

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Инженерная графика»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальностей*

- 1-36 01 01 «Технология машиностроения»,
1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного
производства», 1-36 01 06 «Оборудование и технология
сварочного производства»,
1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование»,
1-37 01 02 «Автомобилестроение (по направлениям)»,
1-37 01 07 «Автосервис», 1-37 01 06 «Техническая
эксплуатация автомобилей (по направлениям)»,
1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов
и производств (по направлениям),
1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»
дневной и заочной форм обучения*

ЛИНИИ СРЕЗА



Могилев 2017

УДК 744
ББК 30
И 54

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Инженерная графика» «11» мая 2017 г.,
протокол № 11

Составители: канд. техн. наук, доц. В. М. Акулич;
преподаватель В. Л. Марченко

Рецензент канд. техн. наук, доц. И. Д. Камчицкая

Методические рекомендации предназначены для студентов технических специальностей и содержат сведения, необходимые для выполнения и оформления индивидуального графического задания по теме «Линии среза». Приведены теоретический материал, краткие сведения о поверхностях, алгоритмах построения сечения поверхностей плоскостями частного положения, примеры выполнения графических построений и оформления чертежа. Материал адаптирован к лекционному курсу.

Учебно-методическое издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Ответственный за выпуск	Д. М. Свирепа
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 81 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2017



Содержание

Введение.....	4
1 Линии среза на поверхностях деталей. Построение линий среза на чертежах деталей.....	5
1.1 Целевое назначение работы.....	5
1.2 Тематика графической работы.....	5
1.3 Рекомендации к выполнению индивидуальных графических работ.....	5
1.4 Содержание работы.....	5
1.5 Линии среза.....	6
1.6 Поверхности вращения.....	6
1.7 Пересечение поверхностей вращения плоскостями частного положения.....	8
1.8 Построение линии среза на технической детали № 1.....	13
1.9 поэтапный план построения технической детали № 2.....	14
1.10 Примеры оформления графической работы.....	15
Список литературы.....	21
Приложение А.	22

Введение

Инженерная графика изучает основные правила и нормы оформления и выполнения чертежей, установленные Государственными стандартами ЕСКД.

Особенность инженерной графики, в отличие от других общеинженерных дисциплин, заключается в совокупности абстрактных, реальных и условных образов, которые должны восприниматься одновременно. Только одновременное восприятие всех образов позволяет пространственные предметы изображать на чертеже и, наоборот, с чертежа воспроизводить предмет в пространстве. Такое восприятие окружающих предметов называют пространственным представлением.

Разнообразие форм (конфигураций) деталей и их элементов, а также размеров приводится в различных классификациях деталей машин и включает большое количество наименований деталей (например, валы, рычаги, втулки, крестовины, стойки и т. д.). Такие детали образованы сочетанием элементарных поверхностей в разных комбинациях.

Задача чертежа – передать сложную форму каждой технической детали и характеристику этой формы, в т. ч. из каких простейших геометрических тел они состоят, а также расположение поверхностей. Теоретическая часть черчения основана на положениях начертательной геометрии, которая для решения общегеометрических задач использует графический путь, при котором геометрические свойства фигур изучаются непосредственно по чертежу.

При выполнении изображений деталей применен основной способ построения точек на линии пересечения поверхности плоскостью, а именно способ вспомогательных проецирующих плоскостей. Они обеспечивают простоту построения линий пересечения этих плоскостей с данной поверхностью. Линии являются графически простыми – прямыми или окружностями. Рассмотрены алгоритмы построения линий среза различных поверхностей плоскостью.

Использование навыков компьютерной графики расширяет возможности самостоятельной работы студентов при выполнении графических работ по построению проекционных чертежей деталей и созданию различных видов конструкторской документации, что повышает качество учебного процесса.

Необходимым условием успешного освоения инженерной графики является расширение видов учебной деятельности, в частности внедрение компьютерных технологий в образовательный процесс, и наличие взаимосвязи в изучении единых правил выполнения чертежей, начертательной геометрии и компьютерной графики.

1 Линии среза на поверхностях деталей. Построение линий среза на чертежах деталей

1.1 Целевое назначение работы

При выполнении задания студенту необходимо:

- достаточно точно и аккуратно выполнить графические построения;
- применить и закрепить знания по начертательной геометрии по теме «Поверхности вращения»;
- выработать устойчивые навыки в конструировании геометрических объектов по теоретически заданным свойствам.

1.2 Тематика графической работы

Объём предлагаемых заданий (см. приложение) предполагает предварительное изучение основных разделов начертательной геометрии и инженерной графики:

- построение проекционных изображений пространственных геометрических форм на плоскости;
- поверхности и их формообразование;
- пересечение поверхностей вращения плоскостями частного положения;
- построение сопряжений;
- нанесение размеров на чертежах.

1.3 Рекомендации к выполнению индивидуальных графических работ

Изучение темы «Линии среза» курса «Инженерная графика» рекомендуется вести в следующем порядке:

- ознакомиться с методическими указаниями к выполнению графической работы;
- изучить стандарты, необходимые для выполнения данной графической работы;
- изучить рекомендуемую литературу по данному разделу;
- выполнить графическую работу в порядке, обозначенном в методических указаниях.

1.4 Содержание работы

Вычертить по действительным размерам два изображения (главный вид и вид сверху), достроить вид слева и построить линии среза.

Графическая часть работы выполняется на формате А3.

Примеры выполнения графического задания приведены в методических рекомендациях; данные для выполнения задания по вариантам – на рисунке А.1.

1.5 Линии среза

Для формирования конструкторско-технических навыков необходимы развитые пространственные представления и пространственное воображение. Техническая подготовка студентов связана с умениями и навыками свободного составления и чтения чертежей. Точность и рациональность в построении изображений влияет на технику выполнения чертежей и составляет геометрическую сущность черчения. Методы начертательной геометрии выступают теоретической базой для решения задач технического черчения.

Форма любой технической детали должна удовлетворять трем основным требованиям: быть конструктивно обоснованной, технически осуществимой и экономически целесообразной.

Наиболее целесообразной считается простейшая форма детали, обрабатываемые поверхности которой плоские или являются поверхностями вращения (их можно обрабатывать на фрезерном или токарном станке).

Сложная форма детали, как правило, состоит из простейших геометрических тел (призм, пирамид, цилиндров, конусов, сфер и торов), которые пересекаются между собой или плавно переходят друг в друга. В первом случае возникают *линии пересечения*, а во втором – *линии перехода*. Часто детали в машиностроении бывают усечены плоскостями различного положения; при этом линии сечения называются *линиями среза*. Линии среза обычно строят по точкам, получаемым с помощью секущих плоскостей уровня: горизонтальных, фронтальных или профильных.

1.6 Поверхности вращения

При проведении практических занятий в первую очередь необходимо обращать внимание на выработку у студентов устойчивых навыков в конструировании геометрических объектов по теоретически заданным свойствам.

Форма многих технических деталей представляет собой сочетание простых геометрических тел. Поэтому для выполнения и чтения чертежей изделий необходимо знать, как правильно изображаются геометрические тела.

Поверхностью вращения называется поверхность, образованная в процессе вращения некоторой линии вокруг неподвижной оси. Линия, которая вращается, – *образующая* поверхности. Образующая линия может

быть прямой, плоской или пространственной кривой. Линия поверхности вращения, лежащая в плоскости, проходящей через ось вращения, – *меридиан*. Меридиан, лежащий в плоскости уровня, называется *главным*. На рисунке 1 представлена 3D-модель поверхности.



Рисунок 1 – 3D-модель поверхности

Множество всех параллелей или меридианов представляет собой *каркас поверхности вращения*. Через каждую точку поверхности проходят одна параллель и один меридиан (рисунок 2).

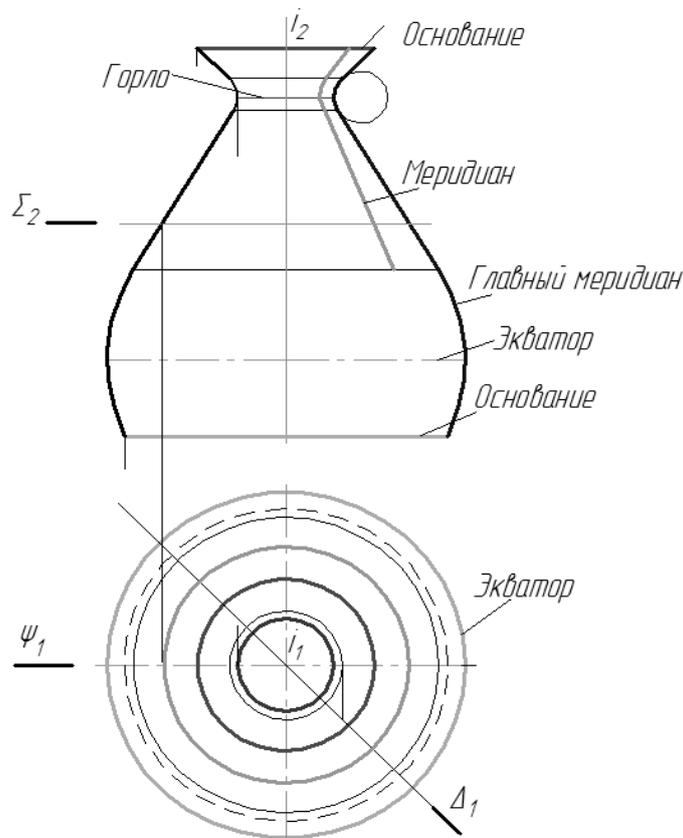


Рисунок 2 – Линии на поверхности вращения

Из поверхностей вращения на практике чаще встречаются поверхности *цилиндра, конуса, сферы и тора*. На рисунке 3 представлены 3D-модели поверхностей вращения.

