

САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ОРГАНИЗАЦИЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

Специальности

*050502.65 «Технология и предпринимательство»
и направлению подготовки 130500.62 «Нефтегазовое дело»*

Южно-Сахалинск

2010

УДК 514(075.4)
ББК 74.58
О 64

*Печатается по решению учебно-методического совета
Сахалинского государственного университета, 2010 г.*

О 64 Организация самостоятельной работы студентов по начертательной геометрии специальности 050502.65 «Технология и предпринимательство» и направлению подготовки 130500.62 «Нефтегазовое дело» / Сост. И. Э. Горшенина. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2010. – 60 с.

ISBN 978-5-88811-294-6

В работе даются содержание и план выполнения заданий, рассматриваются методические вопросы построения изображения и приводятся варианты исходных данных.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения специальности 030600 (050502.65) «Технология и предпринимательство» и направлению подготовки 130500.62 «Нефтегазовое дело».

Рецензенты:

Максимов В. П., заведующий кафедрой менеджмента организации
ГОУ ВПО «Сахалинский государственный университет»,
докт. пед. наук, доцент;

Колтуновский О. А., зав. кафедрой общетехнических дисциплин
Южно-Сахалинского института экономики, права и информатики,
канд. физ.-мат. наук, доцент;

Дудник Е. Ю., канд. пед. наук, доцент кафедры технических дисциплин
Технологического института СахГУ.

Учебное издание

**ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ
Специальности 050502.65 «Технология и предпринимательство»
и направлению подготовки 130500.62 «Нефтегазовое дело»**

Составитель И. Э. Горшенина.

Верстка О. А. Надточий.

Корректор В. А. Яковлева.

Подписано в печать 10.06.2010. Бумага «Svetocopy».
Гарнитура «Times New Roman». Формат 60x84¹/₈.
Тираж 500 экз. Объем 7,5 усл. п. л. Заказ № 559-10.

Издательство Сахалинского государственного университета.
693008, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290, каб. 32.
Тел. (4242) 45-23-16, факс (4242) 45-23-17.
E-mail: polygraph@sakhgu.sakhalin.ru



© Сахалинский государственный
университет, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

1. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1. ПОЗИЦИОННЫЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ С ГРАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

1.1. Цель, исходные данные и содержание контрольной работы	4
1.2. Методические указания к выполнению контрольной работы.....	6
1.2.1. Построение изображений	6
1.2.2. Графическое построение линии сечения поверхности	7
1.2.3. Аксонометрическая проекция	13
1.2.4. Сравнительная оценка решения задачи сечения	14
1.2.5. Метрические задачи	15
1.3. Контрольные вопросы	22

2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

2.1. Цель, исходные данные и содержание контрольной работы	24
2.2. Методические указания к выполнению контрольной работы	25
2.2.1. Анализ, параметризация, построение видов и разреза детали	25
2.2.2. Построение линии пересечения поверхностей	29
2.2.3. Общие требования к оформлению контрольной работы	34
2.3. Контрольные вопросы	37

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	38
--	-----------

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	38
---	-----------

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1	39
--	-----------

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 2	41
--	-----------

1. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1.

ПОЗИЦИОННЫЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

С ГРАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

1.1. Цель, исходные данные и содержание контрольной работы

Данная работа является ключевой в изучении теоретических основ чертежа и ставит своей основной целью:

1. Изучить основные закономерности образования и построения комплексного и аксонометрического чертежа и их инвариантные свойства на примере гранной поверхности.
2. Научить графическому решению простейших позиционных и метрических задач на плоских изображениях.
3. Предоставить возможность студенту делать сравнительную оценку способов решения задачи с учетом их информативности, трудоемкости и точности полученных результатов.
4. Научить чтению графической информации, то есть умению воспроизвести пространственный объект по его плоским изображениям и получить любую геометрическую информацию об объекте.

Демонстрация использования теоретических основ начертательной геометрии в решении прикладных задач играет доминирующую роль во всем задании.

Кроме того, заданием преследуются и дополнительные цели, развитие, закрепление и углубление которых будут происходить на протяжении всего курса изучения данной дисциплины, например:

- теоретическая подготовка к изучению проблем образования многовидового чертежа и изображений, называемых разрезами и сечениями;
- изучение стандартов оформления чертежа, развитие и закрепление навыков их применения;
- развитие навыков работы с чертежным инструментом;
- выработка инженерного мышления и отношений к конструкторскому документу.

Отличительной методической особенностью выполнения данной контрольной работы является то, что:

- 1) студент впервые проектирует объект по заданному определителю;
- 2) последовательная работа с комплексным и аксонометрическим чертежом, разверткой и изготовлением макета изделия позволяет глубже понять теоретические основы и инженерную значимость чертежа.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные представляются условием задания и координатами точек (определителем) задаваемых фигур (геометрических объектов). В приложении 1 даны определители трехгранной призмы и секущей плоскости. Методические рекомендации по решению указанных задач даются во втором разделе.

Трехгранная призма задана координатами (x, y, z) вершин $(G\ K\ L)$ основания и координатами вершины G' бокового ребра $(G\ G')$ (приложение 1). Основания призмы параллельны.

Секущая плоскость α задана координатами (x, y, z) трех ее точек (M, N, R) .

СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для решения контрольной работы рекомендуется выполнить следующие задачи:

1. Построить две проекции заданной поверхности и секущей плоскости, определить видимость ребер.
2. На фронтальной, горизонтальной проекциях и в аксонометрии построить линию (ABC) сечения призмы плоскостью и обвести ее красным цветом с учетом видимости.
3. Построить развертку призмы с линией сечения.
4. Отдельно построить фронтальную и горизонтальную проекции основания (GKL) призмы и одну из вершин второго основания, например G' , и определить:
 - а) углы наклона основания призмы к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций;
 - б) натуральную величину высоты призмы с помощью нормали;
 - в) натуральную величину линий сечения призмы плоскостью MNR методом замены плоскостей проекций.
5. Определить координаты точек фигуры сечения и записать их в таблицу вместе с относительной погрешностью (шрифт размера 5).
6. Построить призму и плоскость в прямоугольной изометрии или диметрии, определить видимость ребер.
7. Оформить работу (см. п. 2.2.6.):
 - обвести изображения в соответствии с ГОСТ 2.303-68;
 - обозначения проекций точек выполнить прописным шрифтом размера 5;
 - выполнить таблицу исходных данных шрифтом размера 7;
 - оформить рамку и основную надпись по форме ГОСТ 2.104-2006 (с принятыми в учебных целях упрощениями).

1.2. Методические указания к выполнению контрольной работы

Для успешного выполнения работы требуется активная позиция студента не только на лекционных и практических занятиях, но и в самостоятельной работе с учебной литературой.

При защите контрольной работы студент должен показать знание теоретических основ теории изображений, умение пользоваться ими для решения конкретных задач и практические навыки чтения чертежа, его оформления и пользования чертежным инструментом.

Рекомендуемая толщина основных (толстых) линий – 0,6–0,8 мм, сплошных тонких и штриховых линий – 0,2–0,3 мм, линий построения и координатных осей – 0,1–0,2 мм.

Линии построения сохранить. Линии связи достаточно показать отрезками по 5 мм на ее концах.

Задание выполнить на формате А1.

1.2.1. Построение изображений

Формат А1 лучше расположить длинной стороной к себе, наметить рамку и место основной надписи.

В левой половине формата разместить оси ортогональных проекций и построить две проекции призмы и секущей плоскости. Построение вести только тонкими линиями. Координаты определителя взять в приложении 1 по своему варианту.

Соединить прямыми точки G, K, L вершин основания призмы. Построить боковое ребро GG'. Учитывая параллельность оснований призмы и свойства проекций параллельных прямых, построить боковые ребра KK', LL' и второе основание G' K' L' призмы.

Используя понятие конкурирующих точек, прямых и плоскостей, определить видимость ребер фигуры на двух проекциях. Невидимые ребра обвести штриховыми линиями.

Построить определитель (MNR) плоскости α . Точки MNR соединить прямыми.

В правой половине листа разместить оси прямоугольной изометрии, учитывая, что объект расположен в первой четверти. Построить вторичную проекцию основания фигуры и ребра GG' на координатную плоскость xOy . Если при этом основание сильно сжато (близко к проецирующему положению) или ребро GG' составляет малый угол с осью Oz (почти параллельно оси), рекомендуется перейти к прямоугольной диметрии или использовать вторичную проекцию на координатную плоскость xOz или yOz . Далее аналогично предыдущему чертежу построить вторичную и аксонометрическую проекцию фигуры, секущей плоскости и определить видимость ребер призмы в аксонометрии.

1.2.2. Графическое построение линии сечения поверхности

Гранная поверхность ограничена отсеками плоскостей – граней. Пересечение двух боковых граней образует боковое ребро. Если боковые ребра параллельны ($GG' \parallel KK' \parallel LL'$), поверхность называют призмой (рис.1). Плоскость, пересекающая все боковые грани, образует основание (GKL) поверхности. Основания призмы GKL и $G'K'L'$ конгруэнтны. Наименование фигуры складывается из указания числа боковых граней и вида поверхности. Например, на рис.1 показана трехгранная пирамида.

Задача построения фигуры (ABC) сечения поверхности некоторой плоскостью решается двумя способами:

1) способ пересечения прямой с плоскостью. Боковое ребро принимается за прямую (k) и решается позиционная задача пересечения прямой (k) с заданной плоскостью (α). Так последовательно определяются точки A, B и C фигуры сечения (см. рис. 2). При этом удобно считать, что высота призмы неограниченна. Если точка пересечения (т. C) окажется за пределами реальной длины ребра, то это значит, что плоскость пересекает основание фигуры. В нашем примере $E = (AC) \cap (GL)$, $D = (BC) \cap (KL)$, (ABDE) – действительная фигура сечения;

2) способ плоскостей-посредников.

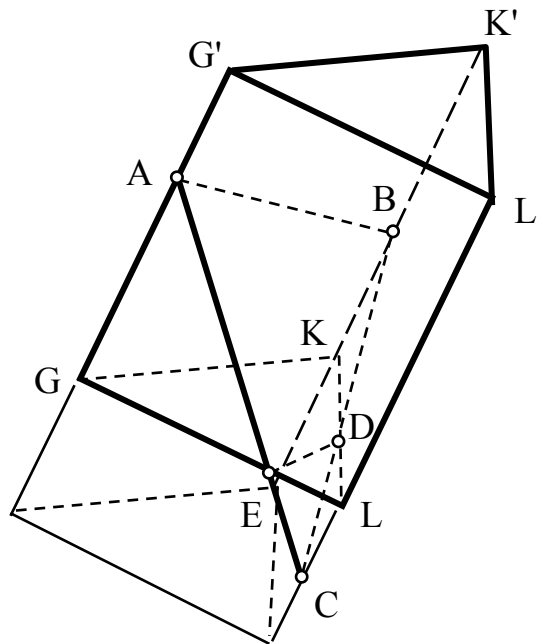


Рис. 1. Призма.

СПОСОБ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПРЯМОЙ С ПЛОСКОСТЬЮ

Дано: плоскость α (MNR) и прямая k (рис. 2, а).

Определить: $A = k \cap \alpha$ – точку пересечения прямой k с плоскостью α .

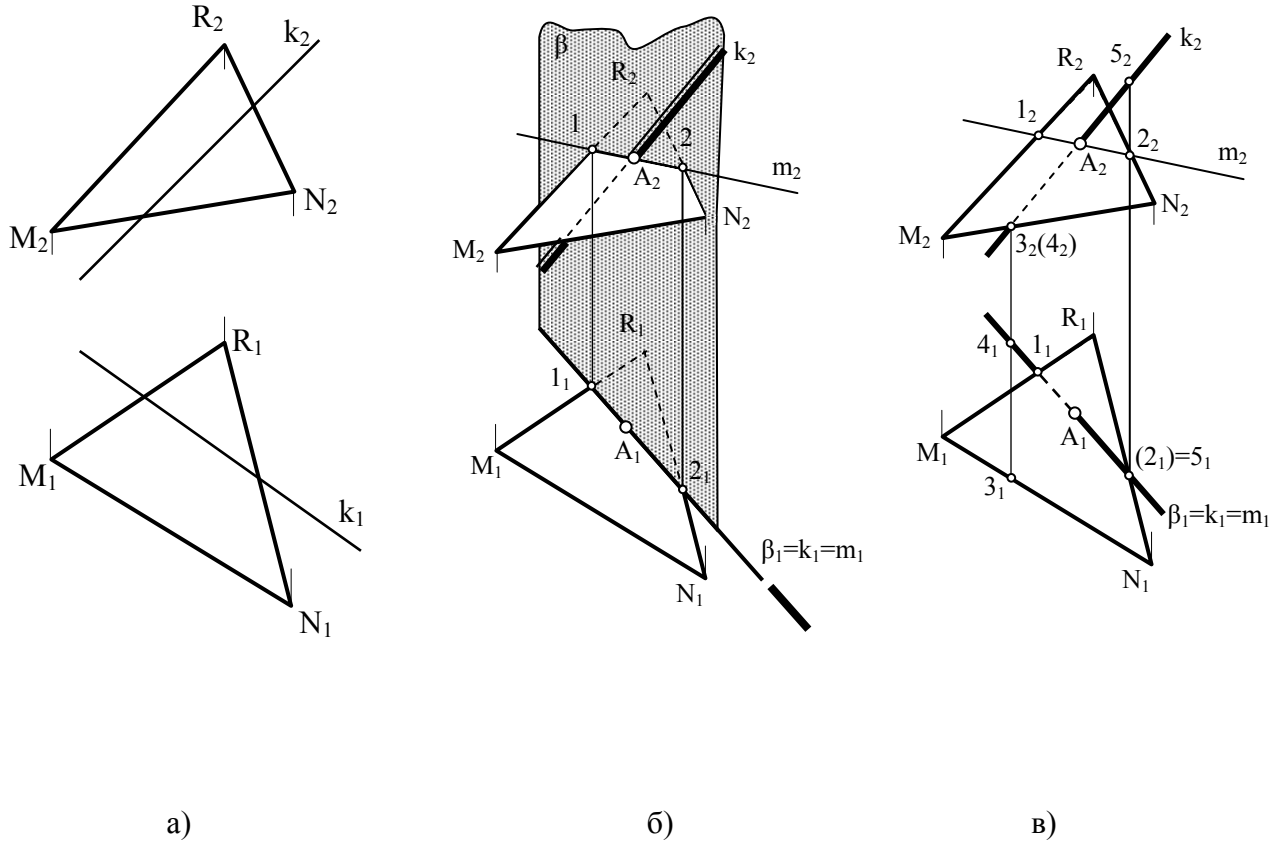


Рис. 2. Пересечение прямой k с плоскостью:
а) задача; б) принцип решения; в) решение.

Алгоритм решения задачи:

1) $k \subset \beta$. Через прямую k проводят проецирующую плоскость β . На рис. 2, б показаны горизонтально-проецирующая плоскость β и ее горизонтальный след $\beta_1 = \beta \cap \Pi_1$, с которым совпадает горизонтальная проекция k_1 прямой k . Аналогично можно ввести фронтально или профильно-проецирующую плоскость. Введение такой плоскости оформляется выделением ее следа утолщенной линией длиной 8–20 мм и обозначением $\beta_1 = k_1$ или $h_{\alpha\beta} = k_1$;

2) $m(1-2) = \alpha \cap \beta$. Определяется линия m пересечения плоскостей α и β , которая проходит через точки 1 и 2 пересечения прямых MR и RN плоскости α и плоскости β (см. рис. 2, б). Точки 1 и 2 определяются по их проекциям 1_1 и 2_1 ($1_1 = \beta_1 \cap (M_1R_1)$, $2_1 = \beta_1 \cap (N_1R_1)$) и линиям связи (1_1-1) , (2_1-2) .

На чертеже (см. рис. 2, в) отмечаются точки (1_1 и 2_1) пересечения следа (β_1) плоскости-посредника с проекциями (M_1R_1 и N_1R_1) прямых плоскости α , а затем по линиям связи находят другие проекции (1_2 и 2_2) этих же точек;

3) $A = k \cap m = k \cap \alpha$. Прямые k и m лежат в одной плоскости β , и точка A их пересечения есть точка встречи прямой k с плоскостью α . На чертеже (см. рис. 2, в) отмечается $A_2 = k_2 \cap (1_2 - 2_2)$ и A_1 по линии ($A_2 A_1$) связи.

Для определения видимости на фронтальной проекции используются фронтально конкурирующие точки $3_2 = 4_2$, причем $3 \in MN$, а $4 \in k$. Выбрав совпадающие фронтальные проекции точек рассматриваемых прямых, отмечаем их горизонтальные 3_1 и 4_1 проекции. В нашем примере координата y точки 3 больше точки 4 ($y_3 > y_4$), следовательно, на фронтальной проекции будет видна точка 3_2 плоскости и сама плоскость α , а точка 4_2 и прямая k не видны. Поэтому на участке $4_2 - A_2$ линию k_2 показываем невидимой, изменение видимости произойдет в точке A_2 . Аналогично, сравнивая высоты z_2 и z_5 горизонтально конкурирующих точек 2_1 и 5_1 , приходим к выводу, что на горизонтальной проекции видна точка 5 (5_1) и, следовательно, видна прямая k (k_1) до точки A (A_1), где произойдет изменение видимости.

На рис. 3 показан пример использования рассмотренного алгоритма, построена фигура (ABDE) сечения трехгранной призмы ($GKLG'K'L'$) плоскостью α (MNR).

СПОСОБ ПЛОСКОСТЕЙ-ПОСРЕДНИКОВ

Дано: плоскости α и β (рис. 4, а).

Определить: $(ST) = \alpha \cap \beta$ – линию пересечения заданных плоскостей.

Алгоритм решения задачи:

1) вводим γ . Вводится проецирующая вспомогательная плоскость (посредник). На чертеже (рис. 4, б) использована горизонтально-проецирующая плоскость γ , которая задана горизонтальными h_{γ} и фронтальными f_{γ} следами;

2) $m = \alpha \cap \gamma$. Находим линию пересечения посредника γ с заданной плоскостью α (см. рис. 4, а). На чертеже (см. рис. 4, б) удобно сразу построить фигуру $1 - 2 - 3$ ($1_1 - 2_1 - 3_1 \rightarrow 1_2 - 2_2 - 3_2$) сечения призмы плоскостью γ ;

3) $n = \beta \cap \gamma$. Находим линию n (см. рис. 4, а) пересечения γ и β . На чертеже (см. рис. 4, б) находим линию $4 - 5$ ($4_1 - 5_1 \rightarrow 4_2 - 5_2$) пересечения посредника γ и секущей плоскости (MNR);

4) $S = m \cap n$. Находим точку S (см. рис. 4, а) пересечения линий m и n , которая принадлежит линии пересечения плоскостей. На фронтальной проекции чертежа (см. рис. 4, б) на-

ходим точки (I_2 и II_2) пересечения фигуры $1_2-2_2-3_2$ с линией 4_2-5_2 . Эти точки принадлежат линиям пересечения граней $GG'K'K$ и $KK'L'L$ с плоскостью (MNR) ;

5) вводим δ . Эта плоскость аналогична плоскости γ , и удобно, когда $\delta \parallel \gamma$. На чертеже так и сделано, то есть $h_{o\delta} \parallel h_{o\gamma}$;

6) $P = \alpha \cap \delta$. Далее алгоритм повторяется. На чертеже строим сечение $6-7-8$ ($6_1-7_1-8_1 \rightarrow 6_2-7_2-8_2$) призмы посредником;

7) $q = \beta \cap \delta$. На чертеже через точку 9 ($9_1, 9_2$) проводим прямую параллельно $4-5$ ($4_1-5_1, 4_2-5_2$);

8) $T = p \cap q$. Так же, как и в пункте 4 данного алгоритма, на чертеже находим точки III_2 и IV_2 .

Прямые I_2-III_2 и II_2-IV_2 являются линиями пересечения граней призмы с плоскостью (MNR) . Их пересечение с ребром определяют точки А, В и С фигуры сечения. Все дальнейшие построения аналогичны построениям, рассмотренным в п. 3.2.1.

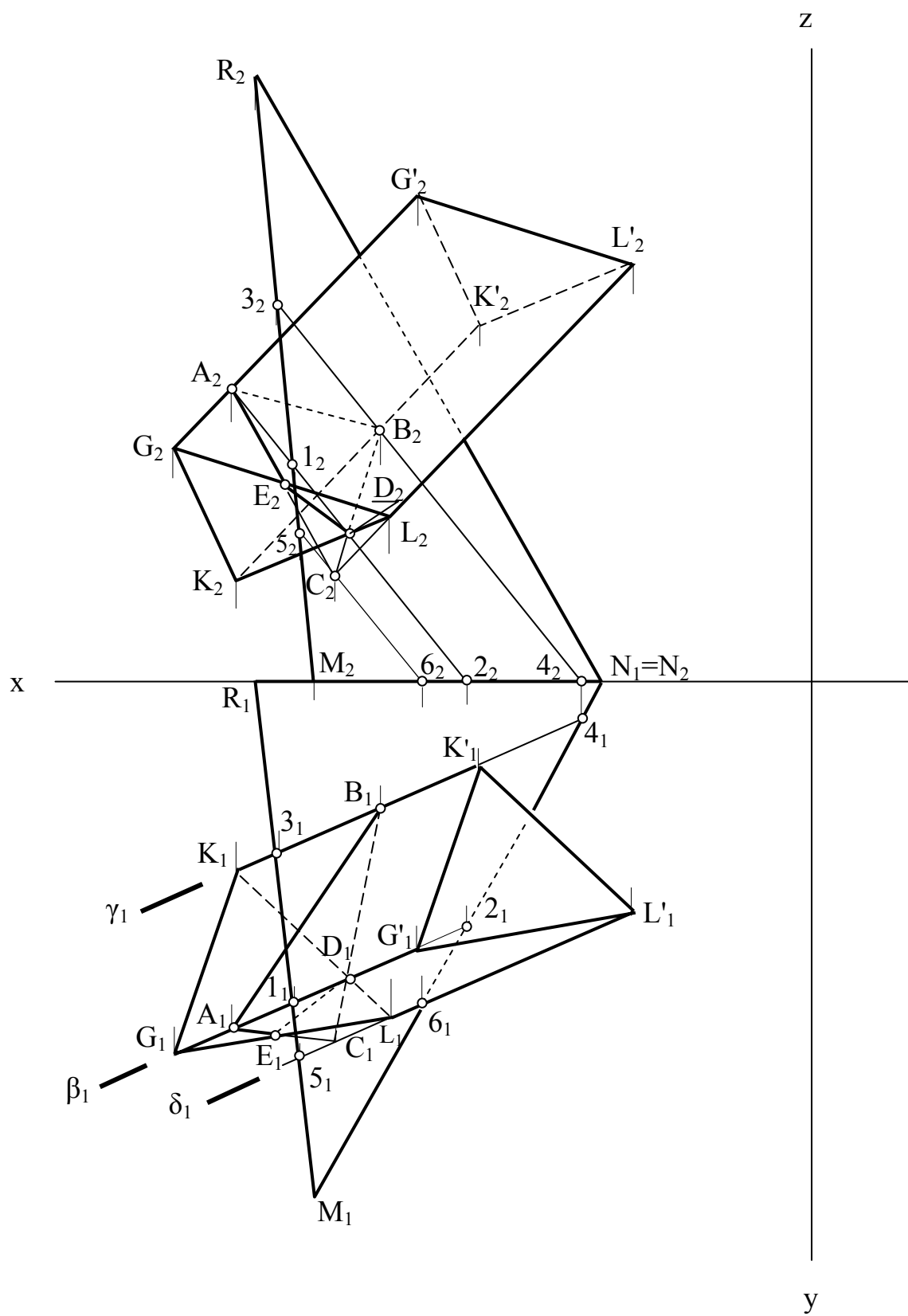
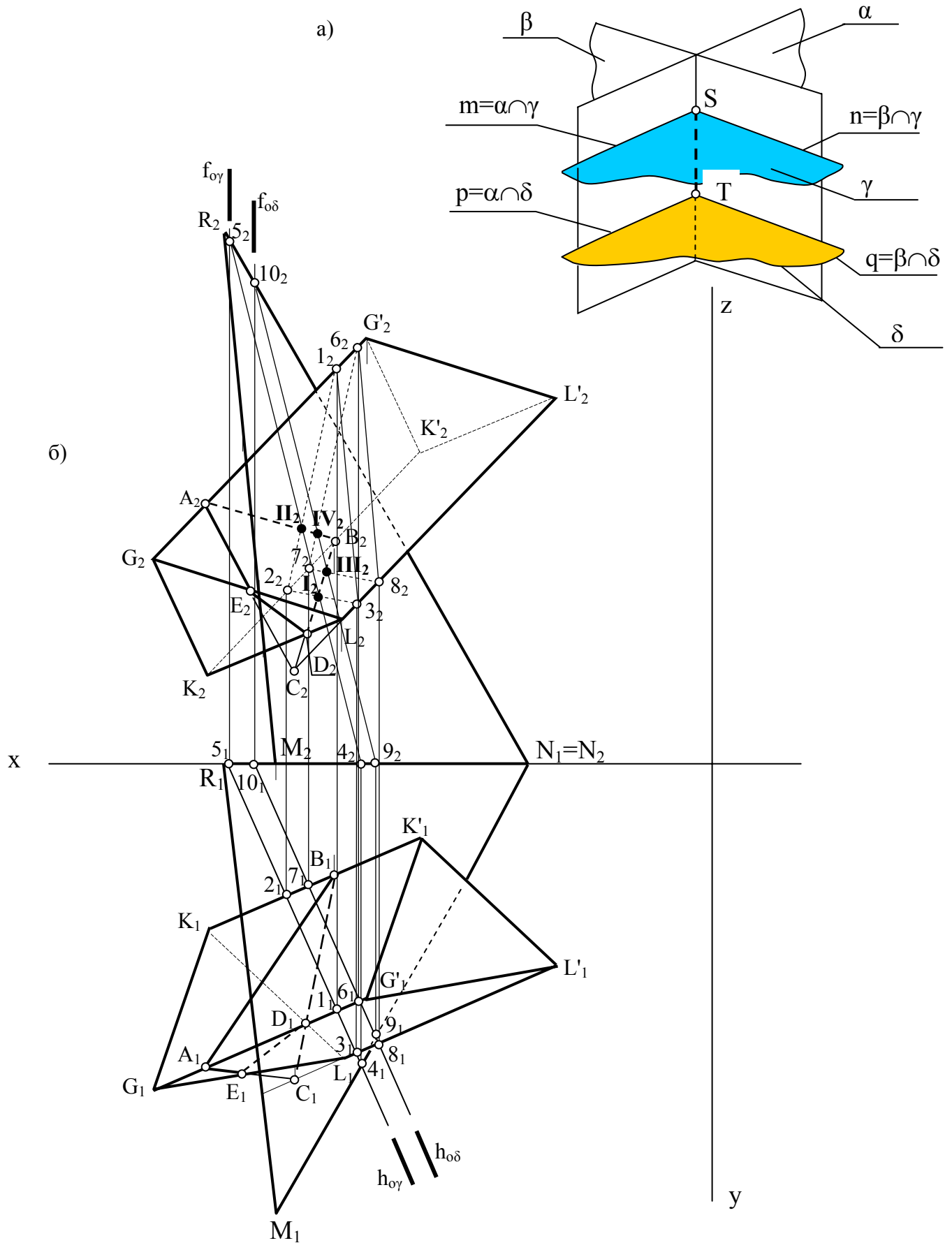


Рис. 3. Построение призмы и фигуры сечения.



1.2.3. Аксонометрическая проекция

Рекомендации по выбору и построению аксонометрической проекции даны в п. 3.1. На рис. 5 построена вторичная проекция $G'_1K'_1L'_1G''_1K''_1L''_1$, аксонометрия $G'K'L'G''K''L''$ призмы и секущей плоскости (MNR). Здесь же показано построение сечения $A'B'C'$ призмы плоскостью, которое выполнено двумя способами, изложенными в п. 3.2.1 и 3.2.2.

