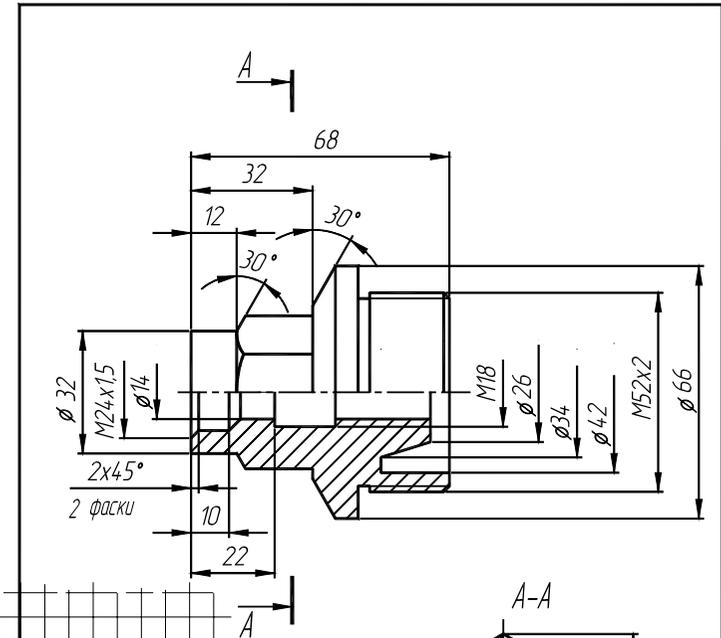
Рис. 3.51. Образец выполнения ГР № 8 (упражнение 16)



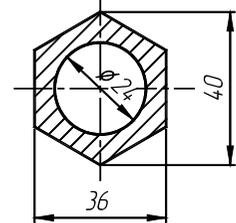
A-A (увеличено)



Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Шток	Литера	Масса	Масштаб
Разработал								
Проверил								
					Л63 ГОСТ 17711-80			



A-A



Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Крышка	Литера	Масса	Масштаб
Разработал								
Проверил								
					Бр.08Ц4 ГОСТ 613-79			

**Рис. 3.56. Шток (эскиз) (упражнение 17)**

**Рис. 3.57. Крышка (эскиз) (упражнение 17)**

Формат	Лист	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2				Сборочный чертеж	1	
				Детали		
A3	1			Корпус	1	
A4	2			Клапан	1	
A4	3			Крышка	1	
A4	4			Втулка нажимная	1	
A4	5			Шток	1	
A4	6			Маховик	1	
B4	7			Паклядка	1	
				Стандартные изделия		
	8			Винт М5х12 ГОСТ 1491-80	1	
				Материалы		
	9			Набивка сальника-волокно пеньковая ГОСТ 9993-74	0,01	К2
Изм./Лист			И в докум.		Подп.	Дата
Разраб.					Лит	Лист
Проб.					Листов	
Вентиль 40						

Рис. 3.58. Спецификация (упражнение 18)