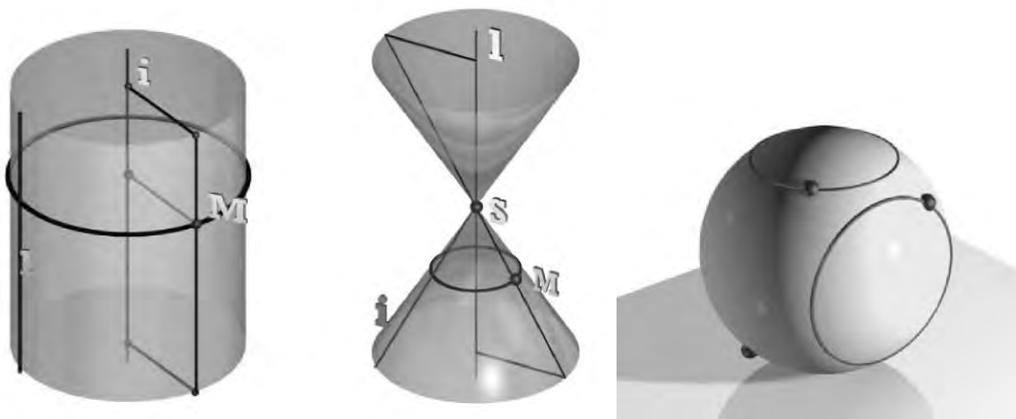


Рисунок 3 – 3D-модели поверхностей вращения

1.7 Пересечение поверхностей вращения плоскостями частного положения

Рассмотрим частные случаи сечений различных поверхностей вращения плоскостями частного положения.

На рисунке 4 показана структурно-логическая схема анализа формообразования детали.

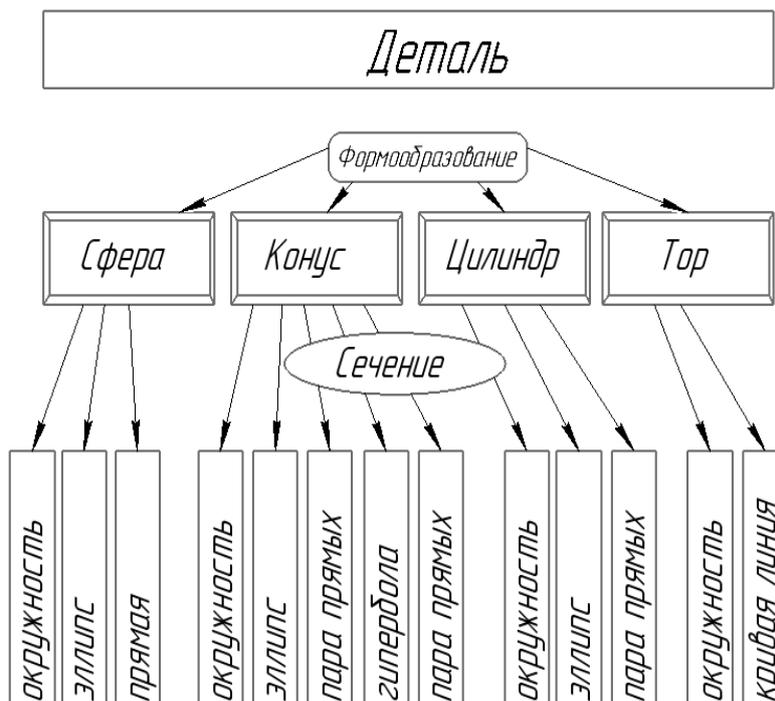


Рисунок 4 – Структурно-логическая схема анализа формообразования детали

Поверхности пересекаются плоскостями по простым фигурам в следующих случаях:

- цилиндр пересекается плоскостью параллельно оси вращения по прямым линиям, перпендикулярно оси – по окружностям, под углом к оси – по эллипсам;

- сфера пересекается плоскостью всегда по окружности. При проецировании этих окружностей на плоскости проекций будут получаться эллипсы;

- конус пересекается плоскостью в простых случаях с образованием окружности и прямых линий. В остальных – эллипсов, гипербол, парабол;

- тор пересекается плоскостью перпендикулярно оси вращения по окружности, в остальных – по кривым линиям.

Цилиндр вращения – поверхность, у которой направляющая – окружность, а образующая – прямая линия, параллельная оси вращения.

На рисунке 5 изображены частные случаи сечений поверхности цилиндра плоскостями:

- плоскость Γ перпендикулярна оси цилиндра, в сечении – *окружность*;

- плоскость Ψ наклонена к оси цилиндра, в сечении – *эллипс*;

- плоскость Σ параллельна образующим цилиндра, в сечении – *прямоугольник*.

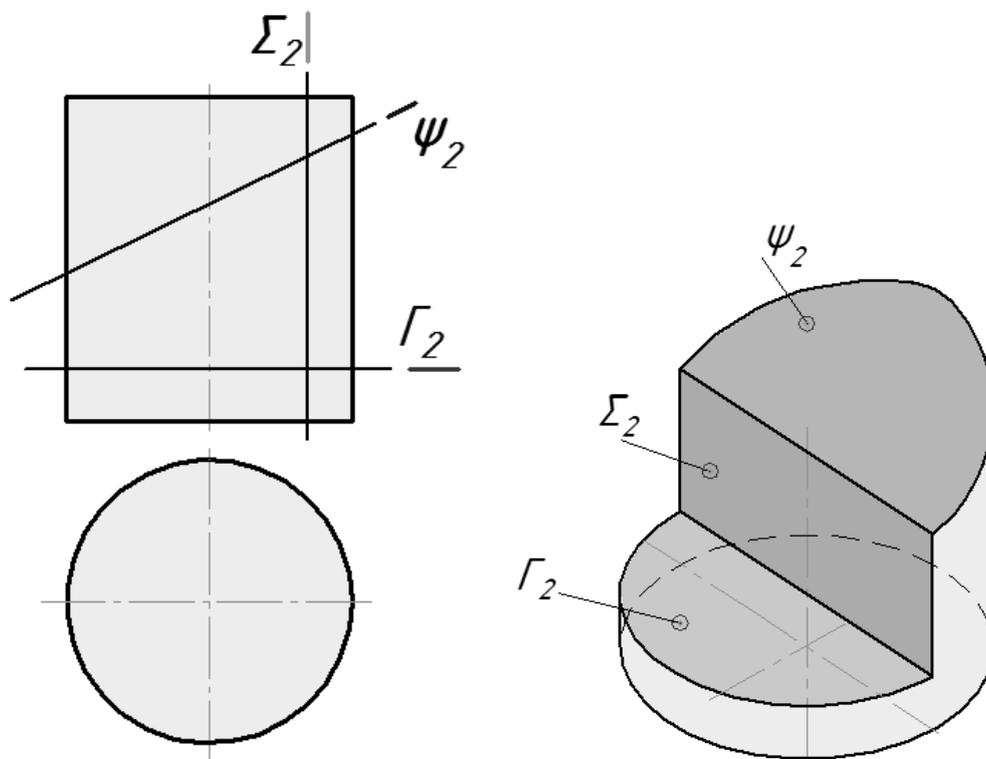


Рисунок 5 – Частные случаи сечений поверхности цилиндра плоскостью

Конус вращения – поверхность, у которой направляющая – окружность, а образующая – прямая линия, расположенная под углом к оси, вершина находится на перпендикуляре к плоскости окружности, восстановленном из её центра.

На рисунках 6–9 показаны сечения конуса различными плоскостями:

- плоскость Γ перпендикулярна оси конуса, в сечении – *окружность*;
- плоскость Σ наклонена к оси конуса, в сечении – *эллипс*;
- плоскость P параллельна образующей конуса, в сечении – *парабола*;
- плоскость T проходит через вершину конуса и его основание, в сечении конуса – *прямые линии*;
- плоскость Ψ расположена параллельно плоскости T , в сечении – *гипербола*.