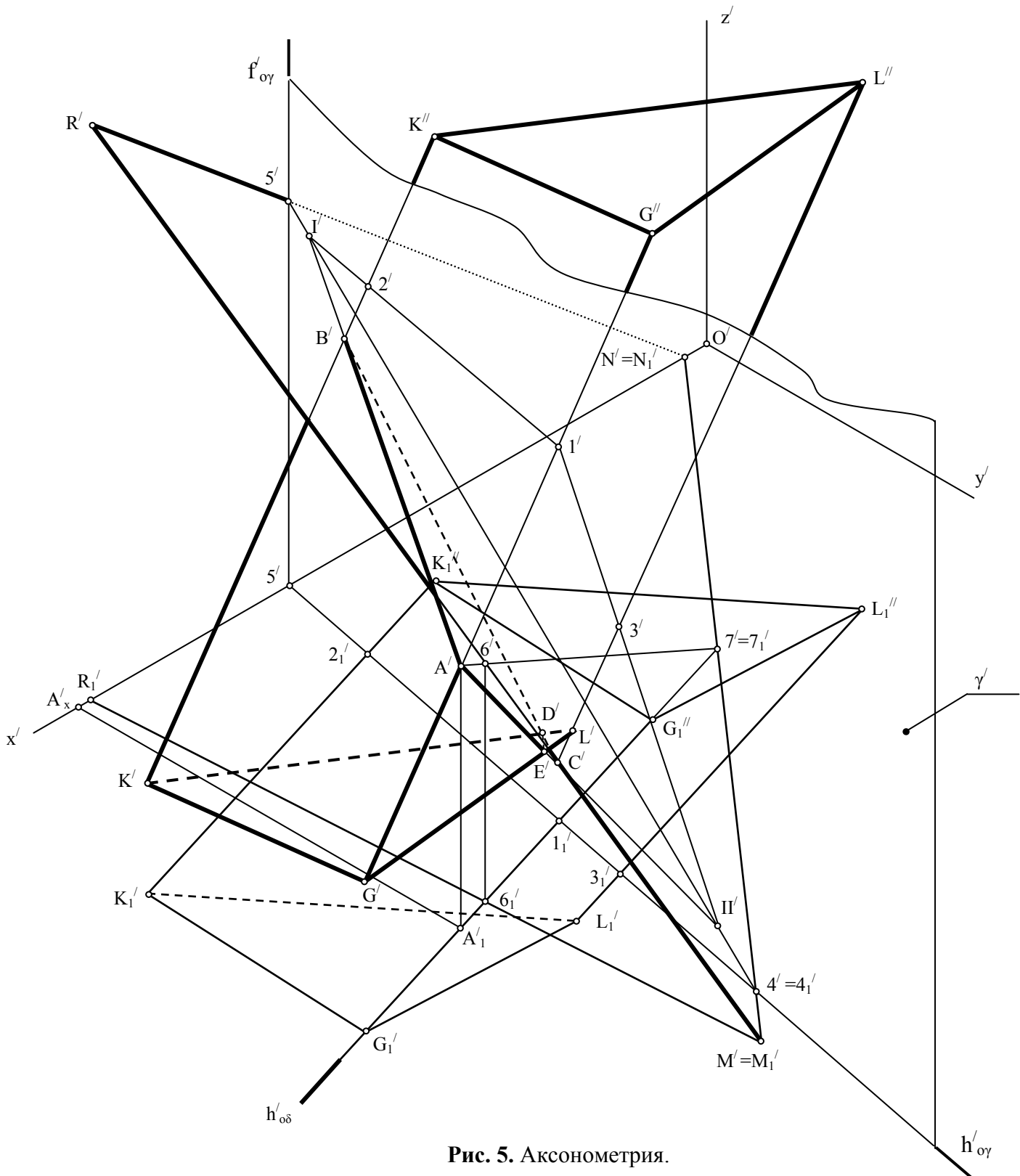


Рис. 5. Аксонометрия.

Горизонтально-проецирующая плоскость γ' ($h'_{o\gamma} \cap f'_{o\gamma}$) пересекла плоскость α ($M'N'R'$) по прямой 4'–5', а призму – по треугольнику 1'–2'–3'. Продолжив прямые (1'–2') и (1'–3') до пересечения с прямой (4'–5'), получим точки I' и II' искомой фигуры сечения, которые принадлежат граням K'K"G'G' и G'G"L'L' соответственно. Этим же граням принадлежит ребро G'G". Через это ребро проведена горизонтально-проецирующая плоскость δ' ($h'_{o\delta}$), которая пересеклась с плоскостью α по прямой 6'–7'. $A = (G'G'') \cap (6'7')$ – аксонометрическая проекция точки пересечения ребра (GG') с заданной плоскостью α (MNR). Соединяя точку A' с точками I' и II', получим прямые (A'B'), (A'C') и, как следствие, (B'C') фигуры сечения призмы заданной плоскостью.

Определение координат точек фигуры сечения рассмотрим на примере точки А. По линии связи находим ее вторичную проекцию A'_1 , а из нее проводим прямую параллельно оси y' до пересечения с осью x' в точке A'_x . Аксонометрические координаты точки А будут равны приведенным к натуральному масштабу отрезкам:

$$x'=O'A'_x; \quad y'=A'_1A'_x; \quad z'=A'A'_1.$$

Натуральные координаты: $x=x'/u$, $y=y'/v$, $z=z'/w$, где u , v , w – показатели искажения по соответствующим осям.

1.2.4. Сравнительная оценка решения задачи сечения

Замеренные по комплексному чертежу и по аксонометрии координаты точек фигуры сечения рекомендуется записать в таблицу. Там же рекомендуется показать относительную погрешность в процентах:

$$\Delta X = \frac{X_{\text{ч}} - X_{\text{а}}}{X_{\text{ч}}} 100 \% ;$$

где $X_{ч}$ – координата x точки, измеренная по чертежу;

X_a – координата x точки, измеренная по аксонометрии.

Погрешность до 10 % считается допустимой. Аналогично вычисляется погрешность по y и z .

Значение координат и погрешность вершин сечения

[illegible]

1.2.5. Метрические задачи

Метрическими называют задачи, связанные с определением длин, углов, площадей, объемов и т. п.

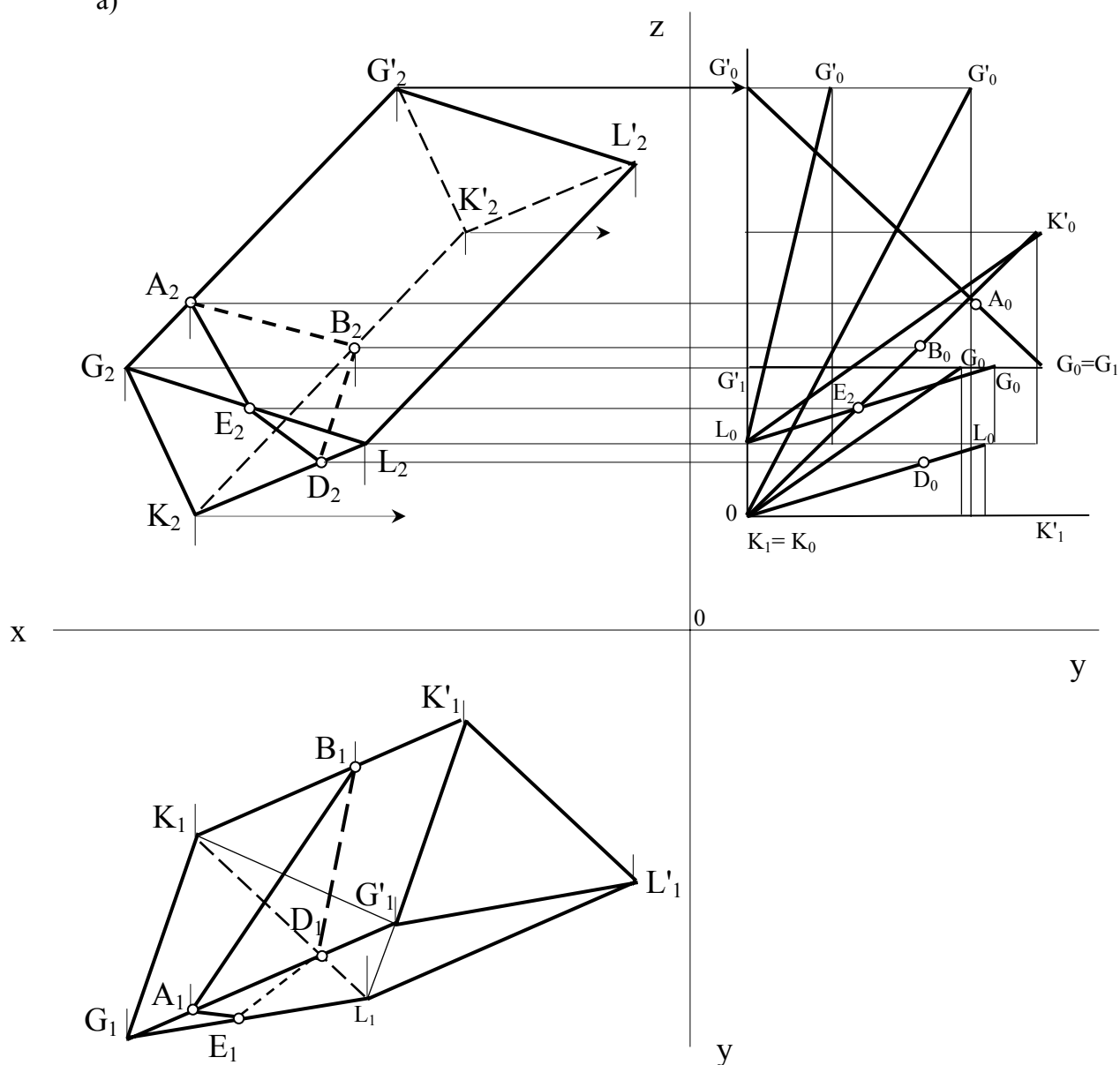
В данных методических указаниях рассматривается решение только тех метрических задач, которые входят в содержание задания (см. п. 2).

В решении поставленных задач используются только те способы, которые обычно изучаются в течение первых пяти-шести недель освоения общего курса начертательной геометрии.

РАЗВЕРТКА ПОВЕРХНОСТИ

Разверткой называют плоскую фигуру, полученную совмещением развертываемой поверхности с плоскостью.

а)



б)

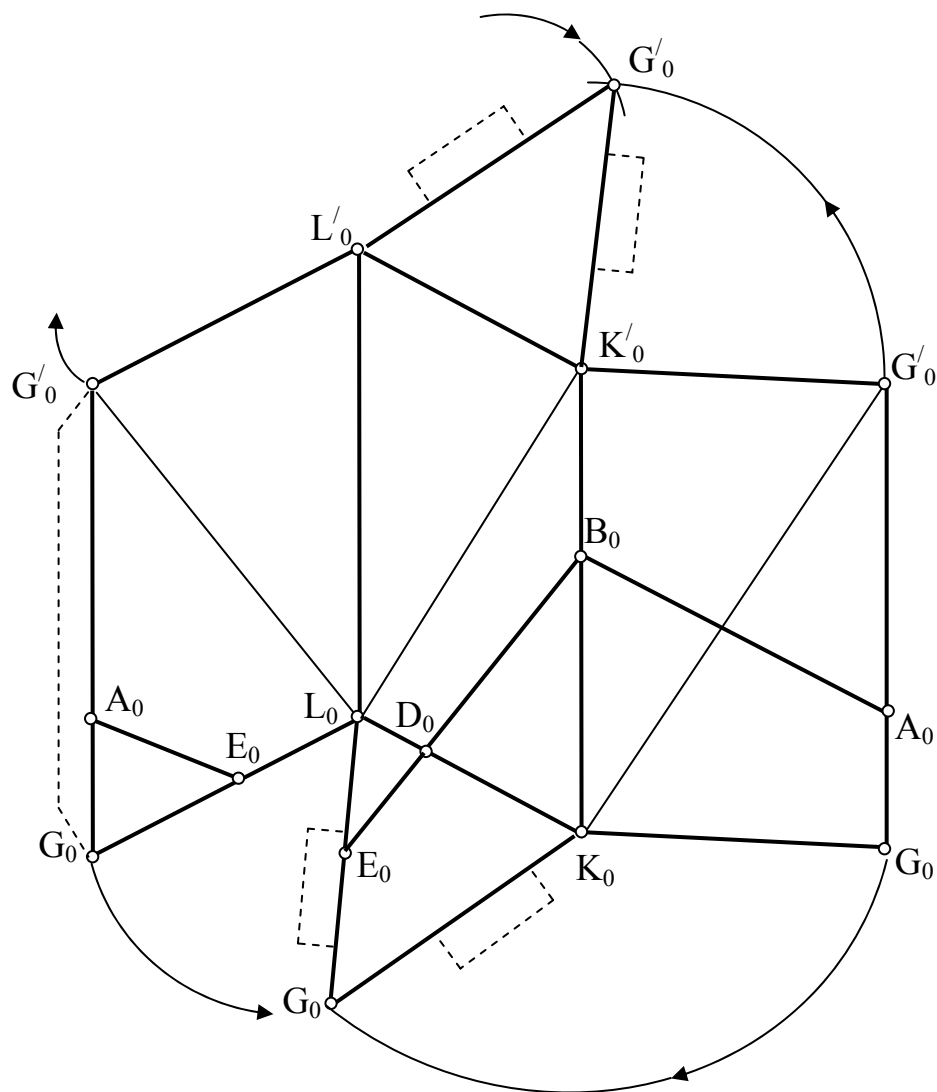


Рис. 6. Развертка призмы:

а) определение размеров; б) развертка.

Построение развертки на формате А 3 начинаем с разреза боковой поверхности по одному из ребер и намечаем последовательность разворачивания граней.

На рис. 6, а даны два изображения призмы с фигурой сечения $ABDE$, построения которых описаны в тексте к рис. 3. Боковые ребра призмы равны, поэтому ограничимся определением длины ребра $[G'G]$. Из проекции G'_2 проведем горизонтальную линию связи и на ней в произвольном месте отметим точку G'_0 . Из точки G'_0 параллельно оси OZ проведем прямую $[G'_0O]$, которую примем за базовую линию. На этой линии будем откладывать разность высот концов измеряемого отрезка. Из вершины G_2 проведем горизонтальную линию и от точки G'_1 ее пересечения с базой $[G'_0O]$ отложим горизонтальную проекцию $[G'_1G_1]$ измеряемого отрезка $G'G$. Гипотенуза $[G'_0G_1]$ прямоугольного треугольника $G'_0G'_1G_1$ равна длине ребра $G'G$ и отмечена отрезком $[G'_0G_0]$, который используется для построения развертки (рис. 6, б). В удобном месте поля

чертежа строим отрезок $[G'_0G_0]$ с точкой A_0 фигуры сечения. Положение точки A_0 определено пересечением горизонтальной линии связи, проходящей через точку A_2 с $[G'_0G_0]$ (см. рис. 6, а). Ребро $[GL]$ основания определяется аналогично: ведем линии связи из G_2 и L_2 до пересечения с базой, второй катет равен $[G_1L_1]$ и гипотенуза $[G_0L_0]$ равна длине ребра $[GL]$ основания.

Из точки G_0 развертки (см. рис. 6, б) проводим дугу, радиус которой равен $[G_0L_0]$, а из точки G'_0 проводим дугу, радиус которой равен длине диагонали $[G'L]=[G'_0L_0]$, и в пересечении этих дуг получим точку L_0 треугольника $G'_0G_0L_0$, равновеликого треугольнику $G'GL$ боковой грани. Затем достраиваем грань $G'_0G_0L_0L'_0$ из условия, что противоположные стороны одной грани конгруэнтны. Потом строим грань $L'_0L_0K_0K'_0$ по стороне $[L_0K_0]$ основания и гипотенузе $[L_0K_0]$ треугольника $L'_0L_0K'_0$. Окончание этой и другой граней аналогично предыдущему (понятно из чертежа). Развертка основания пристраивается к развертке боковых граней и показана на рис. 6, б. Затем наносят точки фигуры сечения.

Развертку вырезают по внешнему контуру и сгибают по тонким линиям так, чтобы сами линии и все надписи остались с внешней стороны поверхности (были видимыми). Штриховой линией показаны язычки для склеивания модели шириной 5–7 мм.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ

Углом наклона плоскости α к плоскости проекций Π_1 (рис. 7) называют двугранный угол с ребром u^0_α , величина которого равна величине плоского угла φ , образованного линиями l и l_1 пересечения плоскости β с плоскостями α и Π_1 , причем β перпендикулярна α и Π_1 .

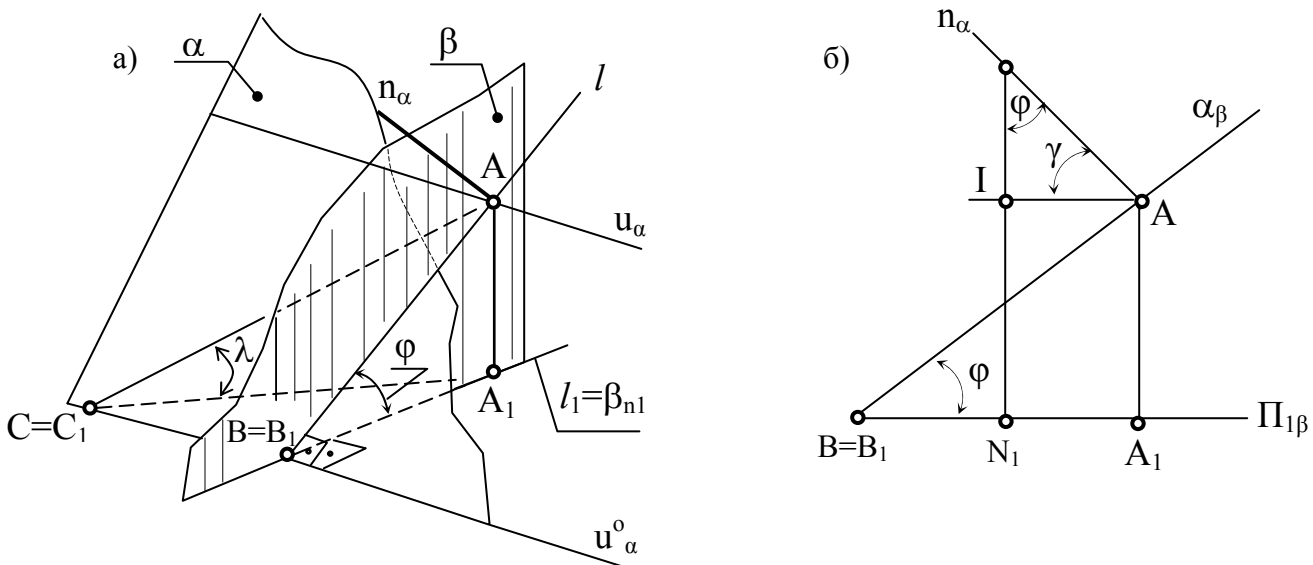
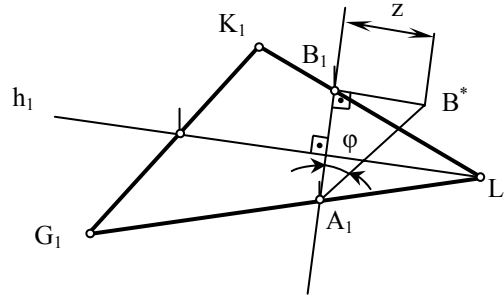
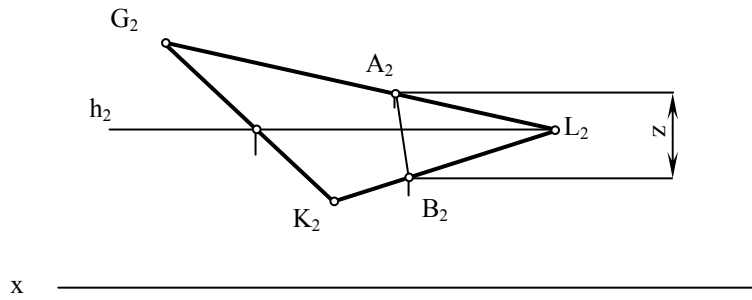


Рис. 7. Определение угла наклона плоскости:

а) с помощью линии l наибольшего наклона плоскости;

б) с помощью нормали к плоскости.

а)



б)

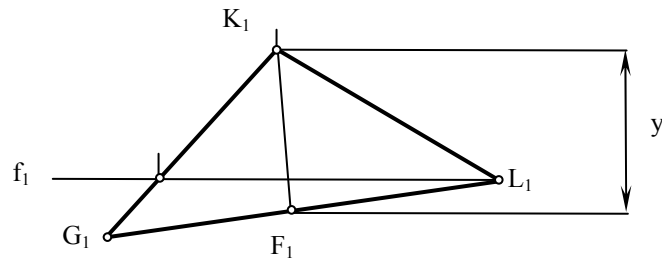
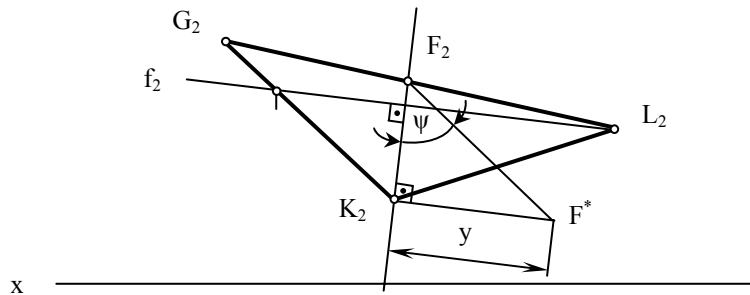


Рис. 8. Определение угла наклона плоскости с помощью линии наибольшего наклона:

а) φ – угол наклона к горизонтальной плоскости проекций;

б) ψ – угол наклона к фронтальной плоскости проекций.

Или иначе угол φ можно рассматривать как плоский угол, образованный перпендикуляром l к линии уровня U_α и его проекцией l_1 на плоскость Π_1 . Линии l и l_1 можно рассматривать как ортогональную проекцию плоскостей α и Π_1 на плоскость β . Отрезок $[AB]$ является кратчайшим расстоянием от точки A до следа U_α^0 . Из $\triangle AB_1A_1$ $\sin \varphi = \frac{[AA_1]}{[AB_1]}$. Любая другая линия $[AC_1]$ образует угол λ , для которого $\sin \lambda = \frac{[AA_1]}{[A\tilde{N}_1]}$.

Но $[AC_1] > [AB_1]$, так как является гипотенузой прямоугольного треугольника AB_1C_1 .

Следовательно, всегда $\sin \varphi > \sin \lambda$ и $\varphi > \lambda$, то есть угол φ является углом наклона плоскости α к плоскости Π_1 , а линия l называется линией ската, или линией наибольшего наклона плоскости α к плоскости Π_1 .

Если построить нормаль n_α плоскости α , то угол $\varphi = (90 - \gamma)$ (рис. 8, б), где γ – угол наклона нормали n_α к плоскости проекций Π_1 , который определяется как угол наклона отрезка $[AN]$ к его проекции $[A_1N_1]$ или $[AI]$. Здесь α_β и $\Pi_{1\beta}$ – ортогональные проекции плоскостей α и Π_1 соответственно на плоскость β .

На рис. 8, а дан пример определения угла φ наклона плоскости α , заданной треугольником (GKL) , к горизонтальной плоскости Π_1 .

В плоскости выбрана произвольная точка A , построена горизонталь h , и линия ската $(AB) \perp h$. Определяя натуральную величину отрезка $[AB]$ способом прямоугольного треугольника, находим угол φ .

На рис. 8, б показан аналогичный пример определения угла φ наклона той же плоскости α к фронтальной плоскости проекций Π_2 . Здесь использована фронталь f и отрезок $[KF]$ в плоскости (GKL) , перпендикулярный фронтали. Способом прямоугольного треугольника определены длина отрезка и угол φ наклона к фронтальной проекции.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ФИГУРЫ И УГЛА НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ

Высотой фигуры называют отрезок, равный кратчайшему расстоянию между основаниями призмы или между вершиной и основанием пирамиды.

На рис. 9 даны две проекции основания (GKL) призмы и вершины G' (G'_1, G'_2) второго основания.

В плоскости (GKL) строим горизонталь h , фронталь f . Прямая перпендикулярна плоскости, если ее горизонтальная проекция перпендикулярна горизонтальной проекции горизонтали этой плоскости, а фронтальная проекция перпендикулярна фронтальной проекции фронтали этой же плоскости. Поэтому из G'_1 проводим $n_1 \perp h_1$, а из G'_2 проводим $n_2 \perp f_2$. Это проекции нормали n к GKL . Для определения точки $F = n \cap (GKL)$ пересечения нормали с основанием используем посредник σ (σ_2); по прямой $(3_2 4_2)$ находим прямую $(3_1 4_1)$ и точку $F_1 = (3_1 4_1) \cap n_1$, а по линии связи находим F_2 . Отрезок $[G'_1 F_1]$ выражает высоту призмы. Находим его натуральную величину по горизонтальной проекции $[G'_1 F_1]$. Строим прямоугольный треугольник $G'_1 F_1 F^*$, в котором $[F_1 F^*] = \Delta Z$, $[G'_1 F^*] = [G'_1 F_1]$, γ – угол наклона нормали n к горизонтальной плоскости проекций, φ – угол наклона плоскости (GKL) основания к горизонтальной плоскости проекций. На фронтальной проекции аналогично найден угол ψ наклона плоскости основания (GKL) к фронтальной плоскости проекций.

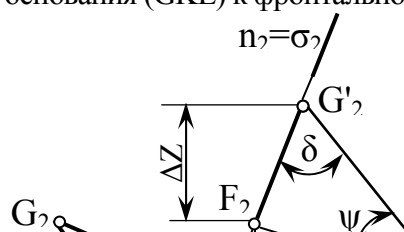


Рис. 9. Определение расстояния от точки до плоскости
и угла наклона плоскости с помощью нормали.

*ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ФИГУРЫ СЕЧЕНИЯ ПРИЗМЫ
ПЛОСКОСТЬЮ MNR МЕТОДОМ ЗАМЕНЫ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ*

Построение можно выполнять непосредственно на рис. 3. Для удобства объяснения построения проекции фигуры сечения ABED выделены и решение показано на рис. 10. Сущность метода замены плоскостей заключается в том, что при неизменном положении объекта в пространстве производится замена данной системы плоскостей проекций новой системой взаимно-перпендикулярных плоскостей проекций. При переходе к новой системе одну из плоскостей заменяют новой таким образом, чтобы данный геометрический элемент (прямая, плоскость) занял частное положение и проецировался без искажения. Для определения натуральной величины фигуры сечения (ABED) необходимо преобразовать чертеж так, чтобы плоскость общего положения стала проецирующей, а затем – плоскостью уровня. Сначала заменим фронтальную плоскость проекций новой плоскостью Π_4 , перпендикулярной плоскости ABED. Для этого в плоскости ABED строим горизонталь h (h_1, h_2). Проводим новую ось $x_1 \perp h_1$. На новой плоскости проекции Π_4 горизонталь спроецировалась в точку, а плоскость ABED – в линию. Далее проводим вторую замену плоскостей. Новую ось x_2 проводим параллельно прямой ABED. Построенная проекция определяет натуральную величину и форму фигуры сечения.