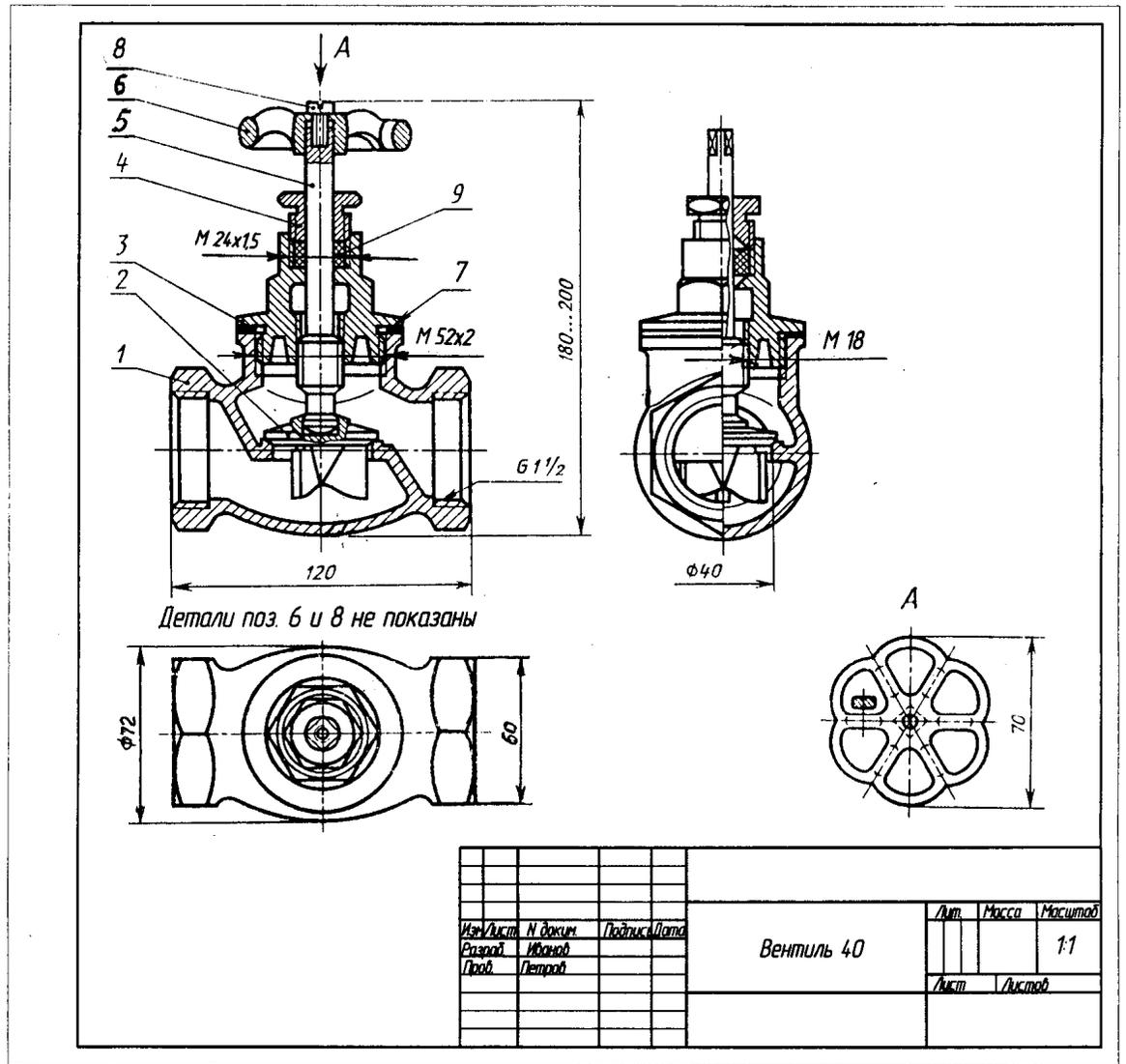


Рис. 3.59. Сборочный чертеж (упражнение 19)