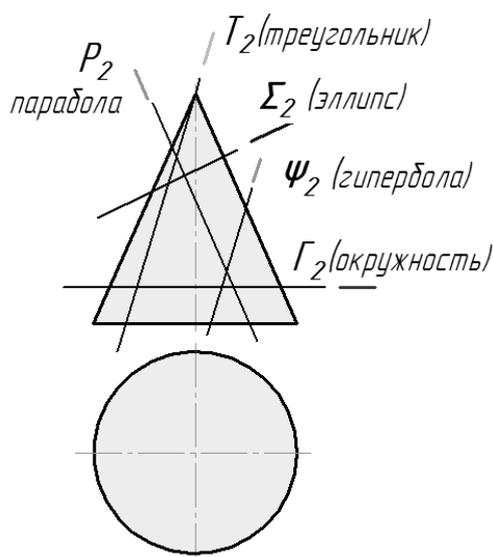


Рисунок 6 – Сечения поверхности конуса плоскостями

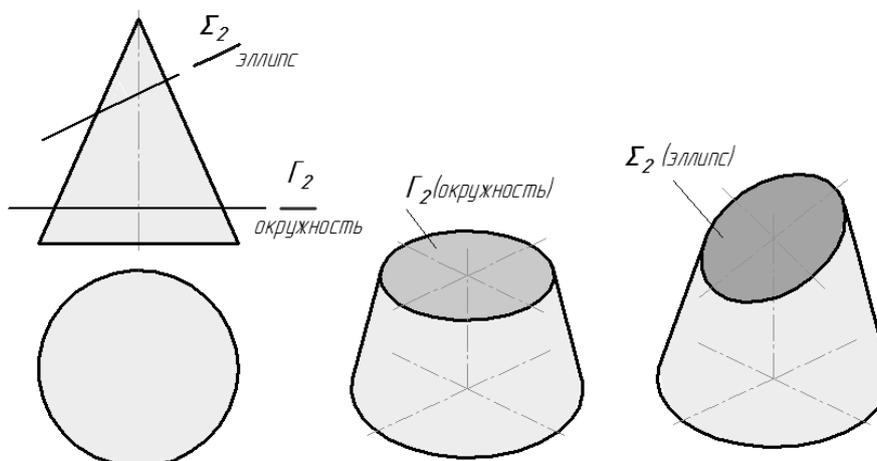


Рисунок 7 – Частные случаи сечений поверхности конуса плоскостью

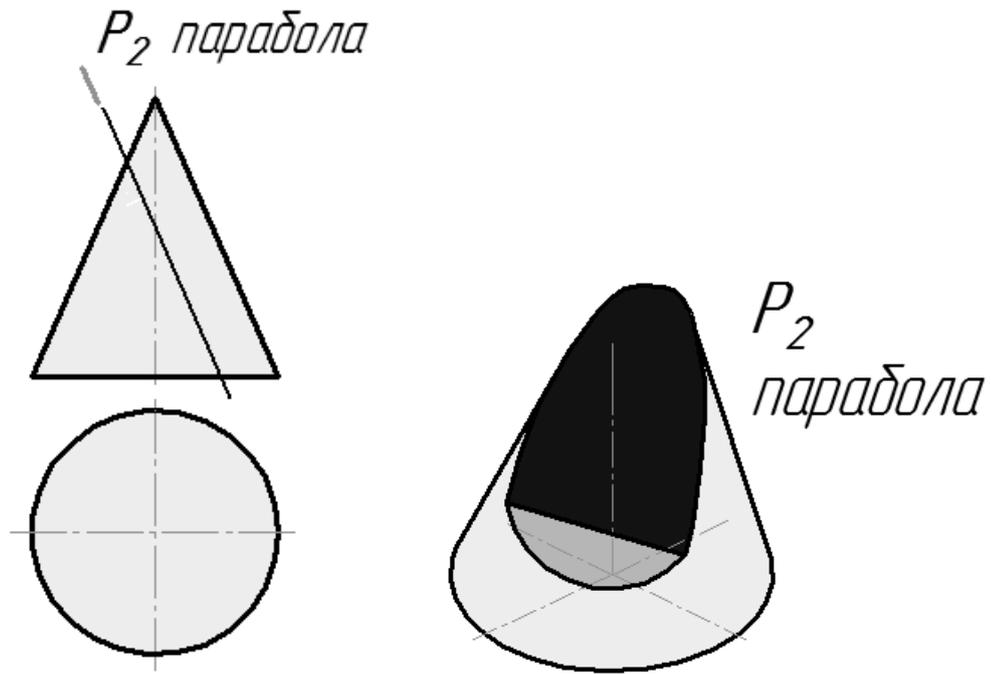


Рисунок 8 – Частные случаи сечений поверхности конуса плоскостью

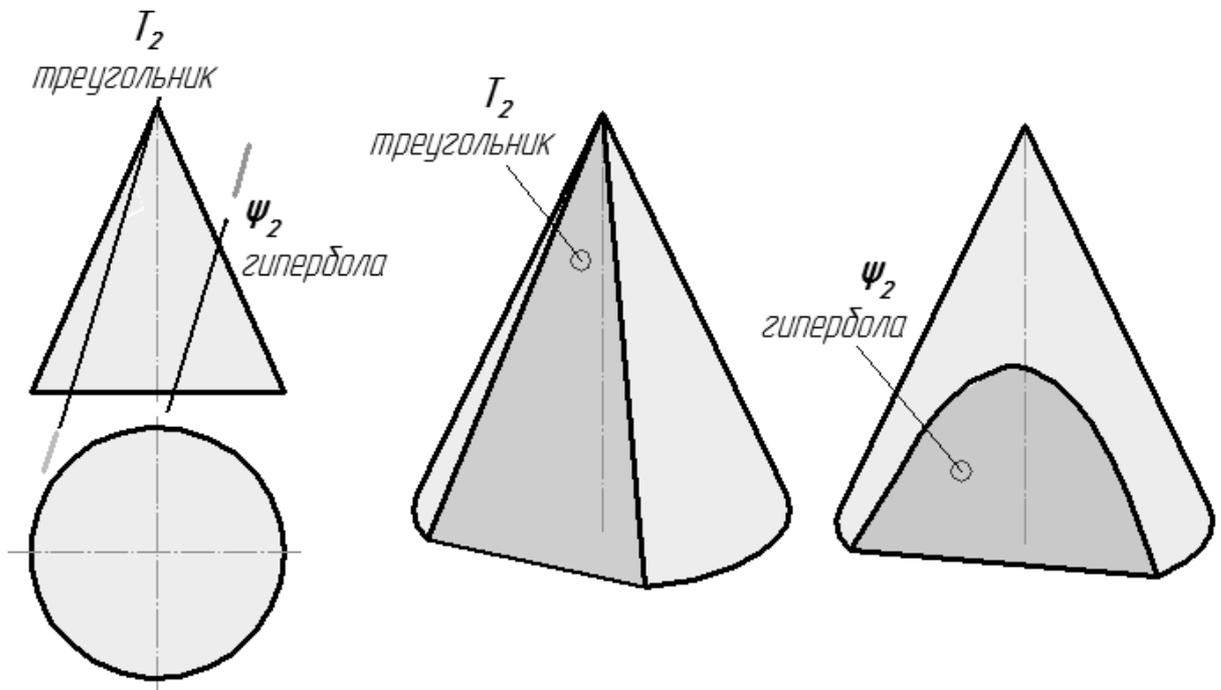


Рисунок 9 – Частные случаи сечений поверхности конуса плоскостью

Сфера – поверхность, у которой образующая и направляющая – окружности.

При сечении сферы любыми плоскостями в сечениях получаются окружности, но проецируются они на плоскости проекций по-разному:

- плоскость Σ перпендикулярно оси сферы, в сечении – *окружность*;
- плоскость Γ наклонена к оси сферы, в сечении – *эллипс*;
- плоскость Ψ параллельна оси сферы, в сечении – *прямая линия* на горизонтальной плоскости проекций и *окружность* – на профильной плоскости проекций (рисунок 10).

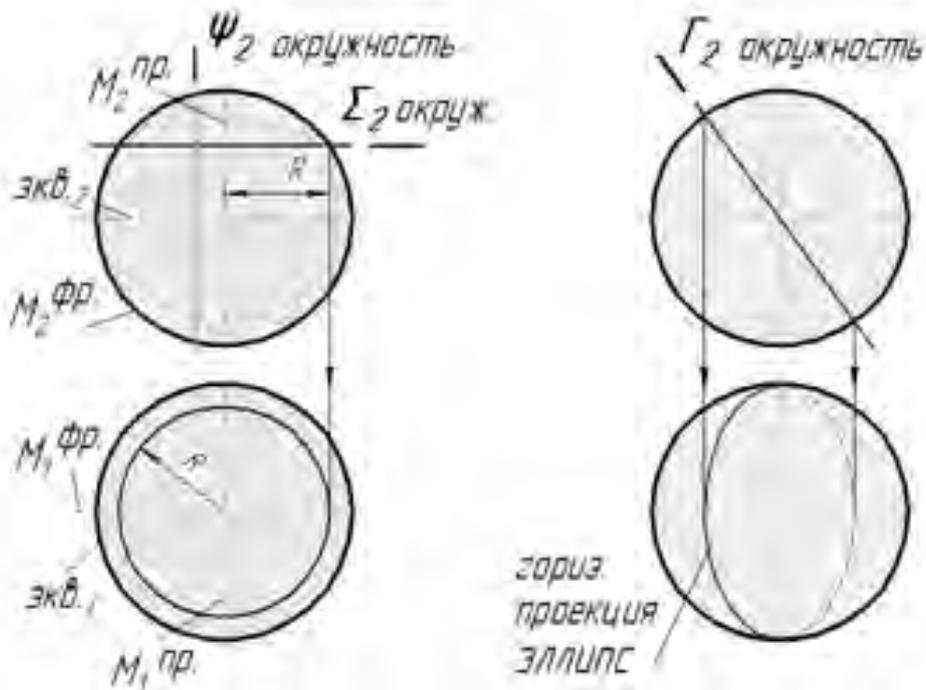
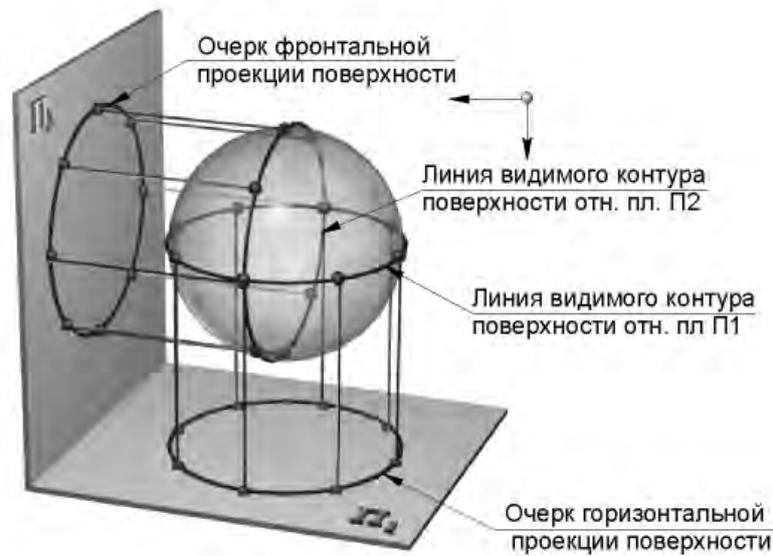


Рисунок 10 – Частные случаи сечений поверхности сферы плоскостью

1.8 Построение линии среза на технической детали № 1

Построить линии пересечения поверхностей штанги шатуна. На рисунке 11 представлена 3D-модель детали № 1.