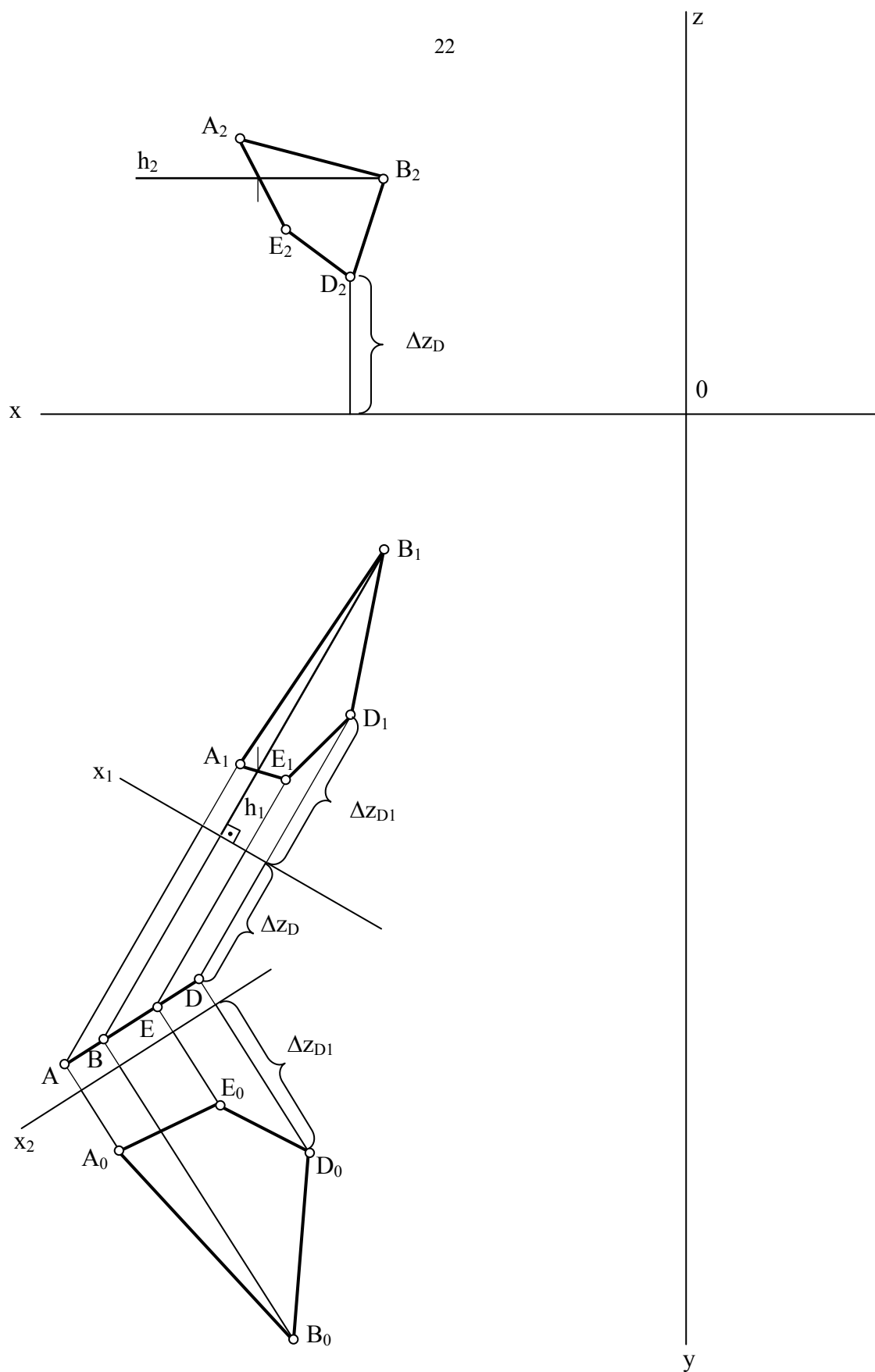


Рис. 10. Определение натуральной величины фигуры сечения призмы.

1.3. Контрольные вопросы

1. Поясните принцип образования ортогональных проекций.
2. Какие плоскости приняты за основные плоскости проекций?
3. Какая связь натуральной системы координат с комплексным чертежом?
4. Как называют изображения на основных плоскостях проекций?
5. Как связаны между собой основные изображения?
6. Как называют линии связи?
7. Как по двум проекциям построить третью проекцию точки?
8. По заданным координатам построить проекции точки.
9. Изобразите и назовите проекции прямых общего и частного положения.
10. Постройте проекции определителя плоскости общего и частного положения, назовите их.
11. Что называют следом прямой и плоскости?
12. Найдите следы заданной прямой и плоскости.
13. Назовите признаки принадлежности точки заданной прямой, точки и прямой заданной плоскости.
14. Признаки параллельности прямой и плоскости, двух плоскостей.
15. Признаки перпендикулярности прямых, прямой и плоскости.
16. Признаки перпендикулярности двух плоскостей.
17. Запишите и поясните алгоритм построения точки пересечения прямой и плоскости.
18. Запишите и поясните алгоритм построения линии пересечения двух плоскостей способом плоскостей-посредников.
19. Какие точки называют конкурирующими и как их используют для определения видимости геометрических элементов?
20. Что называют разверткой гранной поверхности?
21. Как определяют натуральные величины ребер?
22. Как строится развертка грани пирамиды?
23. Какой угол называют углом наклона плоскости?
24. Какую линию называют линией наибольшего наклона, или линией ската?
25. Как определяют угол наклона плоскости к плоскостям проекций?
26. Как определить расстояние от точки до плоскости?

27. Как определить расстояние между параллельными плоскостями?
28. Какие изображения называют аксонометрическими проекциями?
29. Какая связь между комплексным чертежом и аксонометрическим?
30. Что называют аксонометрией и вторичной проекцией точки?
31. Как определить координаты точки по ее аксонометрии и наоборот?
32. Какие виды стандартной аксонометрии вы знаете?
33. Постройте аксонометрию объекта, заданного преподавателем.
34. Алгоритм построения точки пересечения прямой и плоскости в аксонометрии.
35. Алгоритм построения линии сечения гранной поверхности плоскости в аксонометрии.

2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2.

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

2.1. Цель, исходные данные и содержание контрольной работы

Данная контрольная работа ставит следующие цели:

1. Научить студента чтению изображений комплексной детали на основе анализа производных фигур, входящих в ее состав.
2. Закрепить знания основ построения основных видов, построения и оформления простых разрезов.
3. Закрепить знания и привить навыки построения изображений с линиями среза и линиями пересечения поверхностей.
4. Изучение правил и развитие навыков параметризации и нанесения размеров изделия.

Отличительной методической особенностью содержания и выполнения контрольной работы является то, что тема пересечения поверхностей закрепляется на прикладной задаче построения изображений детали, а в связи с этим параллельно изучаются вопросы, перечисленные в пунктах 1–4 (цели работы). Это делает работу более насыщенной и целенаправленной, связывающей теоретические основы начертательной геометрии с их практическим применением.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В приложении 2 даны варианты заданий. Каждый вариант представляет собой два изображения детали: главный вид (фронтальная проекция) и вид сверху (горизонтальная проекция). Внутренняя форма детали отражена штриховыми линиями. Изображения дополняются размерами с необходимыми обозначениями. В той части заданных видов, где по конструкции детали должны быть линии пересечения поверхностей или линии сечения (среза), изображения не достроены и отдельные части линий очерка поверхностей показаны условно (с точностью до понимания поверхности).

СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа содержит ряд задач, которые перечислены ниже в порядке их выполнения.

Работу выполнить на формате А 3 или А 2. Линии построения сохранить.

1. Найти свой вариант в приложении, разобраться в конструкции детали, составить таблицу производных фигур (НФ), образующих ее внешнюю и внутреннюю форму, выде-

лить их параметры формы и положения (см. пример в п. 3.1.). Определить габаритные размеры изображений видов спереди, сверху и слева.

2. На заданном формате чертежа разместить изображения видов, учитывая общее число решаемых в задании задач и масштаб (рекомендуется натуральный).

3. В тонких линиях вычертить заданные виды детали в выбранном масштабе, построить третий вид (без построения линий пересечения).

4. Выбрать и выполнить необходимые разрезы.

5. Построить линии пересечения поверхностей, линии среза. При построении линий рекомендуется в качестве посредников использовать как плоскости, так и сферы.

6. Нанести размеры, используя таблицу параметризации (таблицу НФ), шрифтом размера 5.

7. Оформить работу:

– выполнить таблицу параметризации (шрифт размера 5), заполнить основную надпись по форме ГОСТ 2.104-2006 (с принятыми в учебных целях упрощениями);

– обвести изображения, рамку, таблицу, основную надпись в соответствии с ГОСТ 2.303-68 Типы линий.

2.2. Методические указания к выполнению контрольной работы

Содержанием контрольной работы предусматривается самостоятельная работа студента с учебной литературой по курсу начертательной геометрии.

Требования к оформлению чертежа аналогичны требованиям к оформлению предыдущей контрольной работы.

Дальнейшие методические особенности рассмотрим на примере выполнения отдельных элементов конкретного задания в последовательности п. 2.2.

2.2.1. Анализ, параметризация, построение видов и разреза детали

На рис.1 дан вариант контрольной работы, на примере которого мы рассмотрим решение отдельных задач.

Анализ детали следует начать с наиболее крупных геометрических элементов (поверхностей) или с основания. В нашем примере основание детали образовано цилиндром 1, который на виде сверху изображен окружностью $R52$, а на виде спереди – прямоугольником высотой $z = 10$. Такую поверхность будем считать непрямой (неделимой) фигурой (НФ) в составе данной детали. Занесем эту НФ и ее параметры в таблицу параметризации, которую составляем на черновике. Общую систему отсчета (базы) свяжем с осями симметрии и основанием НФ 1.

Основание срезано плоскостями 2, положение которых определяется глубиной $y=59$ мм и изображением (это фронтальные плоскости уровня).

Следующей НФ является конус 3, который определяется диаметром верхнего основания, конусностью и высотой $z = 80$, которая определяется положением верхнего основания. Конус соосен с цилиндром 1, и плоскости их оснований совмещены. Такую связь фигур или такие геометрические отношения называют отношением склеивания. При этом никаких новых линий и параметров не возникает. Конус 3 срезается плоскостями 2. Следовательно, возникает линия среза (отношения пересечения), которая определяется алгоритмом построения и не требует параметров формы и положения. Следующей НФ является линейчатая поверхность 4, которая определяется основаниями – направляющими окружностями диаметра 52 мм, прямолинейной образующей 4 и плоскостями параллелизма, фронтальной и горизонтальной плоскостями проекций. Это эллиптический цилиндр.

В сечениях, параллельных указанным основаниям, будут окружности, а в нормальном сечении (перпендикулярном оси цилиндра) будет эллипс. НФ 4 пересекается с НФ 3. Линия пересечения (перехода) поверхностей не параметризуется, а определяется с точностью до алгоритма ее построения.

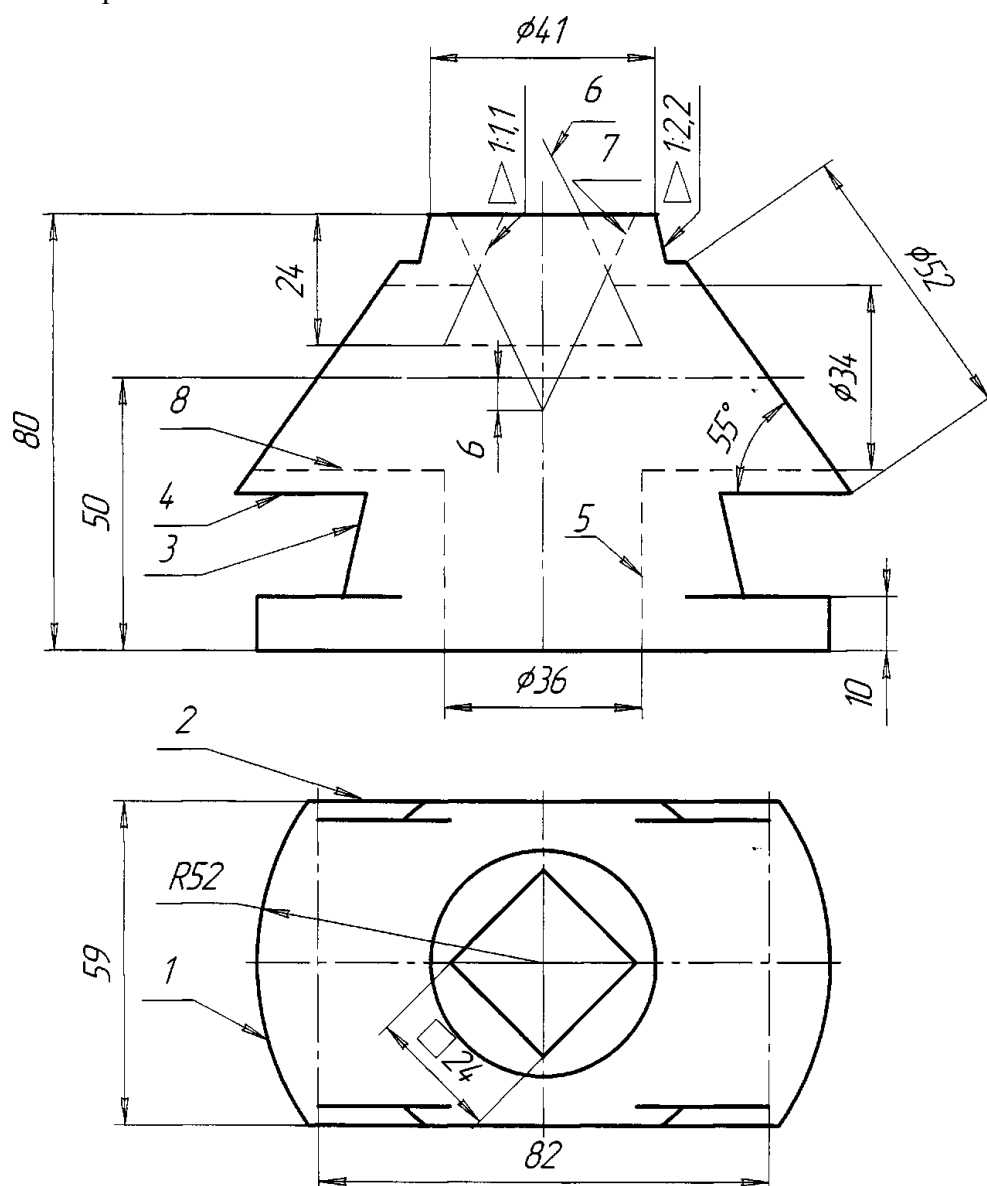


Рис. 1. Вариант контрольной работы (пример).

Параметризация детали, мм

Позиция	Наименование поверхности (НФ)	Параметры формы НФ	Параметры положения НФ	Геометрические отношения НФ
1	Цилиндр	R52; Z=10	—	Пересечение с плоскостями 2 и склеивание с конусом 3
2	Плоскости	—	y=59	Пересечение с цилиндром 1 и конусом 3
3	Конус	Ø 41; ▷1:2,2	z=80	Соосность и склеивание с 1, пересечение с цилиндром 4 и плоскостью 2
4	Цилиндроид (эллиптический цилиндр)	Ø 52; ∠ 55°; x=82	z=50	Пересечение осей, пересечение с 3, соосность с цилиндром 8
5	Цилиндр	Ø 36; z=80-24	—	Соосность с 1, склеивание с конусом 6, пересечение с цилиндром 8, из 1 и 3
6	Конус	▷1:1,1	—	Соосность и склеивание с 5, вычитание из 3
7	Пирамида четырехгранная прямая	□ 24; z=80-50+6	—	Соосность и пересечение с 6, вычитание из 3
8	Цилиндр	Ø 34	—	Соосность и вычитание из 4, пересечение с 5 и 6

Рассмотренные НФ образуют внешнюю форму детали и определяют ее габариты. Теперь можно разместить изображения на чертеже с помощью габаритных прямоугольников, предусмотрев возможность нанесения размеров, перерисовать заданные виды и построить третий вид (рис. 2). На виде сверху и слева основания НФ 4 проецируются эллипсами, которые строим по его осям. Тонкие линии показывают построение случайных точек эллипсов по осям.

Внутренняя форма детали (см. рис. 1) образована цилиндрическим отверстием 5, конусом 6 и пирамидой 7, которые соосны с конусом 3. Конус 6 имеет общее основание с цилиндром 5 и пересекается с пирамидой 7, основание которой на виде сверху изображается квадратом. В цилиндре 4 выполнено отверстие – прямой круговой цилиндр 8, который пересекается с цилиндром 5 и конусом 6. На виде сверху основания цилиндра 8 изображаются эллипсами. Параметры внутренних НФ показаны на рис. 1 и в таблице параметризации.

Деталь имеет фронтальную и профильную плоскости симметрии. Поэтому удобно выполнить простой фронтальный и профильный разрезы и совместить их с видом спереди и слева соответственно (см. рис. 2). Разделительной линией служит ось симметрии, а на участ-

ке пирамиды – волнистая тонкая линия, проведенная так, чтобы ребро пирамиды, совпавшее с осью, было видимым. На рис. 2 разрез заштрихован и выделены отдельные точки пересечения очерков поверхностей НФ, которые служат опорными точками линий пересечения. Точки пересечения ребер пирамиды 7 с конусом 6 показаны на обоих разрезах и на виде сверху, где они найдены по линии связи и симметричны относительно центра основания. На рис. 2 изображения обведены, чтобы показать результаты этого этапа работы. В задании обводить следует только после решения всех необходимых задач.

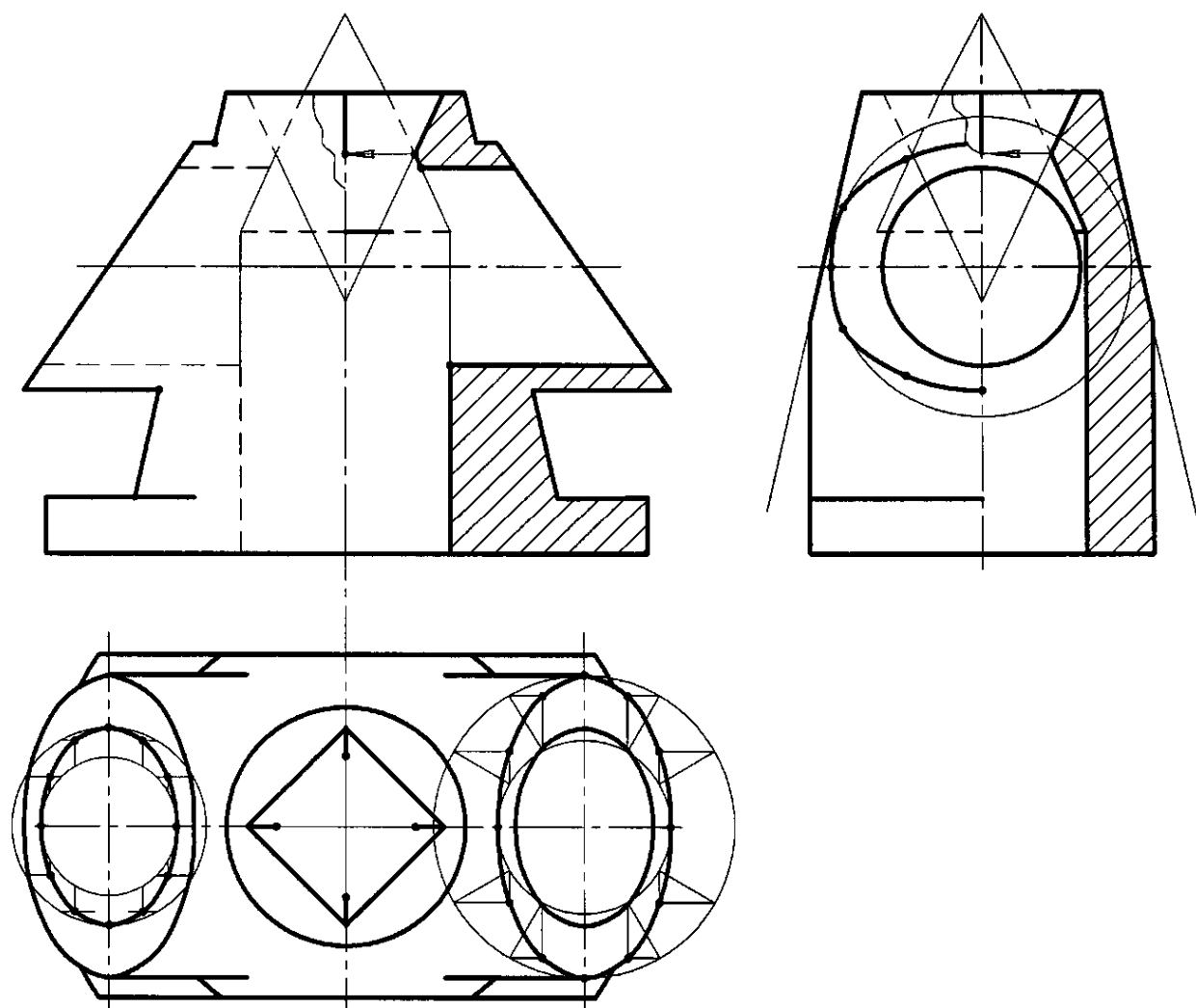


Рис. 2. Виды и разрезы детали.

2.2.2. Построение линии пересечения поверхностей

Решение этой задачи необходимо начинать с определения класса и взаимного расположения пересекающихся поверхностей. Знание свойств поверхностей данного класса позволяет выбрать способ решения задачи пересечения. Ряд задач решается разными способами. При этом работа студента оценивается выше, если он использует разные способы, выбирая более короткий путь решения.

Рассмотрим разные способы решения конкретных задач нашего примера.

СПОСОБ ПЛОСКОСТЕЙ

Этот способ применяется во всех случаях, когда не могут быть использованы другие способы или когда он удобнее.

Рассмотрим применение способа на примере пересечения поверхностей 6 и 7 нашей детали (см. рис. 1). Для удобства объяснения эти поверхности выделены и решение показано на рис. 3.

Поверхность 6 – прямой круговой конус. Свойства конуса известны. Показаны три его вида. Поверхность 7 – пирамида вершиной вниз. Ось симметрии совпадает с осью вращения конуса. Сплошные тонкие линии являются линиями построения.

Каждая грань пирамиды – плоскость. Пересечение очерков – опорная точка 1 ($1_1, 1_2, 1_3$). Другие ребра симметричны, и точки их пересечения с конусом лежат в плоскости α (α_2), которая пересекает конус по параллели. На виде сверху эта параллель показывает проекции точек пересечения ребер с конусом.

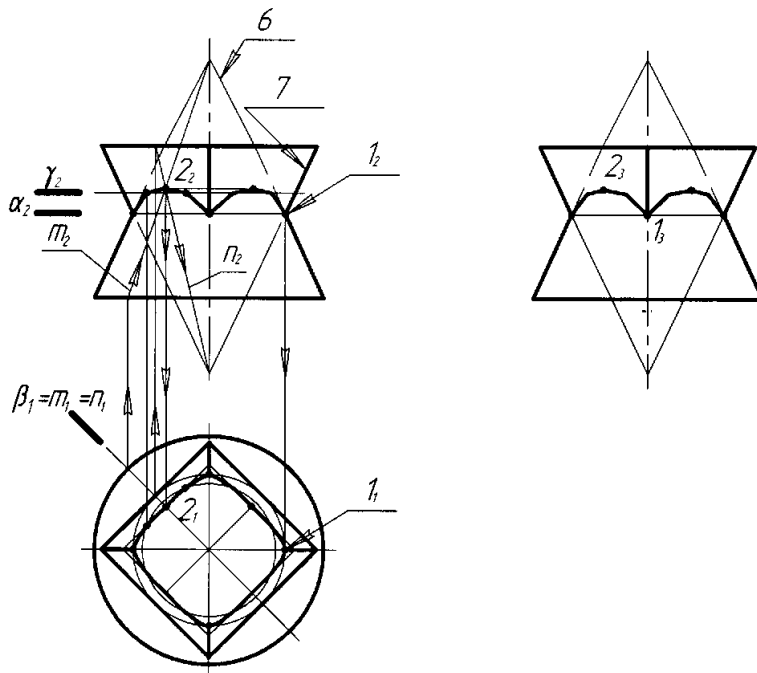


Рис. 3. Построение способом плоскостей.

Через ось поверхностей проведем горизонтально-проецирующую плоскость β (β_1), которая пересечет конус по образующей m (m_1, m_2), а пирамиду – по линии n (n_1, n_2) наибольшего наклона грани. Пересечение этих линий определяет самую высокую точку линии пересечения грани с конусом (на рис. 3 обозначена точка 2 [$2_1, 2_2, 2_3$]). Построения показаны стрелками.

Случайные точки удобно определять сечением поверхностей плоскостью γ (γ_2), перпендикулярной общей оси поверхности. Эта плоскость рассечет конус по параллели (окружности), а пирамиду – по фигуре (квадрату), подобной основанию пирамиды. Пересечение этих линий на виде сверху определит положение случайных точек.

СПОСОБ КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ СФЕР

При вращении образующей l (l_2) и b (b_2) (рис. 4, а) вокруг неподвижной оси i (i_1, i_2) образуются поверхности вращения – конус и сфера. Точки A и B пересечения образующих описывают параллели m (m_1, m_2) и m' (m'_1, m'_2), которые являются линиями пересечения данных соосных поверхностей вращения.

При вращении образующей a (a_2) и дуги той же окружности b (b_2) вокруг неподвижной оси q (q_2) (рис. 4, б) образуются соосные цилиндр и конус, которые пересекаются по параллелям n (n_2) точки c (c_2) и n' (n'_2) точки D (D_2).

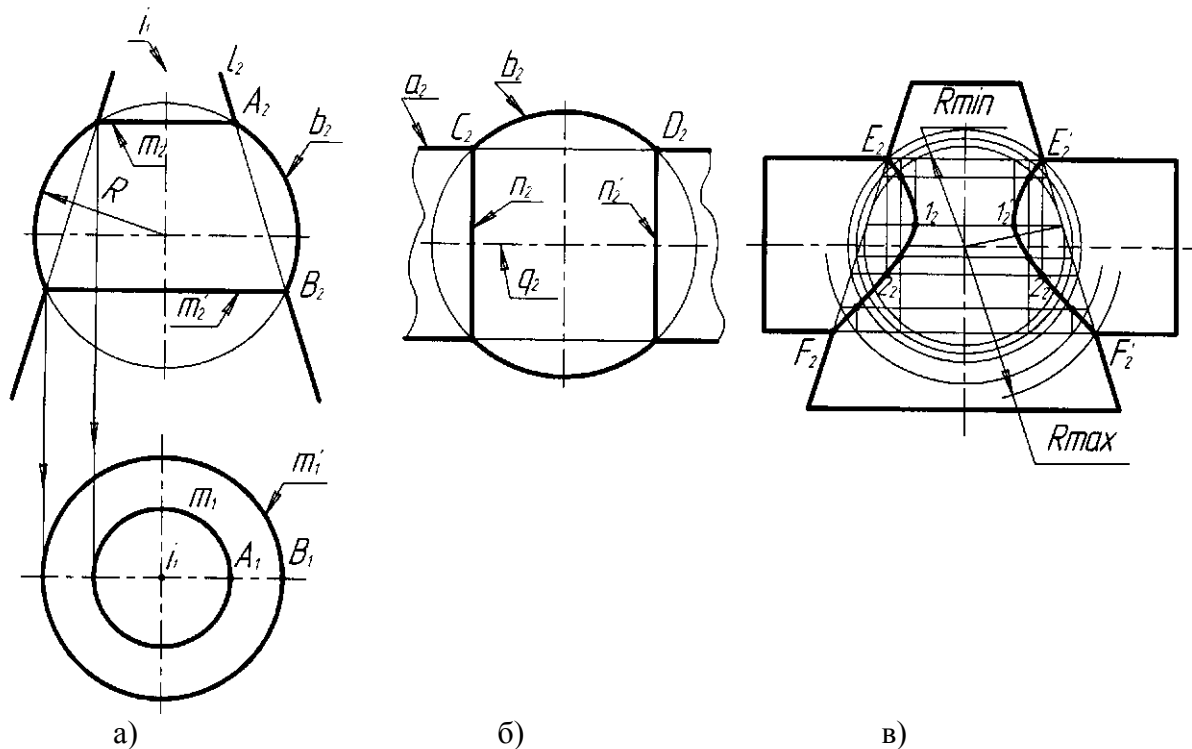


Рис. 4. Способ концентрических сфер:

- а) пересечения соосных конуса и сферы; б) пересечения соосных цилиндра и сферы;
в) сфера-посредник в пересечении поверхностей.

Если совместить рис. 4, а и рис. 4, б до совпадения осей, то получим задачу пересечения цилиндра и конуса (рис. 4, в), в которой посредником является сфера радиуса R с центром в точке пересечения осей поверхностей. Параллель m (рис. 4, а) сферы R лежит выше образующей CD (рис. 4, б) и не пересекается с параллелями n и n' , а вот параллель m в пересечении с n и n' определяет случайные точки 2 (2_2) и $2'$ ($2'_2$) линий пересечения.