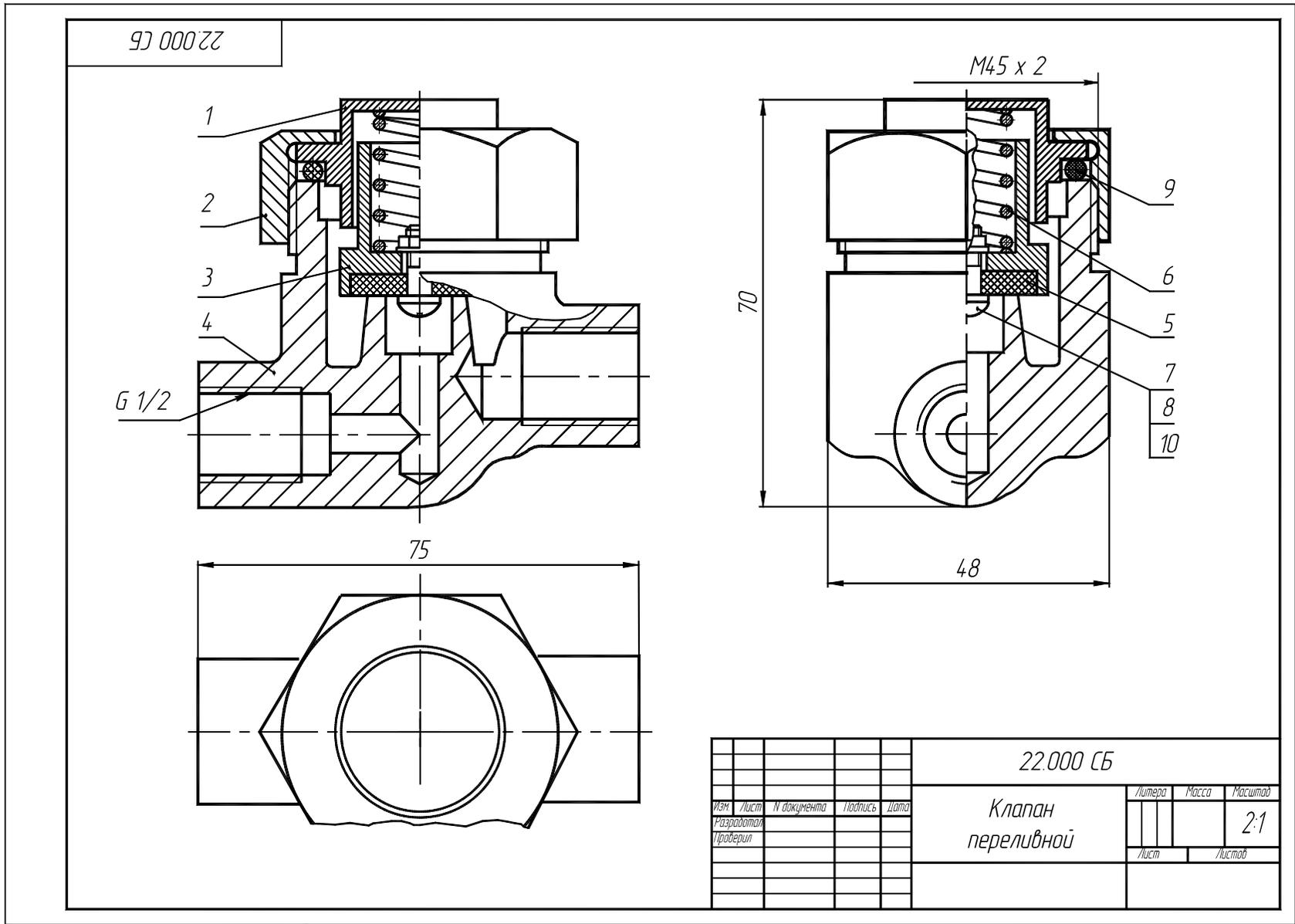
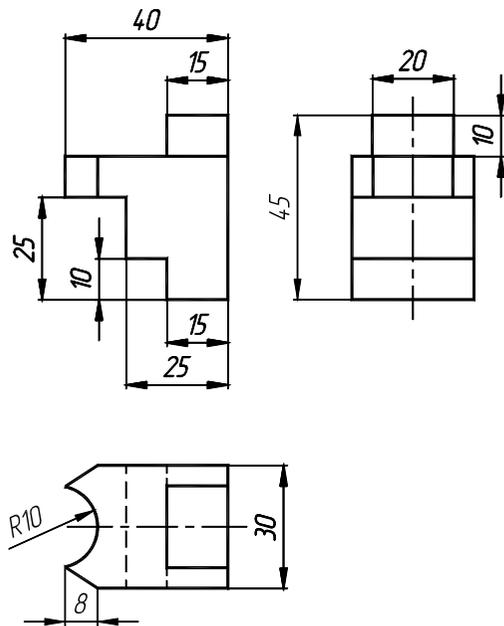
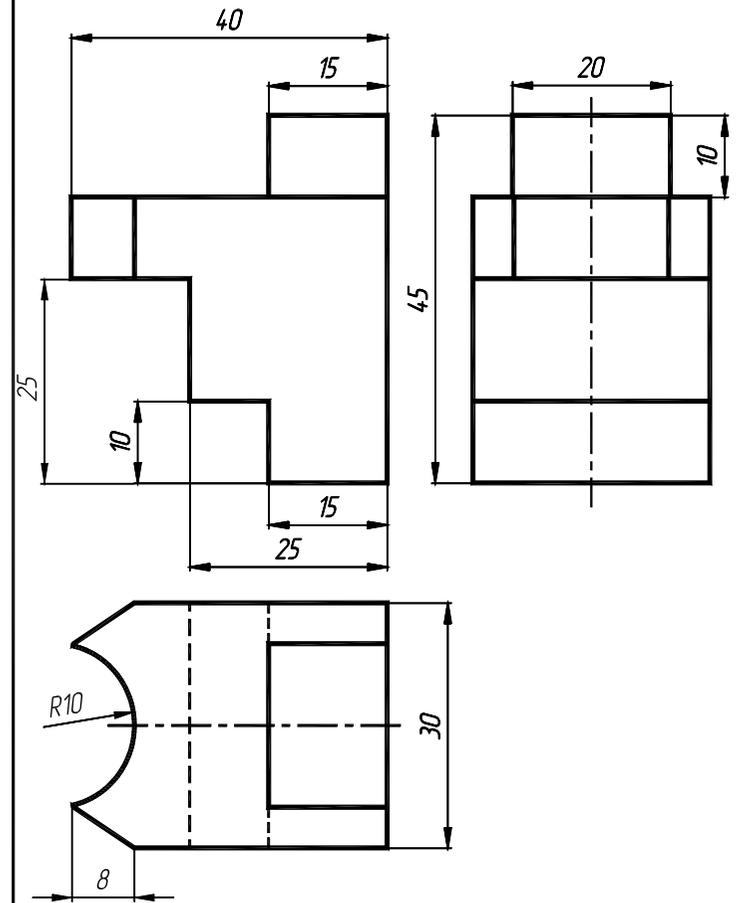