Рисунок 11 – 3D-модель детали № 1

Штанга шатуна образована цилиндрической поверхностью диаметра d , сопрягающей поверхностью тела вращения (часть кругового кольца), цилиндрической поверхностью диаметра D и призматическим выступом. Эта цилиндрическая поверхность и сопрягающая поверхность срезаны плоскостями β и α (горизонтально-проецирующими и профильно-проецирующими). На рисунке 12 проведено построение линии среза плоскостью β .

Плоскости β и α срезают цилиндрическую поверхность по образующей, а сопрягающую поверхность – по кривой 1–4. Горизонтальная и профильная проекции линии среза совпадают с отрезками горизонтального и профильного следов. Для построения фронтальной проекции линии среза определяем фронтальные проекции характерных точек 1, 4 и промежуточных точек 2, 3. Фронтальную проекцию крайней левой точки 4 находим по горизонтальной ее проекции без дополнительных построений. Фронтальные проекции промежуточных точек 2, 3 определяем при помощи профильных плоскостей. Они пересекают сопрягающую поверхность вращения по окружностям, которые проецируются на профильную плоскость проекций в натуральную величину, а на фронтальную плоскость проекций – в отрезки прямых линий, совпадающих с отрезками фронтальных следов.

Фронтальную проекцию образующей 4, 5, по которой цилиндрическая поверхность диаметра D пересекается плоскостью β , находим по профильной проекции. Найденные фронтальные проекции точек 1–5 соединяем, получая фронтальную проекцию линии среза плоскостью β .

Фронтальная проекция линии среза плоскостью α будет видимой и совпадет с фронтальными проекциями точек 1–5.

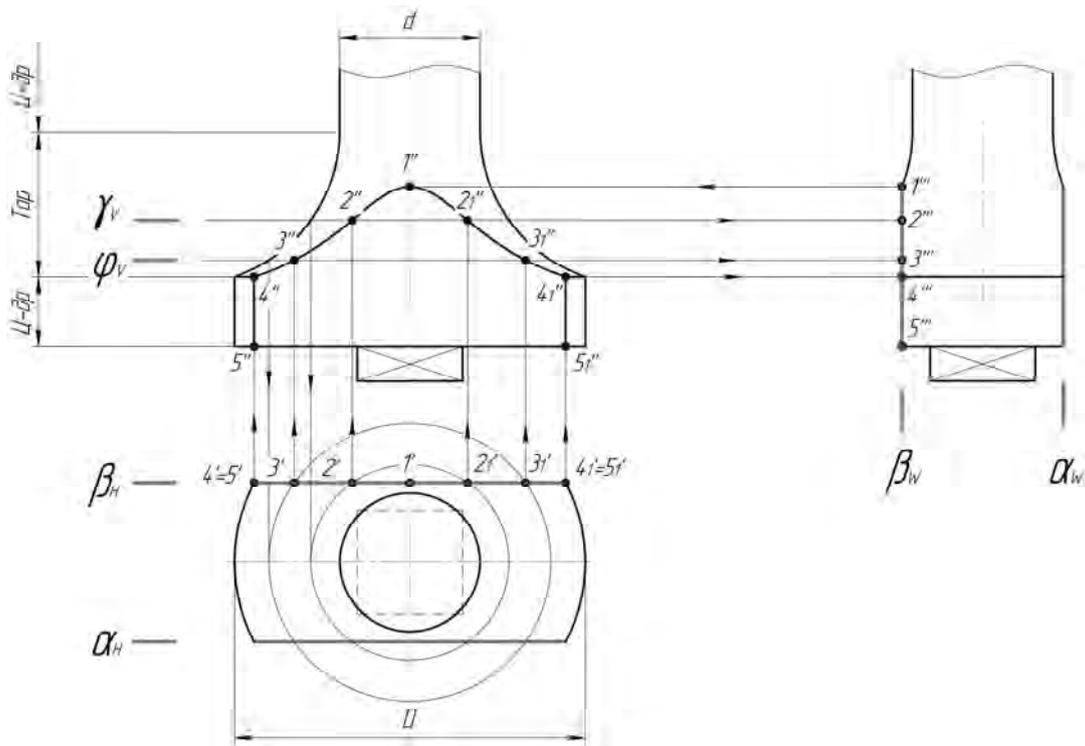


Рисунок 12 – Пример построения линии среза на технической детали № 1

1.9 Поэтапный план построения технической детали № 2

Построить линии пересечения поверхностей типовой технической детали № 2. На рисунке 13 представлена 3D-модель детали № 2.

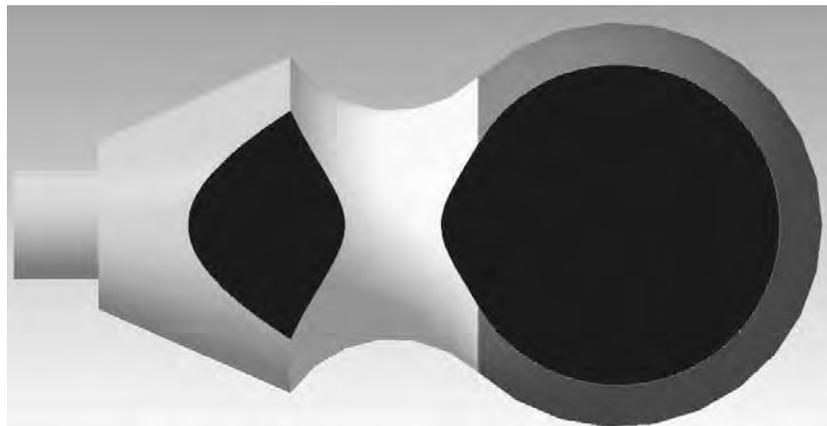


Рисунок 13 – 3D-модель детали № 2

Деталь образована цилиндрической поверхностью диаметра d , поверхностью усеченного конуса, сопрягающей поверхностью тела вращения

(часть кругового кольца) и сферической поверхностью диаметра D . Коническая поверхность, сопрягающая поверхность и сферическая поверхность срезаны плоскостями Q и G (горизонтально-проецирующими и профильно-проецирующими).

Алгоритм решения

1 По заданным размерам строим условие задачи.

2 Разбиваем деталь на составляющие поверхности: коническую, цилиндрическую, сферическую поверхности и поверхность тора. Границу тора и сферы находим по точкам касания.

3 Проводим секущие плоскости G и Q , формирующие линии среза, параллельно оси вращения детали на горизонтальной плоскости проекции (рисунок 14, а).

4 Определяем характерные точки 1–4, находящиеся на поверхностях конуса, тора и сферы (рисунок 14, б).

5 Точки 5 и 6 также являются характерными и принадлежат линии среза (граница конуса и тора) (рисунок 14, в).

6 Строим промежуточные точки на конусе и торе способом вспомогательных секущих плоскостей, параллельных профильной плоскости проекций. У сферы линией среза является окружность, радиус которой равен расстоянию от центра сферы до точки 4 (рисунок 14, г).

7 Полученный ряд точек принадлежит искомой линии среза. Соединяем все полученные точки плавной кривой линией по лекалу (рисунок 14, д).

8 Наносим размеры (рисунок 14, е).

Последовательность построения показана наглядно с помощью линий связи со стрелками.

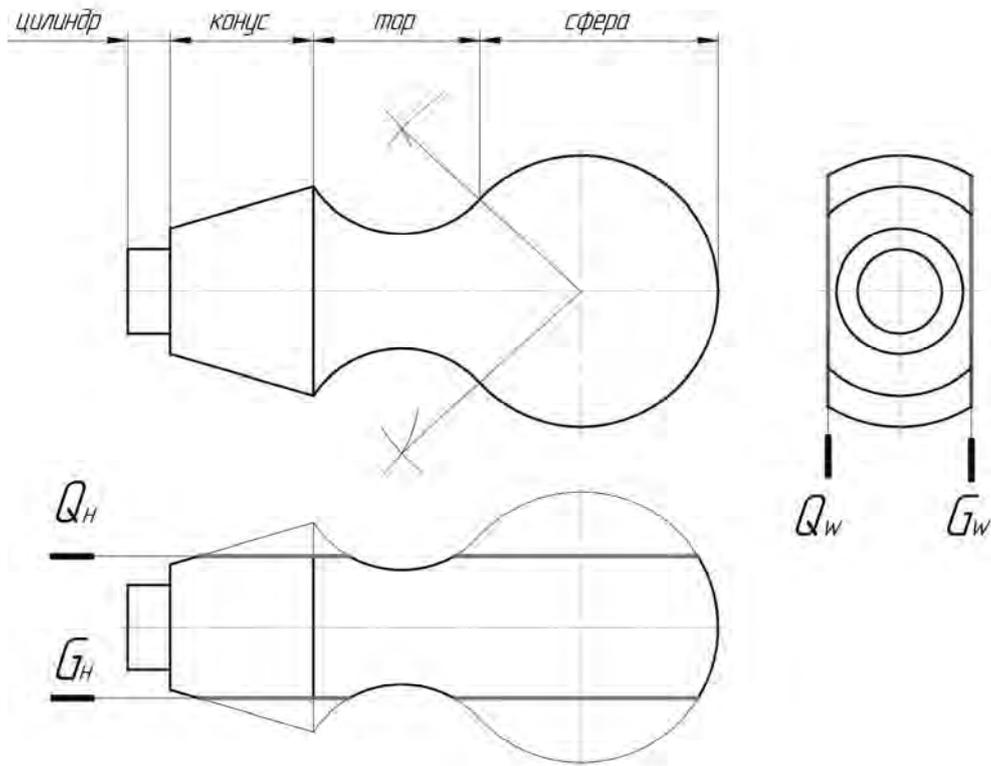
1.10 Примеры оформления графической работы

Основная форма работы студентов по курсу «Инженерная графика» – самостоятельное выполнение графических работ, предусмотренных учебными программами.