Опорными точками этих линий являются точки E и F пересечения очерков и точки 1 (1_2) и $1'$ ($1'_2$), определяемые сферой наименьшего радиуса $R_{\min}$, вписанной в одну из поверхностей (конус) и пересекающей другую поверхность (цилиндр). Параллель касания и $R_{\min}$ легко определяются, если из центра сфер опустить перпендикуляр к образующей. Наибольший радиус $R_{\max}$ сфер равен расстоянию от центра сфер до наиболее удаленной точки F_2 пересечения очерков.

Способ сфер применим в тех случаях, когда параллели пересечения сферы с поверхностью проецируются в прямую линию. Для применения способа сфер необходимо выполнение трех условий:

- 1) обе пересекающиеся поверхности должны быть поверхностями вращения;
- 2) оси вращения поверхностей должны пересекаться;
- 3) общая плоскость симметрии должна быть плоскостью уровня или проецирующей.

На рис. 5 способом концентрических сфер построены линии пересечения цилиндра 5 и конуса 6 с цилиндром 8 внутренней полости детали (см. рис.1 и 2). Здесь сфера радиуса R проведена через параллель основания цилиндра 5 и конуса 6, так как здесь находятся опорные точки.

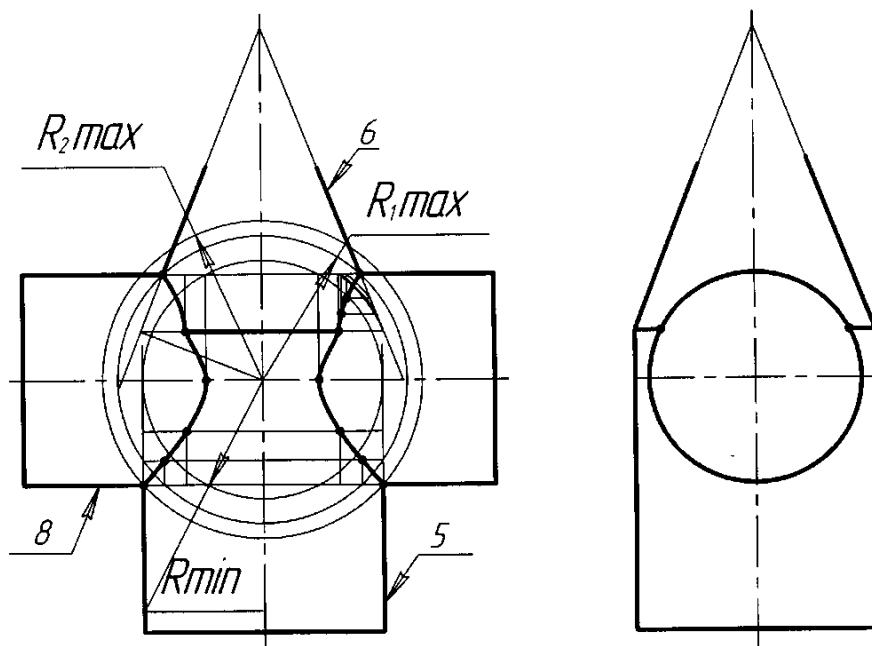


Рис. 5. Пересечение внутренних поверхностей детали примера.

СПОСОБ ЭКСЦЕНТРИЧЕСКИХ СФЕР

Этот способ применяется при соблюдении следующих условий:

- 1) одна из пересекающихся поверхностей имеет сечение в форме окружности (циклическая поверхность), а вторая поверхность является поверхностью вращения;
- 2) поверхности имеют общую плоскость симметрии, которая является плоскостью уровня.

Напомним суть способа.

Отрезок q (рис. 6, а) изображает проекцию окружности диаметра D , плоскость которой является проецирующей. O' – центр этой окружности, n – нормаль в точке O' к плоскости окружности, l – прямая образующая. Если образующую l перемещать по направляющей q , сохраняя ее параллельность оси j симметрии, то образуется поверхность эллиптического цилиндра. В нормальных сечениях (перпендикулярных оси j) этой поверхности образуется эллипс, а в сечениях, параллельных q , – окружности диаметра D . Из любой точки O нормали n можно провести окружность радиуса R так, чтобы отрезок q был ее хордой. Если эту окружность рассматривать как проекцию сферы радиуса R , то линия q будет параллелью этой сферы. Следовательно, такая сфера пересекает цилиндр по окружности q (она пересекает цилиндр и еще по одной окружности, которая на рис. 6 не изображена).

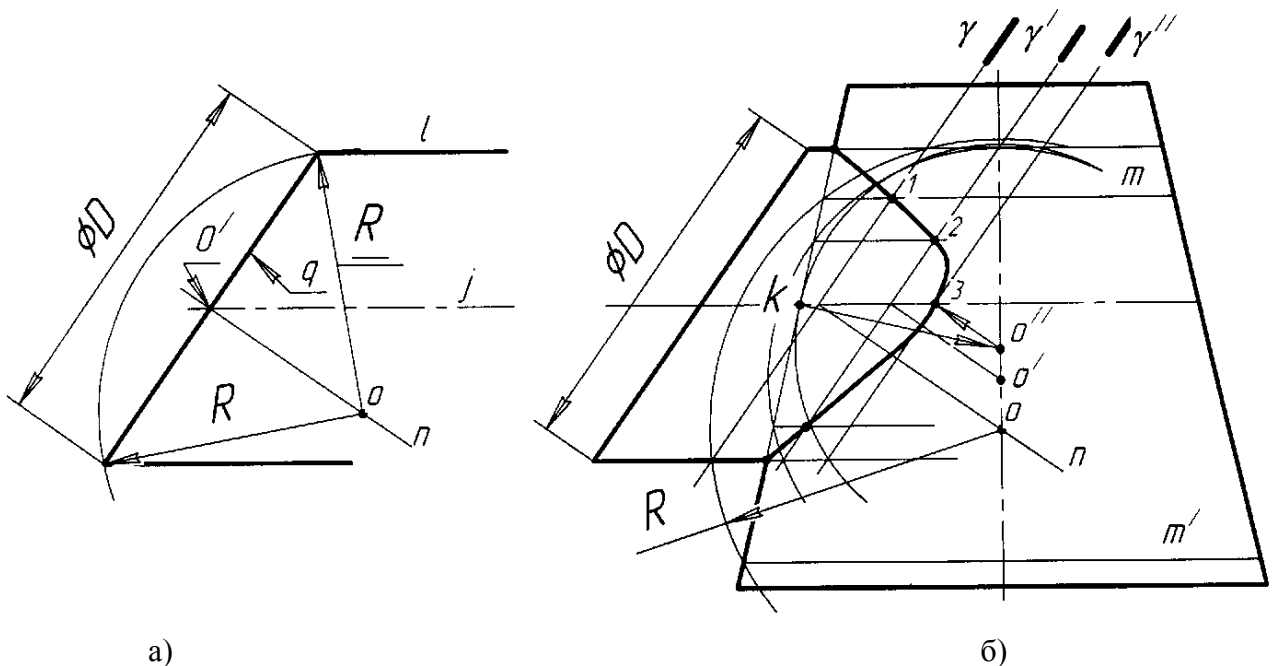


Рис. 6. Эксцентрические сферы: а) построение сферы по заданной проекции окружности; б) применение эксцентрических сфер.

Если такой цилиндр пересекается с поверхностью вращения (конусом на рис. 6, б), то линию их пересечения можно построить следующим образом:

- проводим плоскость γ параллельно основанию цилиндра и в сечении получим окружность;
- через центр сечения проводим нормаль n к плоскости окружности;
- точку O пересечения нормали n с осью конуса принимаем за центр сферы радиуса R , которая пересечет цилиндр по окружности сечения плоскостью γ ;
- так как построенная сфера соосна с конусом, то она пересекается с ним по параллелям m и m' ;
- параллель m пересекается с сечением γ в сдвоенной точке 1 (здесь две конкурирующие точки), которая и принадлежит искомой линии пересечения, а параллель m' не пересекается с окружностью сечения цилиндра, следовательно, на ней нет точек линии пересечения поверхностей.

Аналогично для сечения γ' найдены точки 2 и 2' (параллели конуса показаны только до этих точек). Для того чтобы видеть полезную область сечений плоскостями γ , нужно найти опорные точки линии пересечения. В нашем примере опорными являются точки пересечения очерков поверхностей и точка 3, которая найдена с помощью сферы наименьшего радиуса. Из точки K пересечения оси цилиндра, образующей конуса, проводим перпендикуляр к образующей до точки O'' . Из точки O'' проводим перпендикуляр к плоскости γ и в пересечении с осью цилиндра получим точку 3. Если через точку 3 проведем плоскость γ'' и для этого сечения построим сферу с центром в точке O'' , то она коснется конуса по параллели, проекция которой совпадает с осью цилиндра, а ее пересечение с γ'' произойдет в точке 3 (фактически здесь две конкурирующие точки). Следовательно, точка 3 лежит на линии пересечения поверхностей. Таким образом, область использования сечений γ определена.

Этим способом построена линия пересечения цилиндра 4 и конуса 3 (рис. 7) нашего примера. Точки 10, 11, 12 являются опорными. Вторая линия построена по законам симметрии. Вид сверху построен с помощью параллелей конуса. Точки 12 на виде сверху будут границами видимости, так как принадлежат очерковым образующим цилиндра (здесь основания цилиндра не построены).

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ СРЕЗА

В нашем примере деталь (см. рис. 1 и 7) срезана плоскостями γ (γ_1), которые пересекают цилиндр 1 и конус 3. Цилиндр пересечется по образующим, проходящим через точки 13. Конус пересечется по гиперболе, для которой опорными являются точки 14 пересечения с плоскостью γ и вершина 15, которая легко определяется по виду слева (на рис. 7 его нет) или точке 15₁, через которую проводится параллель конуса, а по ней определяется точка 15₂ (построение показано стрелкой).

Случайные точки 16 определяются с помощью посредников β (β_2), то есть решается обычная задача сечения.

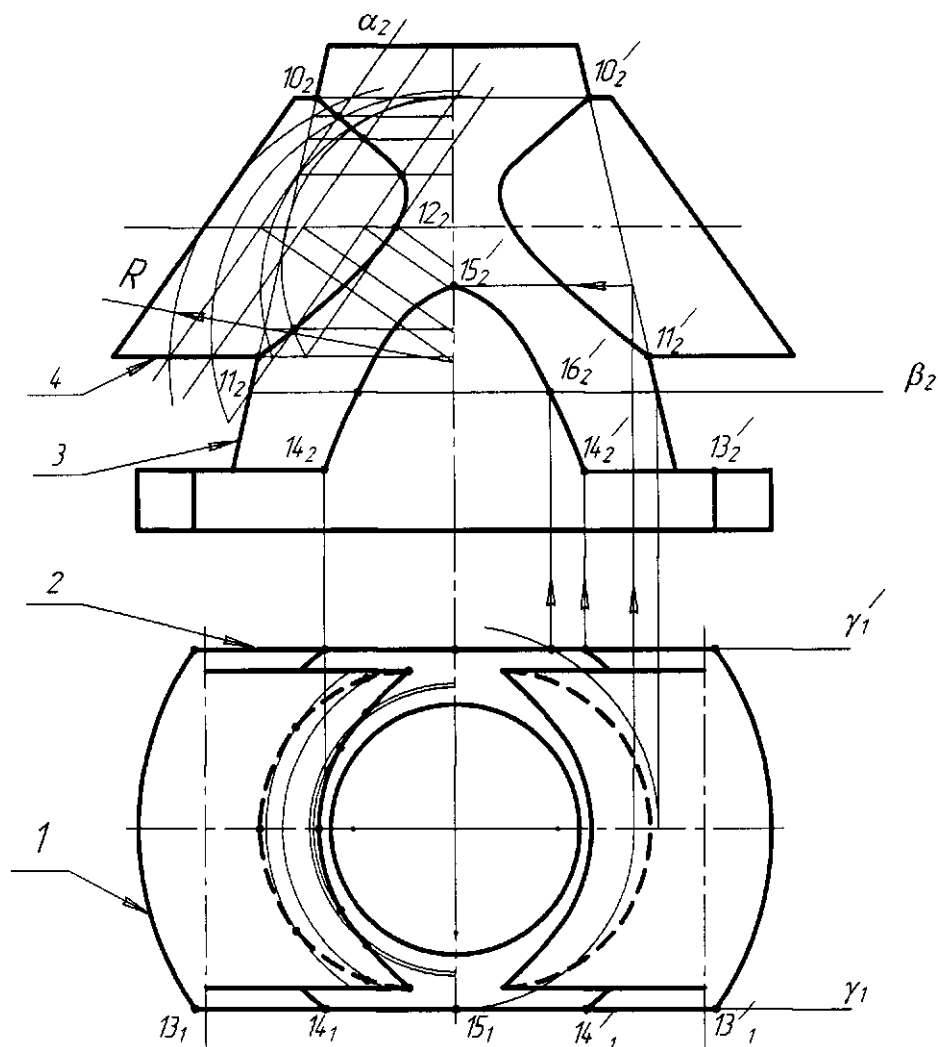


Рис. 7. Линии пересечения внешних поверхностей детали примера.

2.2.3. Общие требования к оформлению контрольной работы

На рис. 8 показаны изображения детали нашего примера. Здесь решены и показаны все те задачи, которые рассматривались во всех предыдущих пунктах и рисунках по отдельности.

Особое внимание следует обратить на следующие моменты оформления контрольной работы.

1. Решение каждой задачи должно быть сохранено и выполнено четкими тонкими линиями (их толщина $1/3$ – $1/4$ толщины основной линии).
2. Все остальные тонкие линии (штриховка, выносные, размерные, осевые) выполнять толщиной $1/2$ – $1/3$ толщины основной линии.
3. Толщина основных линий – 0,6–0,8 мм.
4. Изображения должны быть выполнены так, чтобы деталь читалась без использования линий невидимого контура.

При нанесении размеров необходимо руководствоваться таблицей параметризации, положениями ГОСТ 2.307-68 и следующими рекомендациями:

- Параметр геометрического элемента необходимо показывать там, где этот элемент наиболее хорошо виден, а указанный параметр помогает в чтении его формы или положения.

Например, на рис. 8 параметр R52 цилиндра показан из-за недостатка места на чертеже на виде сверху. Следовало бы показать диаметр этого цилиндра на виде спереди.

- Параметры внешней формы следует показать на виде, а внутренней – на разрезе.
- Количество размеров должно быть достаточным для построения каждого изображения детали.

Напоминаем некоторые требования ГОСТ 2.307-68:

1. Размеры не должны повторяться.
2. Размерная или выносная линии не должны пересекаться между собой.
3. Расстояние между размерной линией и изображением должно быть не менее 10 мм.
4. Расстояние между параллельными размерными линиями должно быть не менее 7 мм.
5. Знаки перед размерными числами должны быть того же размера, что и числа.
6. Числа над параллельными размерными линиями должны располагаться в шахматном порядке.
7. Числа, знаки и размерные стрелки нельзя пересекать линией (делается разрыв линии).

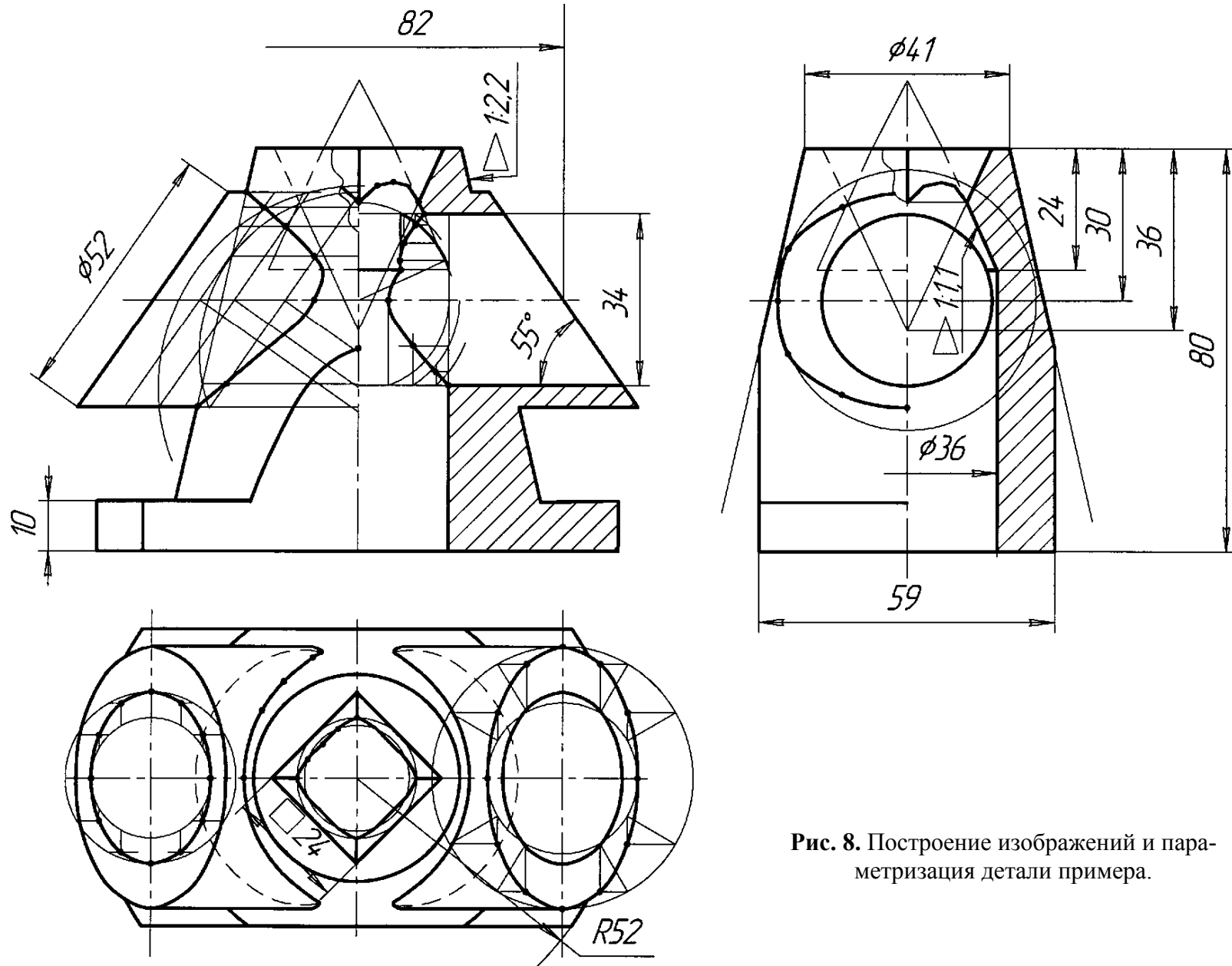


Рис. 8. Построение изображений и параметризация детали примера.

2.3. Контрольные вопросы

1. Покажите изображения и назовите производные фигуры, образующие внешнюю и внутреннюю форму вашей детали.
2. Покажите размерные числа на чертеже, относящиеся к параметрам: формы внешних и внутренних поверхностей; положение тех же поверхностей.
3. Запишите общий алгоритм построения линии пересечения поверхностей.
4. На примере своей детали покажите применение способа плоскостей в построении линии пересечения поверхностей.
5. Назовите условия и покажите суть способа концентрических сфер в пересечении поверхностей (можно на своей детали).
6. Назовите условия и покажите суть способа эксцентрических сфер в пересечении поверхностей (можно на своей детали).
7. Запишите алгоритм построения линии сечения поверхностей.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Георгиевский, О. В. Начертательная геометрия. Сборник задач с решениями типовых примеров / О. В. Георгиевский. – М.: Астрель, 2005. – 104 с.
2. Гордон, В. О. Сборник задач по курсу начертательной геометрии / В. О. Гордон, Ю. Б. Иванов, Т. В. Солнцева. – М.: Наука, 2000. – 371 с.
3. Константинов, А. В. Сборник задач по начертательной геометрии: В 2-х ч. / А. В. Константинов. – М.: Владос, 2001. – Ч. 1. – 304 с. – Ч. 2. – 320 с.
4. Нартова, Л. Г. Начертательная геометрия: учеб. пособие для студ. вузов / Л. Г. Нартова, В. И. Якунин. – М.: Академия, 2005. – 288 с.
5. Павлова, А. А. Начертательная геометрия: практикум для студентов вузов: В 2-х ч. / А. А. Павлова, И. В. Глазкова. – М.: Владос, 2003. – Ч. I. – М., 2003. – 95 с. – Ч. II. – М., 2003. – 95 с.
6. Тарасов, Б. Ф. Начертательная геометрия / Б. Ф. Тарасов, Л. А. Дудкина. – СПб.: Лань, 2002. – 256 с.
7. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение: учеб. пособие для студентов вузов / А. А. Чекмарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Владос, 2005. – 470 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии: учеб. пособие для вузов / Под ред. В. О. Гордона, Ю. Б. Иванова. – 24-е изд., стереотип. – М.: Высшая школа, 2000. – 271 с.
2. Королев, Ю. И. Прикладные задачи пересечения поверхностей / Ю. И. Королев, К. И. Куликова, В. Г. Слесарева. – Уфа: Уфимский гос. неф. техн. ун-т, 1994. – 41 с.
3. Королев, Ю. И. Позиционные и метрические задачи с гранной поверхностью. Варианты и методические задачи к выполнению задания по начертательной геометрии / Ю. И. Королев, В. А. Ильин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Уфа, 1994. – 34 с.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1

КООРДИНАТЫ ВЕРШИН ПРИЗМЫ И ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ ПЛОСКОСТИ

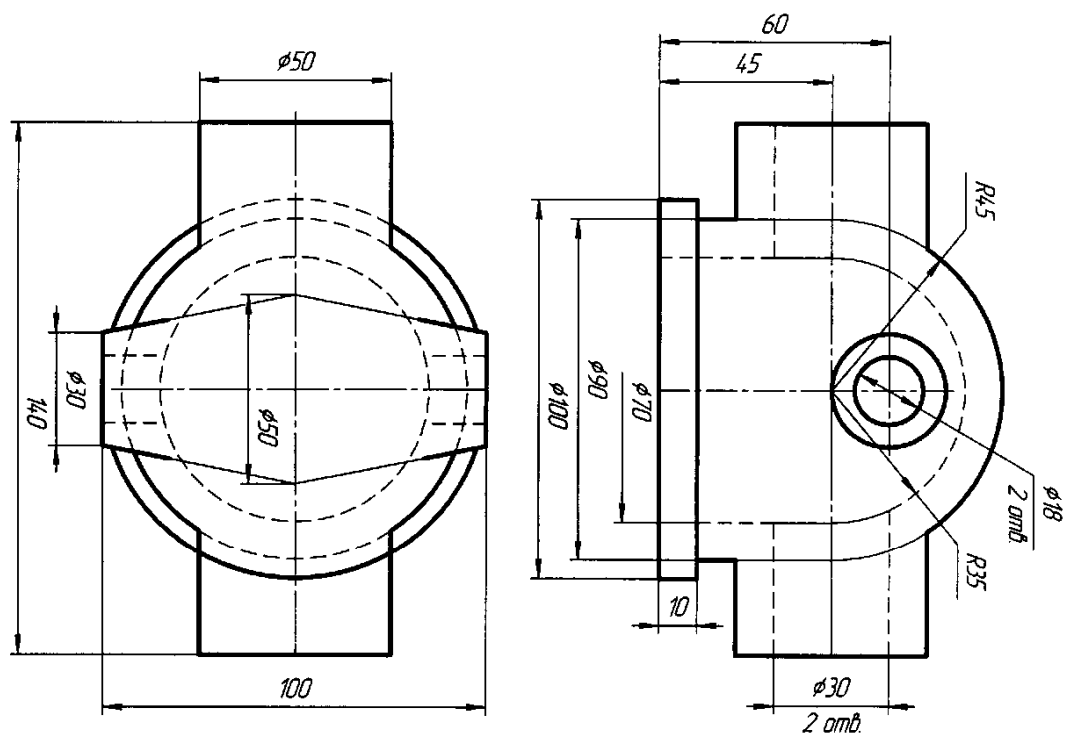
Вариант	G			K			L			G'			M			N			R		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	140	90	60	130	40	140	120	80	100	30	140	20	130	20	40	80	140	30	40	90	140
2	140	70	60	130	30	140	130	0	100	30	140	20	90	20	40	130	130	30	70	100	140
3	40	0	60	50	40	130	110	40	90	0	100	20	30	10	40	130	80	30	70	80	130
4	70	20	30	130	0	100	140	50	60	0	100	70	70	40	10	130	130	30	110	60	140
5	140	120	60	80	90	140	60	140	80	80	40	20	120	100	40	10	130	30	50	90	140
6	120	90	30	140	140	90	90	140	60	90	0	70	110	90	10	10	120	10	90	120	140
7	140	80	60	110	40	140	110	0	100	30	140	0	110	10	80	120	110	20	80	90	140
8	150	130	80	150	80	160	170	60	120	30	80	20	170	60	70	100	140	50	100	210	150
9	80	20	20	140	10	80	130	80	50	0	70	80	80	40	10	100	140	40	110	70	140
10	120	40	20	160	80	80	120	120	50	20	0	80	110	40	10	50	130	40	110	100	140
11	130	120	10	130	160	70	80	160	40	90	20	80	120	100	10	0	100	30	80	140	140
12	70	0	100	50	60	140	120	50	120	20	80	20	90	0	50	140	70	50	50	100	130
13	120	100	100	60	70	140	60	130	110	70	40	20	120	90	70	10	140	50	10	40	140
14	70	90	20	140	60	60	140	130	30	0	150	100	60	112	10	100	200	30	130	120	130
15	100	60	20	140	120	60	90	140	40	20	10	100	80	60	10	10	140	40	90	120	130
16	140	10	110	80	70	140	120	100	130	70	40	10	140	20	100	140	130	40	40	110	130
17	60	0	110	40	70	130	110	50	120	20	70	10	80	0	70	140	60	90	30	120	120
18	120	120	110	70	70	140	40	130	130	80	50	10	120	130	120	10	140	50	20	20	130
19	70	30	10	150	0	50	150	70	20	20	80	100	60	40	10	130	140	40	150	30	120
20	140	60	10	160	140	40	100	140	30	80	0	110	110	40	10	20	120	30	130	130	120
21	90	10	120	70	60	140	130	90	140	20	50	20	120	20	110	130	130	60	20	120	140
22	40	0	160	0	140	100	70	120	50	10	60	50	40	0	60	120	60	100	60	100	140
23	120	120	100	70	80	140	40	120	140	90	40	20	110	60	60	0	70	130	20	20	130
24	30	70	10	90	40	0	120	60	20	0	120	130	130	80	10	30	140	40	110	30	120
25	120	60	10	140	140	0	80	130	10	80	0	130	110	50	10	0	80	30	140	100	80