Рис. 3.60. Клапан переливной. Сборочный чертеж (образец задания)





Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Проекционное черчение (основные виды)	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб	Иванов							1:1
Провер	Петров				Лист	Листов		

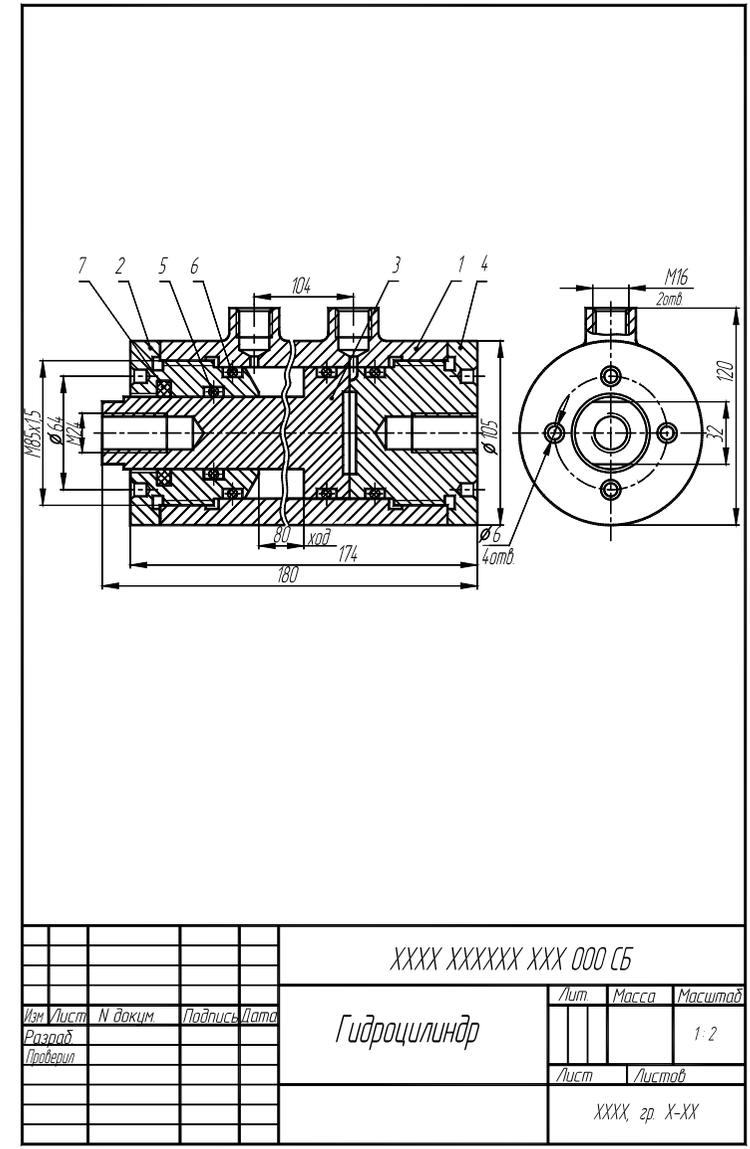


Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Проекционное черчение (основные виды)	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб	Иванов							2:1
Провер	Петров				Лист	Листов		

**Рис. 4.11. Образец выполнения ЛР № 2 (упражнение 22; 23)  
нения ЛР № 2 (упражнение 22А)**

**Рис. 4.12. Образец выпол-**

Формат	Этап	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Документация		
A4			XXXX XXXXXX XXX 000 СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A4	1	XXXX XXXXXX XXX 001	Корпус	1		
A4	2	XXXX XXXXXX XXX 002	Крышка	1		
A4	3	XXXX XXXXXX XXX 003	Поршень	1		
A4	4	XXXX XXXXXX XXX 004	Крышка задняя	1		
			Стандартные изделия			
	5		Кольцо ОЗ6-041-30 ГОСТ 9833-73	1		
	6		Кольцо О75-080-36 ГОСТ 9833-73	3		
	7		Кольцо СП-36-48-5,0 ГОСТ 6418-81	1		
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	XXXX XXXXXX XXX 000	
Разраб					Лист	Листов
Проб						
Утв					Гидроцилиндр	
					XXXX зр. X-XX	



**Рис. 4.29. Образец выполнения ЛР № 4 (упражнение 25)  
ЛР № 4 (упражнение 26)**

**Рис. 4.30. Образец выполнения**