Методические рекомендации используются на практических занятиях при подготовке к выполнению домашней графической работы по теме «Линии среза» для студентов технических специальностей. Примеры выполнения домашних графических работ приведены на рисунках 15 и 16.

На рисунке А.1 представлены 24 варианта графических заданий.

а)



б)

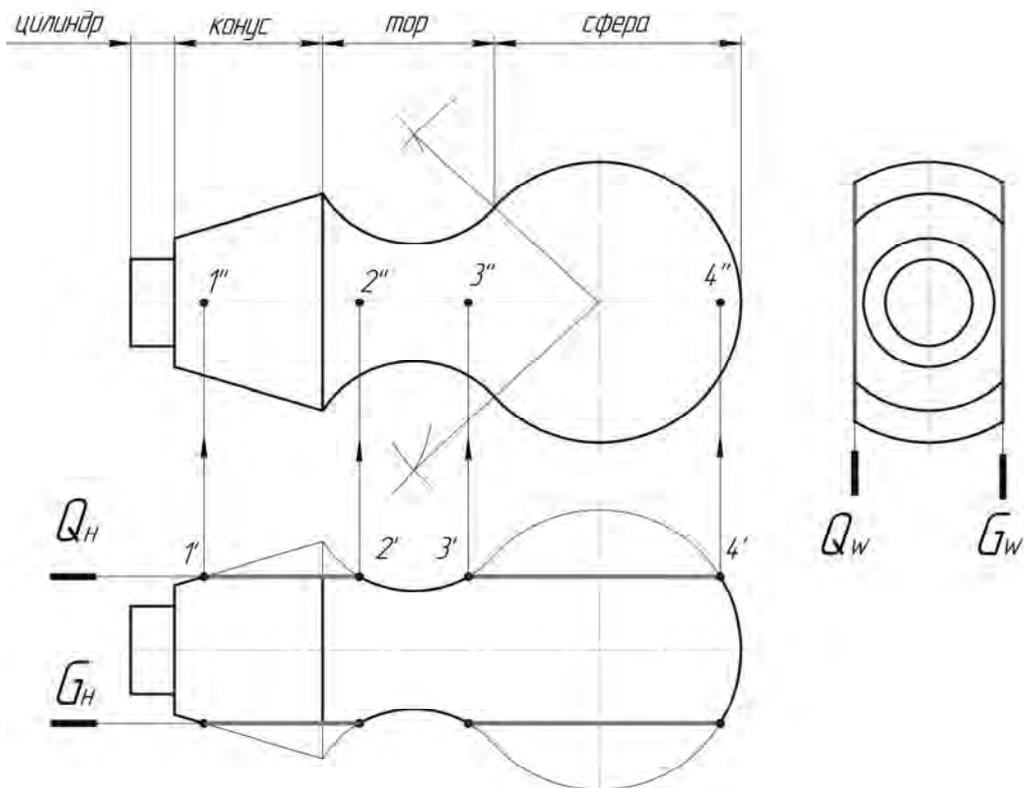
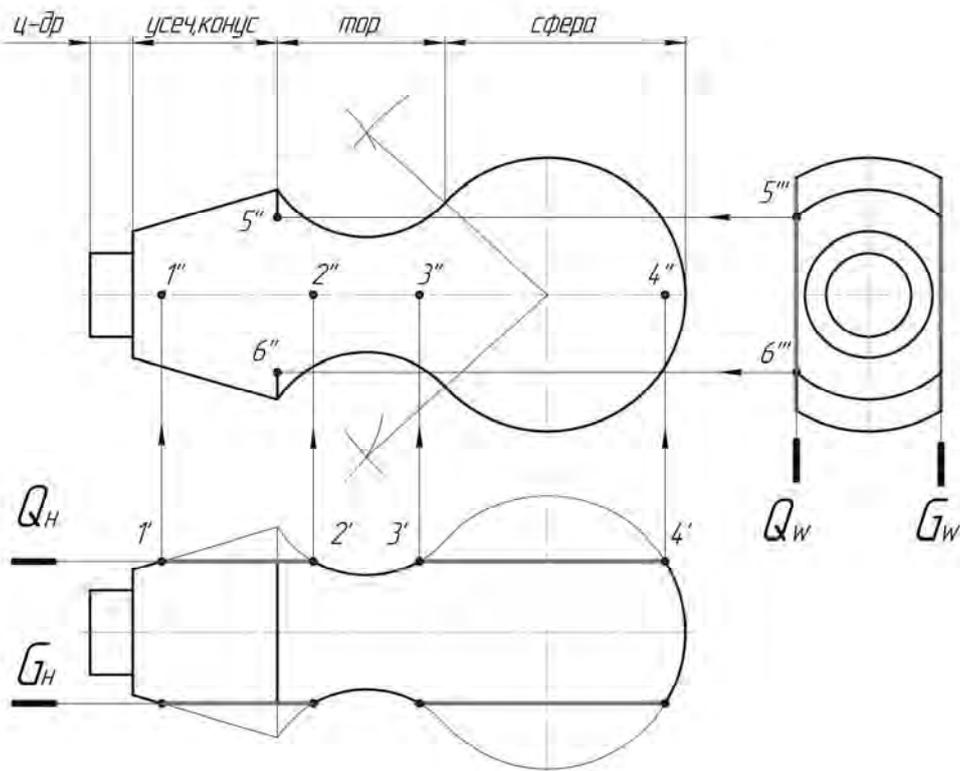
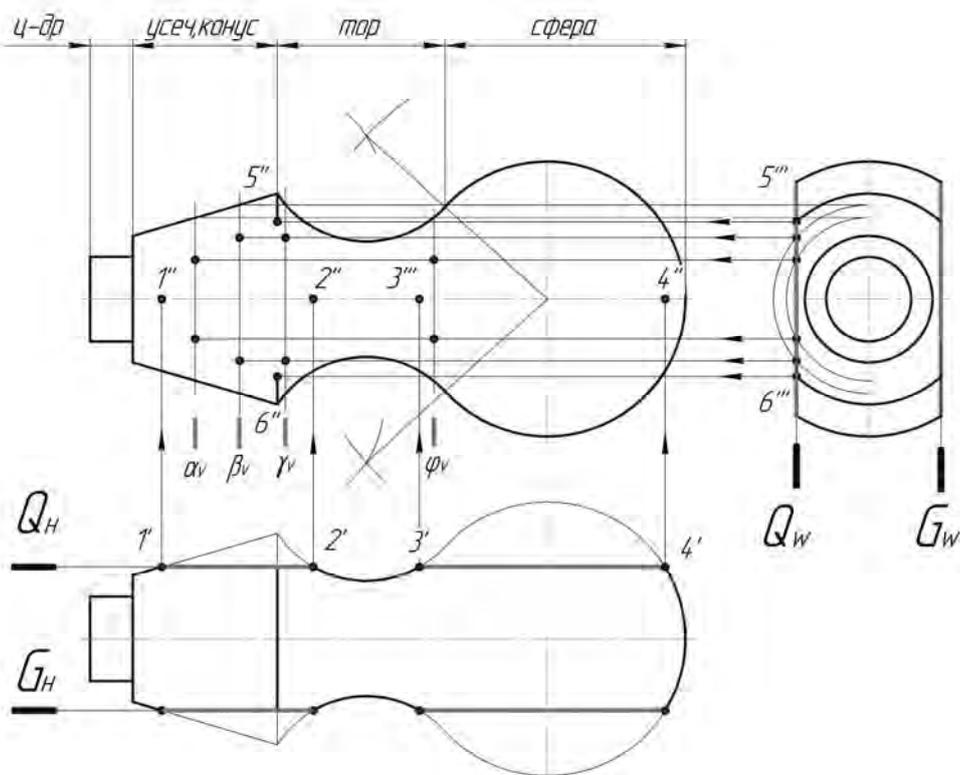


Рисунок 14 – Поэтапное выполнение графической работы

В)