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ 1

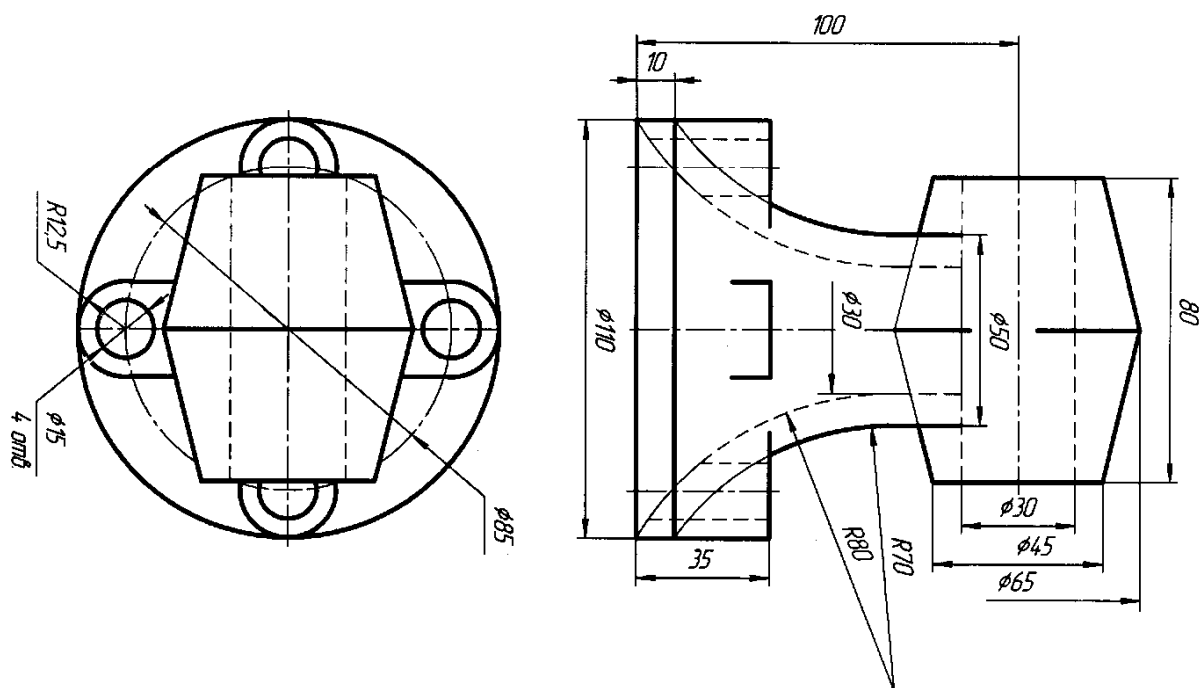
Вари- ант	G			K			L			G'			M			N			R		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
26	60	10	120	40	90	120	100	90	140	20	50	10	70	10	110	120	100	60	20	140	110
27	120	12	120	60	90	120	30	40	140	100	90	10	110	30	110	0	10	70	20	140	110
28	20	70	10	80	0	50	110	50	0	0	110	130	20	90	20	120	140	60	110	20	110
29	110	40	10	140	130	60	60	116	0	0	90	90	90	30	20	0	70	60	110	140	109
30	100	60	30	60	0	80	60	60	130	50	140	40	130	70	50	10	60	30	60	100	140
31	70	130	80	140	100	20	70	80	130	0	50	40	50	140	60	100	50	30	30	80	140
32	50	100	60	100	40	30	130	120	100	0	30	20	150	120	120	20	120	120	80	0	0
33	90	110	60	90	20	20	140	80	100	20	90	90	80	140	10	50	10	50	100	90	140
34	40	120	50	110	70	20	30	140	100	10	50	70	0	130	80	100	40	20	60	130	130
35	50	70	120	30	150	130	120	130	140	20	20	0	70	150	120	0	130	20	0	40	100
36	130	120	100	140	50	190	100	70	140	30	90	40	120	140	70	120	40	30	70	80	100
37	120	80	130	80	10	20	140	30	100	30	110	100	130	130	10	30	40	40	110	70	140
38	100	50	30	20	30	20	90	0	30	60	120	30	120	90	10	0	80	40	80	50	130
39	50	120	140	110	180	20	110	130	80	0	70	100	10	120	10	80	20	40	60	106	140
40	120	60	90	70	0	80	50	80	130	70	130	30	140	80	70	50	30	30	30	120	120

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 2

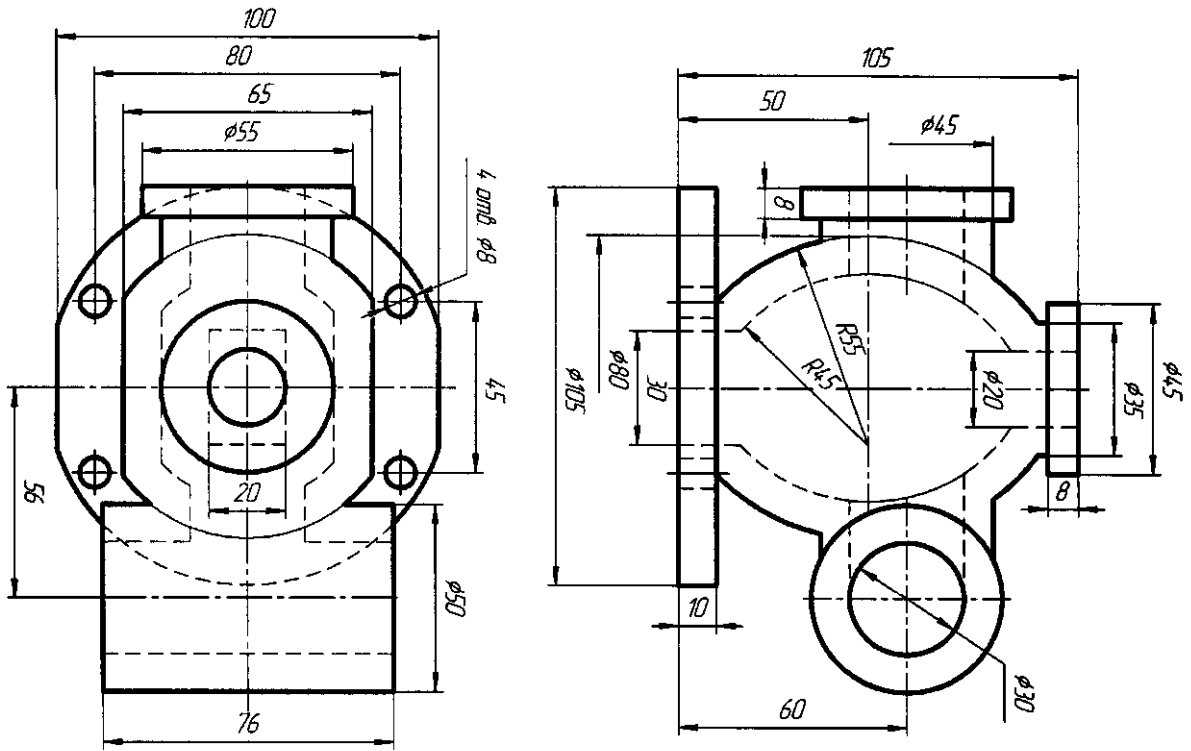
Вариант 1



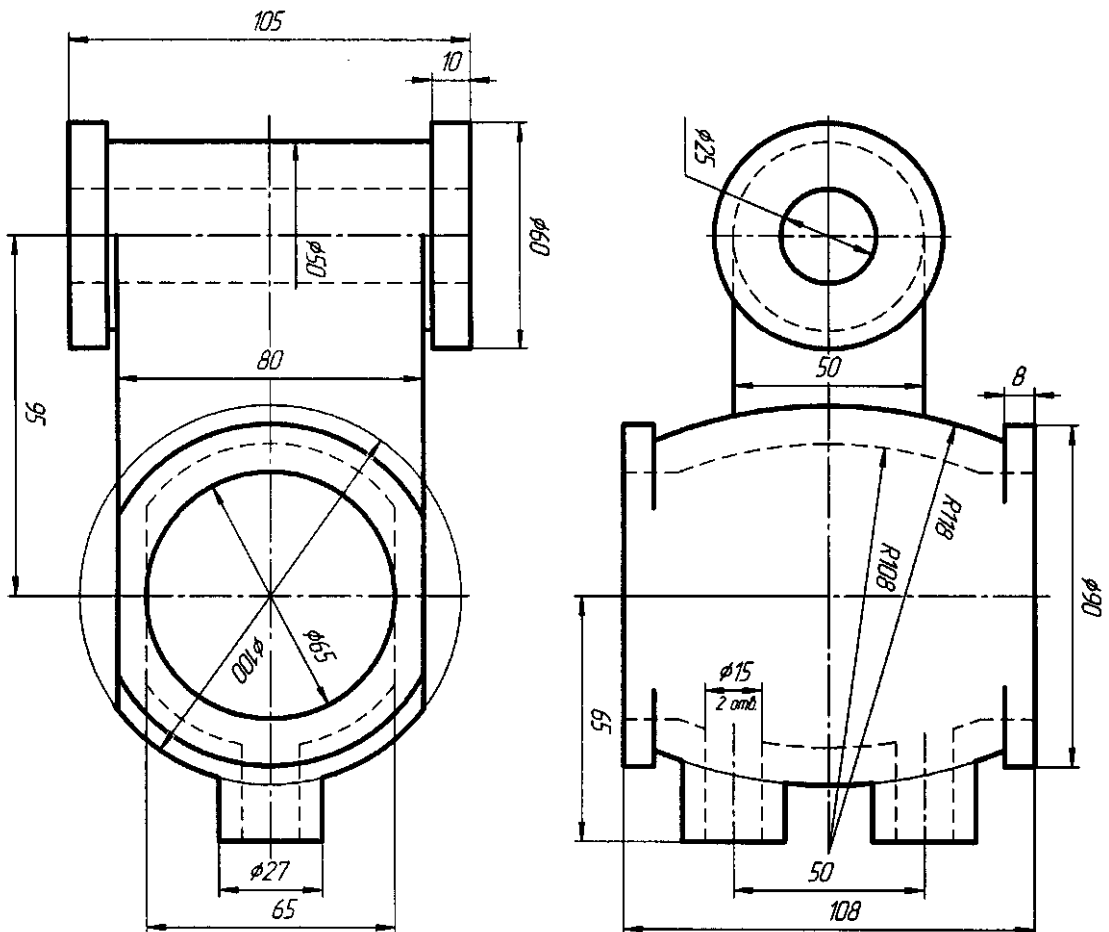
Вариант 2



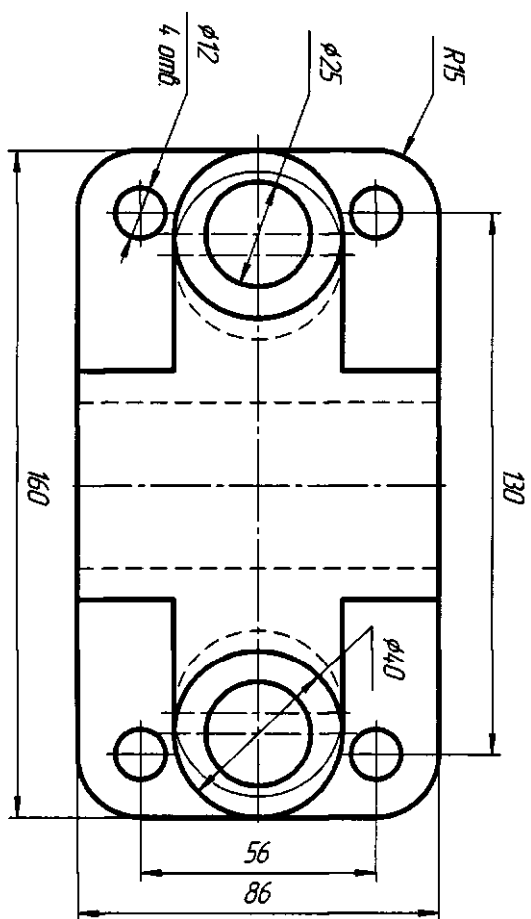
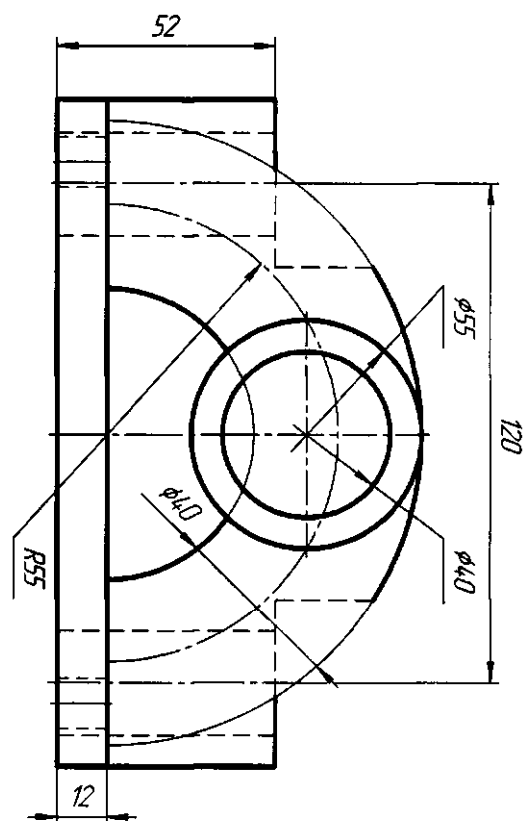
Вариант 3



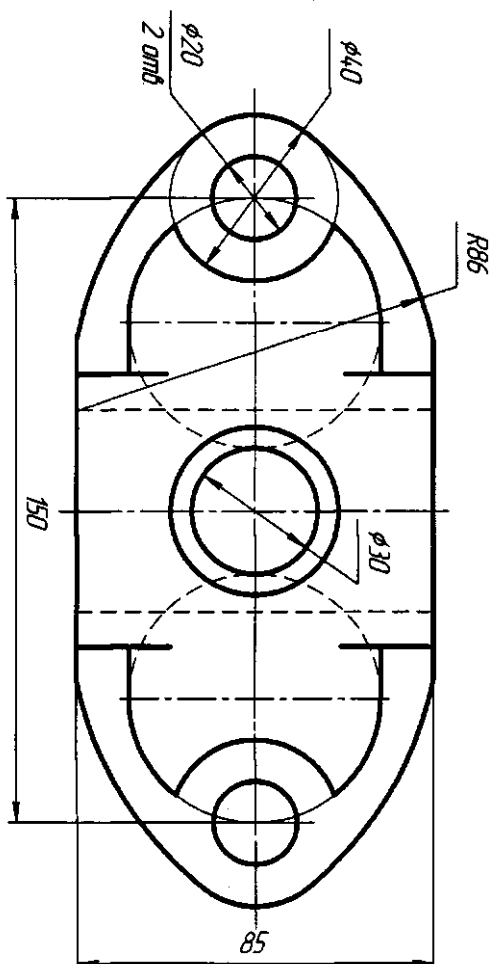
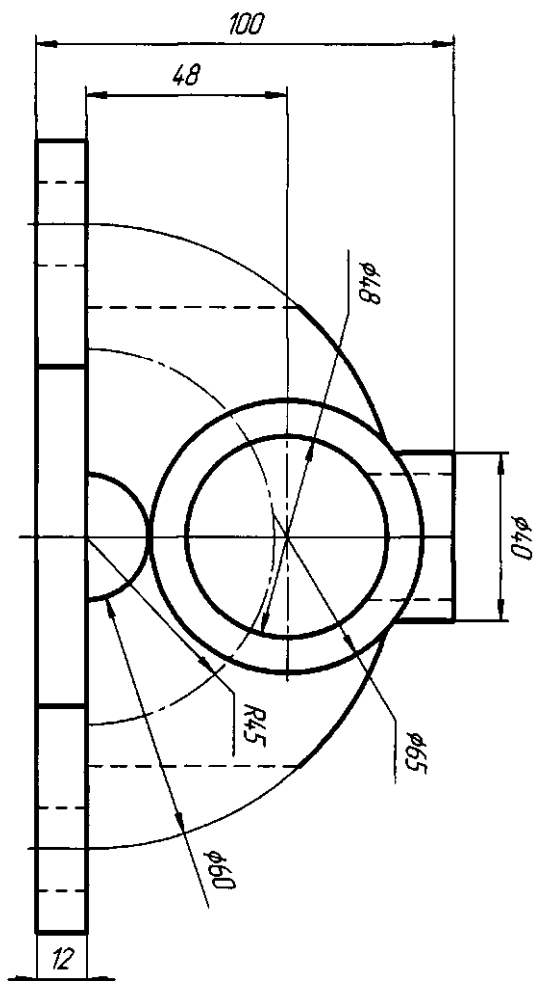
Вариант 4



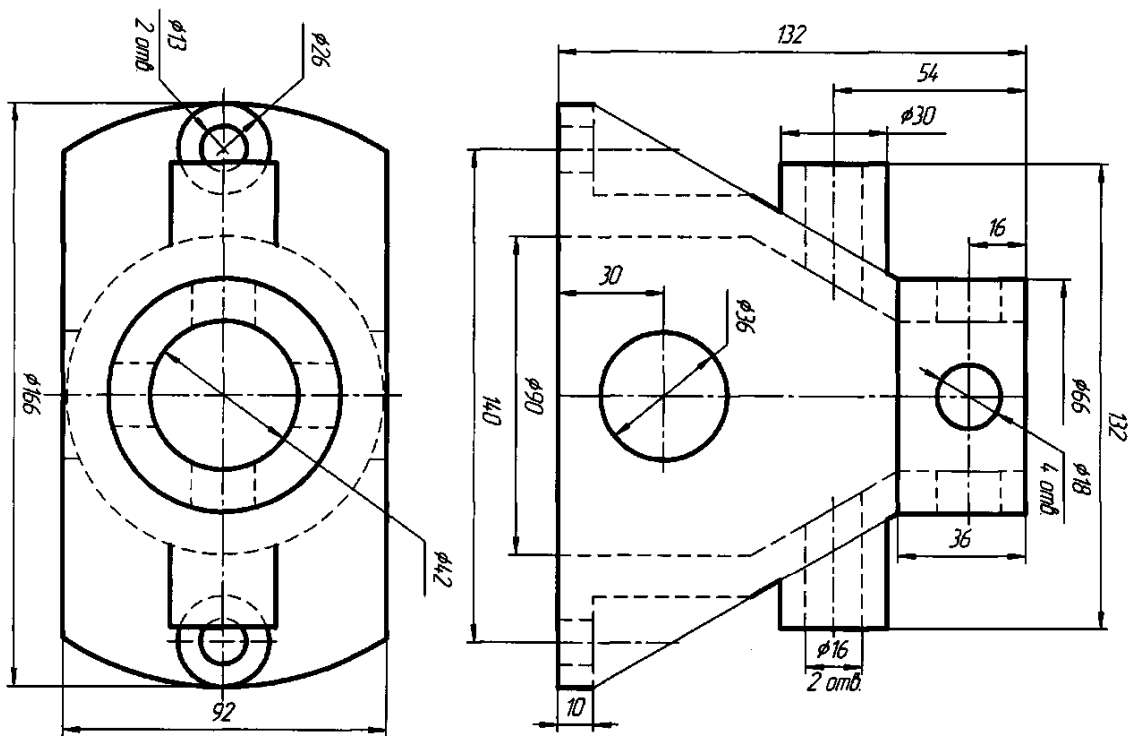
Вариант 5



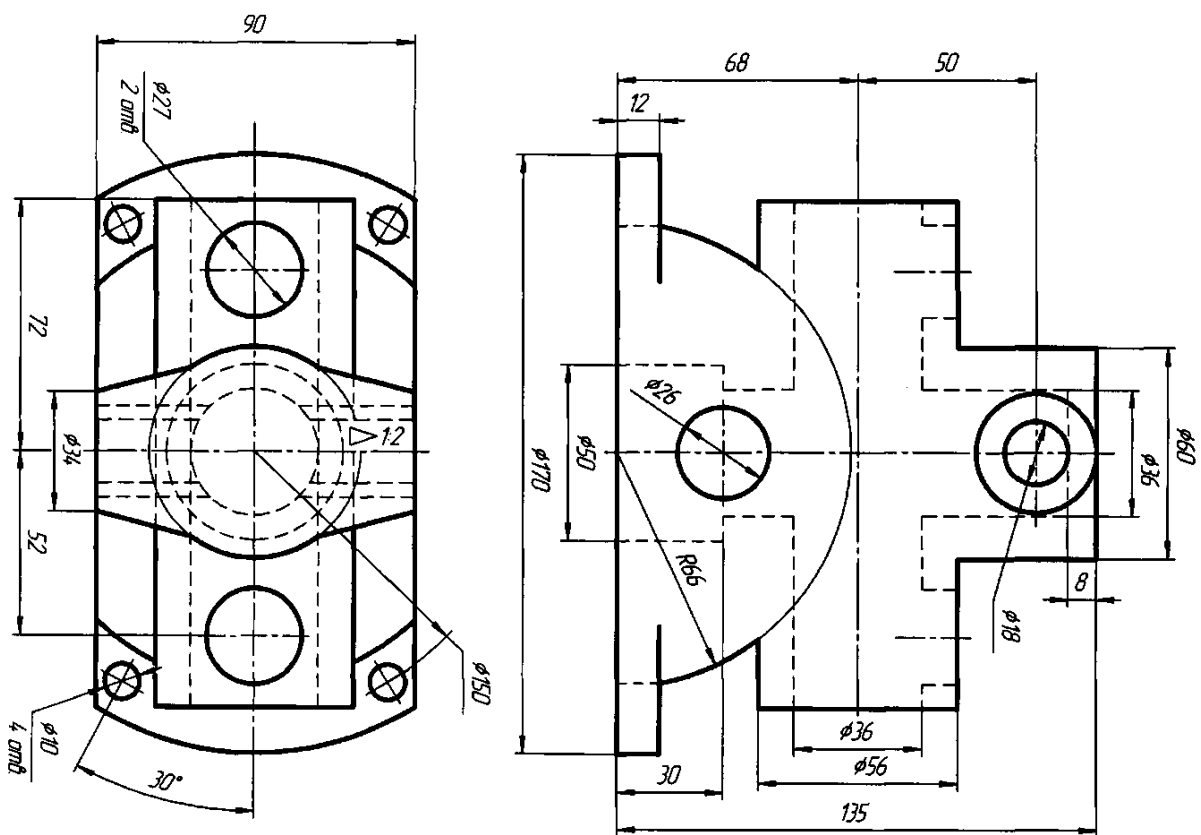
Вариант 6



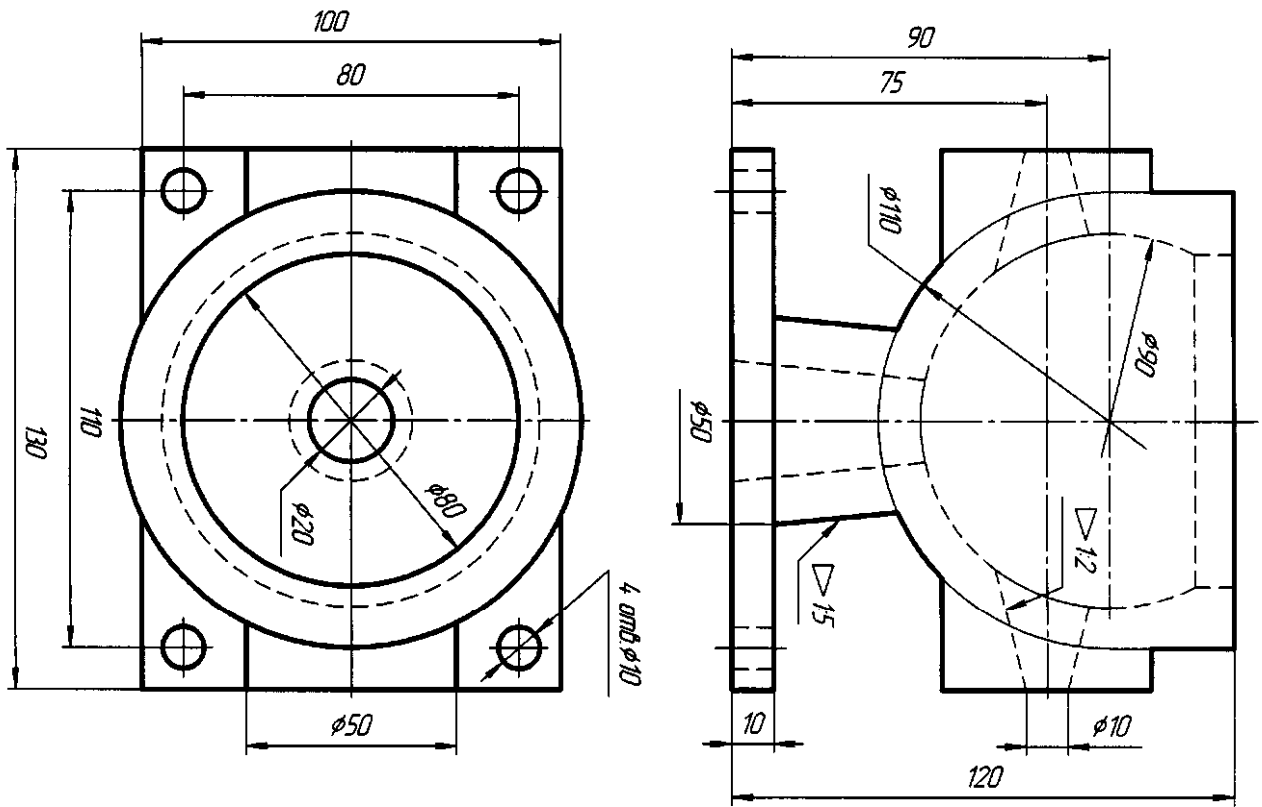
Вариант 7



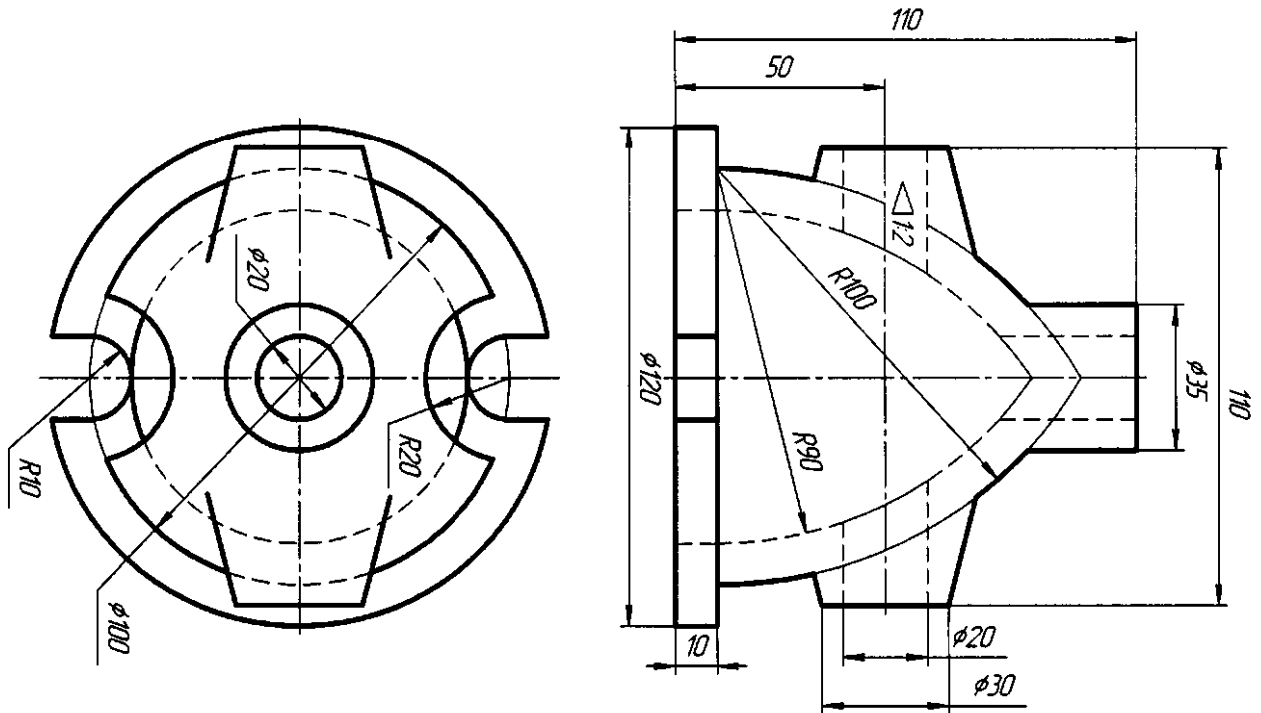
Вариант 8



Вариант 9

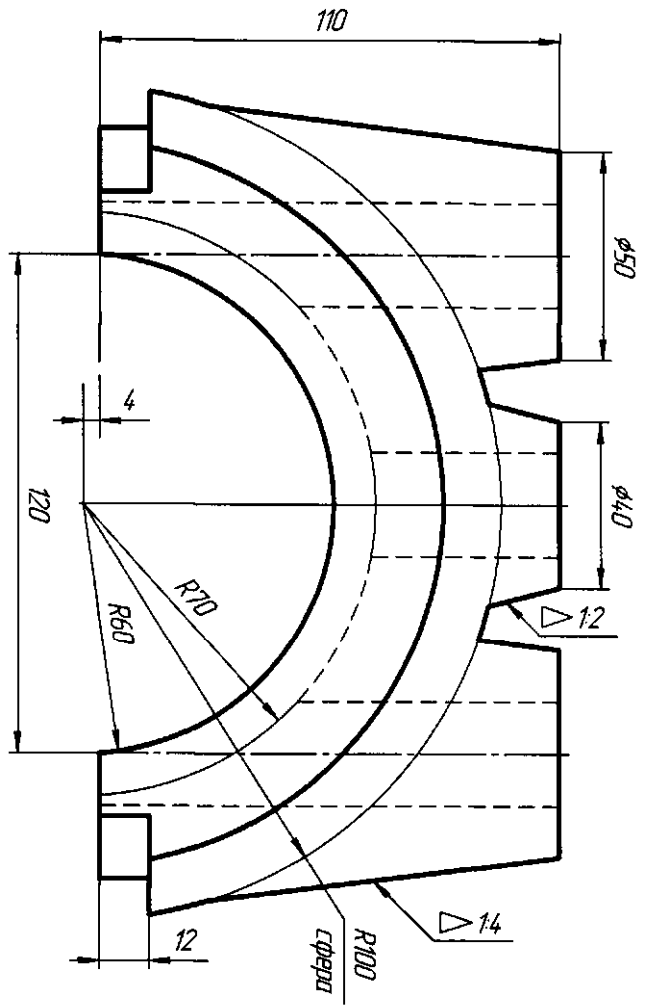


Вариант 10

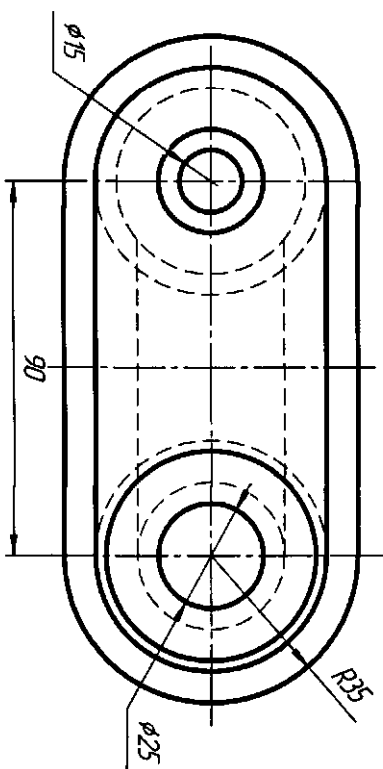
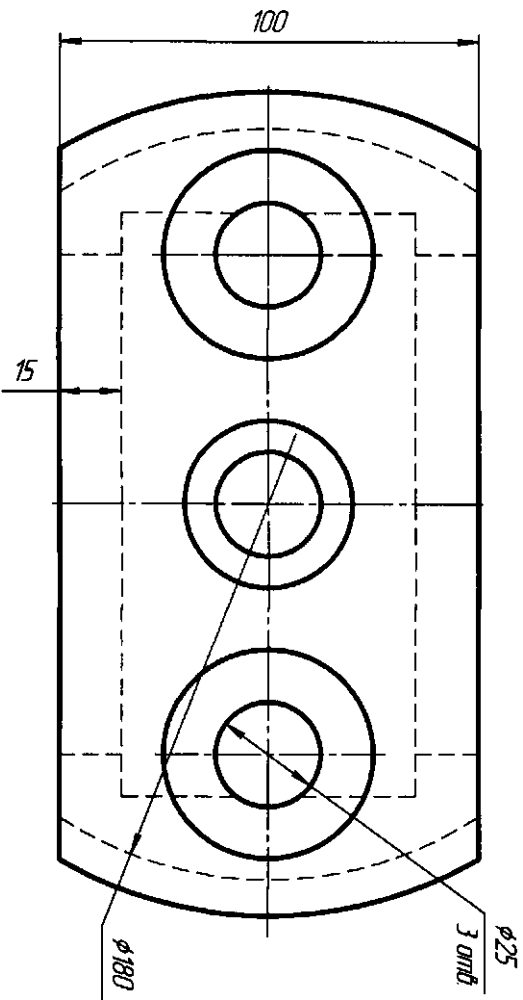
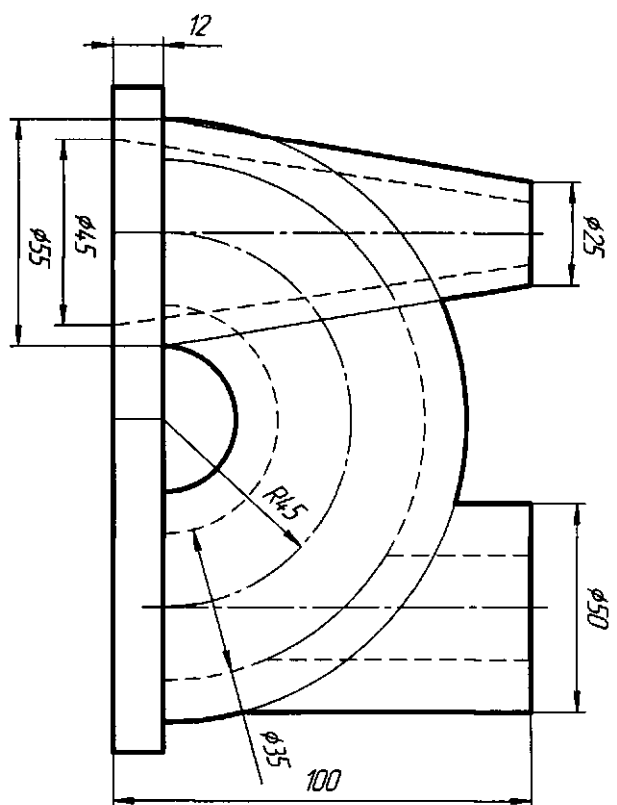


Вариант 11

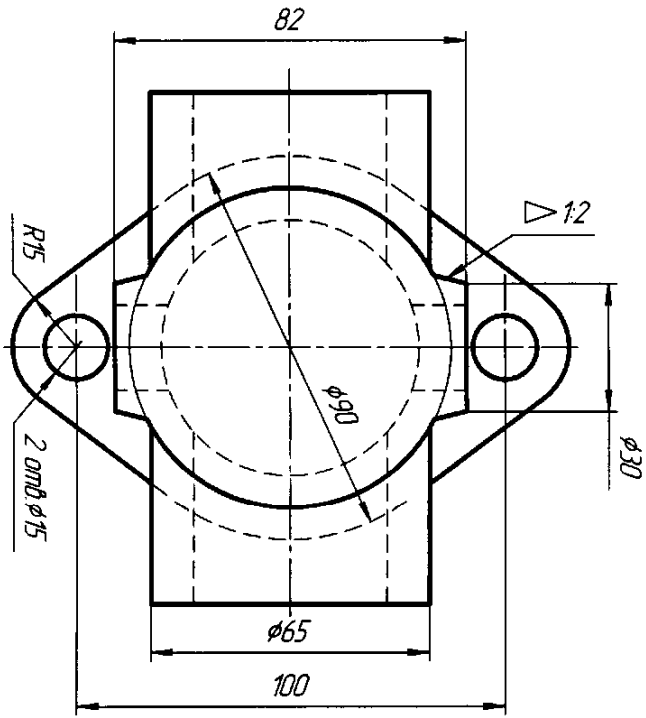
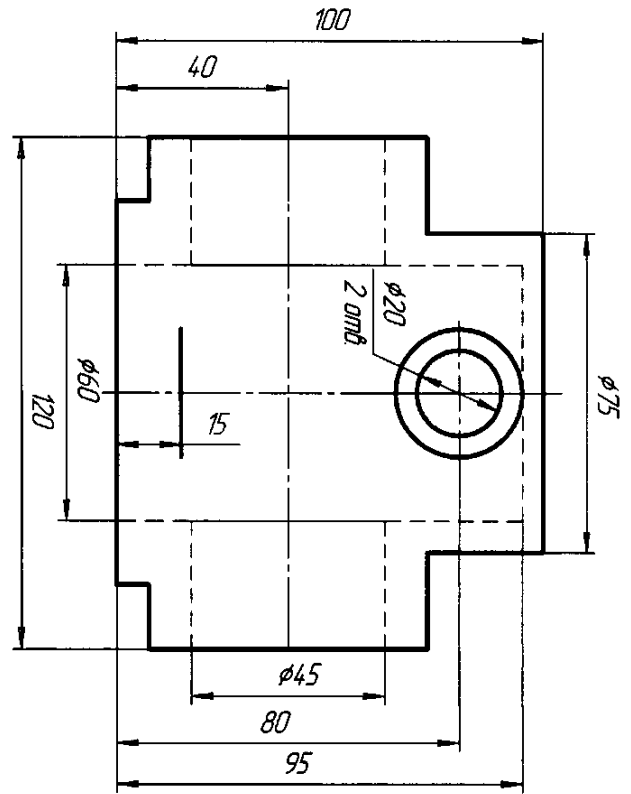
48



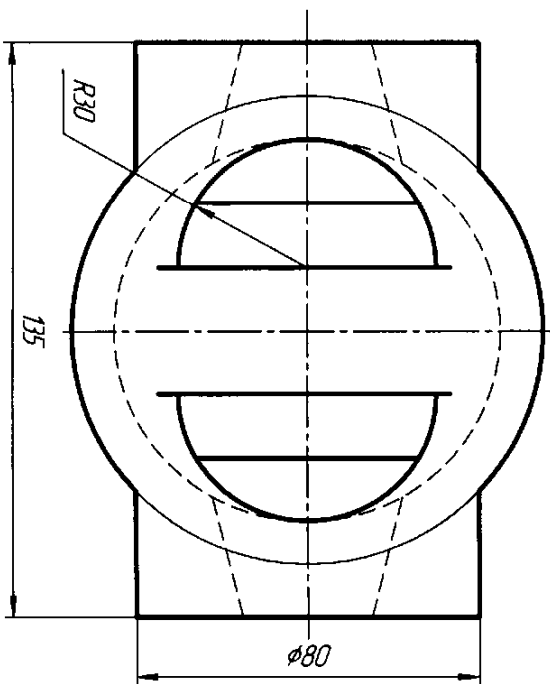
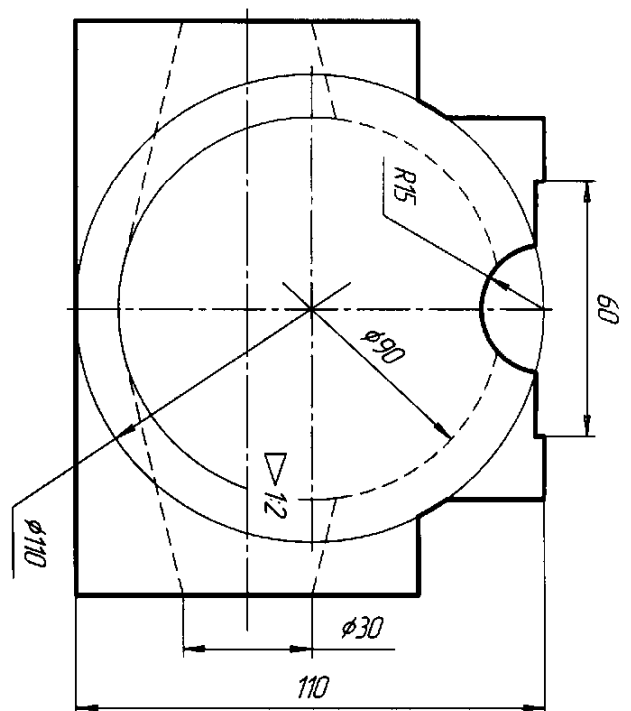
Вариант 12



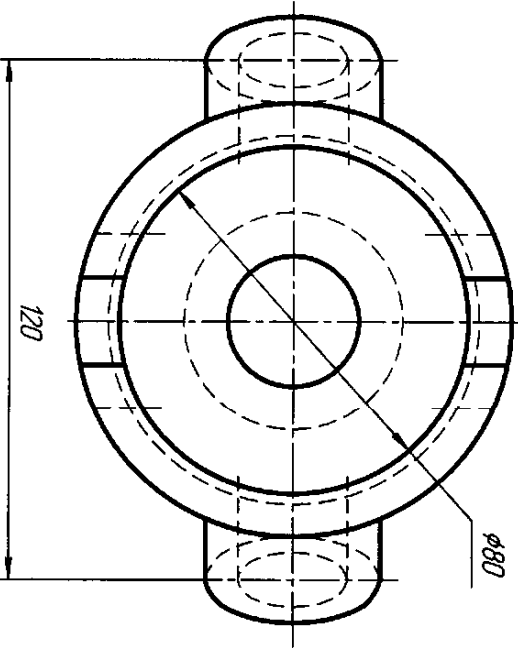
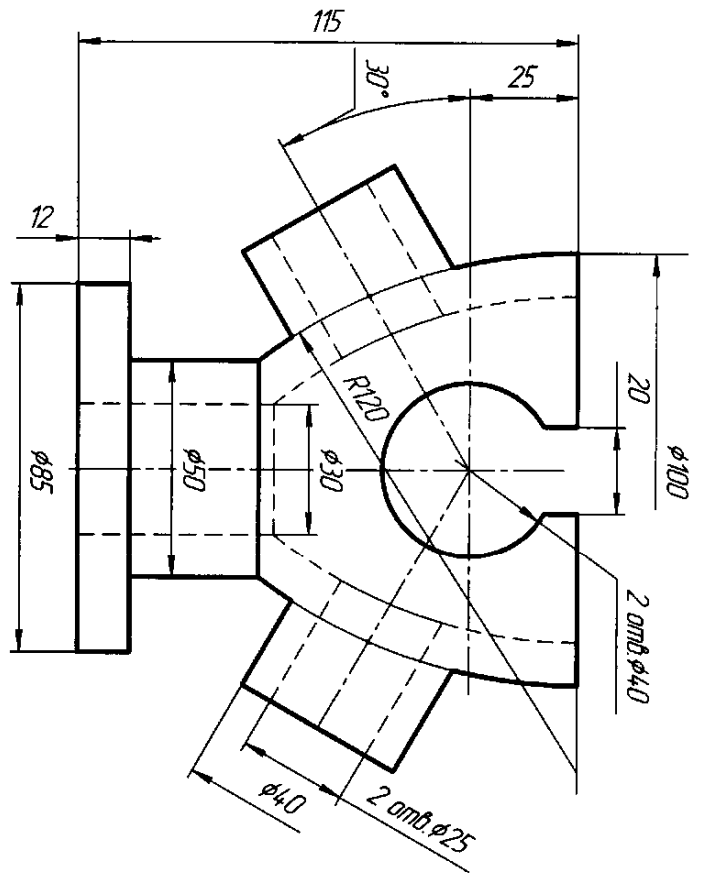
Вариант 13



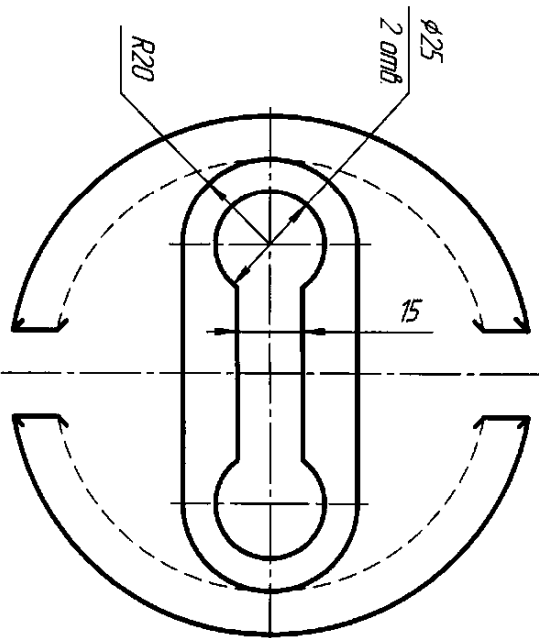
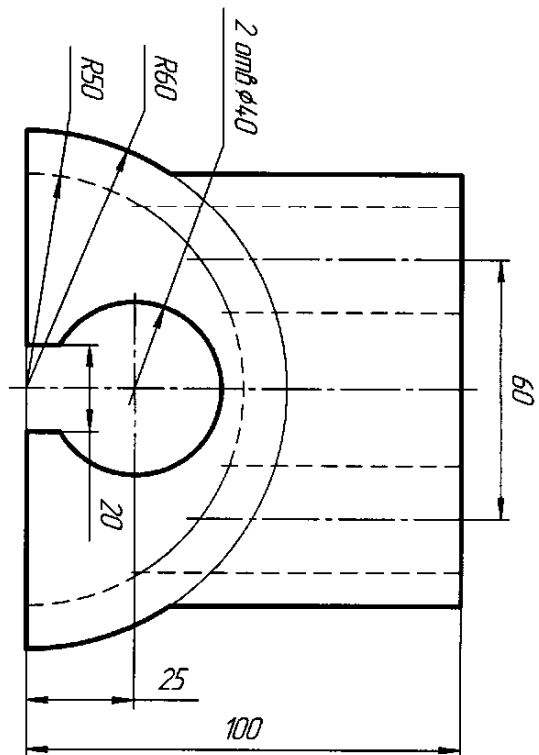
Вариант 14



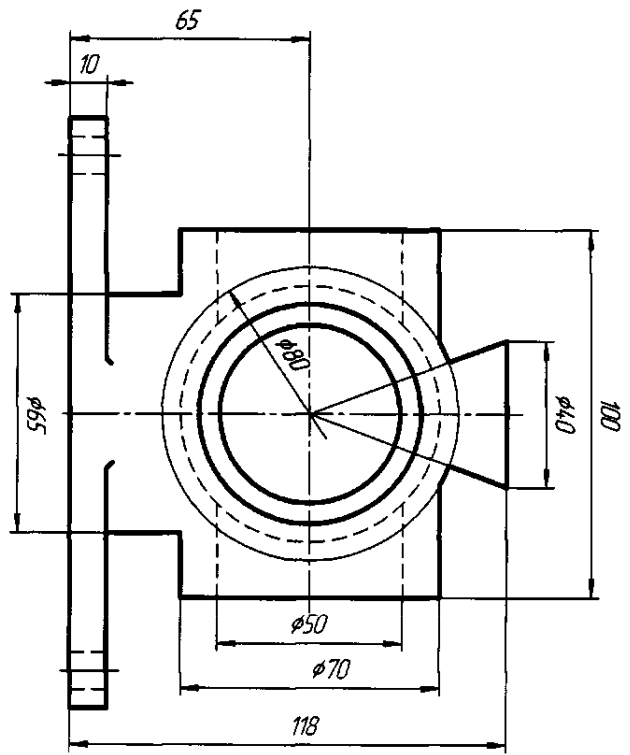
Вариант 15



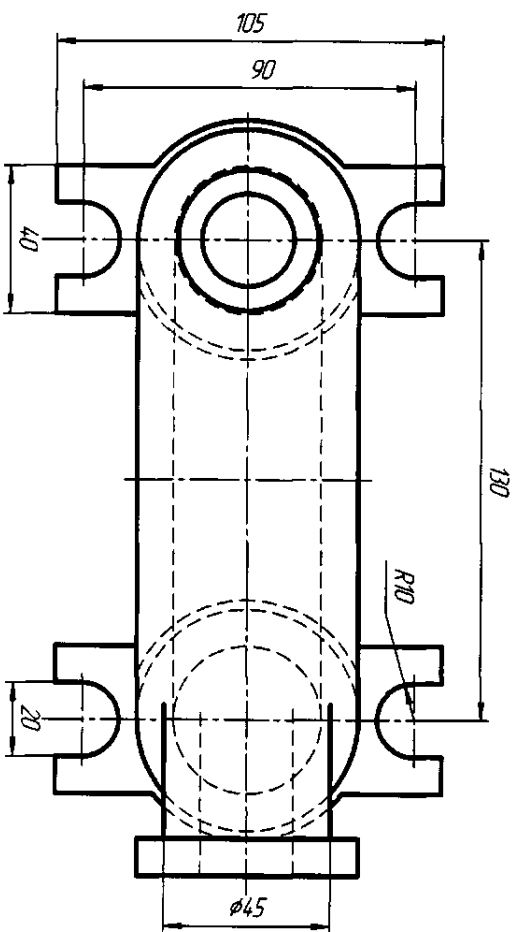
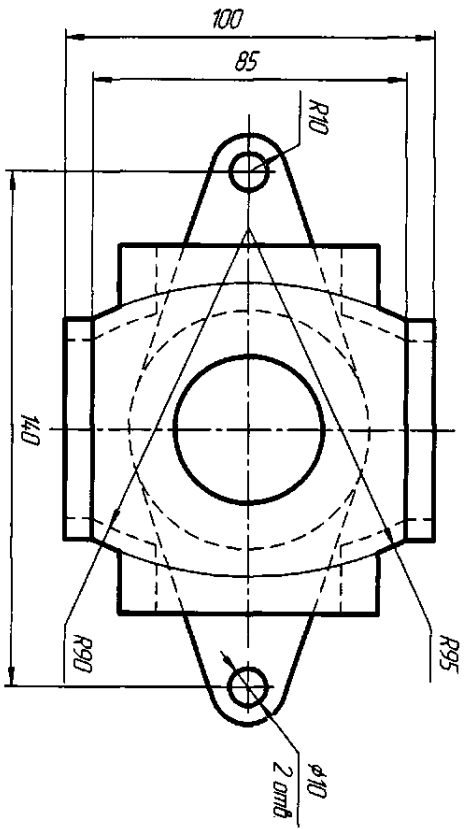
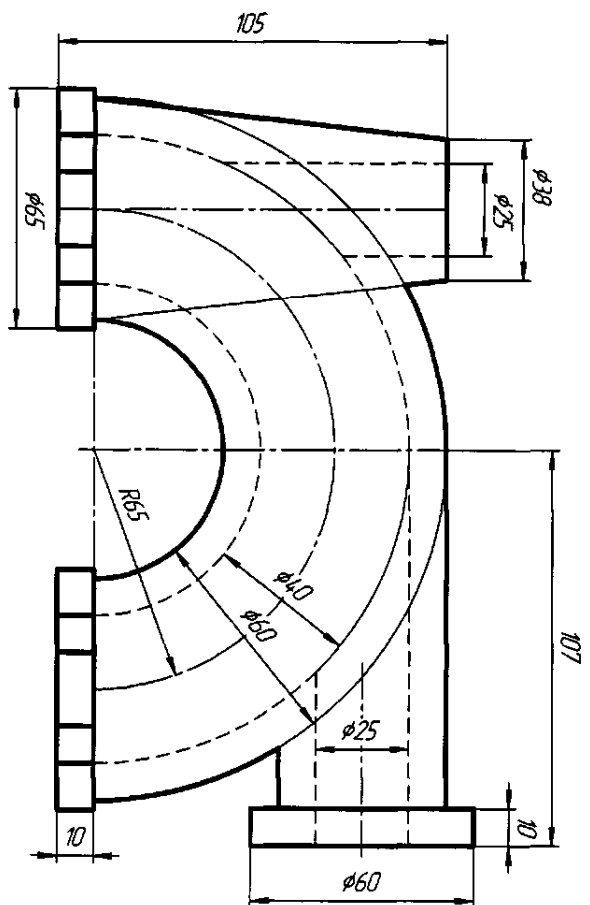
Вариант 16