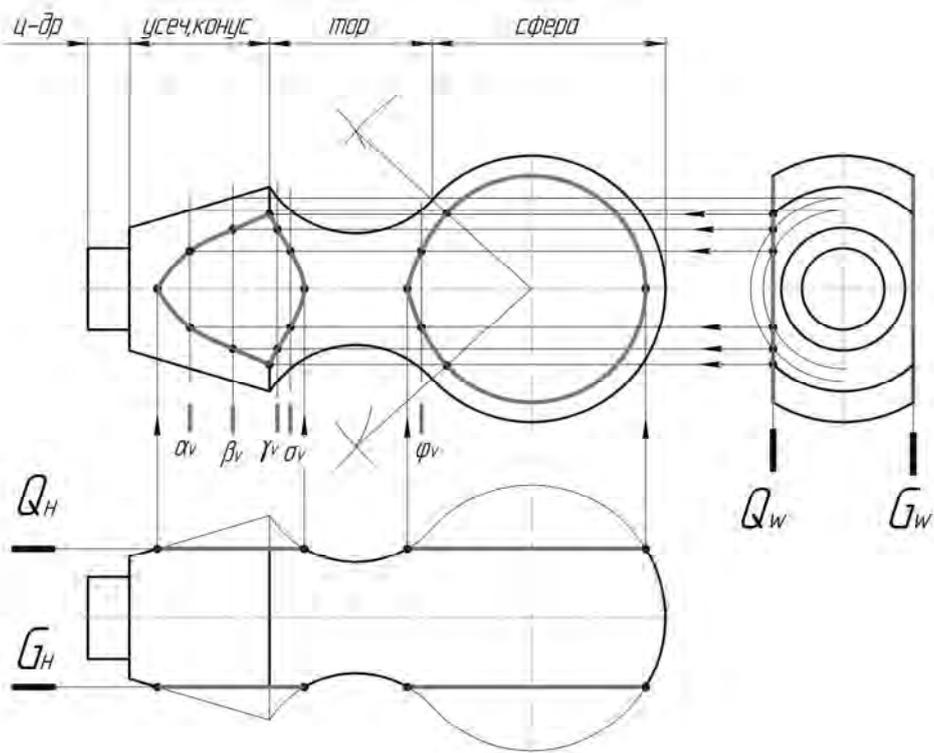


Г)

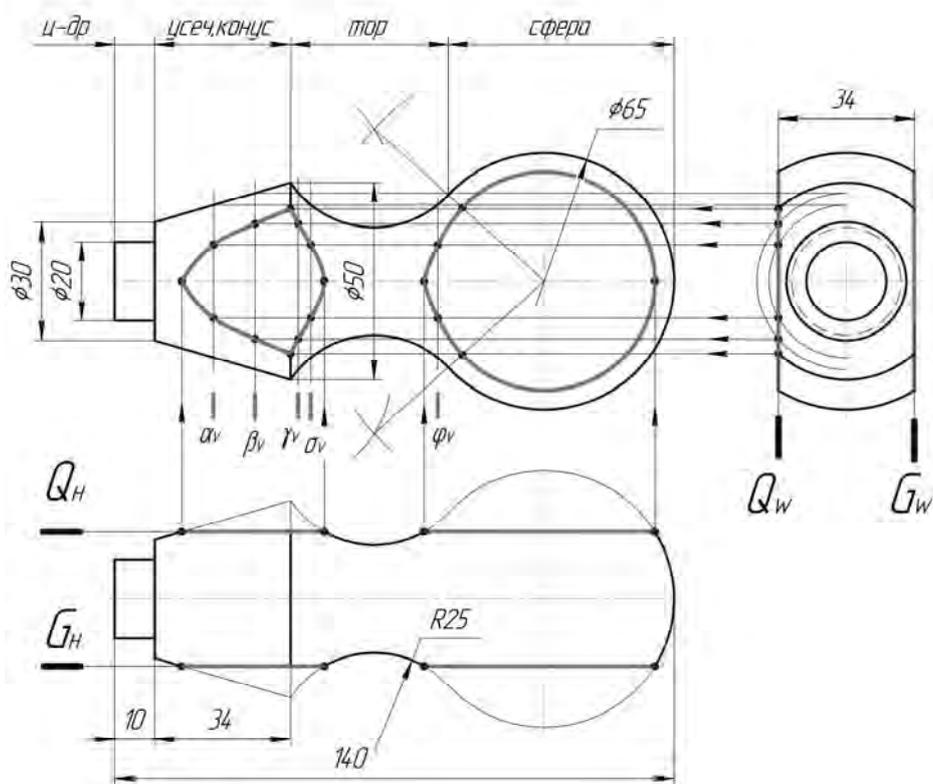


Продолжение рисунка 14

д)



е)



Окончание рисунка 14

Список литературы

1 **Сальков, Н. А.** Начертательная геометрия. Основной курс : учебное пособие / Н. А. Сальков. – Москва : ИНФРА-М, 2014. – 235 с.

2 **Чекмарев, А. А.** Инженерная графика. Машиностроительное черчение : учебник / А. А. Чекмарев. – Москва : ИНФРА-М, 2015. – 396 с.

3 **Зеленый, П. В.** Инженерная графика. Практикум по проекционному черчению : учебное пособие / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : БНТУ, 2014. – 200 с.

Приложение А (рекомендуемое)

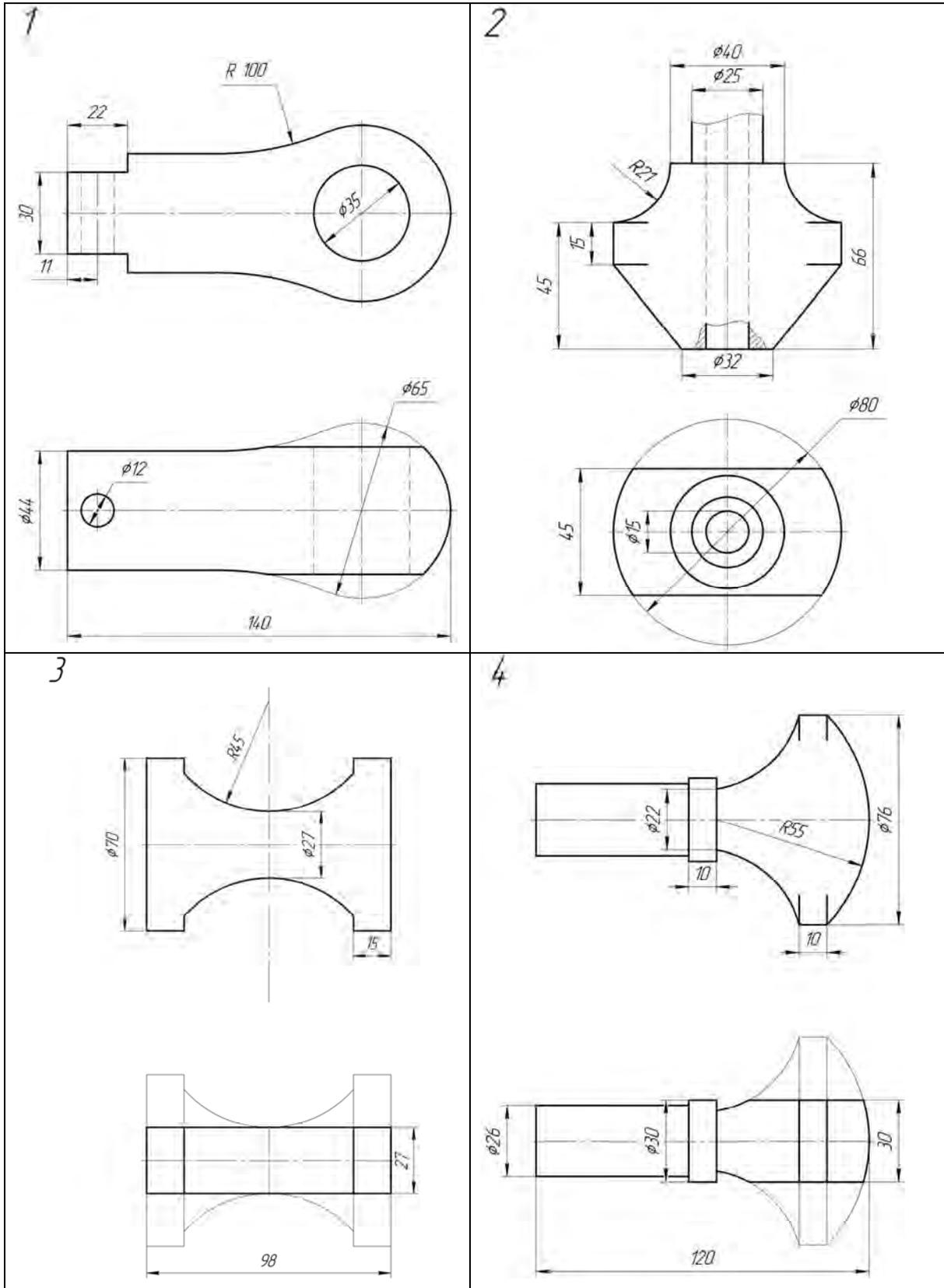
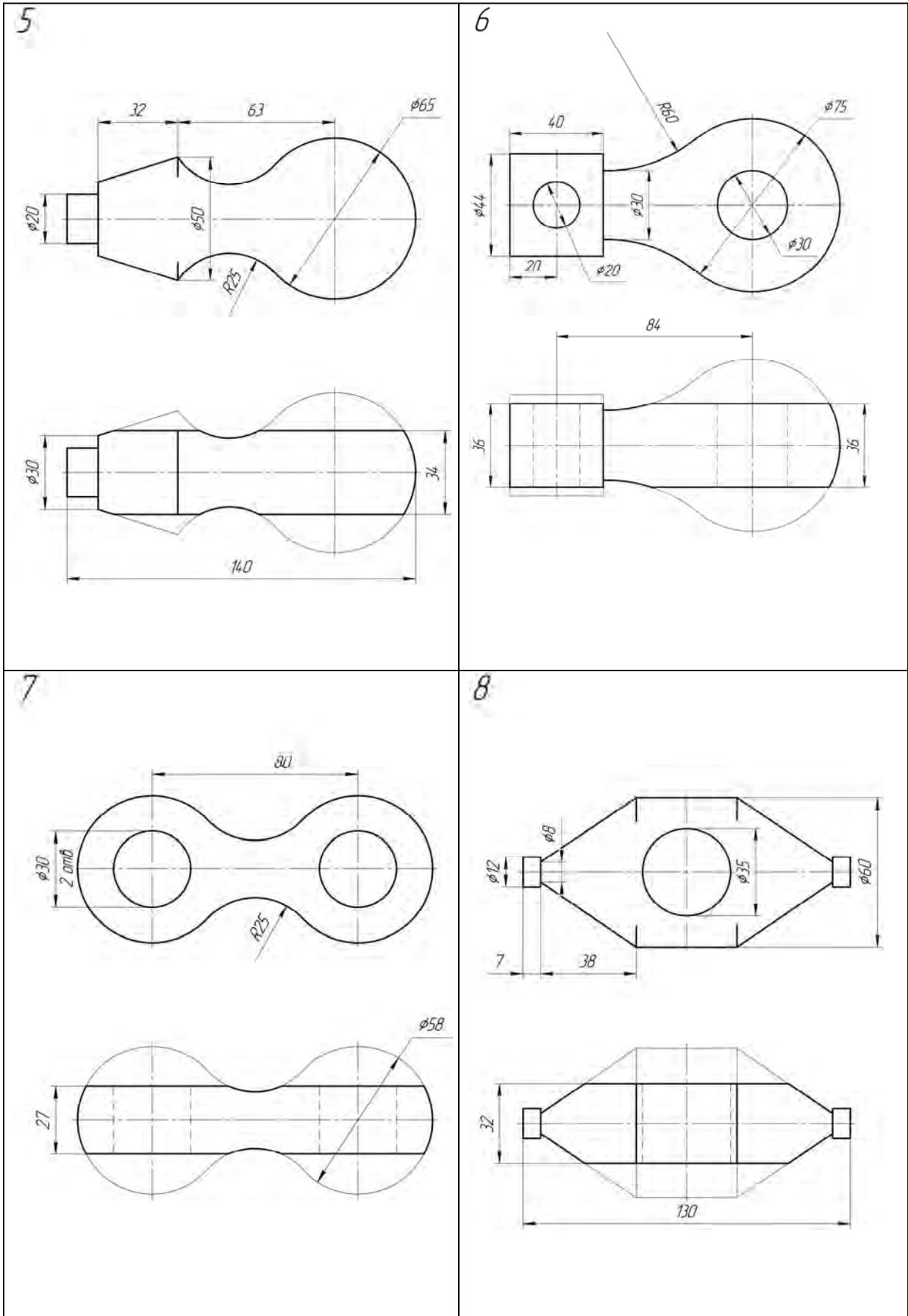
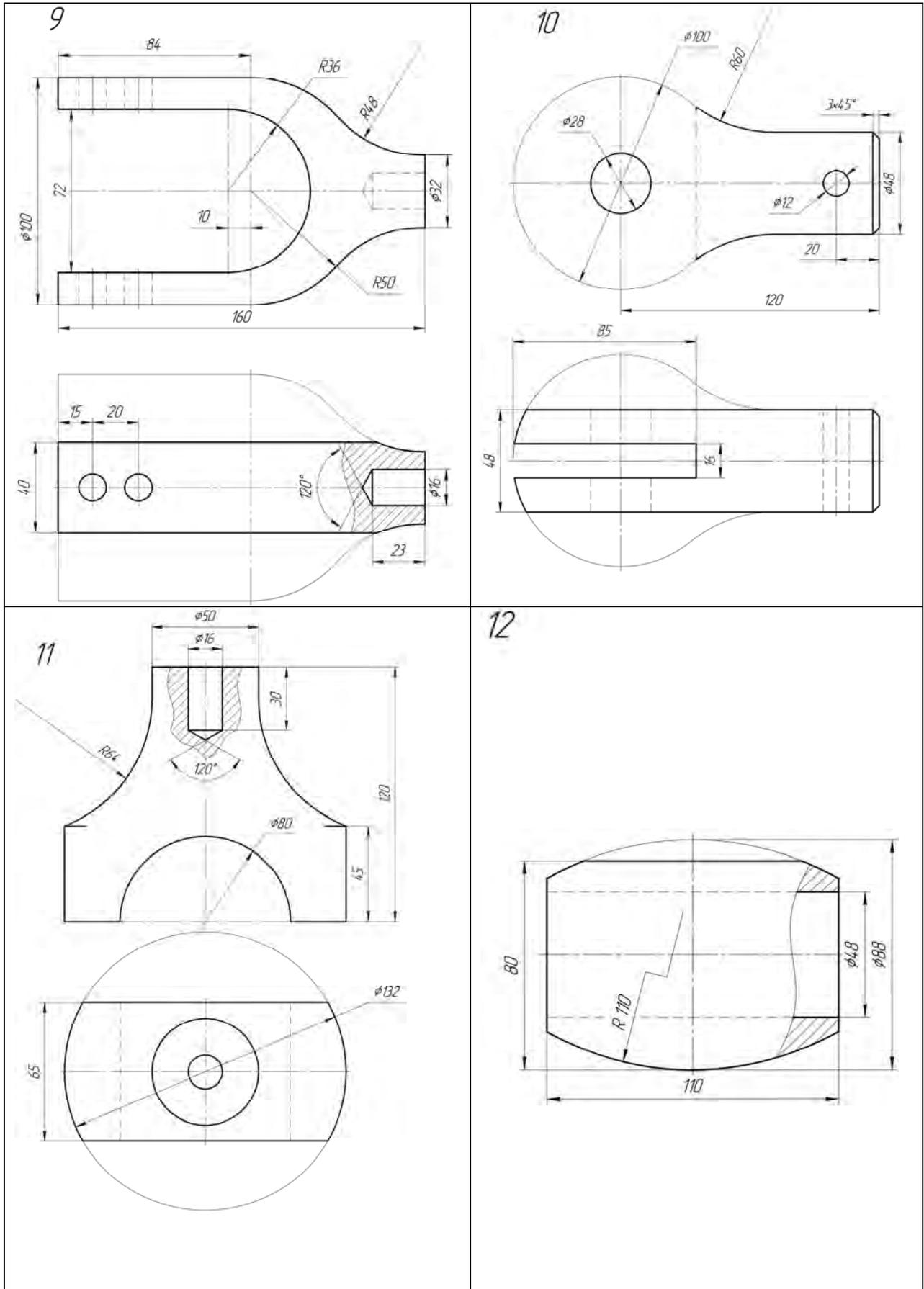


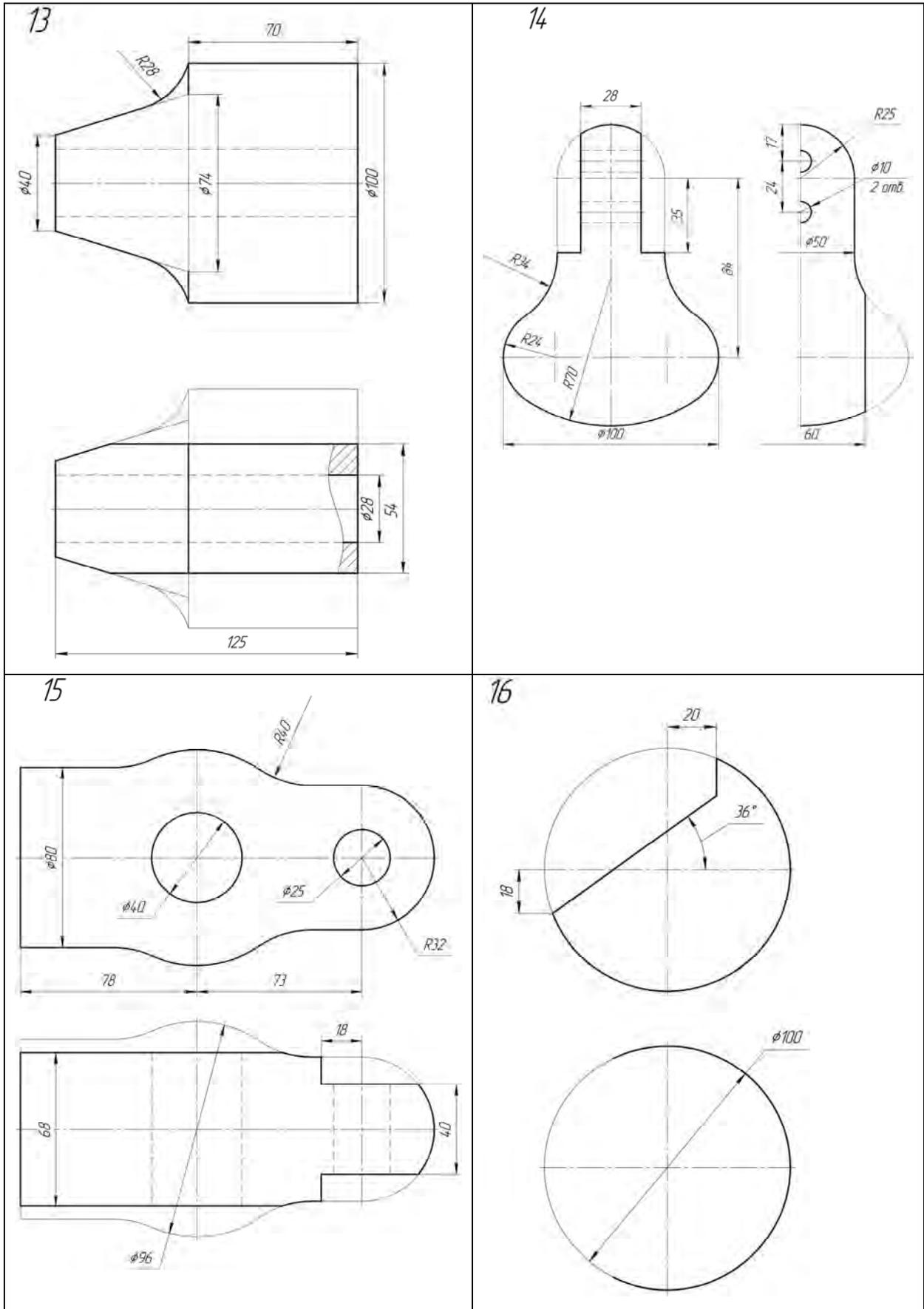
Рисунок А.1 – Варианты графических заданий