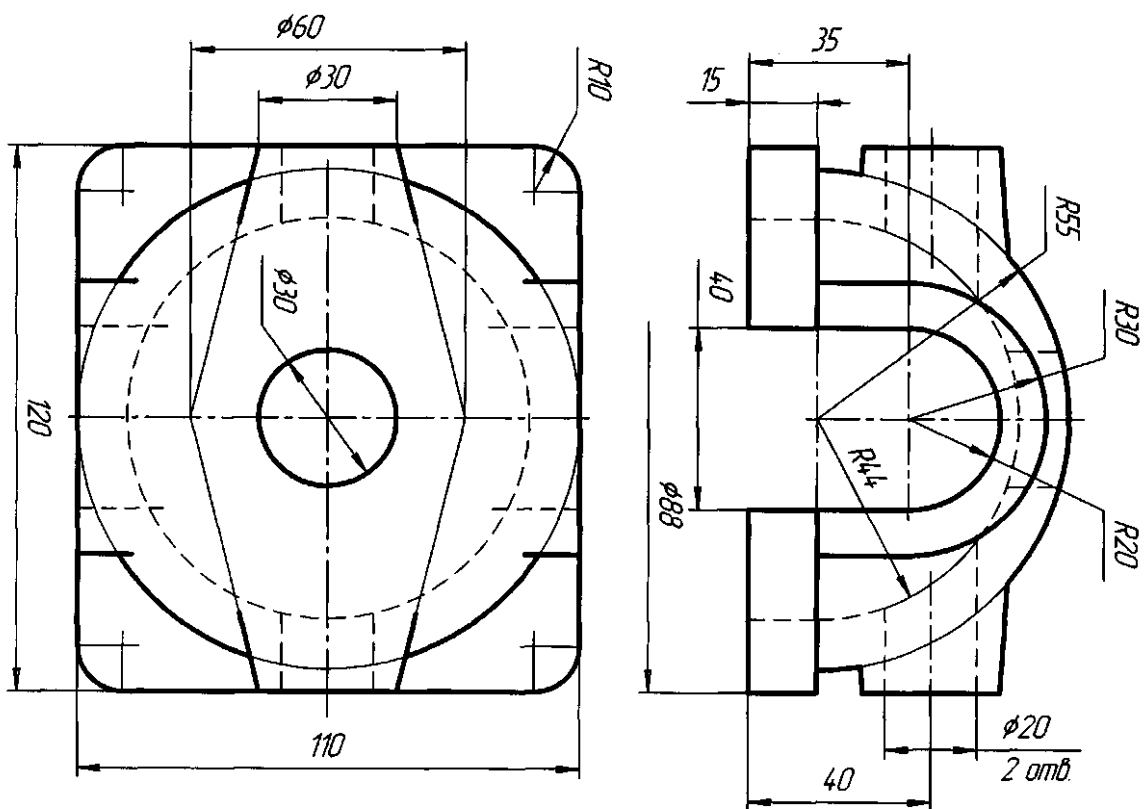


Вариант 17

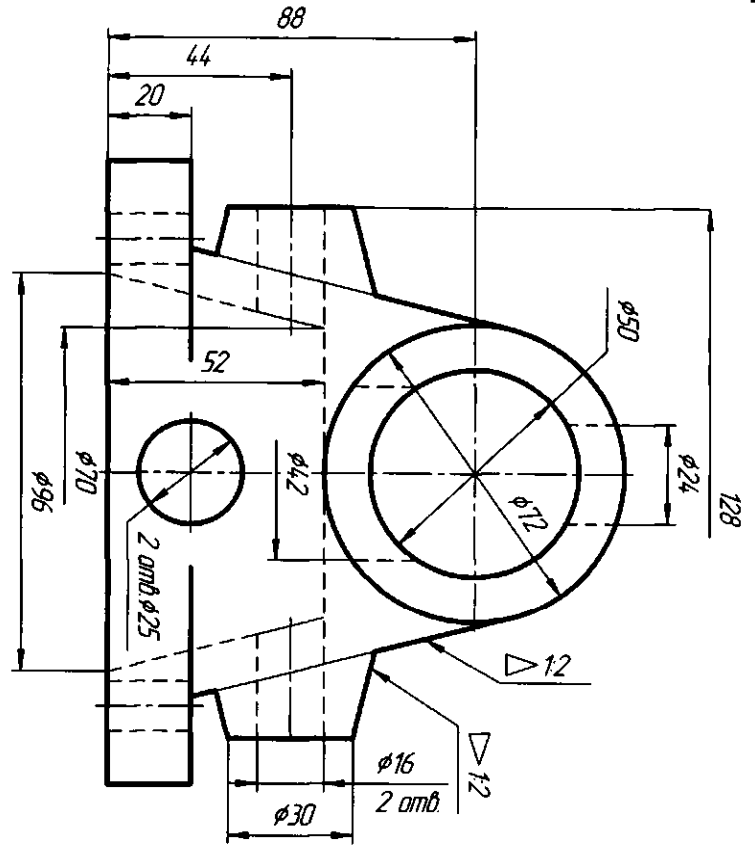


Вариант 18

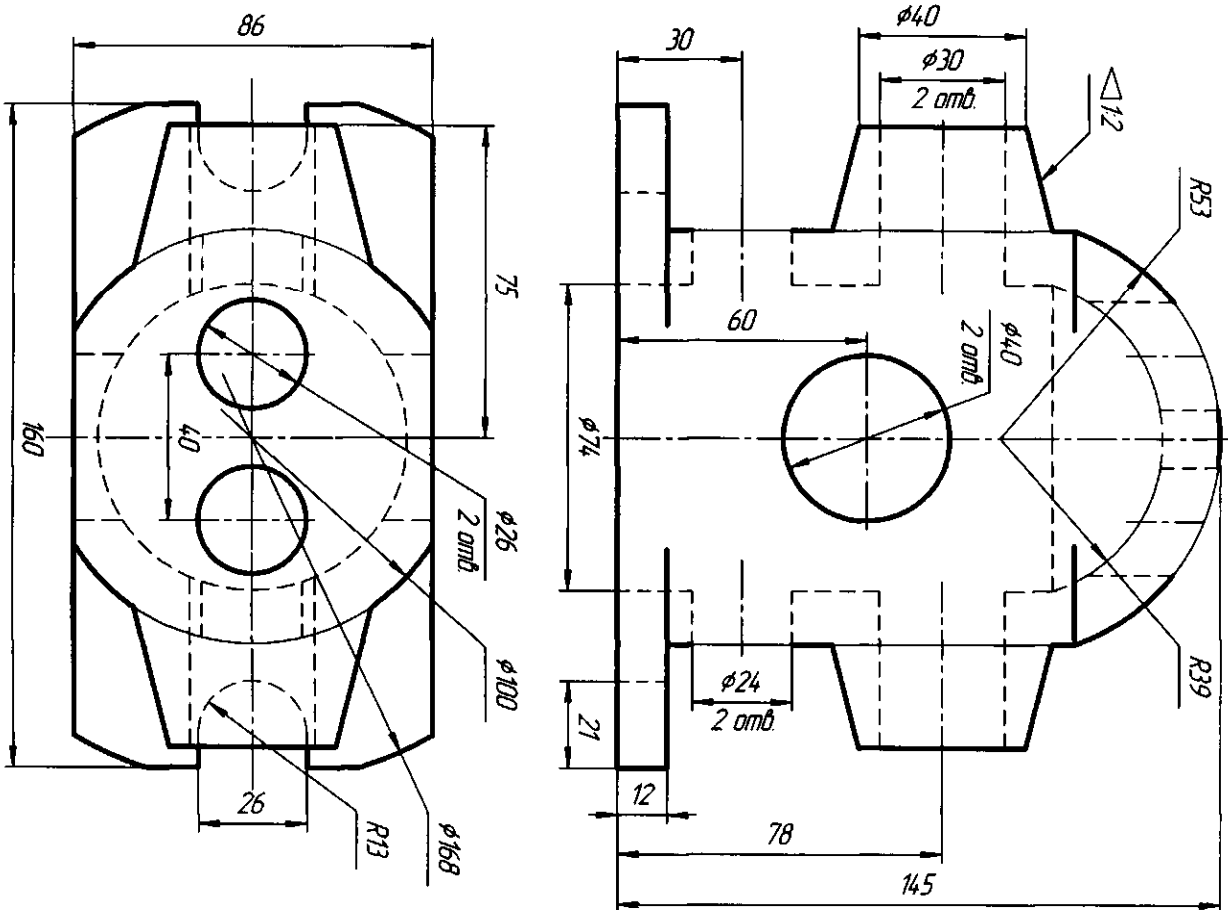




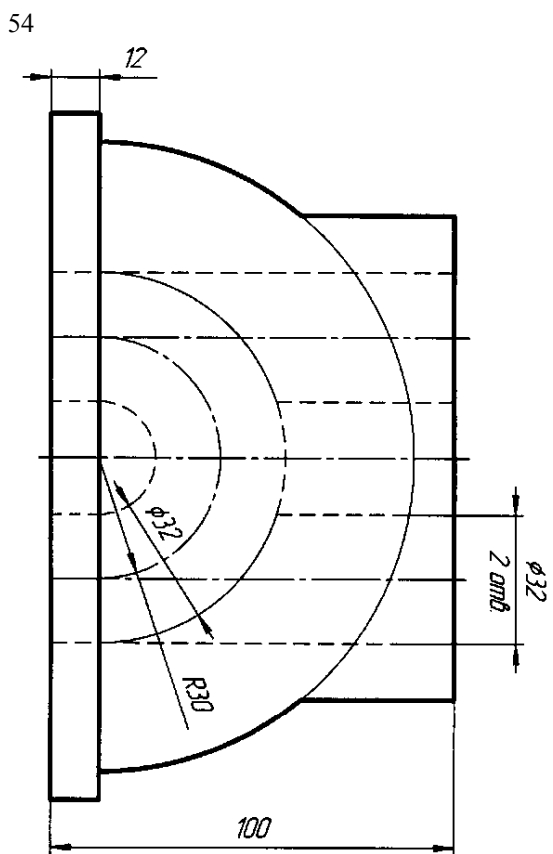
Вариант 21



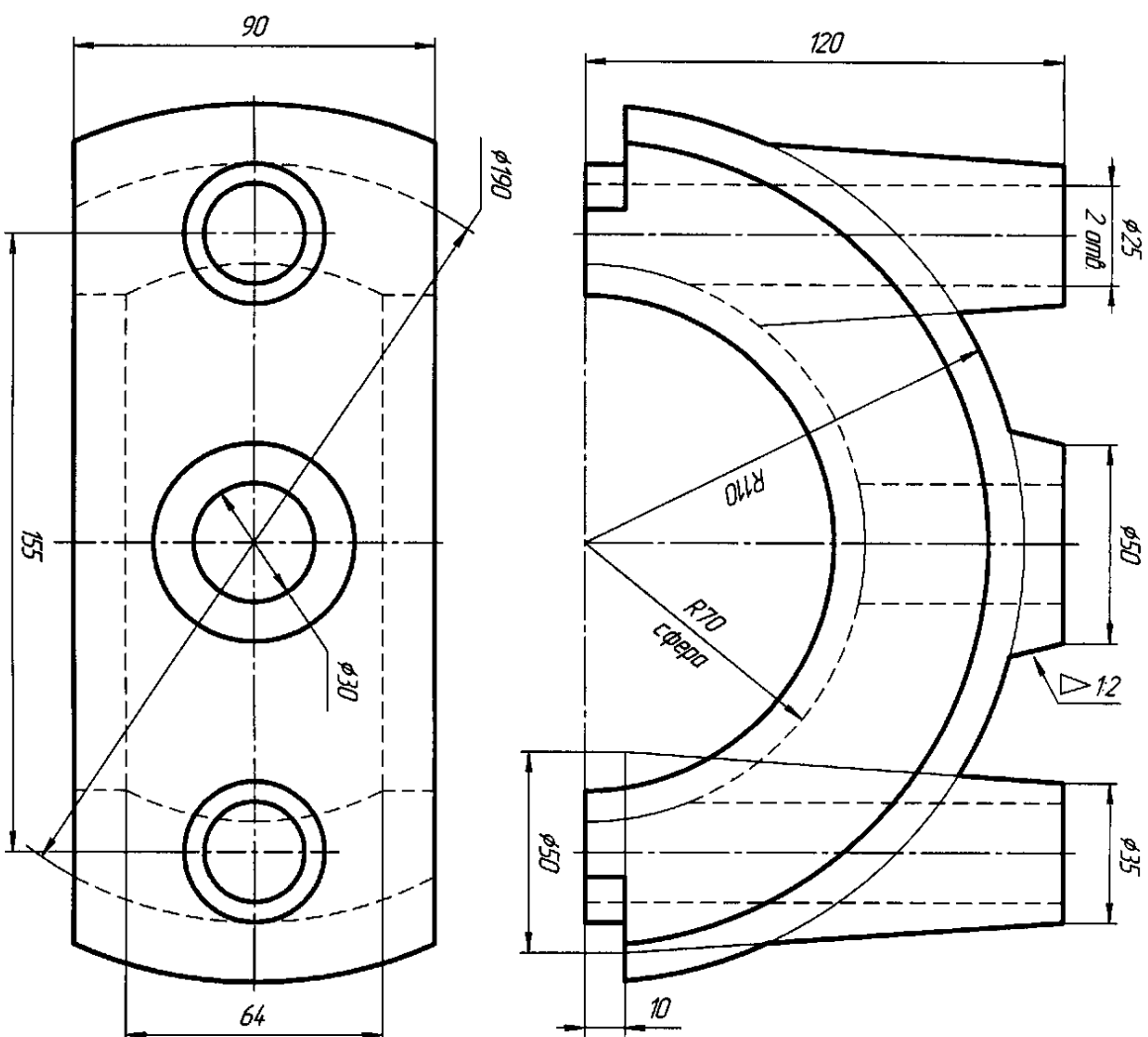
Вариант 22



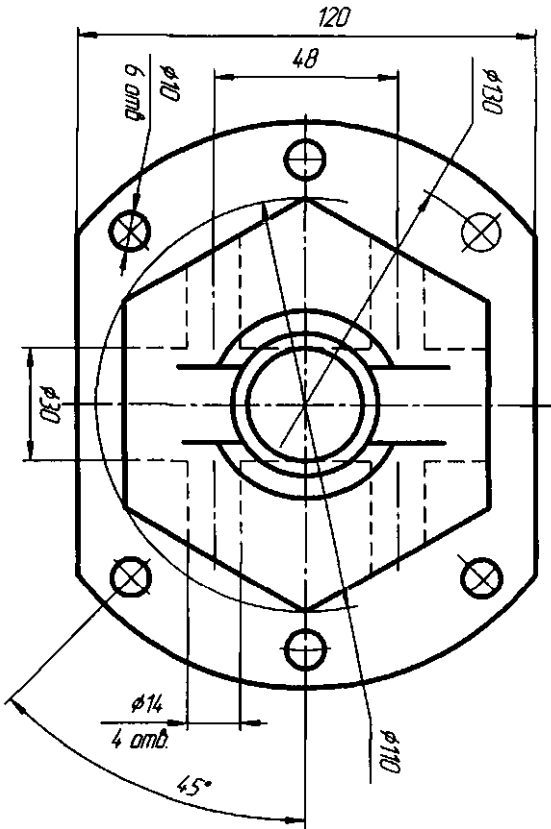
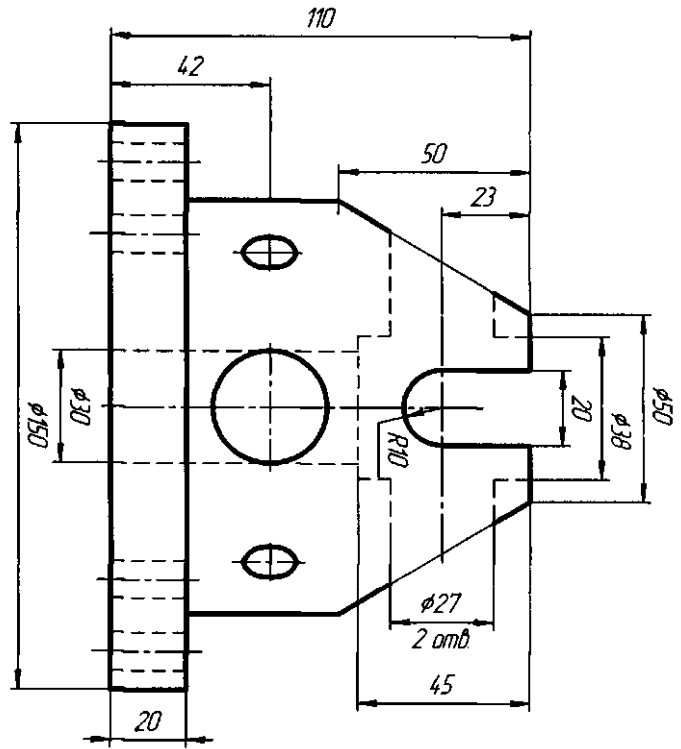
Вариант 23



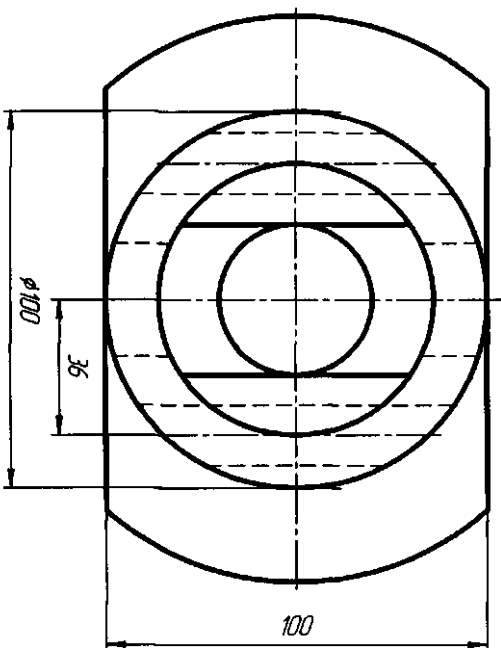
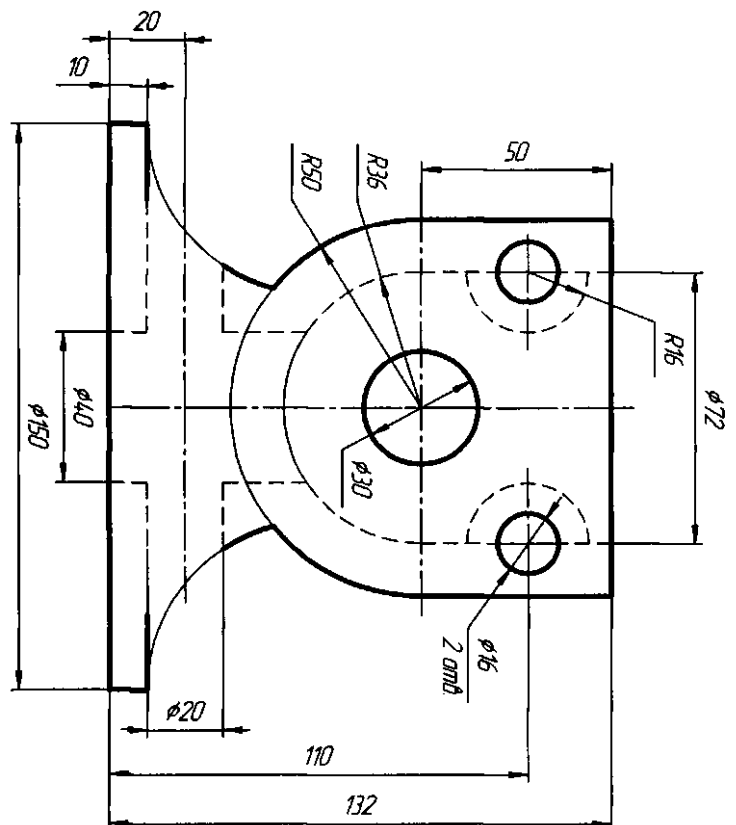
Вариант 24



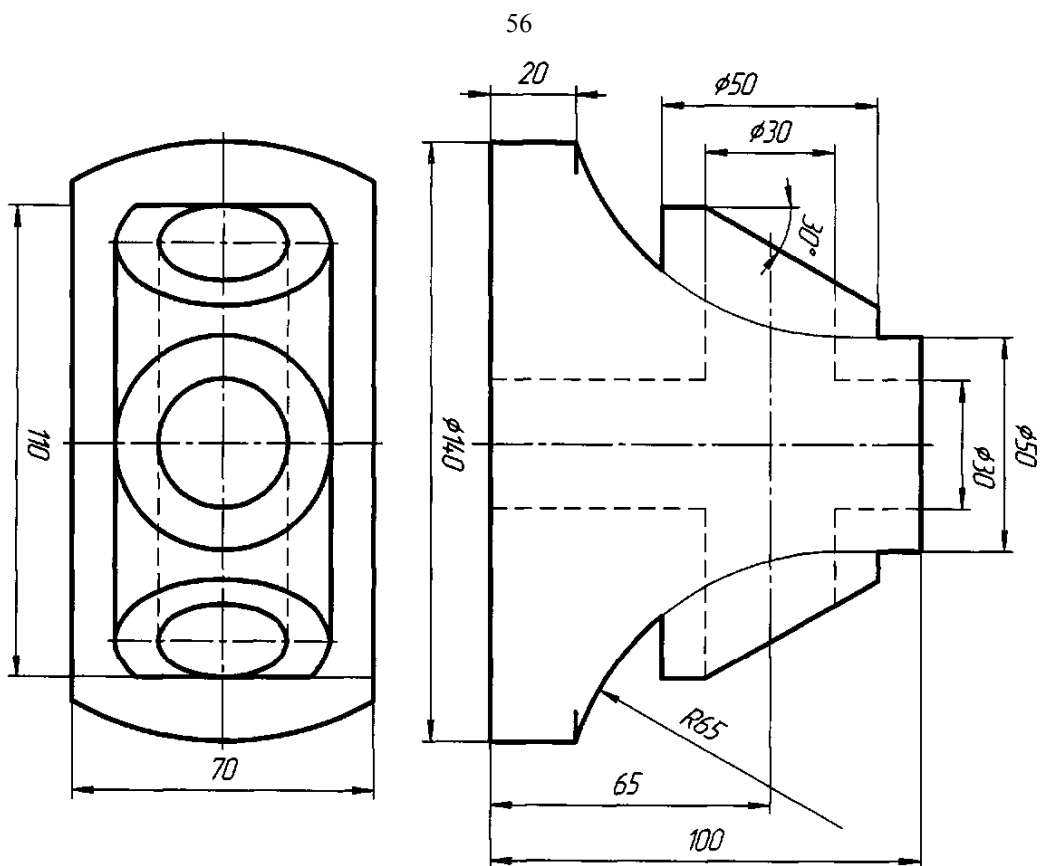
Вариант 25



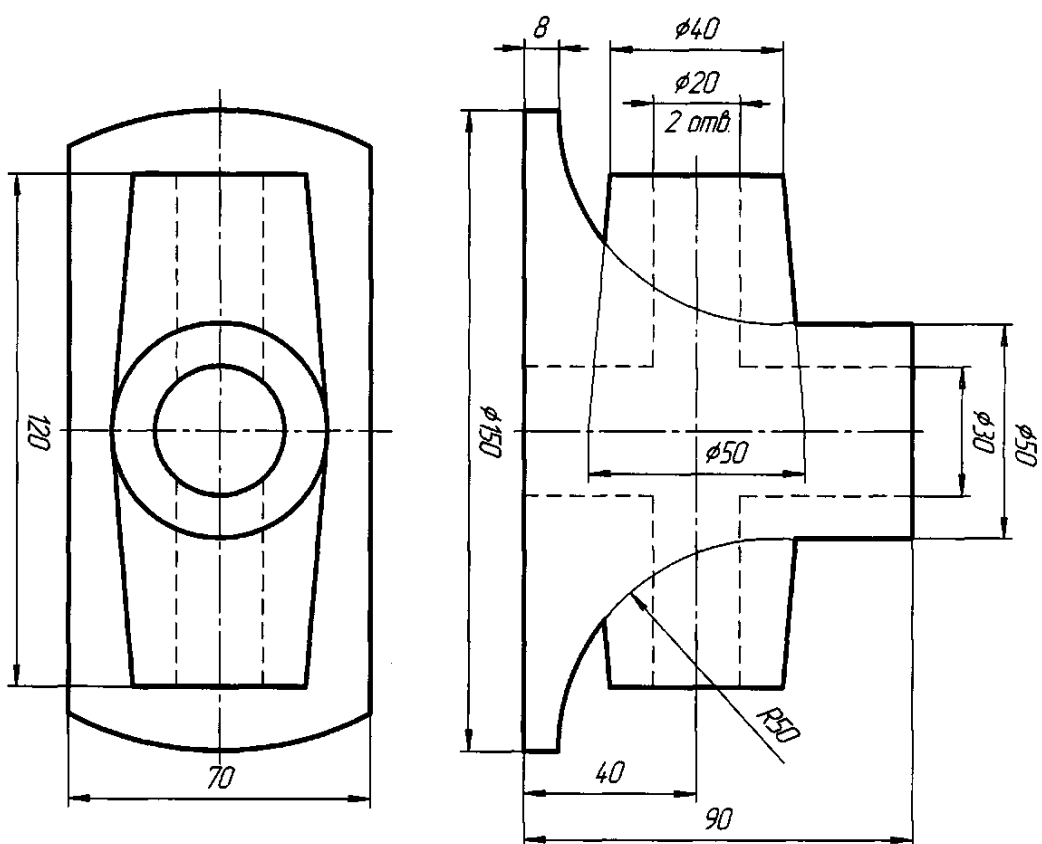
Вариант 26



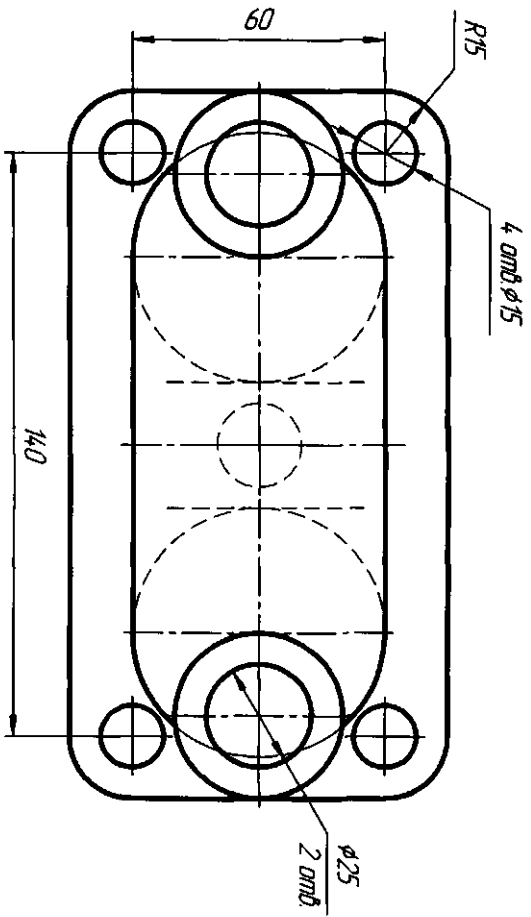
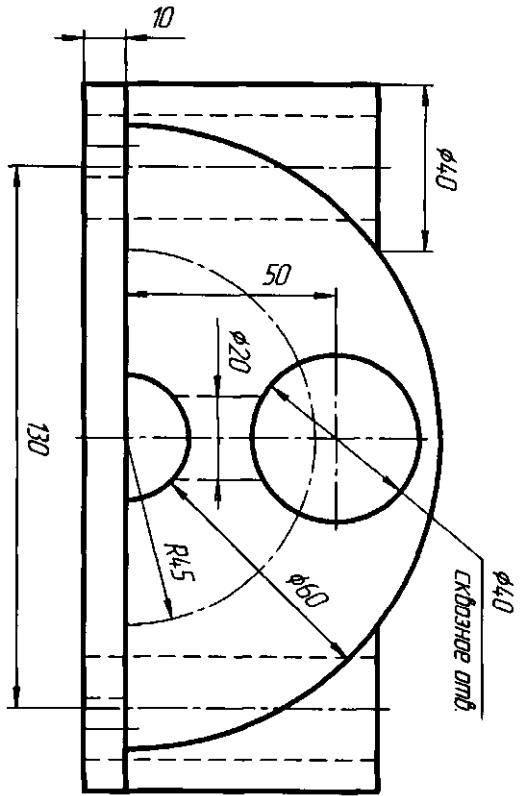
Вариант 27



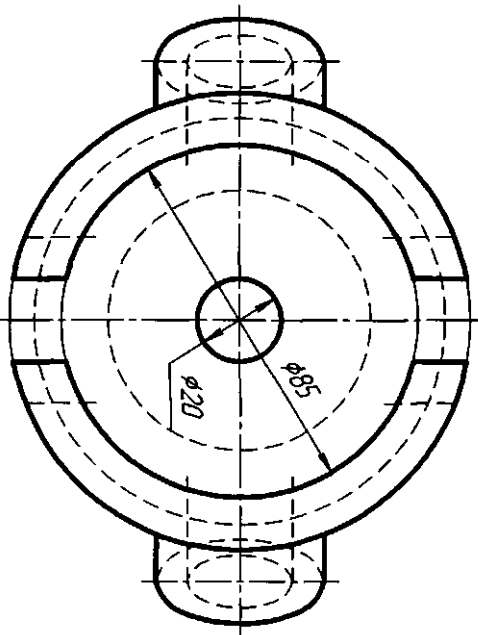
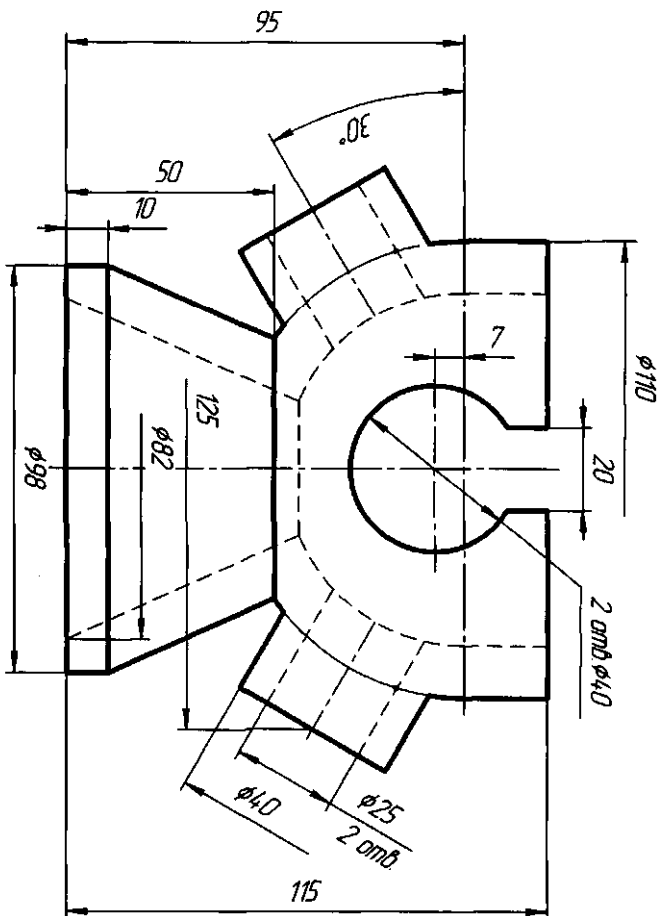
Вариант 28