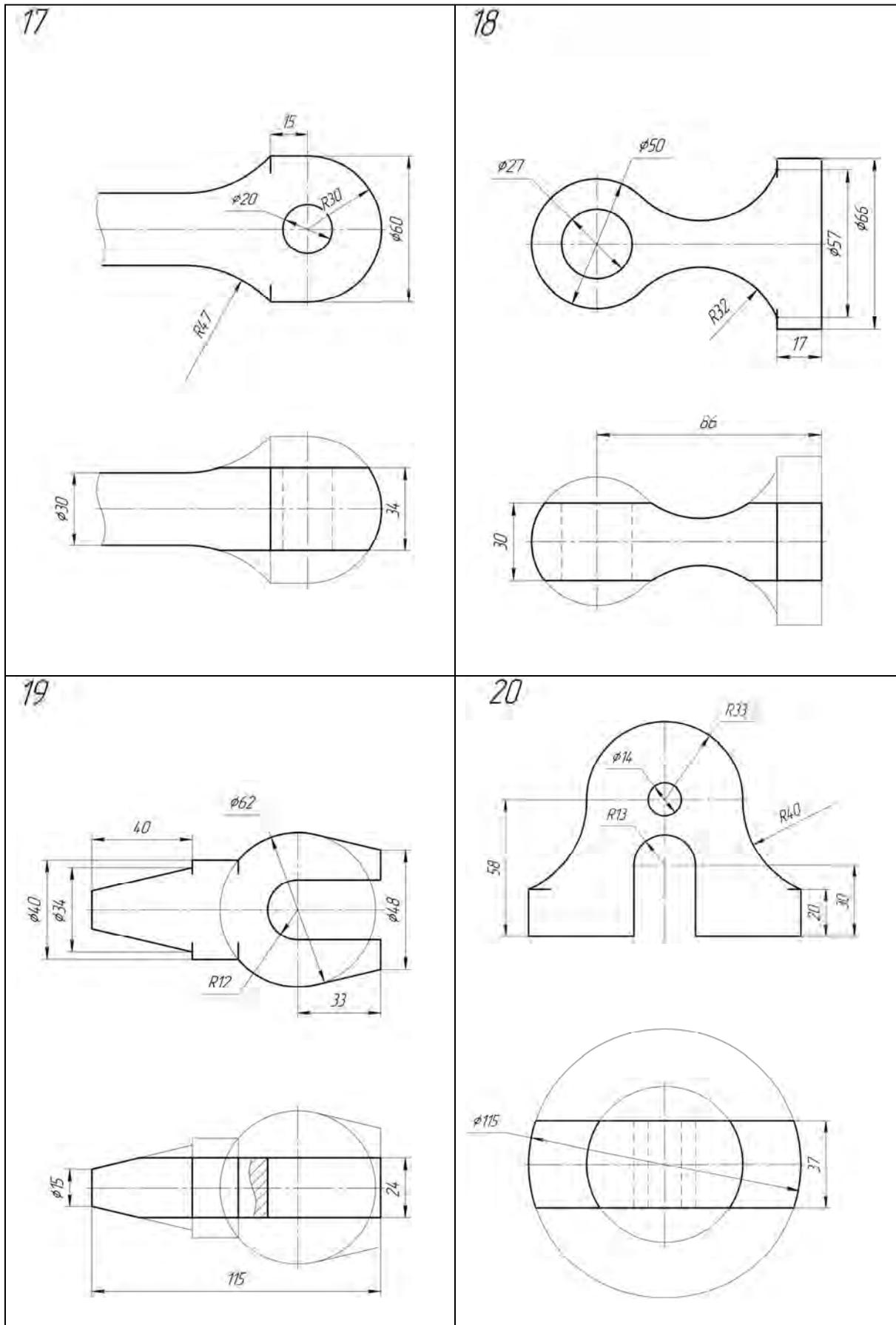
Продолжение рисунка А.1



Продолжение рисунка А.1

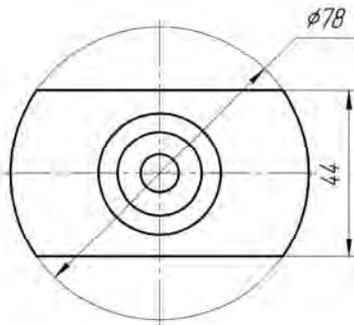
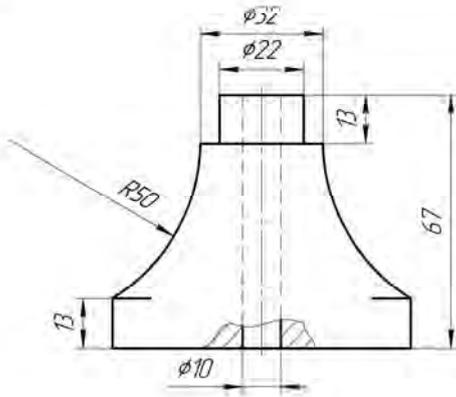


Продолжение рисунка А.1

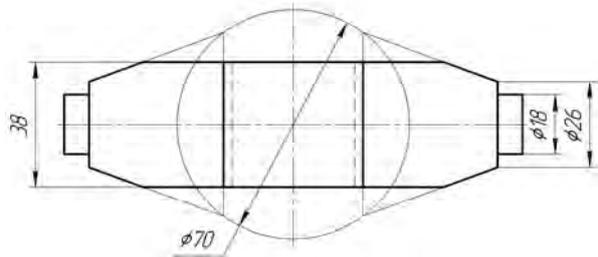
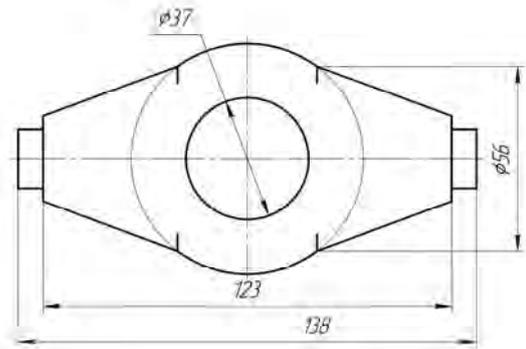


Продолжение рисунка А.1

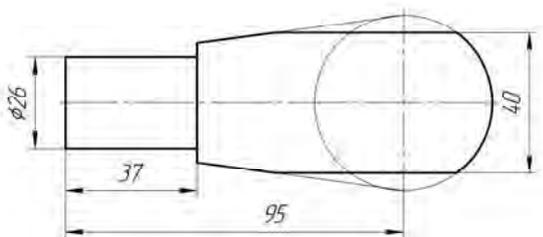
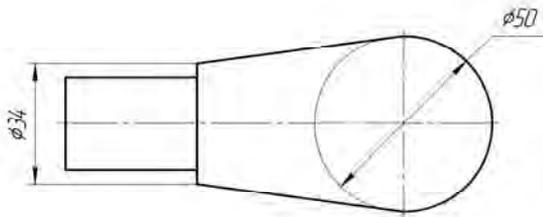
21



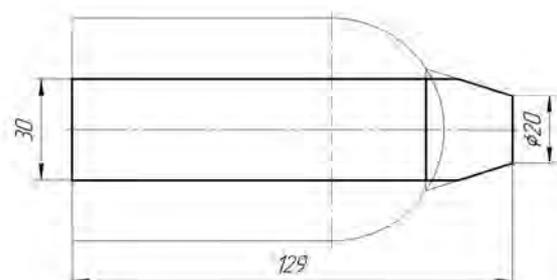
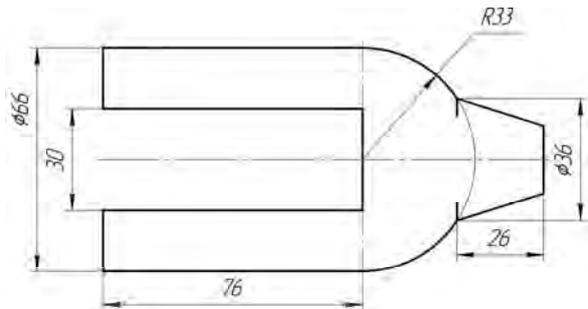
22



23



24



Окончание рисунка А.1