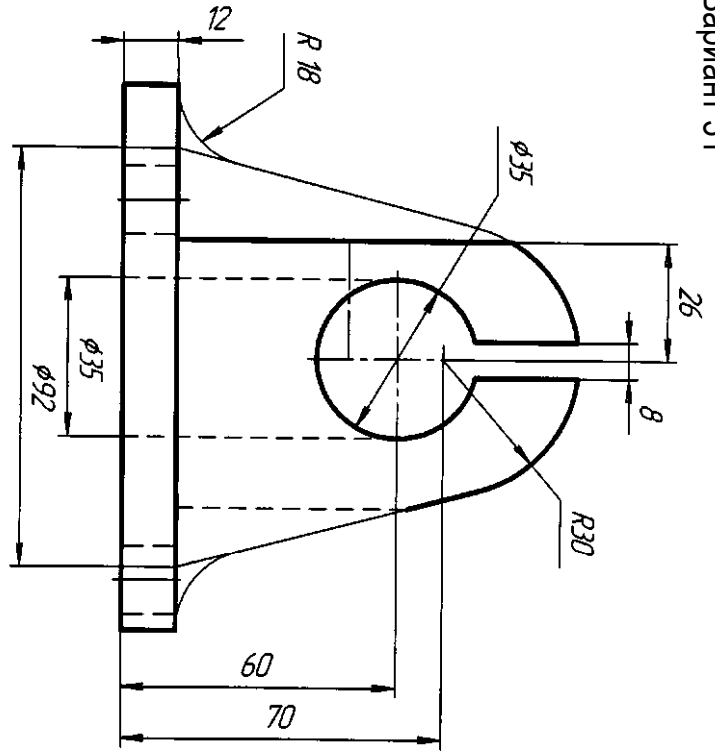
Вариант 29



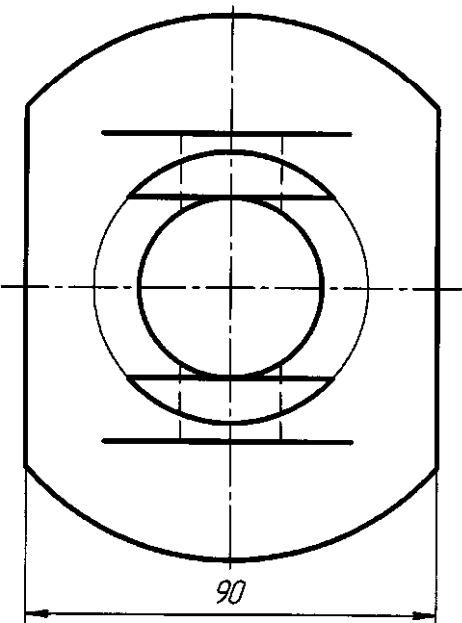
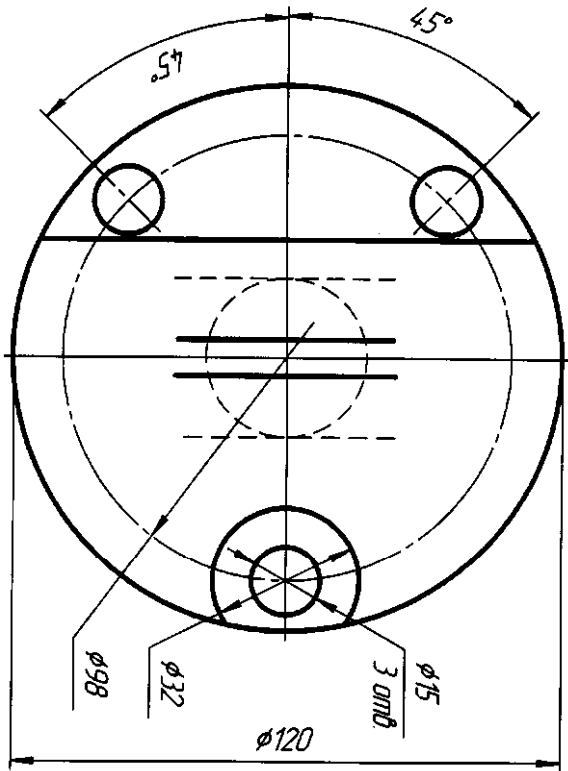
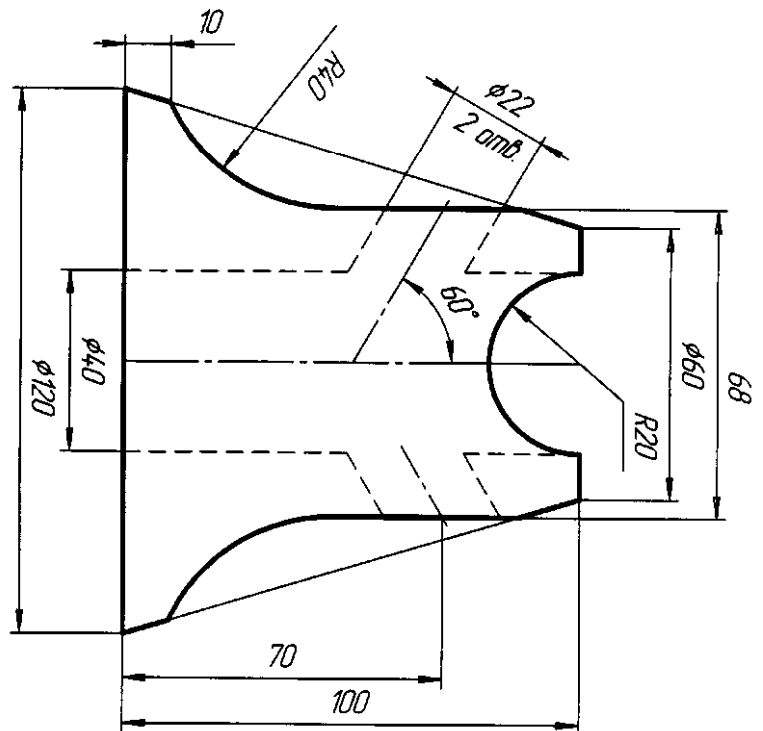
Вариант 30



Вариант 31

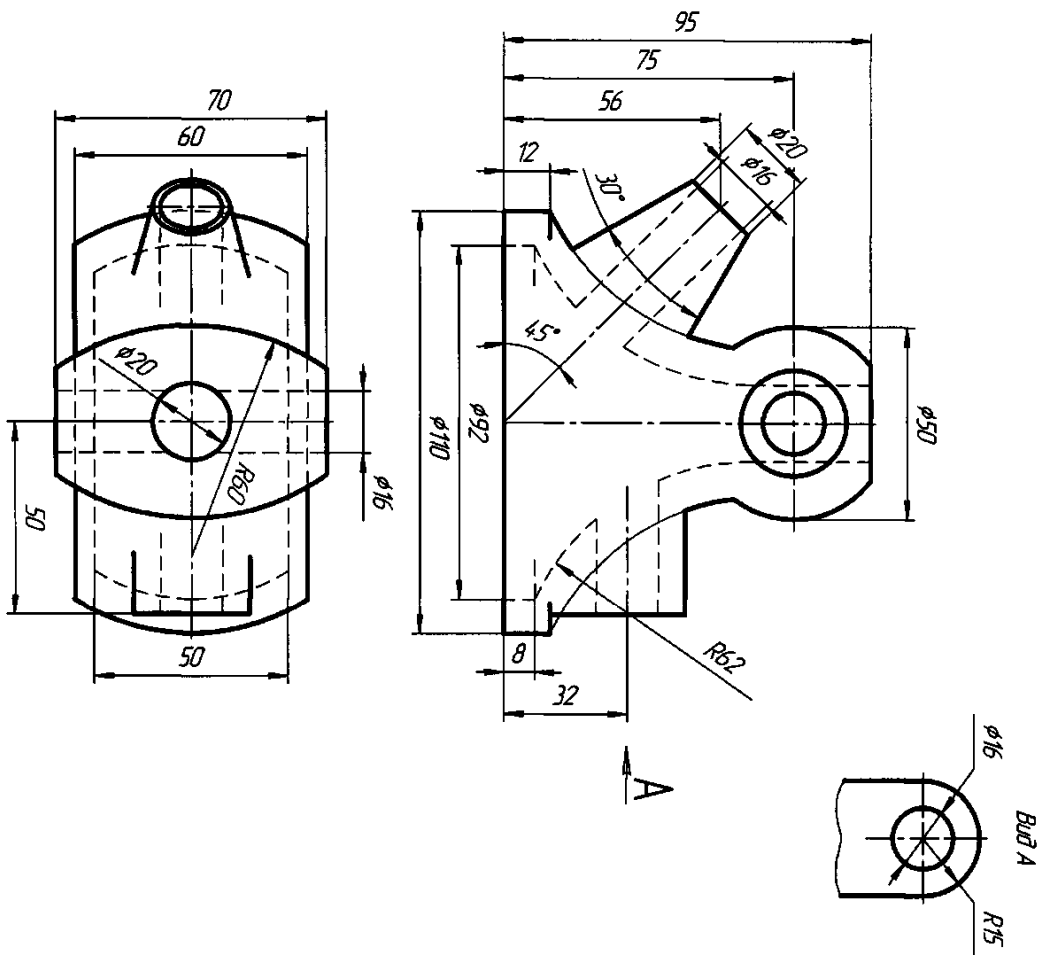


Вариант 32

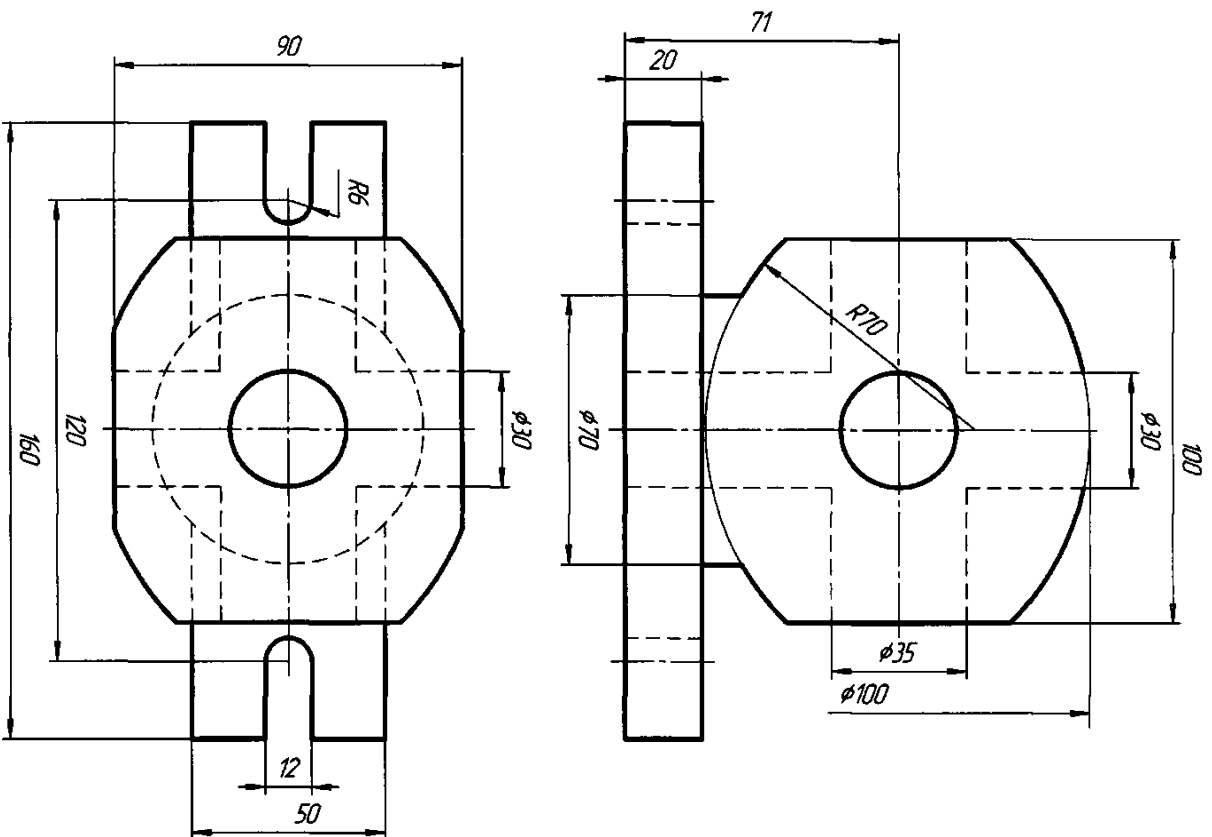


Вариант 33

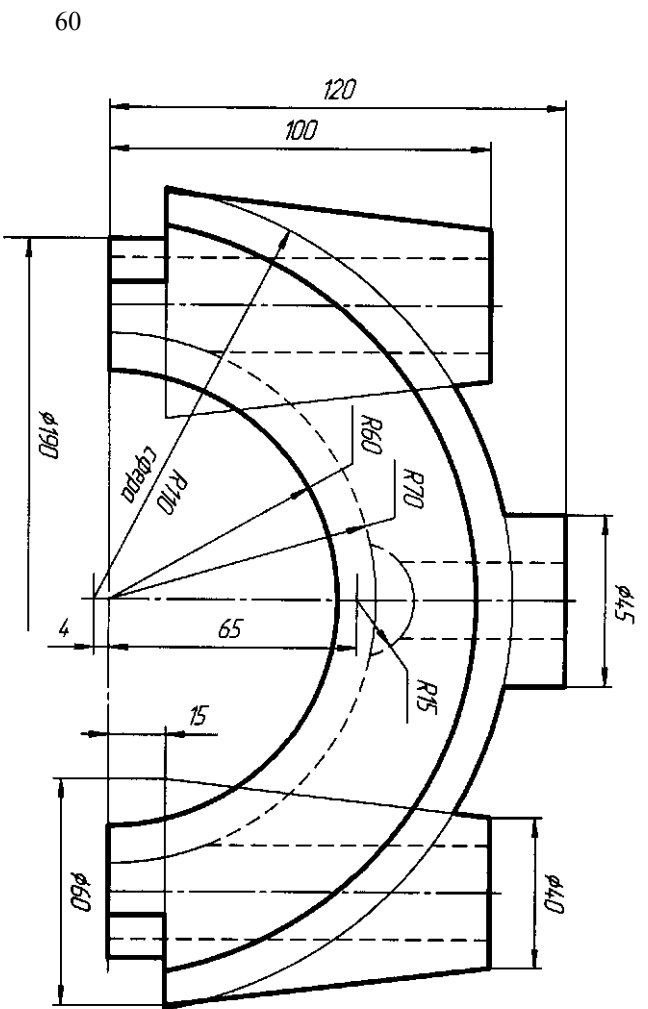
59



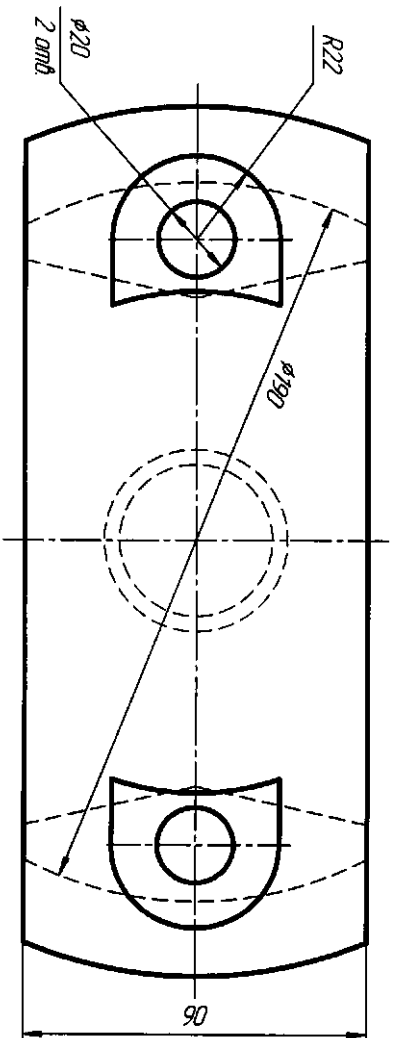
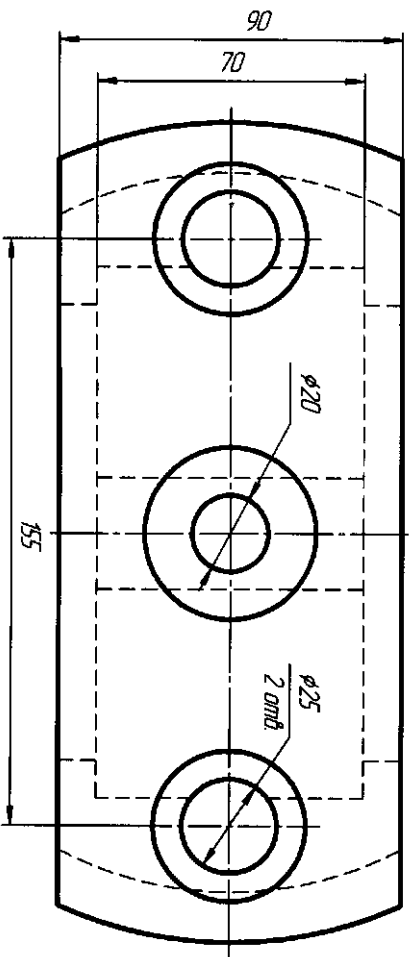
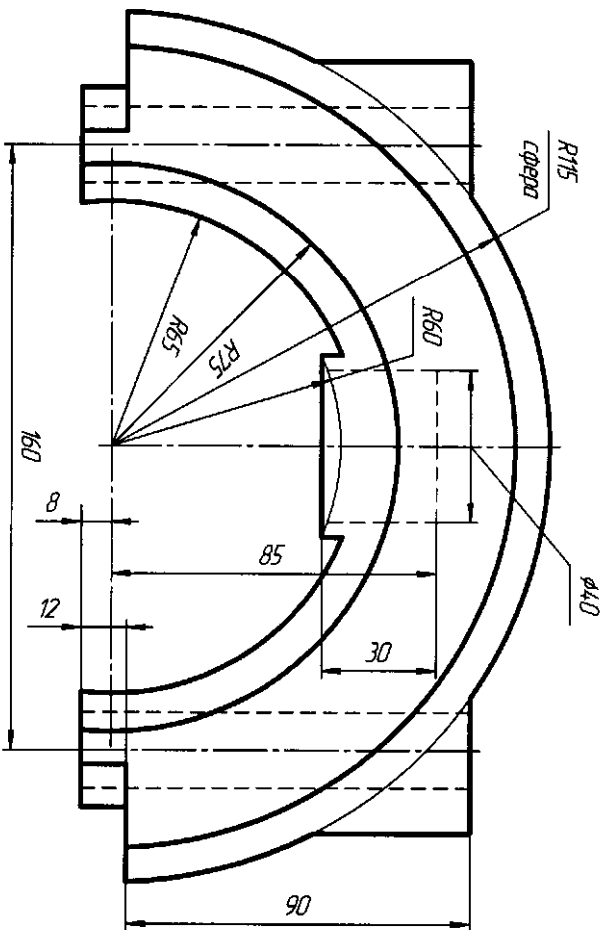
Вариант 34



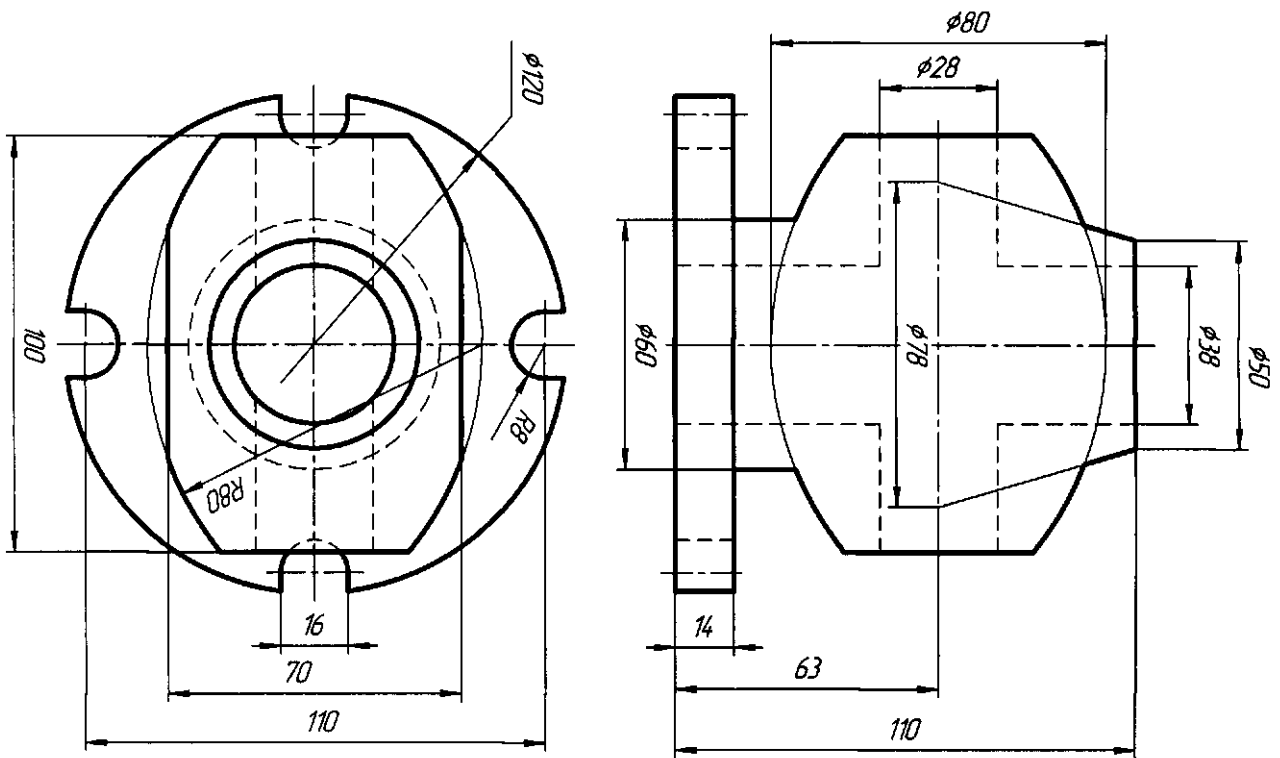
Вариант 35



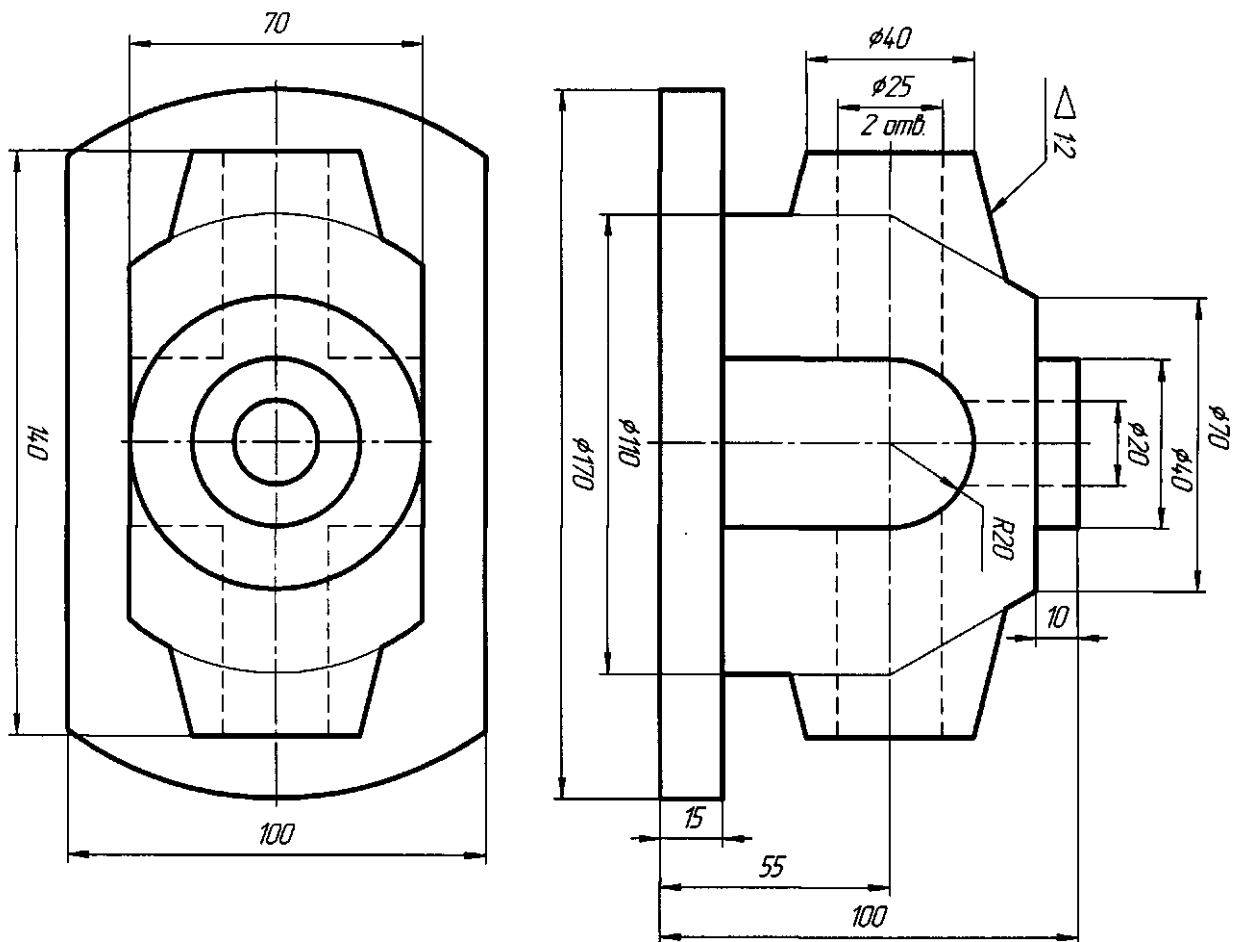
Вариант 36



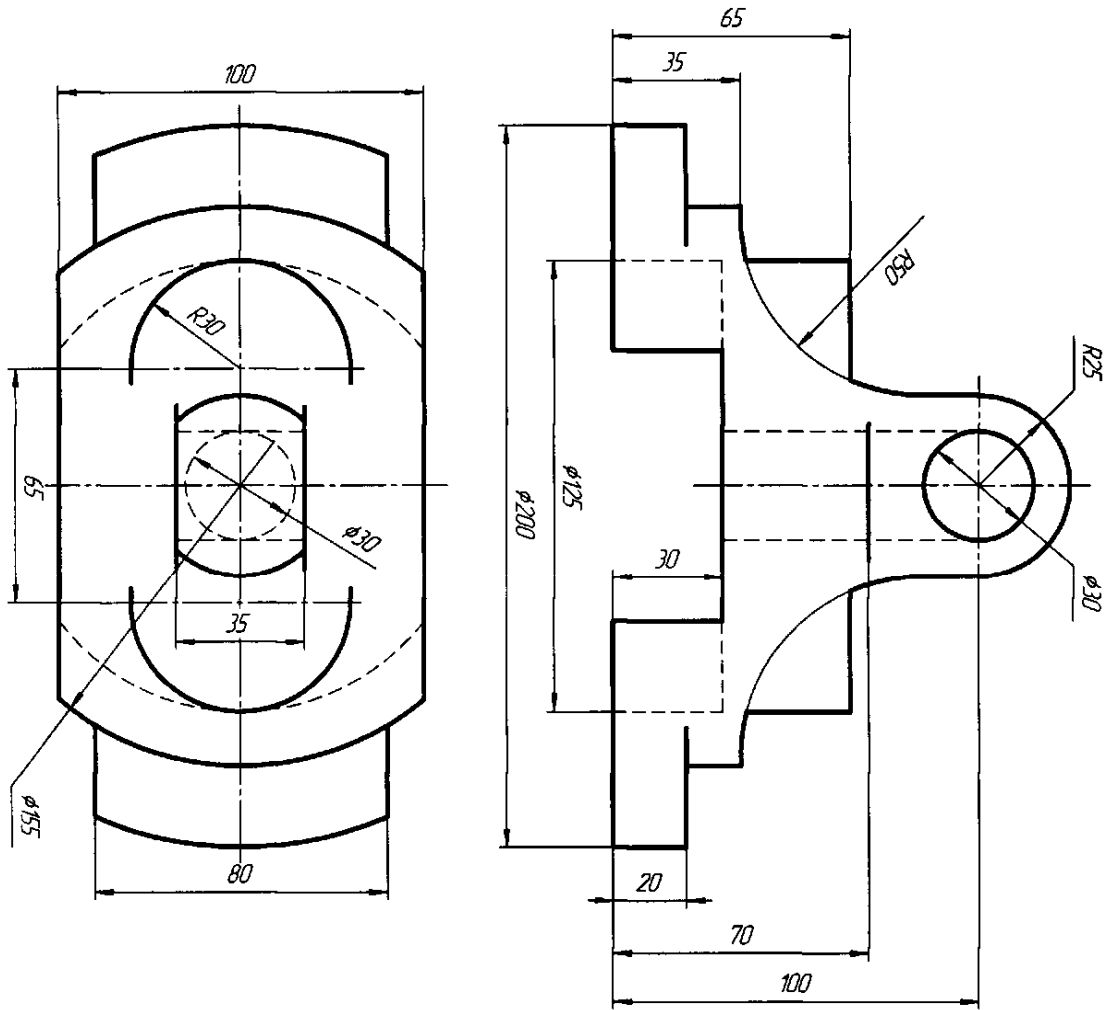
Вариант 37



Вариант 38



Вариант 39



Вариант 40

